

# 6.3 EXPERTISE ACOUSTIQUE

PROJET ÉOLIEN D'HILVERN

COMMUNES DE GUERLÉDAN ET SAINT-CARADEC

FÉVRIER 2023



**Identité du Maître d’Ouvrage :**

Parc Eolien d’Hilvern  
 SARL – Société de VALECO / EnBW  
 SIREN : 850 778 200  
 SIRET :850 778 200 00012  
 188 rue Maurice Béjart  
 34184 MONTPELLIER

Les auteurs du dossier de demande d’Autorisation Environnementale sont :

<p><b>ATER Environnement</b></p> <p>Bryan DAVY                      Responsable de projets                      38 rue de la Croix Blanche                      60680 GRANDFRESNOY                      Tél : 03 60 40 67 16                      bryan.davy@ater-environnement.fr</p> <p><b>Rédacteur de l'étude d'impact, évaluation environnementale</b></p>	<p><b>Vu d’ici</b></p> <p>Clémence KURDIJAKA                      Paysagiste DPLG                      AGENCE VU D’ICI                      2 Rue Camille Claudel                      49000 ECOUFLANT                      02 41 88 46 95                      agence@vudici.fr                      www.vudici.fr</p> <p><b>Expertise paysagère</b></p>	<p><b>ALHYANGE Acoustique</b></p> <p>Sylvain Devaux                      Ingénieur acousticien                      14, rue du Rouz                      29900 CONCARNEAU                      02.98.90.48.15                      bzh@alhyange.com</p> <p><b>Expertise acoustique</b></p>	<p><b>CERESA ENVIRONNEMENT</b></p> <p>Yann CORAY                      Ecologue                      14, les hameaux de la Rivière                      35235 Noyal Châtillon sur Seiche                      Tél : 02.99.05.16.99</p> <p><b>Expertise naturaliste</b></p>	<p><b>Vu d’ici</b></p> <p>Camille CORBIN                      Paysagiste DPLG                      AGENCE VU D’ICI                      2 Rue Camille Claudel                      49000 ECOUFLANT                      02 41 88 46 95                      agence@vudici.fr                      www.vudici.fr</p> <p><b>Photomontages</b></p>
---	---	--	---	---

**Rédaction de l’étude d’impact :** Bryan DAVY (ATER Environnement)

**Contrôle qualité :** Pierre-Yves BOUCHARE (ATER Environnement) et Monsieur Cyprien BOURGET (VALECO)

**NOS AGENCES :**

BRETAGNE

14, rue du Rouz  
29900 **CONCARNEAU**  
02.98.90.48.15  
bzh@alhyange.com

23, rue Stanislas Dupuy de Lôme  
56000 **VANNES**  
02.57.62.06.22  
bzh@alhyange.com

GRAND-OUEST / CENTRE

1, boulevard Paul Chabas  
44100 **NANTES**  
02.85.67.00.80  
grandouest@alhyange.com

51/53, avenue du Grésillé  
49000 **ANGERS**  
02.52.35.21.23  
valdeloire@alhyange.com

64, rue Michaël Faraday  
37170 **CHAMBRAY-LÈS-TOURS**  
02.46.65.58.60  
valdeloire@alhyange.com

IDF / NORD-EST

17, passage Saint-Bernard  
75011 **PARIS**  
01.43.14.29.01  
acoustique@alhyange.com

SUD-EST

102, rue Masséna  
69006 **LYON**  
04.82.53.89.69  
acoustique@alhyange.com

**[www.alhyange.com](http://www.alhyange.com)**

## PROJET EOLIEN DE GUERLEDAN (22)

### ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE

**DESTINATAIRE**

Groupe VALECO  
Parc 2000 Extension  
188 rue Maurice Bédart  
CS 57392  
34184 MONTPELLIER Cédex

**RÉDACTION** : Baptiste BROUSSIER  
**APPROBATION** : Sylvain DEVAUX

**RÉFÉRENCE** : AL 22/25403  
**INDICE** : Ind0  
**DATE** : 08/12/2022

## SOMMAIRE

<b>1. OBJET.....</b>	<b>4</b>
<b>2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE.....</b>	<b>5</b>
<b>3. PRESENTATION DU SITE ET DES MESURES.....</b>	<b>6</b>
3.1. Descriptif du site et des points de mesure .....	6
3.2. Environnement sonore .....	7
<b>4. PROTOCOLE DE REALISATION DES MESURES DE BRUIT RESIDUEL ET AMBIANT .....</b>	<b>8</b>
4.1. Norme prise en compte .....	8
4.2. Mesures des niveaux de bruit résiduel .....	8
4.3. Mesure de la vitesse du vent .....	8
4.4. Analyse des données mesurées .....	9
<b>5. CONDITIONS METEOROLOGIQUES.....</b>	<b>11</b>
<b>6. ETAT ACOUSTIQUE INITIAL.....</b>	<b>15</b>
6.1. Niveaux de bruit résiduel.....	15
<b>7. PROTOCOLE DE REALISATION DES CALCULS PREVISIONNELS .....</b>	<b>16</b>
7.1. Méthodologie.....	16
7.2. Paramètres de calcul .....	17
7.3. Points de calcul.....	17
7.4. Emplacement des éoliennes.....	18
7.5. Caractéristiques acoustiques des éoliennes .....	19
7.6. Présentation du modèle.....	20
7.7. Plan de fonctionnement acoustique optimisé .....	21
<b>8. RESULTATS DES CALCULS ACOUSTIQUES PREVISIONNELS / CONFIGURATION REGLEMENTAIRE.....</b>	<b>22</b>
8.1. Vent de Secteur Sud-Ouest .....	22
8.2. Vent de Secteur Nord-Est .....	28
8.3. Niveau sonore sur le périmètre de mesure .....	34
8.4. Evaluation des tonalités marquées .....	35
<b>9. CONCLUSION .....</b>	<b>36</b>

<b>10. ANNEXES</b> .....	<b>37</b>
<b>A1 RESULTATS DETAILLES – POINT 1</b> .....	<b>38</b>
<b>A2 RESULTATS DETAILLES – POINT 2</b> .....	<b>41</b>
<b>A3 RESULTATS DETAILLES – POINT 3</b> .....	<b>44</b>
<b>A4 RESULTATS DETAILLES – POINT 4</b> .....	<b>47</b>
<b>A5 RESULTATS DETAILLES – POINT 5</b> .....	<b>50</b>
<b>A6 MATERIEL UTILISE</b> .....	<b>53</b>
<b>A7 INCERTITUDES DE MESURAGE</b> .....	<b>54</b>
<b>A8 LEXIQUE</b> .....	<b>56</b>

## 1. OBJET

Dans le cadre du projet éolien de Guerledan (22), VALECO, en tant que porteur de projet, a confié au bureau d'études acoustiques ALHYANGE la réalisation d'un nouveau diagnostic acoustique de l'état sonore initial en période hivernale et la mise à jour de l'étude d'impact acoustique du projet.

On notera qu'ALHYANGE a déjà réalisée une campagne de mesures in situ en octobre 2018 ainsi que l'étude prévisionnelle pour 2 éoliennes de type NORDEX N131 3.9 MW en mars 2020 (ref : AL18\_21481\_RPME\_SD\_ind2.pdf).

L'étude étant réalisée dans un cadre conservateur, la nouvelle campagne de mesure a été réalisée en période hivernale, afin de caractériser les niveaux de bruit résiduel lorsque l'environnement sonore est le plus faible (absence de feuille dans la végétation, activité avifaune et humaine réduite).

On notera que la mise à jour de l'étude d'impact acoustique prévoit le remplacement des turbines prévues initialement par un modèle moins bruyant de type NORDEX 1117 3.0 MW sur mât de 91 m.

La mission se décompose selon les étapes suivantes :

- **Etat sonore initial**
  - Mesures acoustiques des niveaux de bruit résiduel en 6 points représentatifs au niveau du voisinage le plus proche en période hivernale.
  - Détermination des indicateurs de bruit résiduel, en périodes diurne et nocturne en fonction de la vitesse de vent ;
- **Etude prévisionnelle :**
  - Modélisation 3D du projet de parc éolien ;
  - Calcul des émergences sonores prévisionnelles ;
  - Analyse réglementaire ;
  - En cas de dépassement des seuils réglementaires, détermination de différents plans de fonctionnement optimisé sur les éoliennes.

**Ce document présente, les résultats du diagnostic acoustique réalisé en période hivernale au voisinage du projet selon le secteur de vent Sud-Ouest (secteur dominant du site) en 5 points de mesure, du 28 janvier au 17 février 2022, ainsi que les résultats de l'étude d'impact acoustique.**

## 2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

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

Depuis le 1er janvier 2012, les parcs éoliens sont désormais soumis à l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

Cet arrêté reprend la réglementation acoustique appliquée aux ICPE :

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

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

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

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

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).

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.

Les valeurs maximales de l'émergence globale sont à pondérer en fonction de la durée d'apparition du bruit perturbateur :

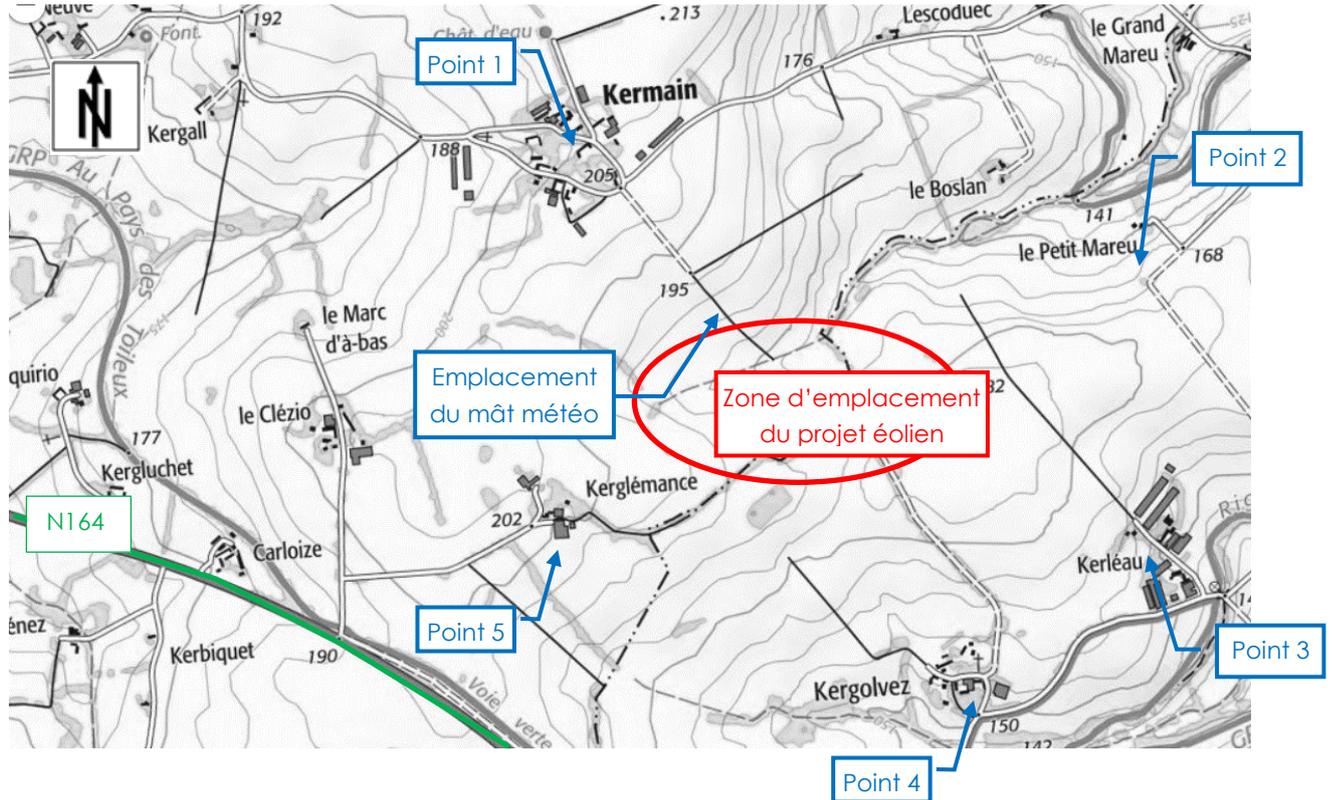
Durée cumulée d'apparition du bruit particulier	Terme correctif en dB(A)
Supérieure à vingt minutes et inférieure ou égale à deux heures	3
Supérieure à deux heures et inférieure ou égale à quatre heures	2
Supérieure à quatre heures et inférieure ou égale à huit heures	1
Supérieure à huit heures	0

### 3. PRESENTATION DU SITE ET DES MESURES

#### 3.1. Descriptif du site et des points de mesure

La zone présente quelques reliefs avec des parcelles agricoles, boisées et résidentielles (maisons isolées et hameaux).

Le plan ci-dessous présente la zone concernée par le développement du parc éolien et les habitations au niveau desquelles des mesures acoustiques ont été réalisées :



*A noter* : Les emplacements choisis sont représentatifs des habitations a priori les plus impactées par le projet. Pour chaque lieu-dit, on choisit une habitation représentative de l'ensemble, le choix étant évidemment également conditionné par l'acceptation des riverains quant à la pose d'un appareil de mesure sur leur propriété.

A noter que les emplacements des points de mesure ont été fournis par l'exploitant, en concertation avec Alhyange.

Le tableau suivant présente l'implantation des points de mesure :

N° point	Nom du propriétaire	Lieu-dit	Coordonnées Lambert 93	
			X_L93	Y_L93
1	Jérôme BERTHO	Kermain	262853.05	6806981.30
2	Olivier LOTOUT	Le Petit Mareu	264205.73	6806577.80
3	Olivier LOTOUT	Kerléau	264198.87	6805801.47
4	Michel LE NORMAND	Kergolvez	263689.62	6805527.68
5	M. LE BIHAN	Kerglémance	262714.51	6805952.42

### 3.2. Environnement sonore

Les sources de bruit caractérisant le paysage sonore sur l'ensemble de la zone sont les suivantes :

- Bruit de la végétation sous l'action du vent ;
- Activités agricoles à proximité ;
- Passages de véhicules sur les routes communales du secteur et sur la N164 à environ 1 km du projet côté Sud-Ouest

## 4. PROTOCOLE DE REALISATION DES MESURES DE BRUIT RESIDUEL ET AMBIANT

### 4.1. Norme prise en compte

Les mesurages sont réalisés suivant le projet de norme Pr NF S 31-114 « Mesurage du bruit dans l'environnement avant et après installation éolienne » dans sa version de juillet 2011, désignée par l'arrêté du 26 août 2011.

Les emplacements de mesurage se trouvent à au moins 1 m de toute surface réfléchissante, à 2 m des façades de bâtiment et à une hauteur d'environ 1,5 m.

L'analyse est basée sur le projet de norme Pr NF S 31-114, qui a été rédigé pour répondre à la problématique posée par des mesurages en présence de vent, rendus nécessaires pour traiter le cas spécifique des éoliennes, ainsi que sur le Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens (actualisation 2020) édité par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer.

### 4.2. Mesures des niveaux de bruit résiduel

- **Matériel de mesure**

Le matériel de mesure utilisé est présenté en annexe.

- **Date des mesures**

La campagne de mesures acoustiques a été réalisée du 28 janvier au 18 février 2022.

### 4.3. Mesure de la vitesse du vent

Pour l'établissement des graphiques de corrélation bruit / vent, les vitesses ont été mesurées et transmises par VALECO à l'aide d'un mât de mesure de 91m sur le site d'implantation des éoliennes, pendant la campagne de mesure acoustique. Les vitesses de vent retenues ont été standardisées à 10m selon le calcul suivant :

$$V_S = V(h) \times \frac{\ln\left(\frac{H_{ref}}{Z_0}\right)}{\ln\left(\frac{H}{Z_0}\right)}$$

avec :

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

Les données obtenues sont moyennées par pas de 10 minutes.

#### 4.4. Analyse des données mesurées

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

L'objectif de la campagne de mesures est de définir les niveaux de bruit résiduel en périodes diurne et nocturne, sur chaque classe de vitesse de vent correspondant aux plages de fonctionnement des éoliennes, en niveau sonore global dB(A).

Les classes de vitesse de vent étudiées correspondent aux plages de fonctionnement et de gêne sonore potentielle du parc éolien. En effet, en dessous d'une vitesse de vent de 5 m/s au moyeu, la puissance acoustique des éoliennes est faible. Pour des vitesses de vent au moyeu supérieures à 12 m/s environ, le niveau de puissance acoustique de l'éolienne est stable et n'augmente plus.

**La méthodologie détaillée ci-dessous est appliquée pour les niveaux sonores résiduel.**

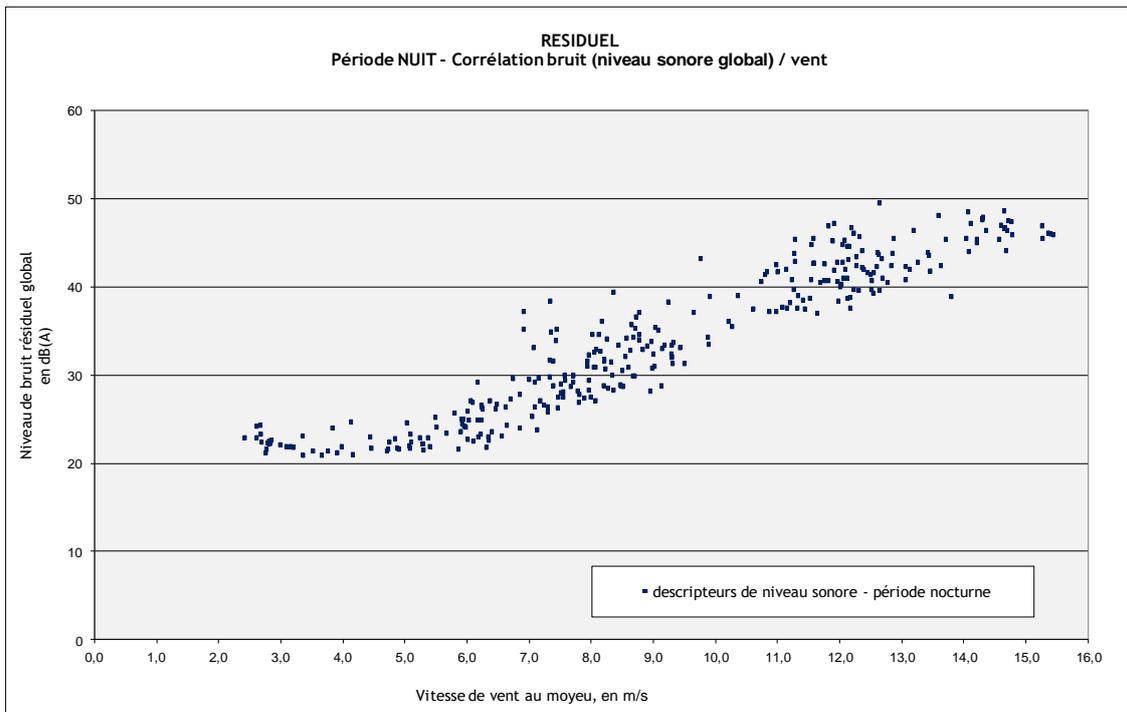
- **Descripteur du niveau sonore**

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

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

#### **Exemple de corrélation bruit / vent type**

*(Les données présentées dans ce graphique proviennent d'une autre campagne à titre d'exemple)*



- **Indicateur de bruit recentré**

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

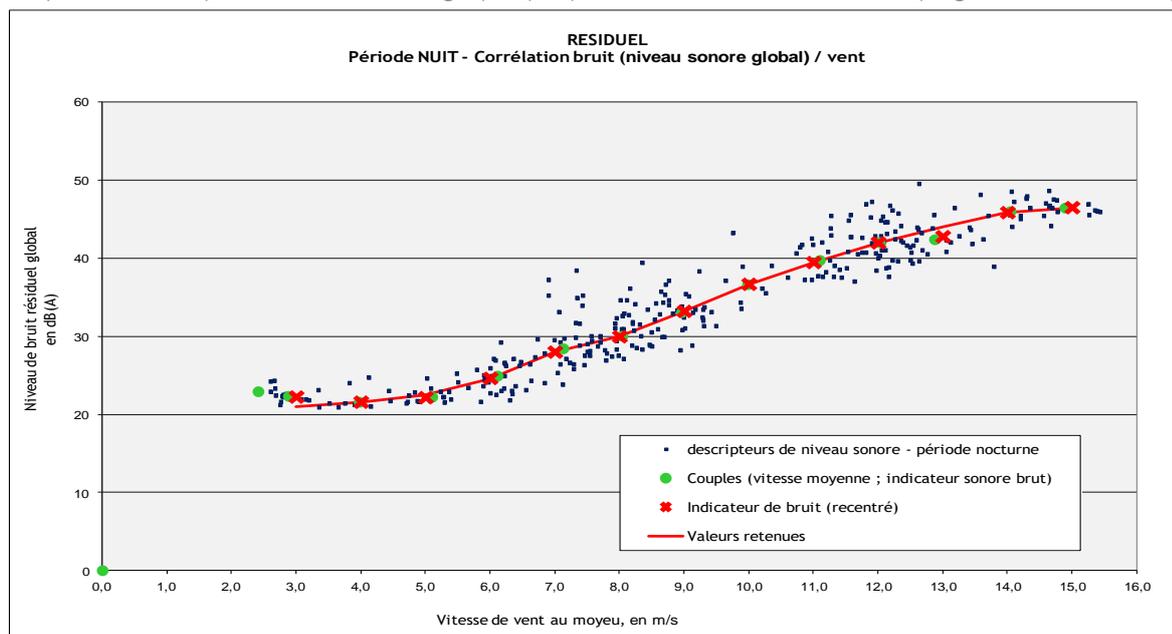
- On calcule **l'indicateur sonore brut** : la valeur médiane des descripteurs du niveau sonore contenus dans la classe de vitesse de vent étudiée.
- Cette valeur sera associée à la moyenne arithmétique des vitesses de vent relative à chaque descripteur contenu dans la classe de vitesse de vent étudiée,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

- **Valeurs retenues**

Dans le cas où, sur une classe de vitesse de vent, peu de descripteurs de niveau sonore sont obtenus, ou si l'indicateur de bruit recentré ne semble pas cohérent avec les valeurs des classes de vitesses de vent adjacentes, nous ajustons les valeurs de niveau sonore que nous retenons dans le but d'obtenir des courbes d'allure représentative (exemple sur les valeurs à 3 et 13 m/s sur la courbe ci-dessous).

### Exemple de corrélation bruit / vent type

(Les données présentées dans ce graphique proviennent d'une autre campagne à titre d'exemple)



- **Périodes d'observation**

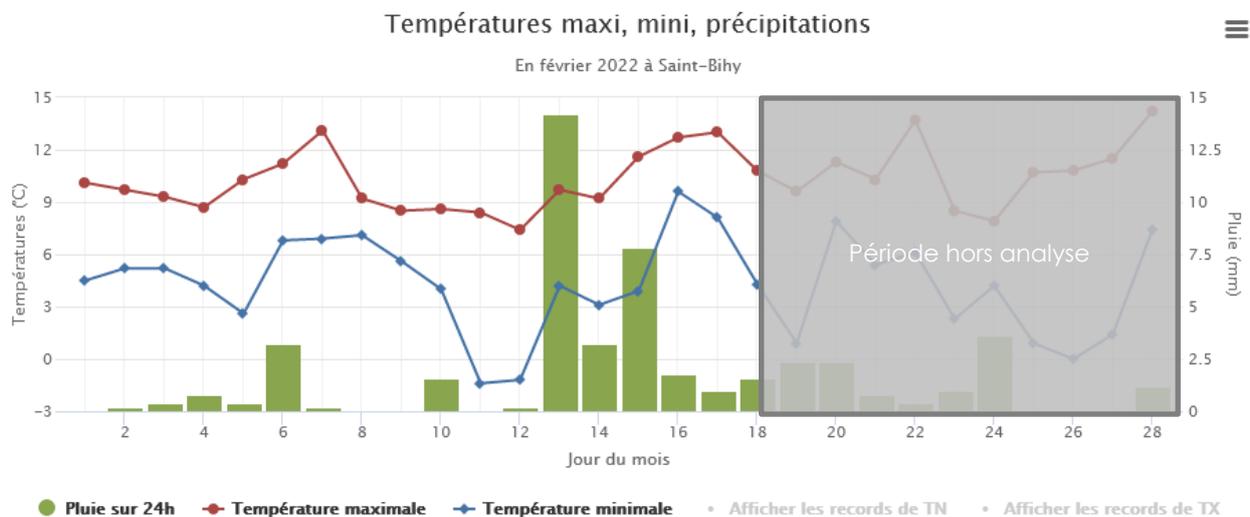
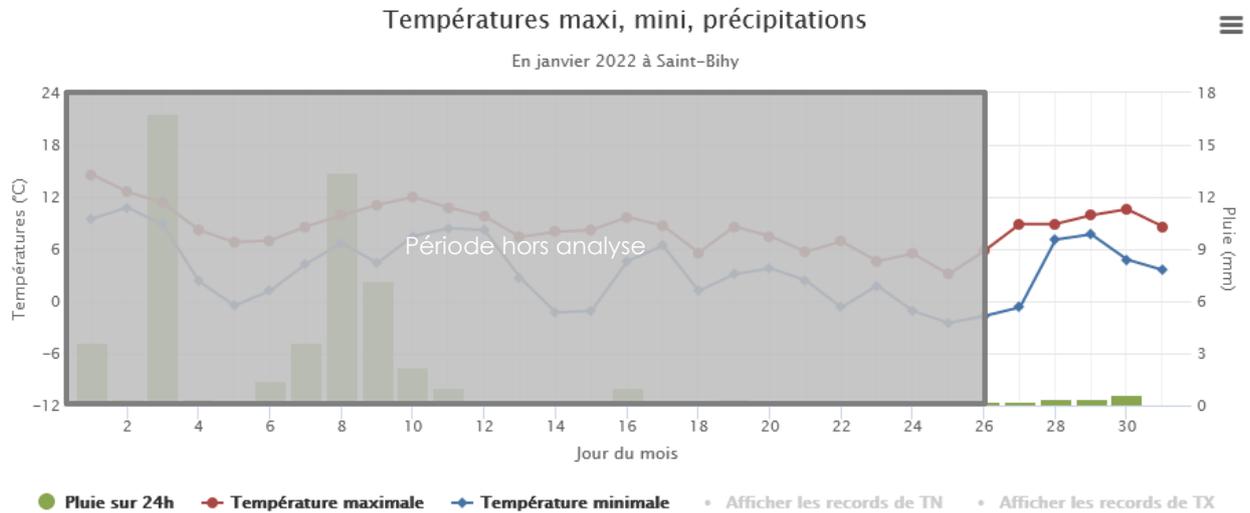
Les périodes retenues pour l'exploitation des mesures sont les suivantes :

- Période 7h à 22h pour l'exploitation des mesures en période diurne (les périodes soirées sont intégrées dans la période diurne car on ne fait pas de distinction suffisamment marquante du niveau sonore en période soirée pour lui consacrer une exploitation à part entière) ;
- Période 22h à 7h pour l'exploitation des mesures en période nocturne.

Nota : Les bruits perturbateurs (activités agricoles...) ou passages pluvieux sont exclus des chronogrammes.

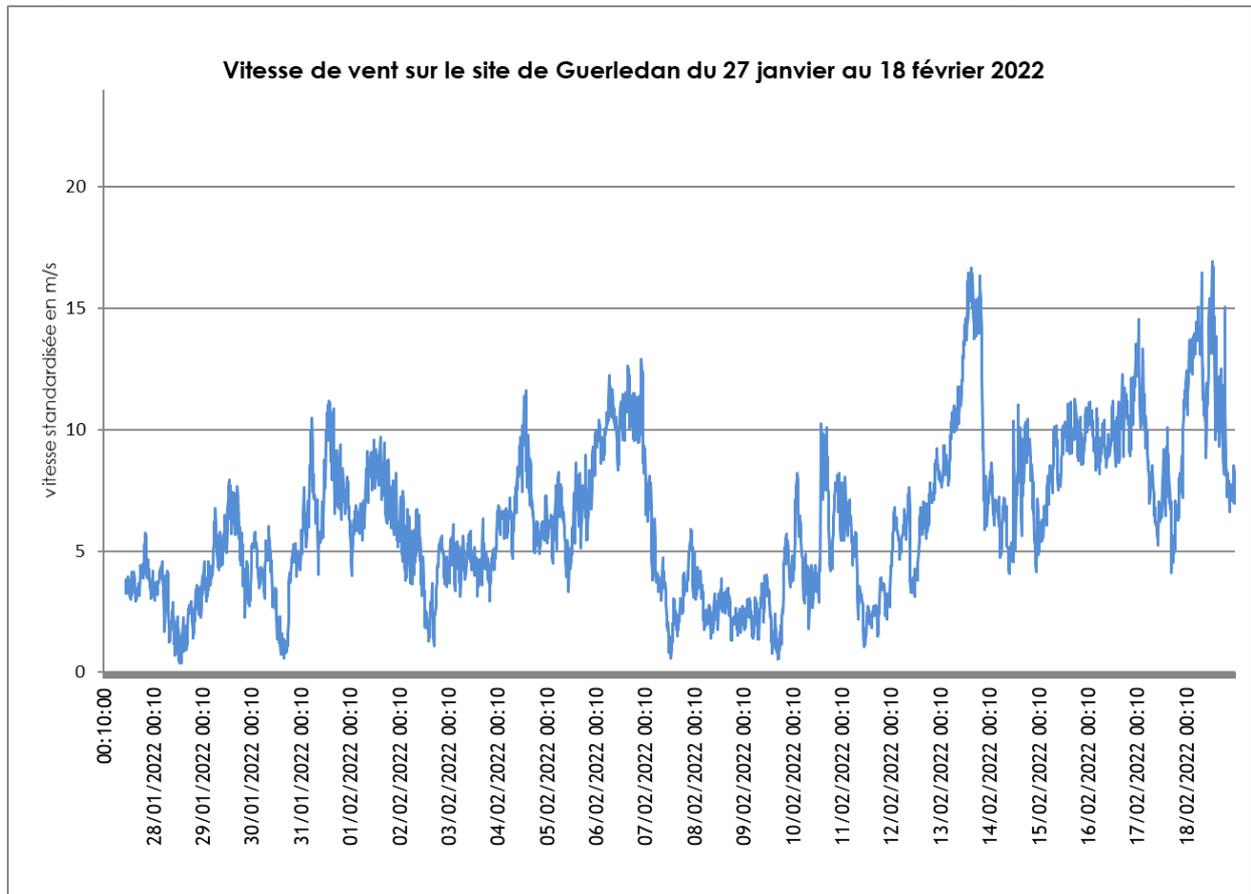
## 5. CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Les données suivantes correspondent aux données *Infoclimat* (sauf vitesses et directions de vent issues des relevés sur site ; voir détails en chapitre "protocole" ci-avant) sur le site de Saint Bihy à 20 km environ du site étudié.

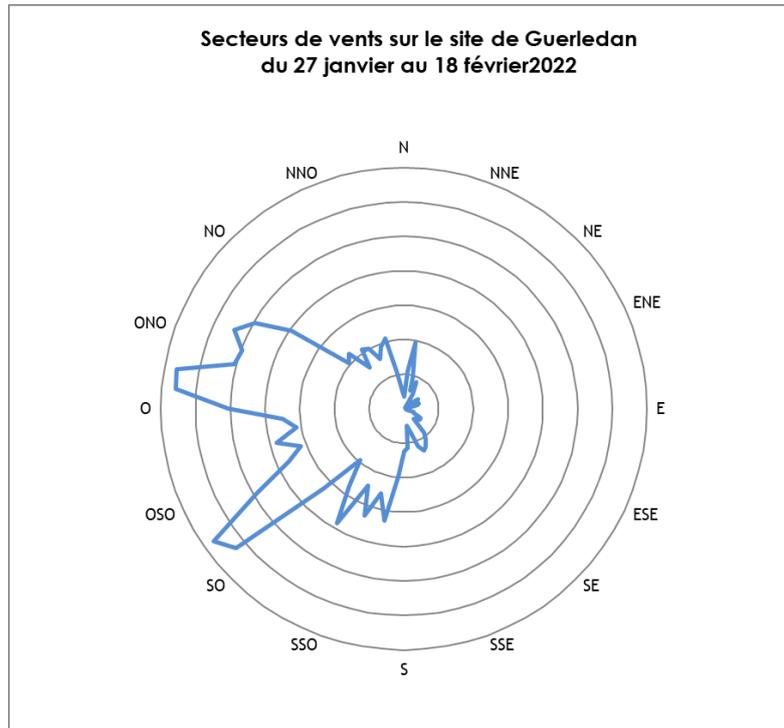


Remarque : Les passages pluvieux marqués ayant tendance à rehausser le niveau sonore ont été exclus des analyses acoustiques.

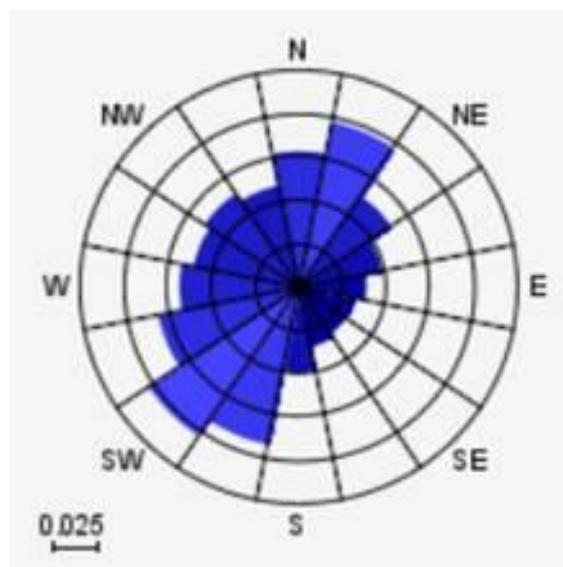
Les graphiques suivants présentent les conditions de vents obtenues lors de la campagne de mesurage.



Les mesures acoustiques ont été menées principalement par vents de secteurs Ouest/Sud-Ouest (secteur dominant du site).



La rose des vents long-terme ci-dessous (origine : AWS Truepower) présente les secteurs de vents dominants sur la zone (secteurs Sud-Ouest et Nord-Est).



### Représentativité de la période de mesure :

Les mesures sont jugées représentatives : mesures longue durée, conditions météorologiques satisfaisantes (plage de vitesses de vent suffisamment étalée, et un des secteurs de vent dominants (Sud-Ouest) rencontré au cours de la mesure.

Précisons que les mesures ont été faites en hiver, qui est une saison calme en termes de bruit généré par la faune, la flore et les activités humaines. D'un point de vue acoustique, il s'agit donc d'une période a priori contraignante au regard de la situation moyenne annuelle.

A noter que l'étude a été effectuée tous secteurs confondus. En effet, lors de la campagne de mesure nous avons principalement rencontré du vent de Sud-Ouest. Nous avons manqué de données par vent Nord-Est pour pouvoir distinguer les deux secteurs dans notre étude.

### Vitesse du vent au niveau des microphones :

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

Sur le site d'implantation des éoliennes, nous estimons que la vitesse du vent à 1,5 m de hauteur est inférieure à 5 m/s avec une vitesse au moyeu inférieure à 10 m/s.

Ce calcul est réalisé pour une longueur de rugosité standard de 0,05 m.

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

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

Ajoutons que les sonomètres sont positionnés de manière à être le plus possible à l'abri des vents dominants pendant la mesure.

Nous pouvons donc supposer, sur base de ces justifications, que sur la plage de vitesses de vents exploitée (3 à 12 m/s à hauteur standardisée 10m), les vitesses de vent à l'emplacement des microphones sont inférieures à 5 m/s.

## 6. ETAT ACOUSTIQUE INITIAL

### 6.1. Niveaux de bruit résiduel

Les tableaux ci-dessous regroupent les résultats obtenus sur l'ensemble des points de mesure. Les valeurs sont présentées en dB(A). L'ensemble des graphiques de corrélation niveaux sonores / vitesse du vent sont présentés en annexe.

#### Période diurne (7h-22)

Vit. du vent standardisée à 10m en m/s	Période Diurne - Niveaux sonores RESIDUELS en dB(A)				
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
	Kermain	Le Petit Mareu	Kerléau	Kergolvez	Kerlémance
3	33.5	30.1	45.0	36.8	46.0
4	34.0	30.8	45.5	38.1	46.5
5	35.3	30.7	46.0	38.5	47.1
6	37.0	31.0	46.4	39.0	47.7
7	37.9	34.1	46.4	39.5	50.0
8	40.4	36.6	46.6	41.3	52.0
9	43.7	41.2	47.0	42.2	52.6
10	46.3	46.0	47.0	43.0	52.9
11	48.5	50.1	47.3	44.0	53.3
12	51.5	54.4	47.5	44.2	54.1

#### Période nocturne (22h-7h)

Vit. du vent standardisée à 10m en m/s	Période Nocturne - Niveaux sonores RESIDUELS en dB(A)				
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
	Kermain	Le Petit Mareu	Kerléau	Kergolvez	Kerlémance
3	27.4	25.0	30.0	22.9	30.0
4	28.3	25.3	30.5	23.6	30.8
5	29.4	25.5	31.0	25.5	32.3
6	30.2	26.2	31.0	27.2	33.5
7	31.5	28.3	31.7	28.7	35.0
8	32.7	33.9	32.5	31.1	37.1
9	37.0	39.4	35.0	35.0	41.1
10	41.8	47.2	37.7	37.7	44.5
11	46.3	52.6	40.0	40.5	47.9
12	50.0	56.7	43.6	43.8	52.5

Pour rappel, l'étude étant réalisée dans un cadre conservateur, la nouvelle campagne de mesure a été réalisée en période hivernale, afin de caractériser les niveaux de bruit résiduel lorsque l'environnement sonore est le plus faible (absence de feuille dans la végétation, activité avifaune et humaine réduite).

Globalement, les niveaux de bruit résiduel mesuré en période hivernale sont inférieurs à ceux mesurés en octobre 2018 en période automnale. La présente campagne de mesure a donc bien permis de caractériser les niveaux de bruit résiduel lorsque l'environnement sonore est le plus faible.

## 7. PROTOCOLE DE REALISATION DES CALCULS PREVISIONNELS

### 7.1. Méthodologie

Le calcul prévisionnel du bruit particulier généré par les éoliennes est effectué à l'aide de la maquette acoustique 3D du site et de son environnement proche, réalisée avec le logiciel PREDICTOR V.11 (Logiciel de prévision du bruit en espace extérieur).

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

Les éoliennes sont positionnées dans la maquette 3D selon leurs caractéristiques dimensionnelles (hauteur) et acoustiques (niveaux de puissance acoustique), fournies par le constructeur.

Afin d'optimiser les calculs prévisionnels en fonction des secteurs de vents dominants sur le site, et qui influent sur la propagation du bruit des éoliennes, nous utilisons la méthode de calcul **HARMONOISE** (méthode Européenne de prévision du bruit dans l'environnement), qui permet la prise en compte de facteurs climatiques comme le secteur de vent dans le calcul de la propagation du bruit.

L'impact acoustique prévisionnel du parc éolien est déterminé selon les étapes suivantes :

- Calcul du niveau de bruit particulier prévisionnel généré par les éoliennes (décrit ci-dessus), en dB(A), à l'extérieur des habitations.
- Calcul du niveau de bruit particulier au niveau du « Point de référence » : point situé à l'emplacement le plus contraignant du périmètre de mesure du bruit correspondant au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre les aérogénérateurs et de rayon  $R = 1,2 \times$  (hauteur de moyeu + longueur d'un demi-rotor).  
Nous définissons l'emplacement le plus contraignant comme celui étant le plus impacté par le niveau de bruit particulier des éoliennes (emplacement définit grâce aux cartes de bruit reportées en annexe). D'autre part, à proximité immédiate des éoliennes, le niveau de bruit résiduel étant négligeable par rapport à celui généré par les éoliennes, nous considérerons que le niveau de bruit ambiant est égal au niveau de bruit particulier calculé.
- Calcul du niveau de bruit ambiant prévisionnel (somme logarithmique du bruit résiduel mesuré et du bruit particulier calculé), en dB(A), à l'extérieur des habitations.
- Calcul des émergences prévisionnelles en dB(A), à l'extérieur des habitations.

**L'impact acoustique prévisionnel a été déterminé selon les deux secteurs de vent dominants, Sud-Ouest et Nord-Est.**

## 7.2. Paramètres de calcul

Les paramètres de calcul retenus sont les suivants :

Logiciel	Predictor V.11
Norme de calcul	Harmonoise
Hauteur des récepteurs	1,5 m
Classe de vitesse de vent	W4
Classe de stabilité	S1 Diurne, S4 nocturne
Direction du vent	45° pour le secteur Nord-Est / 225° pour le secteur Sud-Ouest
Température de l'air	15 °C
Humidité	70 %
Pression atmosphérique	1013 hPa
Absorption du sol	Classe E / classe D pour les parcelles boisées

Notons que pour les paramètres "classe de vitesse de vent" et "classe de stabilité" (paramètres propres à Harmonoise), nous retenons les configurations les plus contraignantes pour le jour et la nuit.

## 7.3. Points de calcul

Les calculs prévisionnels ont été réalisés au niveau des lieux-dits, pour lesquels des mesures de bruit résiduel ont été effectuées.

Dans chaque cas, le point d'étude a été positionné à l'emplacement le plus exposé au bruit des futures éoliennes de la zone habitée (pouvant être différent du point de mesure réellement positionné sur site).

Un calcul a également été réalisé au **« Point de référence »**, c'est à dire à l'emplacement le plus contraignant du périmètre de mesure du bruit défini par l'arrêté du 26 août 2011 (emplacement précisé sur les cartes de bruit reportées ci-après).

#### 7.4. Emplacement des éoliennes

Le plan suivant présente le projet d'implantation des éoliennes :



Le tableau suivant présente les coordonnées des éoliennes :

Eolienne	Coordonnées / système de projection	
	X_Lambert93	Y_Lambert93
E1	263280	6806192,
E2	263698	6806123

## 7.5. Caractéristiques acoustiques des éoliennes

Les éoliennes envisagées sont de type NORDEX N117 / 3.0 MW / STE (avec serrations) / mâts de 91 m.

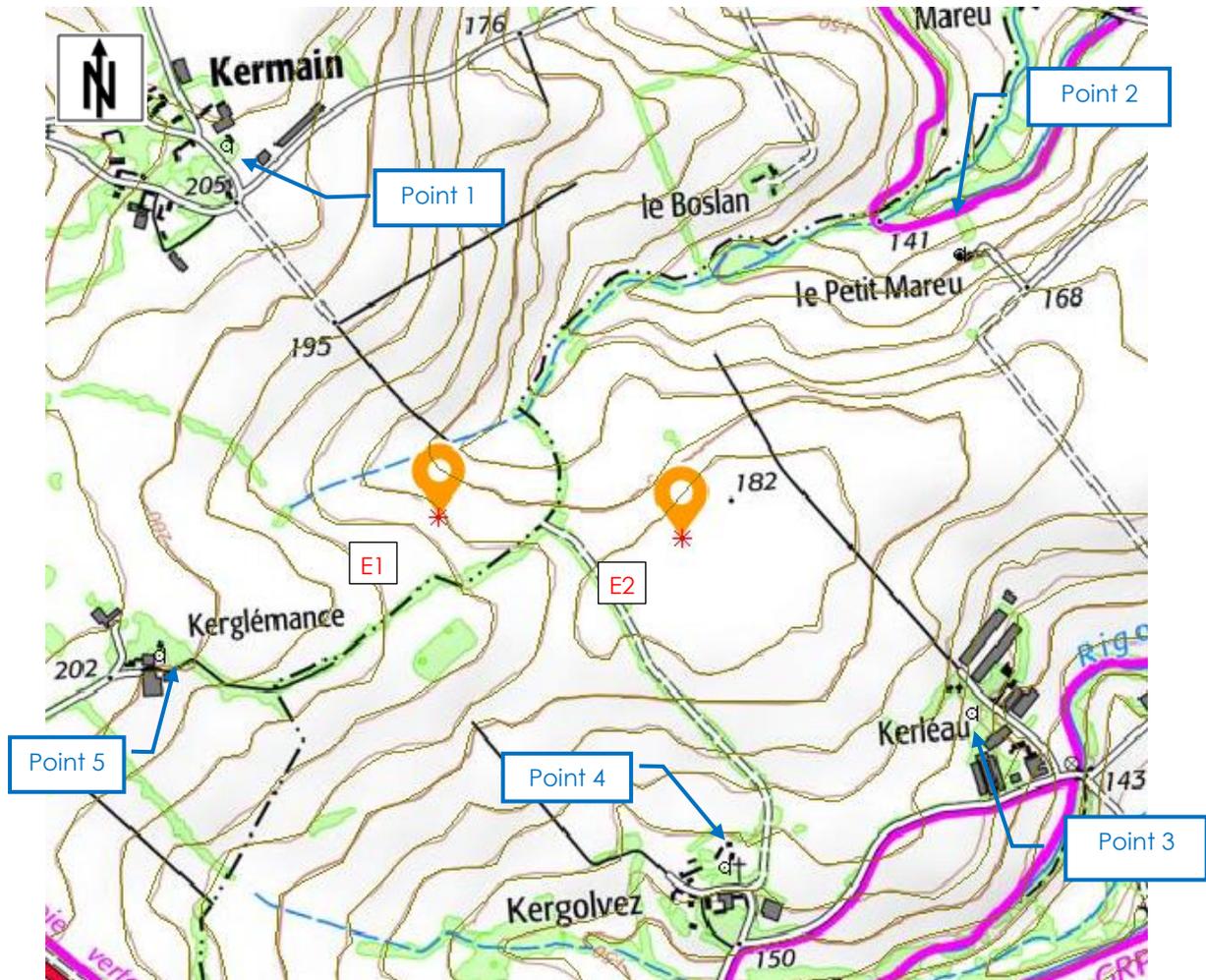
Nous présentons dans le tableau ci-dessous les niveaux de puissance acoustique en Mode standard et suivant les différents modes de fonctionnement disponibles des éoliennes envisagées :

Type machine	Mode	Niveau de puissance acoustique Lw en dB(A) en fonction de la vitesse du vent standardisée en m/s										
		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s
Nordex N117 3MW sur mât de 91 m avec serrations	Standard	92.5	94.5	100.0	103.0	103.5	103.5	103.5	103.5	103.5	103.5	103.5
	Mode 1	92.5	94.5	100.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0
	Mode 2	92.5	94.5	100.0	102.5	102.5	102.5	102.5	102.5	102.5	102.5	102.5
	Mode 3	92.5	94.5	100.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0
	Mode 4	92.5	94.5	100.0	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5
	Mode 5	92.5	94.5	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
	Mode 6	92.5	94.4	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5
	Mode 7	92.5	94.4	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0
	Mode 8	92.5	94.4	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5
	Mode 9	92.5	94.4	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0
	Mode 10	92.5	94.4	96.5	96.5	96.5	96.5	96.5	96.5	96.5	96.5	96.5
	Mode 11	92.5	94.4	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0
Mode 12	92.5	94.4	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5	

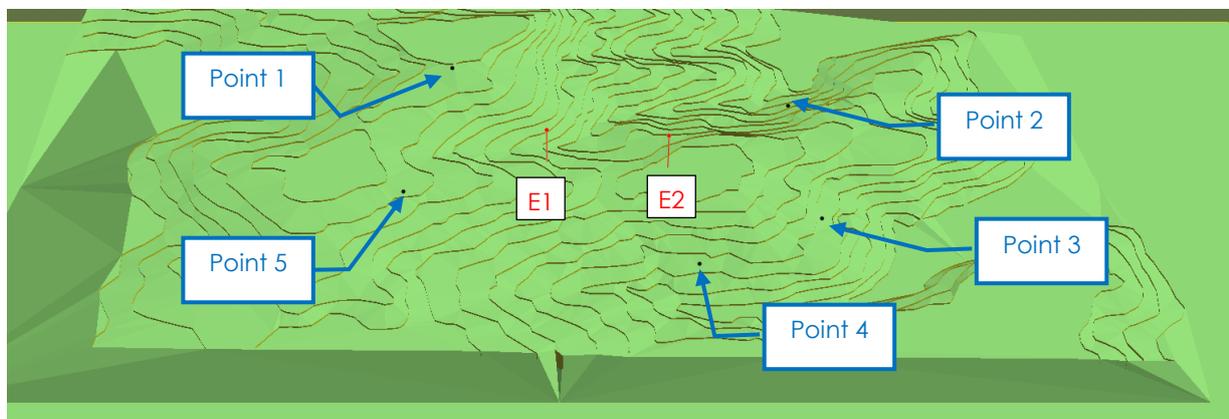
Notons que, conformément aux prescriptions du fabricant, une marge de sécurité de +1 dB a été appliquée sur les niveaux de puissance acoustique.

## 7.6. Présentation du modèle

La vue ci-dessous présente le site tel qu'il a été modélisé sous le logiciel Predictor.



*Vue en 3D du modèle vu du Sud-Ouest*



## 7.7. Plan de fonctionnement acoustique optimisé

Les actions envisageables sur les éoliennes afin de réduire leurs émissions sonores sont dans un premier temps l'emplacement des éoliennes et le bridage. Ensuite, lorsque les gains possibles par bridages sont insuffisants par rapport aux objectifs, l'arrêt (temporaire) est envisagé.

L'emplacement des éoliennes peut influencer la propagation du bruit au voisinage. Plus une éolienne est proche d'une habitation et plus son impact acoustique sera élevé. Dans le cadre du projet, l'éolienne E3 a été déplacée de manière à s'éloigner des hameaux environnants et ainsi diminuer son impact acoustique.

Le bridage consiste à modérer la vitesse de rotation du rotor et/ou à modifier l'orientation de la pale de manière à réduire les bruits aérodynamiques, émis notamment au bord de fuite à l'extrémité des pales. Les constructeurs d'éoliennes proposent des modes de fonctionnement adaptés offrant des gains acoustiques par rapport au mode nominal, variables avec la vitesse du vent. Ces gains peuvent aller jusqu'à 7 décibels. Ces modes de fonctionnement sont associés à des courbes de puissances électriques et acoustiques réduites. Certains modes de fonctionnement réduits sont efficaces pour les faibles vitesses de vent puis moins efficace pour les vitesses plus soutenues, ou inversement selon l'effet recherché. Cela permet d'offrir plus de possibilités en fonction des contraintes acoustiques du site tout en optimisant la production d'énergie.

L'objectif est de déterminer pour chaque éolienne, pour chaque classe de vitesse de vent, pour chaque période d'observation (périodes jour et nuit), et pour chaque secteur de vent étudié, le mode de fonctionnement le plus adapté parmi les différentes variantes proposées par le constructeur, permettant le respect de la réglementation acoustique sur l'ensemble des points de mesure et une production électrique optimale.

Nous calculons la contribution sonore de chacune des éoliennes séparément (E1, E2 et 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 la production électrique de l'ensemble du parc et la conformité acoustique de l'ensemble des points de mesure.

L'émergence sonore sur chacun des points récepteurs est calculée 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 selon la vitesse du vent et selon son emplacement. Les points récepteurs les plus "sensibles" peuvent donc être différents en fonction des classes de vitesses de vent.

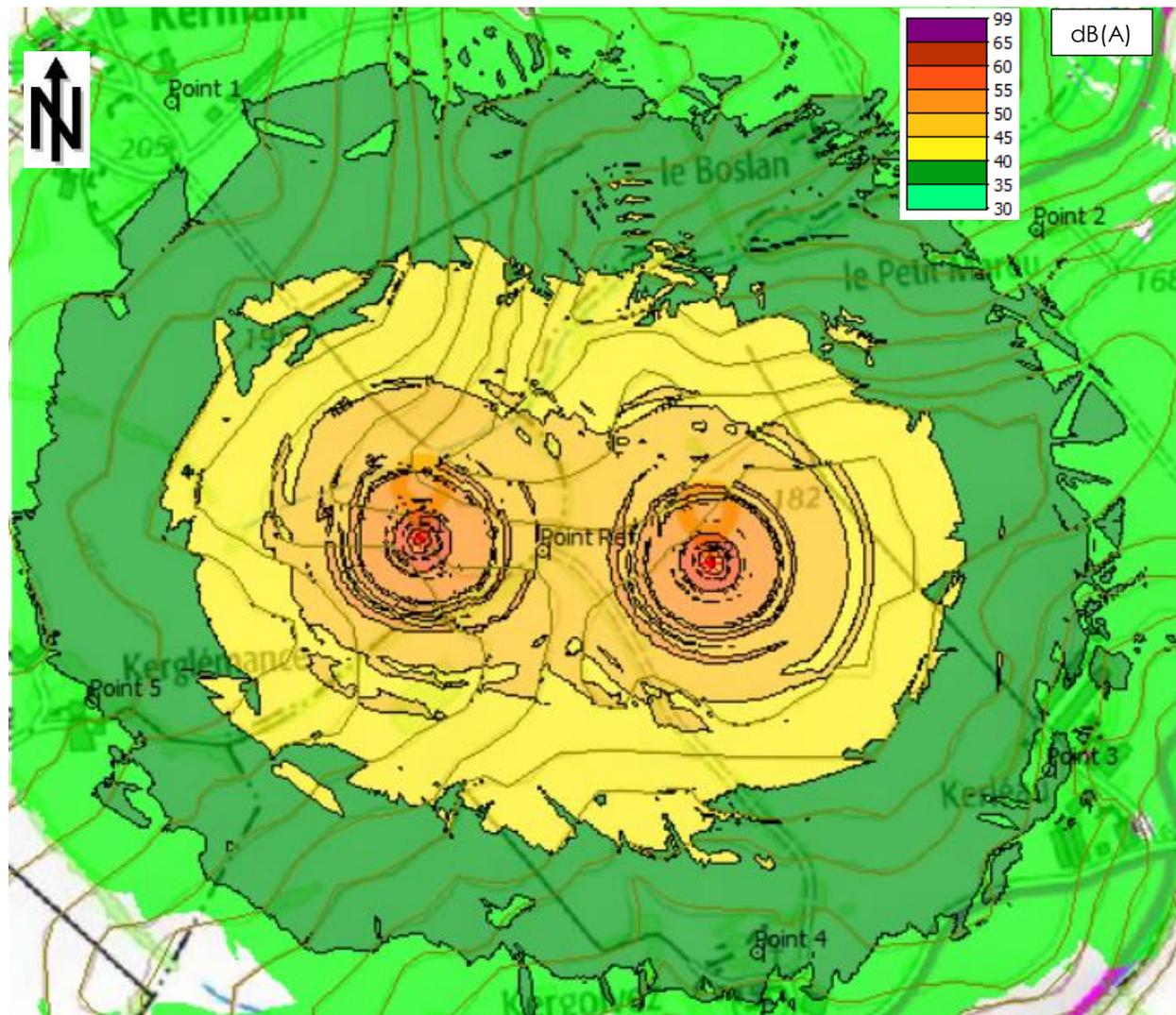
Précisons qu'un plan de fonctionnement différent pourra être ajusté à la mise en service du nouveau parc éolien, en fonction des possibilités techniques disponibles sur les éoliennes à ce moment-là, ou de l'évolution du niveau de bruit résiduel.

## 8. RESULTATS DES CALCULS ACOUSTIQUES PREVISIONNELS / CONFIGURATION REGLEMENTAIRE

### 8.1. Vent de Secteur Sud-Ouest

Afin de visualiser la propagation du bruit des éoliennes dans l'environnement, nous présentons ci-après un exemple de carte de bruit particulier calculé, avec un spectre propre à chaque type d'éolienne, calé sur une puissance acoustique globale de 104 dB(A).

Les cartes de bruit sont établies à une hauteur de 1,5 m par rapport au sol.



Nous présentons ci-dessous les tableaux de résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs, en fonction des différents secteurs et vitesses de vent.

Notons que, conformément à la réglementation en vigueur, les émergences ne sont pas prises en compte lorsque le niveau de bruit ambiant est inférieur ou égal à 35 dB(A).

- **Résultats au voisinage en période diurne**

Nous présentons ci-dessous les tableaux de résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs, en fonction des vitesses de vent.

Vitesse de Vent Standardisée en m/s	2 éoliennes NORDEX N117 3.0 MW STE (avec serrations) / mâts de 91 m	Période Diurne - Niveaux sonores en dB(A) <b>Objectif : émergence &lt; 5 dBA si bruit ambiant &gt; 35 dBA</b>				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
		Kermain	Le Petit Mareu	Kerléau	Kergolvez	Kergréman ce
3	Niveau de bruit résiduel, mesuré	33.5	30.1	45.0	36.8	46.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	23.6	23.0	25.2	26.7	25.6
	Niveau de bruit ambiant, calculé	33.9	30.9	45.0	37.2	46.0
	Emergence calculée	<b>0.5</b>	<b>1.0*</b>	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>0.0</b>
4	Niveau de bruit résiduel, mesuré	34.0	30.8	45.5	38.1	46.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	25.5	24.9	27.1	28.6	27.6
	Niveau de bruit ambiant, calculé	34.6	31.8	45.6	38.6	46.6
	Emergence calculée	<b>0.5</b>	<b>1.0*</b>	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>0.0</b>
5	Niveau de bruit résiduel, mesuré	35.3	30.7	46.0	38.5	47.1
	Niveau de bruit particulier, calculé	30.9	30.3	32.6	34.1	33.0
	Niveau de bruit ambiant, calculé	36.7	33.5	46.2	39.8	47.3
	Emergence calculée	<b>1.5</b>	<b>3.0*</b>	<b>0.0</b>	<b>1.5</b>	<b>0.0</b>
6	Niveau de bruit résiduel, mesuré	37.0	31.0	46.4	39.0	47.7
	Niveau de bruit particulier, calculé	33.9	33.3	35.6	37.1	36.0
	Niveau de bruit ambiant, calculé	38.7	35.3	46.7	41.2	48.0
	Emergence calculée	<b>1.5</b>	<b>4.5</b>	<b>0.5</b>	<b>2.0</b>	<b>0.5</b>
7	Niveau de bruit résiduel, mesuré	37.9	34.1	46.4	39.5	50.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.4	33.7	36.1	37.6	36.5
	Niveau de bruit ambiant, calculé	39.5	36.9	46.8	41.7	50.2
	Emergence calculée	<b>1.5</b>	<b>3.0</b>	<b>0.5</b>	<b>2.0</b>	<b>0.0</b>

\* : Non pris en considération (les émergences ne sont pas prises en compte lorsque le niveau de bruit ambiant est inférieur ou égal à 35 dB(A)).

Commentaire : En période diurne par vent de Sud-Ouest, les émergences obtenues sont inférieures au seuil réglementaire, avec l'ensemble des éoliennes en mode standard.

Vitesse de Vent Standardisée en m/s	2 éoliennes NORDEX N117 3.0 MW STE (avec serrations) / mâts de 91 m	Période Diurne - Niveaux sonores en dB(A) <b>Objectif : émergence &lt; 5 dBA si bruit ambiant &gt; 35 dBA</b>				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
		Kermain	Le Petit Mareu	Kerléau	Kergolvez	Kergréman ce
8	Niveau de bruit résiduel, mesuré	40.4	36.6	46.6	41.3	52.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.4	33.7	36.1	37.6	36.5
	Niveau de bruit ambiant, calculé	41.4	38.4	47.0	42.8	52.1
	Emergence calculée	<b>1.0</b>	<b>2.0</b>	<b>0.5</b>	<b>1.5</b>	<b>0.0</b>
9	Niveau de bruit résiduel, mesuré	43.7	41.2	47.0	42.2	52.6
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.4	33.7	36.1	37.6	36.5
	Niveau de bruit ambiant, calculé	44.2	41.9	47.3	43.5	52.7
	Emergence calculée	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>1.5</b>	<b>0.0</b>
10	Niveau de bruit résiduel, mesuré	46.3	46.0	47.0	43.0	52.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.4	33.7	36.1	37.6	36.5
	Niveau de bruit ambiant, calculé	46.6	46.3	47.3	44.1	53.0
	Emergence calculée	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>1.0</b>	<b>0.0</b>
11	Niveau de bruit résiduel, mesuré	48.5	50.1	47.3	44.0	53.3
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.4	33.7	36.1	37.6	36.5
	Niveau de bruit ambiant, calculé	48.7	50.2	47.6	44.9	53.4
	Emergence calculée	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>1.0</b>	<b>0.0</b>
12	Niveau de bruit résiduel, mesuré	51.5	54.4	47.5	44.2	54.1
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.4	33.7	36.1	37.6	36.5
	Niveau de bruit ambiant, calculé	51.6	54.4	47.8	45.1	54.2
	Emergence calculée	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>1.0</b>	<b>0.0</b>

Commentaire : En période diurne par vent de Sud-Ouest, les émergences obtenues sont inférieures au seuil réglementaire, avec l'ensemble des éoliennes en mode standard.

- **Résultats au voisinage en période Nocturne**

Afin de respecter les seuils d'émergences réglementaires au voisinage, nous présentons dans le tableau ci-dessous le plan de fonctionnement à implémenter dans les turbines, pour un vent de secteur Sud-Ouest (135°-315°).

Période NOCTURNE	2 éoliennes NORDEX N117 3.0 MW STE (avec serrations) / mâts de 91 m								
	Plan de fonctionnement retenu / Vitesse de Vent Standardisée en m/s								
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	≥11 m/s
E1	Standard	Standard	mode 5	mode 5	mode 5	mode 6	Standard	Standard	Standard
E2	Standard	Standard	Standard	mode 6	mode 8	mode 7	mode 5	Standard	Standard

Légende :

	Fonctionnement standard
	Fonctionnement réduit
x	Arrêt de l'éolienne

Toutefois, un plan de fonctionnement différent pourra être ajusté en fonction des possibilités techniques disponibles sur les éoliennes, ou de l'évolution du niveau de bruit résiduel

Nous présentons ci-dessous les tableaux de résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs, en fonction des vitesses de vent.

Vitesse de Vent Standardisée en m/s	2 éoliennes NORDEX N117 3.0 MW STE (avec serrations) / mâts de 91 m	Période Nocturne - Niveaux sonores en dB(A) Objectif : émergence < 3 dBA si bruit ambiant > 35 dBA				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
	Fonctionnement optimisé	Kermain	Le Petit Mareu	Kerléau	Kergolvez	Kerléman ce
3	Niveau de bruit résiduel, mesuré	27.4	25.0	30.0	22.9	30.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	23.6	23.3	25.4	27.1	25.2
	Niveau de bruit ambiant, calculé	28.9	27.2	31.3	28.5	31.2
	Emergence calculée	1.5*	2.0*	1.5*	5.5*	1.0*
4	Niveau de bruit résiduel, mesuré	28.3	25.3	30.5	23.6	30.8
	Niveau de bruit particulier, calculé	25.6	25.2	27.4	29.0	27.2
	Niveau de bruit ambiant, calculé	30.2	28.3	32.2	30.1	32.4
	Emergence calculée	2.0*	3.0*	1.5*	6.5*	1.5*
5	Niveau de bruit résiduel, mesuré	29.4	25.5	31.0	25.5	32.3
	Niveau de bruit particulier, calculé	30.3	30.3	32.7	34.2	31.7
	Niveau de bruit ambiant, calculé	32.9	31.6	35.0	34.8	35.0
	Emergence calculée	3.5*	6.0*	4.0*	9.5*	2.5*
6	Niveau de bruit résiduel, mesuré	30.2	26.2	31.0	27.2	33.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	29.9	29.3	31.4	33.2	31.6
	Niveau de bruit ambiant, calculé	33.0	31.0	34.2	34.1	35.7
	Emergence calculée	3.0*	5.0*	3.0*	7.0*	2.0
7	Niveau de bruit résiduel, mesuré	31.5	28.3	31.7	28.7	35.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	29.6	28.6	30.5	32.5	31.5
	Niveau de bruit ambiant, calculé	33.7	31.5	34.1	34.0	36.6
	Emergence calculée	2.0	3.0*	2.5*	5.5*	1.5

\* : Non pris en considération (les émergences ne sont pas prises en compte lorsque le niveau de bruit ambiant est inférieur ou égal à 35 dB(A)).

Commentaire : En période nocturne et par vent de secteur Sud-Ouest, les émergences obtenues sont inférieures au seuil réglementaire, avec le plan de fonctionnement présenté ci-avant.

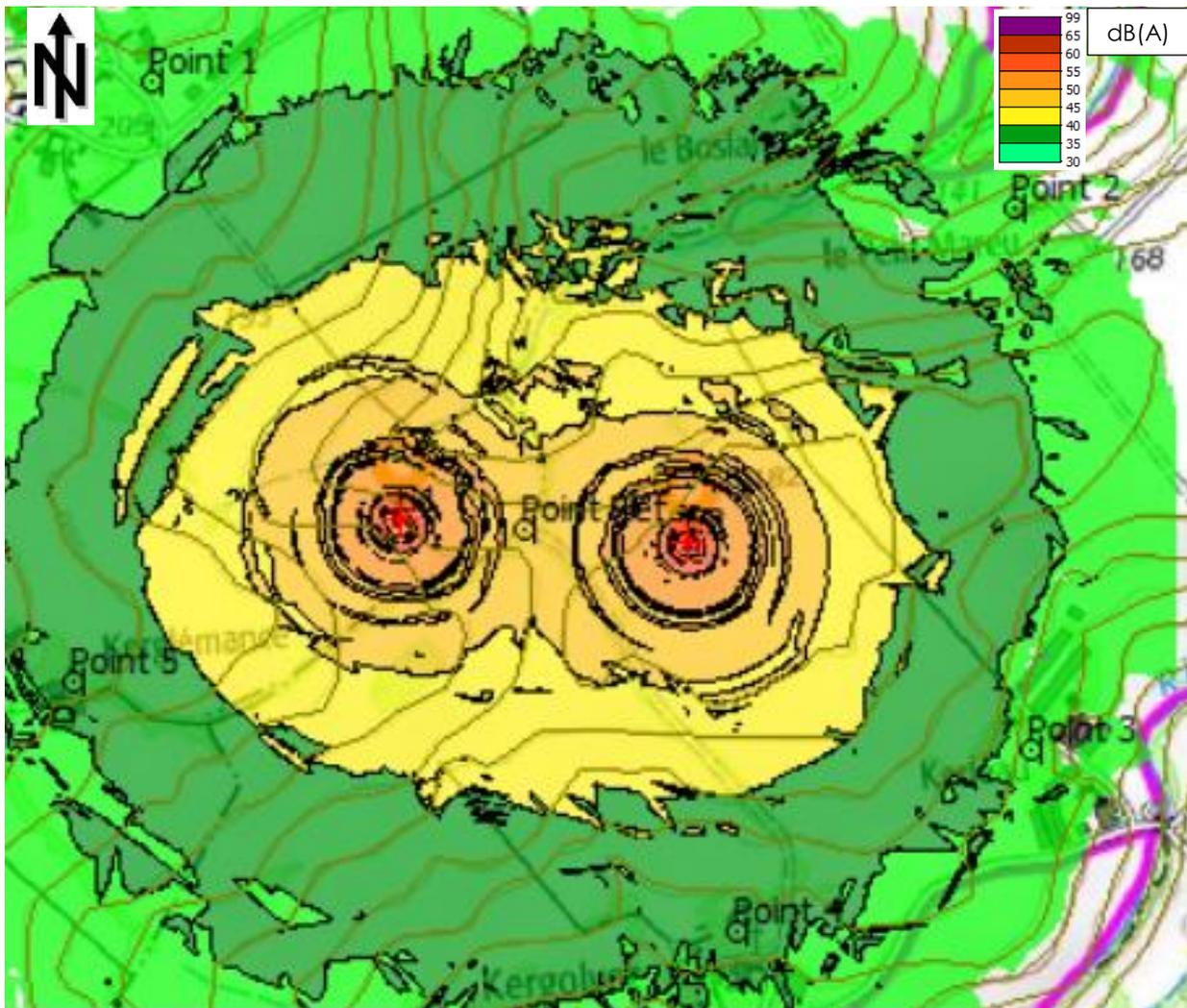
Vitesse de Vent Standardisée en m/s	2 éoliennes NORDEX N117 3.0 MW STE (avec serrations) / mâts de 91 m	Période Nocturne - Niveaux sonores en dB(A) Objectif : émergence < 3 dBA si bruit ambiant > 35 dBA				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
	Fonctionnement optimisé	Kermain	Le Petit Mareu	Kerléau	Kergolvez	Kergléman ce
8	Niveau de bruit résiduel, mesuré	32.7	33.9	32.5	31.1	37.1
	Niveau de bruit particulier, calculé	29.4	28.8	30.9	32.7	31.1
	Niveau de bruit ambiant, calculé	34.4	35.1	34.8	35.0	38.1
	Emergence calculée	<b>1.5</b>	<b>1.0</b>	<b>2.5</b>	<b>4.0</b>	<b>1.0</b>
9	Niveau de bruit résiduel, mesuré	37.0	39.4	35.0	35.0	41.1
	Niveau de bruit particulier, calculé	33.6	31.4	32.5	35.4	35.8
	Niveau de bruit ambiant, calculé	38.6	40.0	36.9	38.2	42.2
	Emergence calculée	<b>1.5</b>	<b>0.5</b>	<b>2.0</b>	<b>3.0</b>	<b>1.0</b>
10	Niveau de bruit résiduel, mesuré	41.8	47.2	37.7	37.7	44.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.5	34.1	36.3	38.0	36.1
	Niveau de bruit ambiant, calculé	42.5	47.4	40.1	40.9	45.1
	Emergence calculée	<b>0.5</b>	<b>0.0</b>	<b>2.5</b>	<b>3.0</b>	<b>0.5</b>
11	Niveau de bruit résiduel, mesuré	46.3	52.6	40.0	40.5	47.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.5	34.1	36.3	38.0	36.1
	Niveau de bruit ambiant, calculé	46.6	52.7	41.5	42.4	48.2
	Emergence calculée	<b>0.5</b>	<b>0.0</b>	<b>1.5</b>	<b>2.0</b>	<b>0.5</b>
12	Niveau de bruit résiduel, mesuré	50.0	56.7	43.6	43.8	52.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.5	34.1	36.3	38.0	36.1
	Niveau de bruit ambiant, calculé	50.1	56.7	44.3	44.8	52.6
	Emergence calculée	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>1.0</b>	<b>0.0</b>

Commentaire : En période nocturne par vent de secteur Sud-Ouest, les émergences obtenues sont inférieures au seuil réglementaire, avec le plan de fonctionnement présenté ci-avant.

## 8.2. Vent de Secteur Nord-Est

Afin de visualiser la propagation du bruit des éoliennes dans l'environnement, nous présentons ci-après un exemple de carte de bruit particulier calculé, avec un spectre propre à l'éolienne Nordex N117 3.0 MW avec serrations sur mât de 91 m, en mode de fonctionnement maxi, soit pour une puissance acoustique globale de 103.5 dB(A).

Les cartes de bruit sont établies à une hauteur de 1,5 m par rapport au sol.



Nous présentons ci-dessous les tableaux de résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs, en fonction des différents secteurs et vitesses de vent.

Notons que, conformément à la réglementation en vigueur, les émergences ne sont pas prises en compte lorsque le niveau de bruit ambiant est inférieur ou égal à 35 dB(A).

- **Résultats au voisinage en période diurne**

Nous présentons ci-dessous les tableaux de résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs, en fonction des vitesses de vent.

Vitesse de Vent Standardisée en m/s	2 éoliennes NORDEX N117 3.0 MW STE (avec serrations) / mâts de 91 m	Période Diurne - Niveaux sonores en dB(A) <b>Objectif : émergence &lt; 5 dBA si bruit ambiant &gt; 35 dBA</b>				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
	Fonctionnement standard	Kermain	Le Petit Mareu	Kerléau	Kergolvez	Kergréman ce
3	Niveau de bruit résiduel, mesuré	33.5	30.1	45.0	36.8	46.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	23.2	24.0	23.2	25.7	26.1
	Niveau de bruit ambiant, calculé	33.9	31.0	45.0	37.1	46.0
	Emergence calculée	<b>0.5</b>	<b>1.0*</b>	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>0.0</b>
4	Niveau de bruit résiduel, mesuré	34.0	30.8	45.5	38.1	46.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	25.1	25.9	25.1	27.7	28.1
	Niveau de bruit ambiant, calculé	34.5	32.0	45.5	38.5	46.6
	Emergence calculée	<b>0.5</b>	<b>1.0*</b>	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>0.0</b>
5	Niveau de bruit résiduel, mesuré	35.3	30.7	46.0	38.5	47.1
	Niveau de bruit particulier, calculé	30.5	31.3	30.5	33.1	33.6
	Niveau de bruit ambiant, calculé	36.5	34.0	46.1	39.6	47.3
	Emergence calculée	<b>1.0</b>	<b>3.5*</b>	<b>0.0</b>	<b>1.0</b>	<b>0.0</b>
6	Niveau de bruit résiduel, mesuré	37.0	31.0	46.4	39.0	47.7
	Niveau de bruit particulier, calculé	33.5	34.3	33.5	36.1	36.5
	Niveau de bruit ambiant, calculé	38.6	36.0	46.6	40.8	48.0
	Emergence calculée	<b>1.5</b>	<b>5.0</b>	<b>0.0</b>	<b>2.0</b>	<b>0.5</b>
7	Niveau de bruit résiduel, mesuré	37.9	34.1	46.4	39.5	50.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.0	34.8	34.0	36.6	37.0
	Niveau de bruit ambiant, calculé	39.4	37.5	46.6	41.3	50.2
	Emergence calculée	<b>1.5</b>	<b>3.5*</b>	<b>0.0</b>	<b>2.0</b>	<b>0.0</b>

\* : Non pris en considération (les émergences ne sont pas prises en compte lorsque le niveau de bruit ambiant est inférieur ou égal à 35 dB(A)).

Vitesse de Vent Standardisée en m/s	2 éoliennes NORDEX N117 3.0 MW STE (avec serrations) / mâts de 91 m	Période Diurne - Niveaux sonores en dB(A) Objectif : émergence < 5 dBA si bruit ambiant > 35 dBA				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
	Fonctionnement standard	Kermain	Le Petit Mareu	Kerléau	Kergolvez	Kergrémance
8	Niveau de bruit résiduel, mesuré	40.4	36.6	46.6	41.3	52.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.0	34.8	34.0	36.6	37.0
	Niveau de bruit ambiant, calculé	41.3	38.8	46.8	42.6	52.1
	Émergence calculée	<b>1.0</b>	<b>2.0</b>	<b>0.0</b>	<b>1.5</b>	<b>0.0</b>
9	Niveau de bruit résiduel, mesuré	43.7	41.2	47.0	42.2	52.6
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.0	34.8	34.0	36.6	37.0
	Niveau de bruit ambiant, calculé	44.1	42.1	47.2	43.3	52.7
	Émergence calculée	<b>0.5</b>	<b>1.0</b>	<b>0.0</b>	<b>1.0</b>	<b>0.0</b>
10	Niveau de bruit résiduel, mesuré	46.3	46.0	47.0	43.0	52.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.0	34.8	34.0	36.6	37.0
	Niveau de bruit ambiant, calculé	46.5	46.3	47.2	43.9	53.0
	Émergence calculée	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>0.0</b>	<b>1.0</b>	<b>0.0</b>
11	Niveau de bruit résiduel, mesuré	48.5	50.1	47.3	44.0	53.3
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.0	34.8	34.0	36.6	37.0
	Niveau de bruit ambiant, calculé	48.7	50.2	47.5	44.7	53.4
	Émergence calculée	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>0.0</b>
12	Niveau de bruit résiduel, mesuré	51.5	54.4	47.5	44.2	54.1
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.0	34.8	34.0	36.6	37.0
	Niveau de bruit ambiant, calculé	51.6	54.4	47.7	44.9	54.2
	Émergence calculée	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>0.0</b>

Commentaire : En période diurne par vent de secteur Nord-Est, les émergences obtenues sont inférieures au seuil réglementaire, avec l'ensemble des éoliennes en mode standard.

- **Résultats au voisinage en période Nocturne**

Afin de respecter les seuils d'émergences réglementaires au voisinage, nous présentons dans le tableau ci-dessous le plan de fonctionnement à implémenter dans les turbines, pour un vent de secteur Sud-Ouest (315°-135°).

Période NOCTURNE	2 éoliennes NORDEX N117 3.0 MW STE (avec serrations) / mâts de 91 m								
	Plan de fonctionnement retenu / vent à vitesse standardisée en m/s								
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	≥11 m/s
E1	Standard	Standard	mode 5	mode 5	mode 3	mode 5	mode 1	Standard	Standard
E2	Standard	Standard	Standard	mode 5	mode 5	mode 5	mode 4	Standard	Standard

Légende :

	Fonctionnement standard
	Fonctionnement réduit
x	Arrêt de l'éolienne

Toutefois, un plan de fonctionnement différent pourra être ajusté en fonction des possibilités techniques disponibles sur les éoliennes, ou de l'évolution du niveau de bruit résiduel

Nous présentons ci-dessous les tableaux de résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs, en fonction des vitesses de vent.

Vitesse de Vent Standardisée en m/s	2 éoliennes NORDEX N117 3.0 MW STE (avec serrations) / mâts de 91 m	Période Nocturne - Niveaux sonores en dB(A) <b>Objectif : émergence &lt; 3 dBA si bruit ambiant &gt; 35 dBA</b>				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
		Kermain	Le Petit Mareu	Kerléau	Kergolvez	Kerléman ce
3	Niveau de bruit résiduel, mesuré	27.4	25.0	30.0	22.9	30.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	23.2	22.4	23.1	25.8	25.7
	Niveau de bruit ambiant, calculé	28.8	26.9	30.8	27.6	31.4
	Emergence calculée	1.5	2.0	1.0	4.5	1.5
4	Niveau de bruit résiduel, mesuré	28.3	25.3	30.5	23.6	30.8
	Niveau de bruit particulier, calculé	25.1	24.3	25.0	27.7	27.6
	Niveau de bruit ambiant, calculé	30.0	27.8	31.6	29.1	32.5
	Emergence calculée	1.5	2.5	1.0	5.5	1.5
5	Niveau de bruit résiduel, mesuré	29.4	25.5	31.0	25.5	32.3
	Niveau de bruit particulier, calculé	29.8	29.5	30.4	32.8	32.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	32.6	30.9	33.7	33.5	35.3
	Emergence calculée	3.0	5.5	2.5	8.0	3.0
6	Niveau de bruit résiduel, mesuré	30.2	26.2	31.0	27.2	33.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	29.5	28.6	29.5	32.2	32.1
	Niveau de bruit ambiant, calculé	32.9	30.6	33.3	33.4	35.9
	Emergence calculée	2.5	4.5	2.5	6.0	2.5
7	Niveau de bruit résiduel, mesuré	31.5	28.3	31.7	28.7	35.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.8	29.3	29.6	33.6	34.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	34.7	31.8	33.8	34.8	37.7
	Emergence calculée	3.0	3.5	2.0	6.0	2.5

\* : Non Calculé (les émergences ne sont pas prises en compte lorsque le niveau de bruit ambiant est inférieur ou égal à 35 dB(A)).

Vitesse de Vent Standardisée en m/s	2 éoliennes NORDEX N117 3.0 MW STE (avec serrations) / mâts de 91 m	Période Nocturne - Niveaux sonores en dB(A) Objectif : émergence < 3 dBA si bruit ambiant > 35 dBA				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
	Fonctionnement optimisé	Kermain	Le Petit Mareu	Kerléau	Kergolvez	Kergrémance
8	Niveau de bruit résiduel, mesuré	32.7	33.9	32.5	31.1	37.1
	Niveau de bruit particulier, calculé	29.5	28.6	29.5	32.2	32.1
	Niveau de bruit ambiant, calculé	34.4	35.0	34.3	34.7	38.3
	Emergence calculée	<b>1.5</b>	<b>1.0</b>	<b>2.0</b>	<b>3.5</b>	<b>1.0</b>
9	Niveau de bruit résiduel, mesuré	37.0	39.4	35.0	35.0	41.1
	Niveau de bruit particulier, calculé	33.1	31.4	32.0	35.3	35.7
	Niveau de bruit ambiant, calculé	38.5	40.0	36.8	38.2	42.2
	Emergence calculée	<b>1.5</b>	<b>0.5</b>	<b>2.0</b>	<b>3.0</b>	<b>1.0</b>
10	Niveau de bruit résiduel, mesuré	41.8	47.2	37.7	37.7	44.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.0	33.1	33.9	36.7	36.6
	Niveau de bruit ambiant, calculé	42.5	47.4	39.2	40.2	45.1
	Emergence calculée	<b>0.5</b>	<b>0.0</b>	<b>1.5</b>	<b>2.5</b>	<b>0.5</b>
11	Niveau de bruit résiduel, mesuré	46.3	52.6	40.0	40.5	47.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.0	33.1	33.9	36.7	36.6
	Niveau de bruit ambiant, calculé	46.5	52.6	41.0	42.0	48.2
	Emergence calculée	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.5</b>	<b>0.5</b>
12	Niveau de bruit résiduel, mesuré	50.0	56.7	43.6	43.8	52.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	34.0	33.1	33.9	36.7	36.6
	Niveau de bruit ambiant, calculé	50.1	56.7	44.0	44.6	52.6
	Emergence calculée	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>1.0</b>	<b>0.0</b>

Commentaire : En période nocturne par vent de secteur Nord-Est, les émergences obtenues sont inférieures au seuil réglementaire, avec le plan de fonctionnement présenté ci-avant.

### 8.3. Niveau sonore sur le périmètre de mesure

L'arrêté du 26 août 2011 fixe des niveaux de bruit maxi (70 dB(A) le jour et 60dB(A) a nuit) à l'emplacement d'un périmètre de mesure du bruit correspondant au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre les aérogénérateurs et de rayon  $R = 1,2 \times$  (hauteur de moyeu + longueur d'un demi-rotor).

Le calcul est réalisé sur base d'éoliennes de type Eoliennes type NORDEX N117 3.0 MW sur mât de 91 m avec serrations.

Nous décidons de déterminer un "Point de référence" : point situé à l'emplacement le plus contraignant du périmètre de mesure du bruit défini ci-dessus.

Nous définissons l'emplacement le plus contraignant comme celui étant le plus impacté par le niveau de bruit particulier des éoliennes (emplacement défini grâce aux cartes de bruit prévisionnel).

D'autre part, à proximité immédiate des éoliennes, le niveau de bruit résiduel étant négligeable par rapport à celui généré par les éoliennes, nous considérerons que le niveau de bruit ambiant est égal au niveau de bruit particulier calculé.

Le calcul du niveau sonore sur le "Point de référence" est réalisé pour la configuration la plus contraignante : fonctionnement des éoliennes en régime maximum.

Nous précisons dans le tableau ci-dessous les dimensions de de machine concernée ainsi que le niveau sonore calculé au "Point de référence" (voir chapitre "Protocole" ci-avant) :

Eoliennes type NORDEX N117 3.0 MW sur mât de 91 m avec serrations	
Hauteur de moyeu	91 m
Diamètre du rotor	117 m
<b>Rayon R</b>	<b>179.4</b>
<b>Niveau sonore au point de référence</b> <i>(pour une puissance de 104.dB(A))</i>	<b>51.0 dB(A)</b>

La valeur calculée est donc inférieure aux seuils maximums de 70 dB(A) le jour et 60 dB(A) la nuit, et donc conforme.

#### 8.4. Evaluation des tonalités marquées

Dans un cas général, il est admis qu'une éolienne en fonctionnement normal ne produit pas de tonalité marquée, sauf dans un cas particulier de défaut sur la machine.

Une recherche de tonalités marquées a été menée sur les spectres de puissances acoustiques fournis par le constructeur de l'éoliennes de type Siemens NORDEX N117 3.0 MW sur mât de 91 m avec serrations.

Le tableau présentant les résultats de recherche de tonalités marquées sur les spectres de tiers d'octaves de puissance acoustique des éoliennes est présenté ci-après.

Eoliennes type NORDEX N117 3.0 MW sur mât de 91 m avec serrations (pour un spectre de 104.0 dB(A))					
Fréquence en Hz	Lw (dB)	D1	D2	Maxi pour D1 et D2	Tonalité marquée
50	69.1	--	--	10	Non
63	72.8	--	--	10	Non
80	76	4.7	-4.5	10	Non
100	79.5	4.8	-4.4	10	Non
125	81.3	3.2	-4.1	10	Non
160	85.5	5.0	-0.2	10	Non
200	85.2	1.3	-1.8	10	Non
250	86.2	0.8	-1.6	10	Non
315	87.6	1.9	-1.3	10	Non
400	88	1.0	-1.1	5	Non
500	89.6	1.8	0.9	5	Non
630	88.5	-0.4	-0.8	5	Non
800	88.8	-0.3	-1.3	5	Non
1000	89.8	1.1	-1.7	5	Non
1250	90.4	1.1	-2.0	5	Non
1600	92.3	2.2	-0.7	5	Non
2000	92.5	1.0	-0.6	5	Non
2500	93.5	1.1	0.4	5	Non
3150	92.7	-0.3	-0.7	5	Non
4000	93.4	0.3	0.1	5	Non
5000	93.4	0.3	1.3	5	Non
6300	93.2	-0.2	4.2	5	Non
8000	90.6	-2.7	6.0	5	Non

D1 : Différence de niveau sonore la moyenne logarithmique des deux bandes de tiers d'octave inférieure.

D2 : Différence de niveau sonore la moyenne logarithmique des deux bandes de tiers d'octave supérieure.

**Aucune tonalité marquée n'a été détectée.**

## 9. CONCLUSION

Dans le cadre du projet éolien de Guerledan (22), VALECO, en tant que porteur de projet, a confié au bureau d'études acoustiques ALHYANGE la réalisation d'un nouveau diagnostic acoustique de l'état sonore initial en période hivernale.

On notera qu'ALHYANGE a déjà réalisée une campagne de mesures in situ en octobre 2018 ainsi que l'étude prévisionnelle pour 2 éoliennes de type NORDEX N131 3.9 MW en mars 2020 (ref : AL18\_21481\_RPME\_SD\_ind2.pdf).

Le présent rapport détaille les résultats des mesures de l'état initial et l'étude d'impact acoustique du projet:

### **Les résultats des mesures de l'état initial réalisées sont les suivantes :**

- Des mesures acoustiques permettant de quantifier la situation initiale ont été réalisées en 5 points représentatifs du 28 janvier au 18 février 2022, conformément au projet de norme Pr NFS 31-114 « Mesurage du bruit dans l'environnement avant installation éolienne » ;
- Les indicateurs de bruit résiduel calculés pour chaque point sont présentés ci-avant dans les tableaux chapitre 6 et sont détaillés en Annexe ;
- **Les résultats de l'étude d'impact prévisionnelle**, réalisée pour 2 éoliennes NORDEX N117 3.0 MW sur mât de 91 m avec serrations et 2 secteurs de vent dominants (Sud-Ouest et Nord-Est) :
  - o Les résultats prévisionnels au voisinage en période diurne, avec les éoliennes en modes standard sur les secteurs de vent Sud-Ouest et Nord-Est, respectent les seuils réglementaires.
  - o Les résultats prévisionnels au voisinage en période nocturne, sur les secteurs Sud-Ouest et Nord-Est en tenant compte de l'application de plans de fonctionnement, respectent les seuils réglementaires.
  - o Précisons que des plans de fonctionnement différents pourront être ajustés à la mise en service du parc éolien, en fonction des possibilités techniques disponibles sur les éoliennes, ou de l'évolution du niveau de bruit résiduel.
  - o Le niveau sonore calculé sur le périmètre de mesure est inférieur aux seuils maximums de 70 dB(A) le jour et 60 dB(A) la nuit, et donc conforme.
  - o Une recherche de tonalités marquées a été menée sur des éoliennes de type NORDEX N117 3.0 MW sur mât de 91 m avec serrations : Aucune tonalité marquée n'a été détectée.

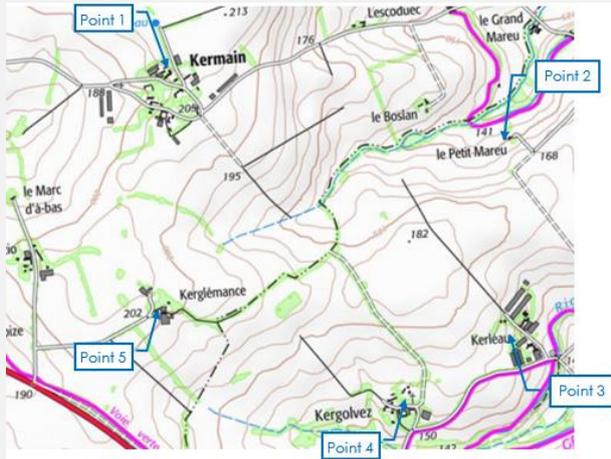
## 10. ANNEXES

- **A1 à A5**                    **RESULTATS DETAILLES PAR POINT DE MESURE**
  - FICHES DE MESURE
  - NOMBRE DE DESCRIPTEURS OBTENUS PAR CLASSE DE VITESSE DE VENT
  - NUAGES DE POINTS ET CORRELATIONS  
NIVEAU SONORE GLOBAL / VITESSE DU VENT
  
- **A6**                            **MATERIEL UTILISE**
  
- **A7**                            **INCERTITUDES DE MESURAGE**
  
- **A8**                            **NOTIONS D'ACOUSTIQUE**

## A1 RESULTATS DETAILLES – POINT 1

### Point 1 – Kermain

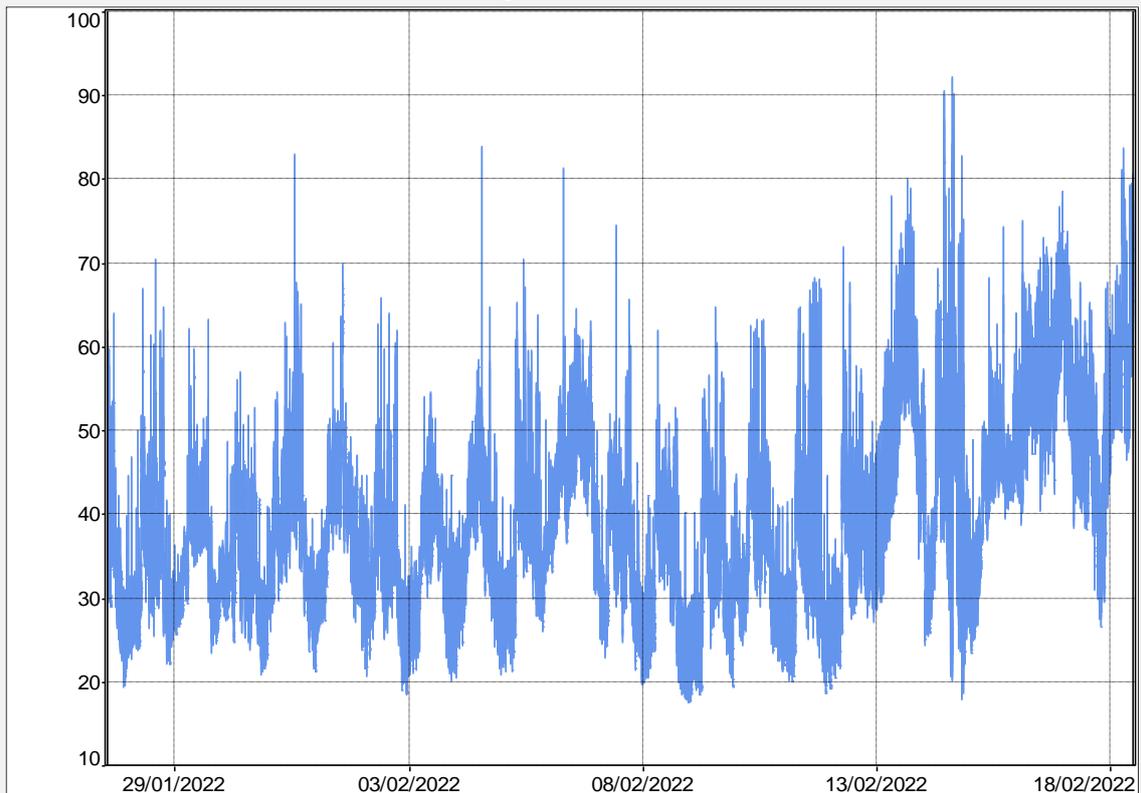
#### Implantation



#### Photographie



#### Chronogramme de mesure



- **Point 1 – Bruit Résiduel, nombre de descripteurs et incertitude de mesurage Uc**

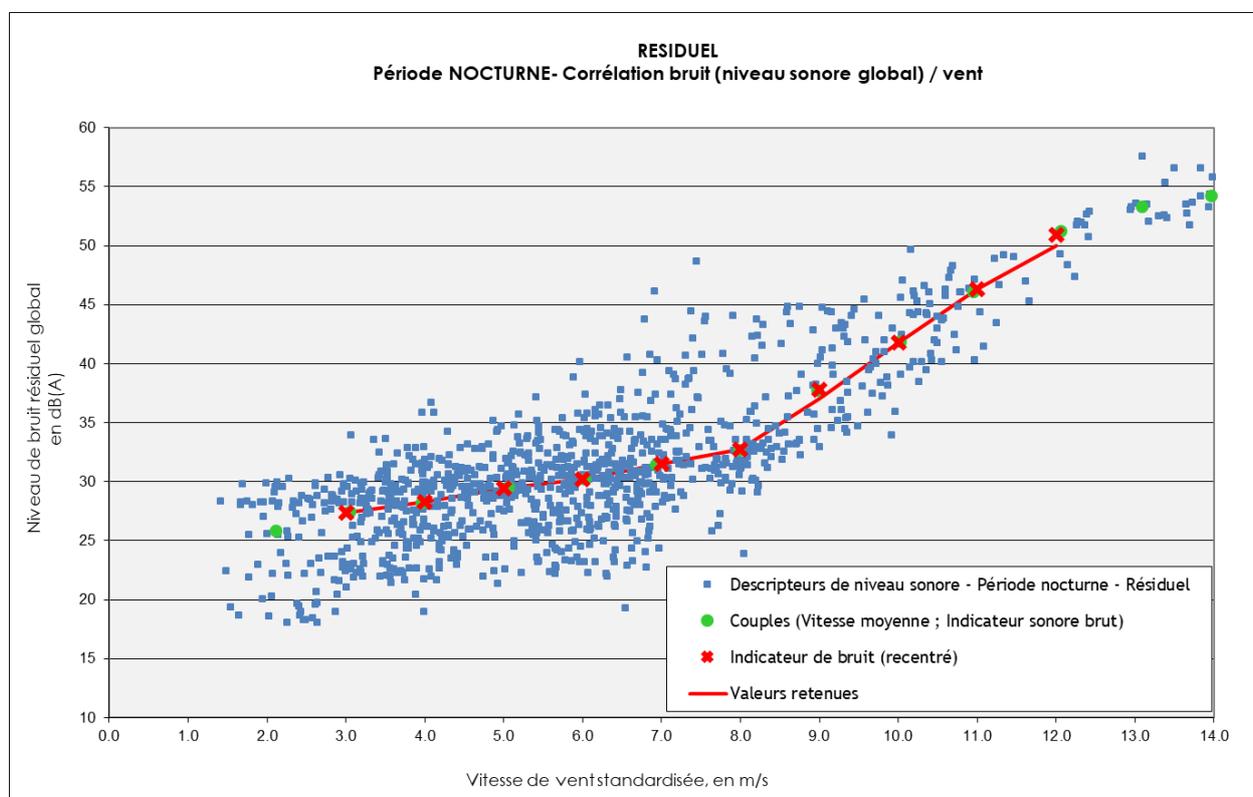
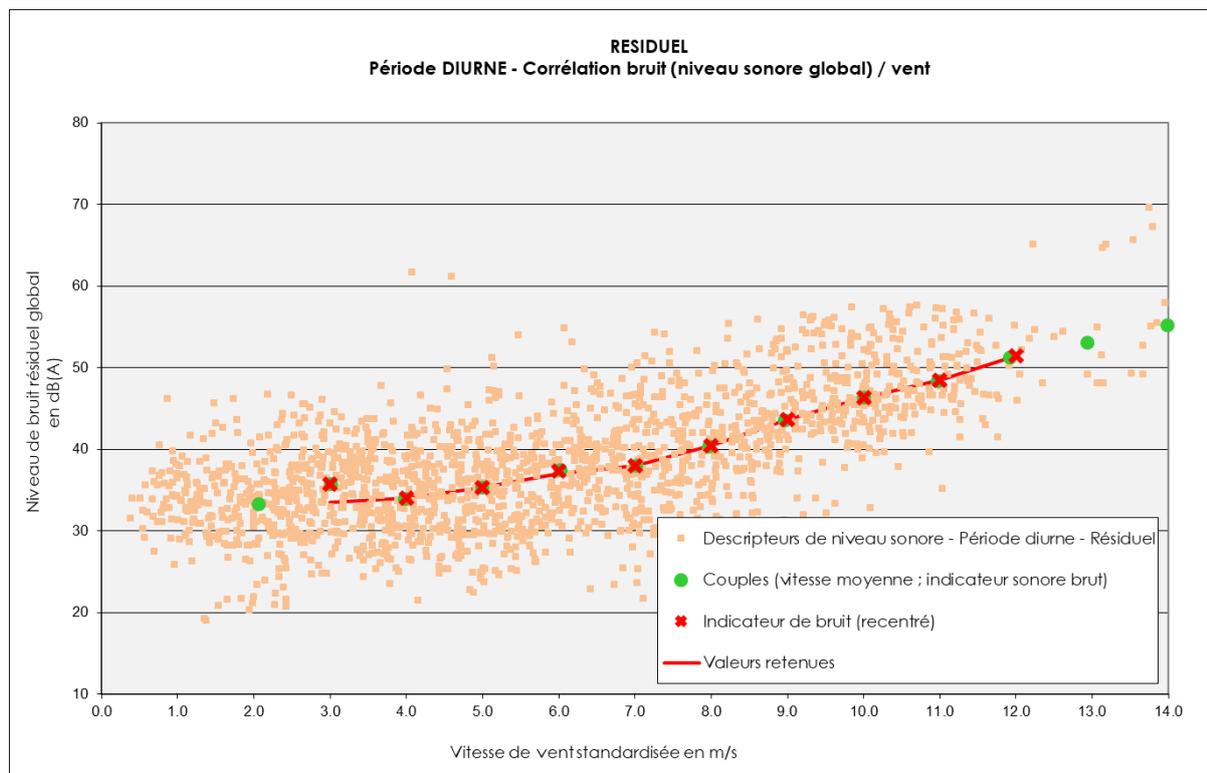
Vitesse du vent Standardisée 10 m en m/s	Point 1					
	Période JOUR			Période NUIT		
	Bruit résiduel en dB(A)	Nb de descripteurs	Incertitude Uc en dB(A)	Bruit résiduel en dB(A)	Nb de descripteurs	Incertitude Uc en dB(A)
3	33.5	207	1.3	27.4	100	1.3
4	34.0	210	1.3	28.3	182	1.3
5	35.3	224	1.4	29.4	163	1.3
6	37.0	175	1.3	30.2	200	1.3
7	37.9	182	1.4	31.5	145	1.4
8	40.4	156	1.6	32.7	86	1.7
9	43.7	145	1.7	37.0	55	2.3
10	46.3	150	1.6	41.8	48	2.2
11	48.5	88	1.7	46.3	23	2.5
12	51.4	22	2.2	50.0	13	2.6
13	33.5	207	1.3	27.4	100	1.3

- **Point 1 – Nuages de points et corrélations du niveau sonore global / vitesse du vent.**

Pour chaque point et pour chaque période, les graphiques ci-après présentent les éléments suivants :

- Le nuage de **descripteurs de niveau sonore**  
Un descripteur du niveau sonore correspond à l'indice  $L_{50}$  des  $L_{Aeq}$  mesurés sur 10 min
- Pour chaque classe de vitesse de vent standardisée : **le couple (vitesse moyenne ; indicateur sonore brut)**. Ce couple correspond, pour chaque classe de vitesse de vent, à la médiane des descripteurs corrélée à la moyenne arithmétique des vitesses de vents mesurées.
- Pour chaque classe de vitesse de vent : **l'indicateur de bruit recentré** à la valeur entière de vitesse de vent.  
L'indicateur de bruit est le niveau sonore associé à une classe de vitesse de vent, au sens de la 31-114. Il est obtenu par interpolation entre les couples (vitesse moyenne ; indicateur sonore brut) contigus.
- **La courbe présentant les valeurs retenues suivant notre analyse du nuage de descripteurs.**  
Nous ajustons les valeurs de niveau sonore que nous retenons, en nous basant sur les indicateurs de bruit recentrés issus de la méthodologie de la norme, mais en prenant en compte le faible nombre d'échantillons sur certaines classes de vents, dans le but d'obtenir des courbes d'allure représentative.

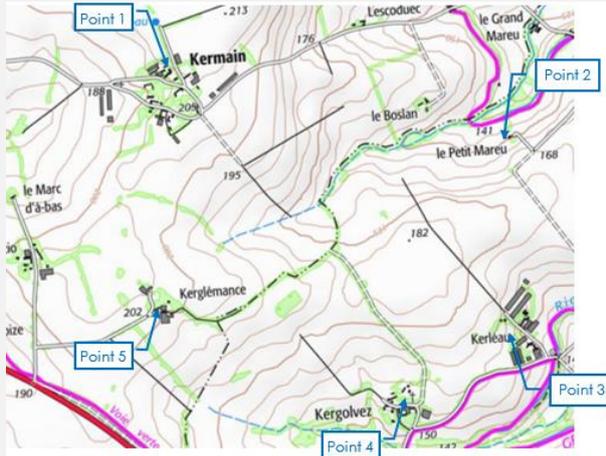
- Point 1 – Nuages de points et corrélations du niveau sonore global / vitesse du vent.



**A2 RESULTATS DETAILLES – POINT 2**

**Point 2 – Le Petit Mareu**

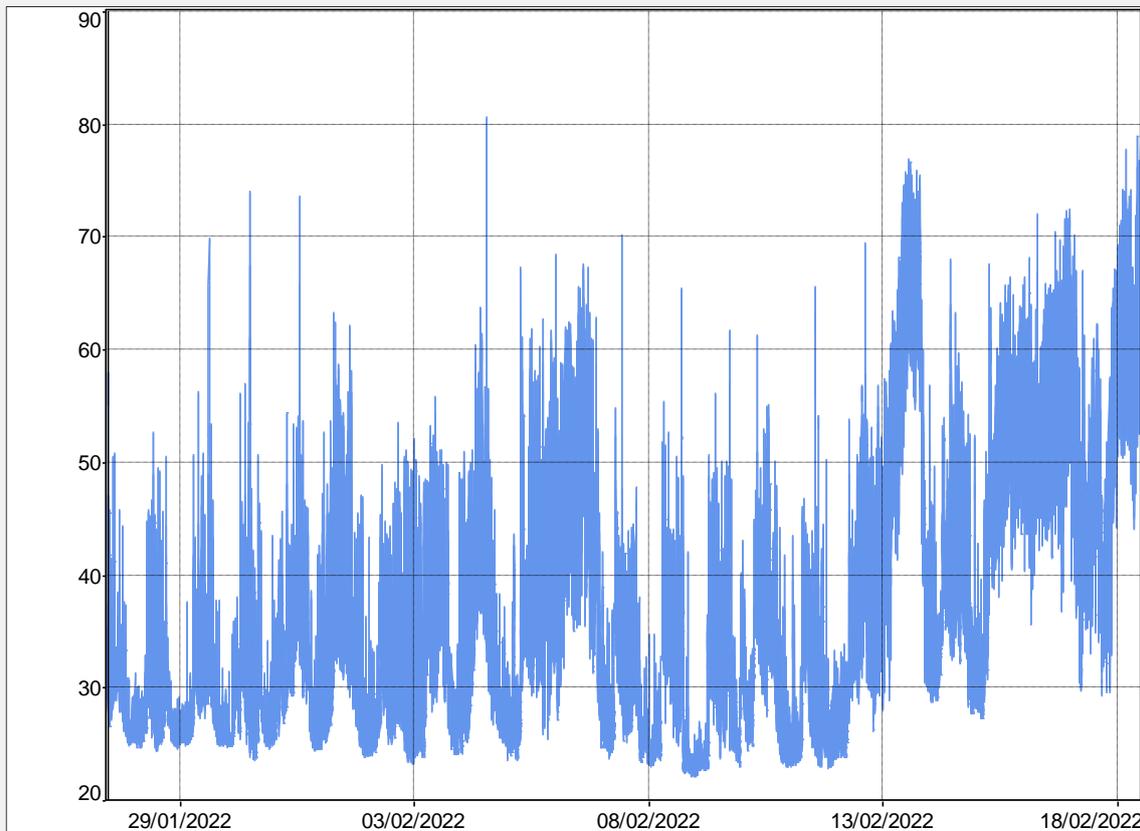
**Implantation**



**Photographie**



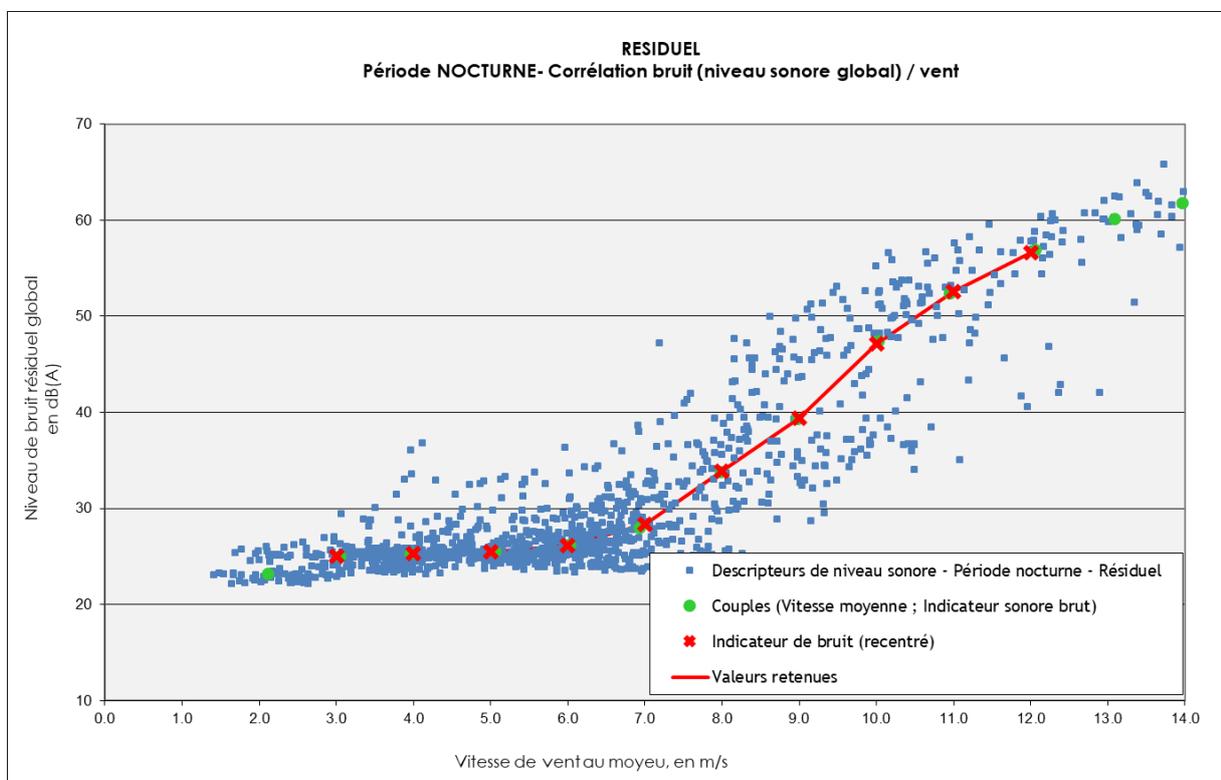
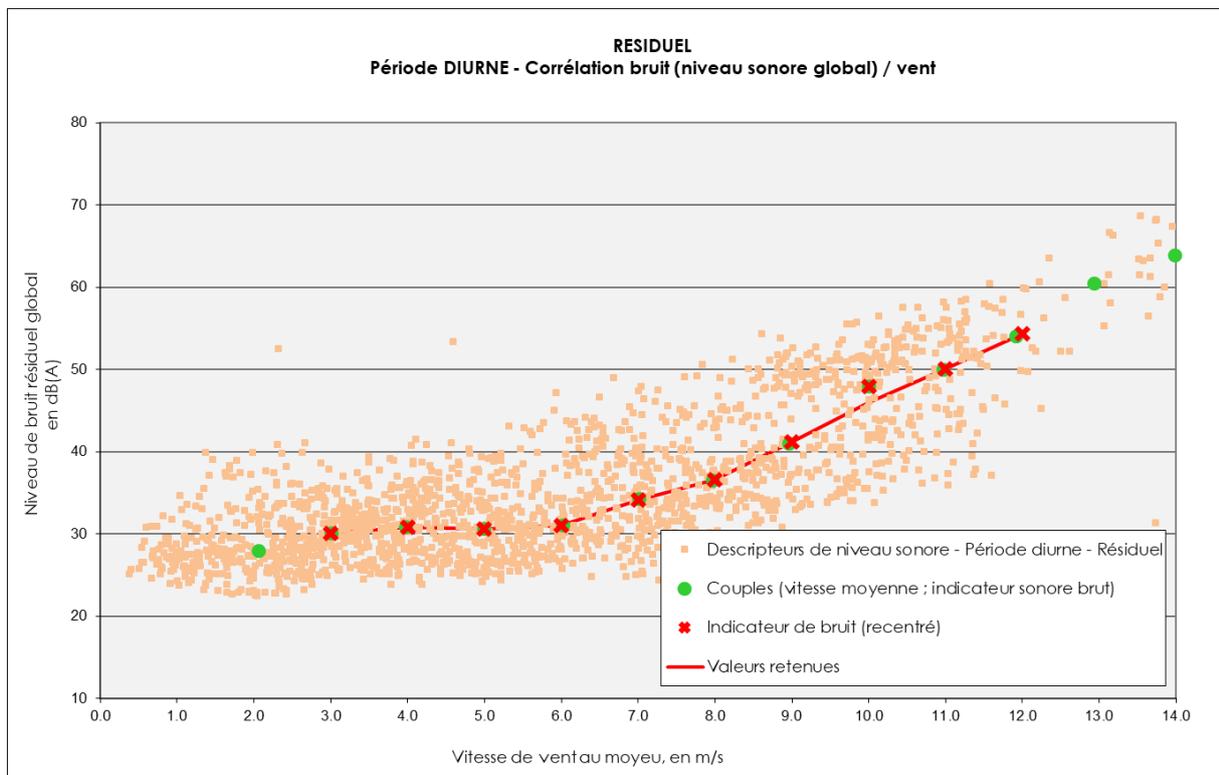
**Chronogramme de mesure**



- **Point 2 – Bruit Résiduel, nombre de descripteurs et incertitude de mesurage Uc**

Vitesse du vent Standardisée 10 m en m/s	Point 2					
	Période JOUR			Période NUIT		
	Bruit résiduel en dB(A)	Nb de descripteurs	Incertitude Uc en dB(A)	Bruit résiduel en dB(A)	Nb de descripteurs	Incertitude Uc en dB(A)
3	30.1	222	1.30	25.0	100	1.3
4	30.8	220	1.30	25.3	182	1.3
5	30.7	224	1.31	25.5	163	1.2
6	31.0	175	1.39	26.2	200	1.2
7	34.1	183	1.57	28.3	148	1.3
8	36.6	158	1.73	33.9	99	1.7
9	41.2	150	2.66	39.4	70	2.4
10	46.0	158	2.31	47.2	68	3.1
11	50.12	98	2.04	52.6	37	3.2
12	54.36	26	3.17	56.7	29	2.6

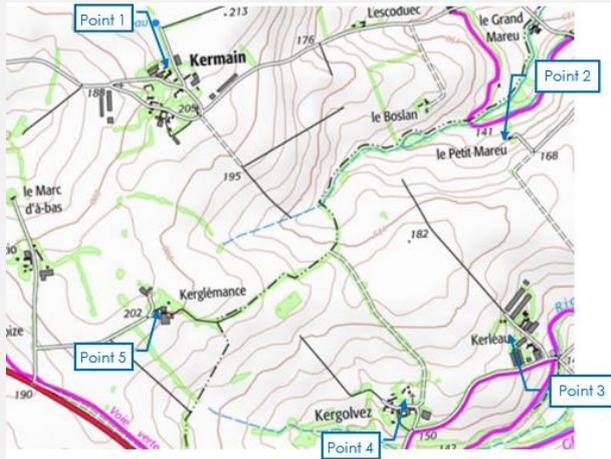
- Point 2 – Nuages de points et corrélations du niveau sonore global / vitesse du vent.



**A3 RESULTATS DETAILLES – POINT 3**

**Point 3 – Kerléau**

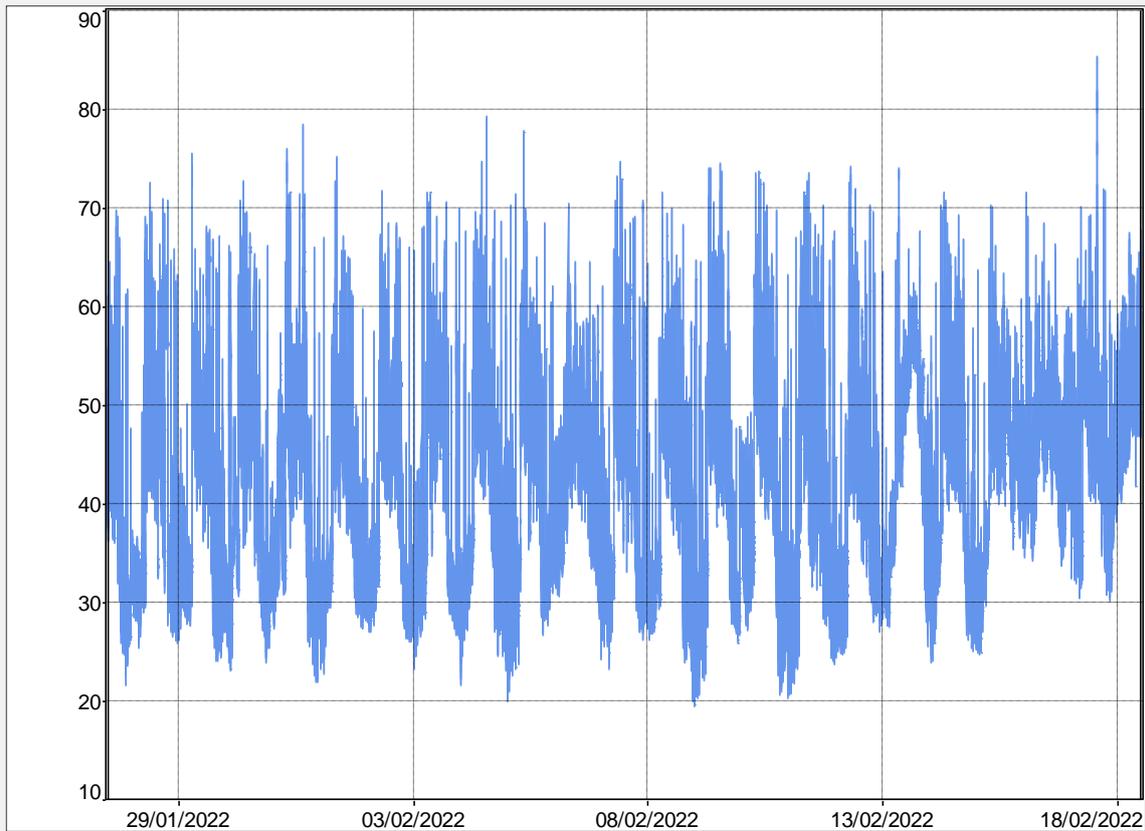
**Implantation**



**Photographie**



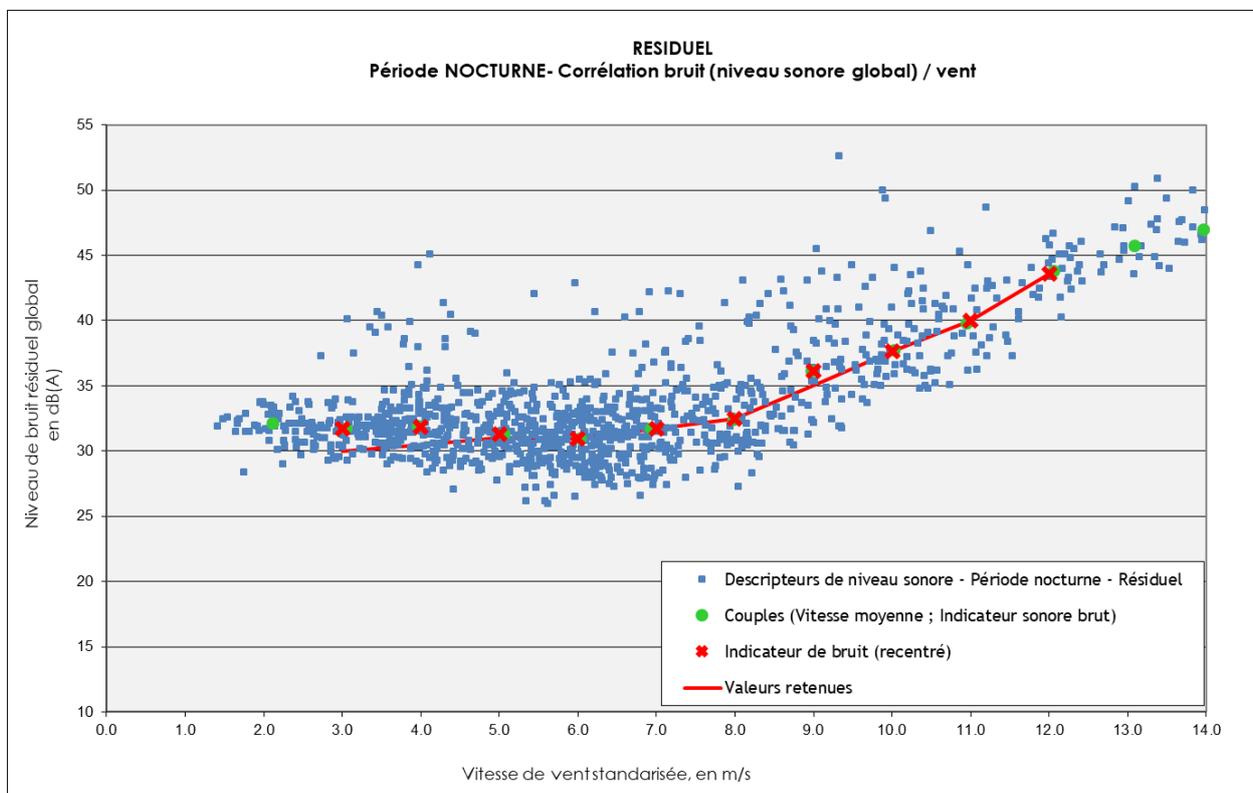
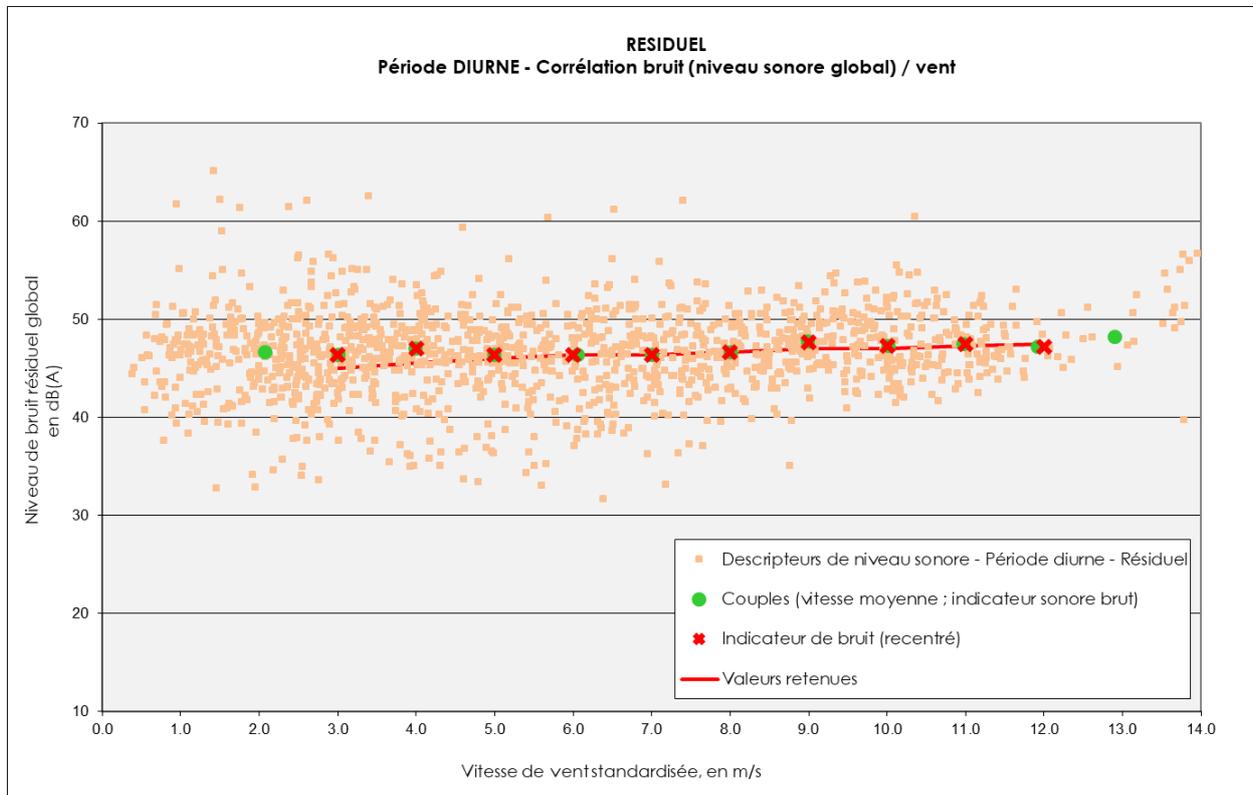
**Chronogramme de mesure**



- **Point 3 – Bruit Résiduel, nombre de descripteurs et incertitude de mesurage Uc**

Vitesse du vent Standardisée 10 m en m/s	Point 3					
	Période JOUR			Période NUIT		
	Bruit résiduel en dB(A)	Nb de descripteurs	Incertitude Uc en dB(A)	Bruit résiduel en dB(A)	Nb de descripteurs	Incertitude Uc en dB(A)
3	45.0	187	1.3	30.0	100	1.2
4	45.5	141	1.2	30.5	182	1.3
5	46.0	137	1.3	31.0	163	1.3
6	46.4	118	1.3	31.0	200	1.3
7	46.4	119	1.3	31.7	148	1.3
8	46.6	114	1.3	32.5	99	1.5
9	47.0	109	1.3	35.0	68	1.7
10	47.0	118	1.3	37.7	65	1.5
11	47.3	81	1.2	40.0	36	2.0
12	47.5	22	1.3	43.6	29	1.9

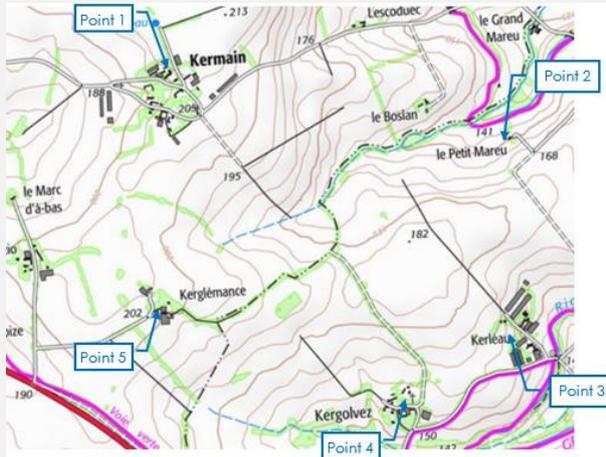
- Point 3 – Nuages de points et corrélations du niveau sonore global / vitesse du vent.



**A4 RESULTATS DETAILLES – POINT 4**

**Point 4 – Kergolvez**

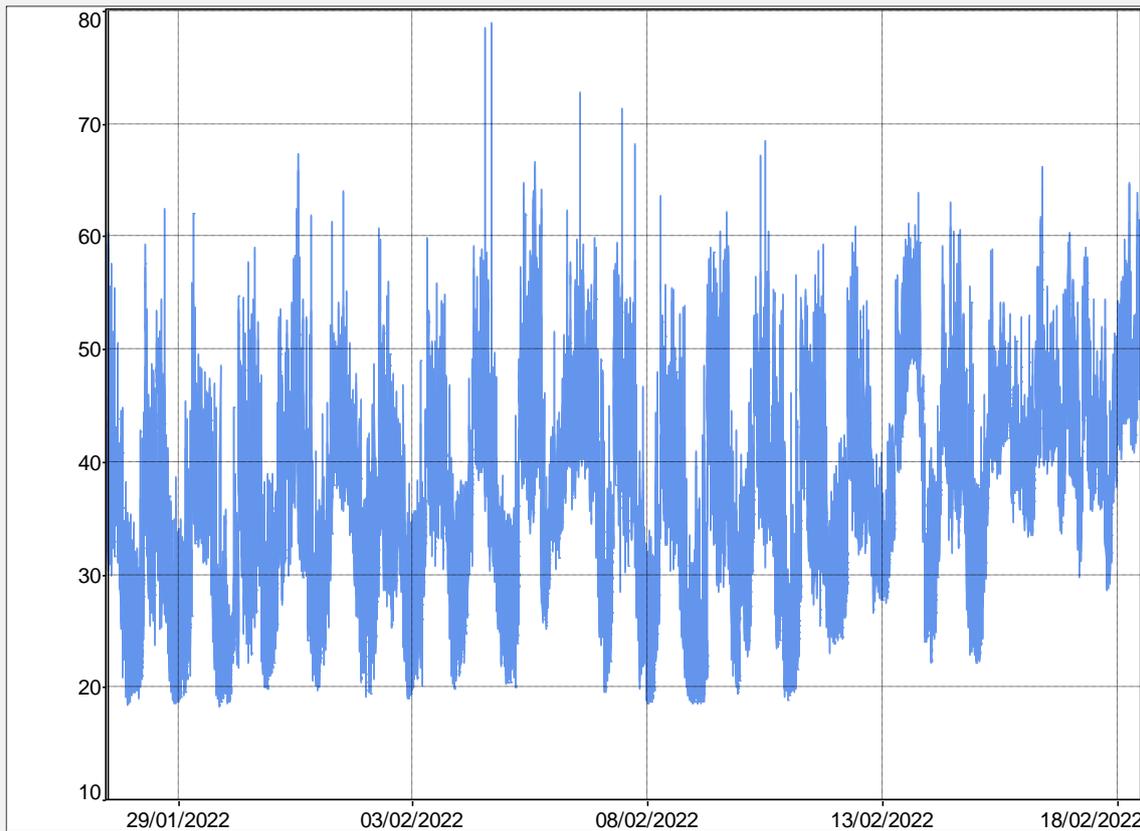
**Implantation**



**Photographie**



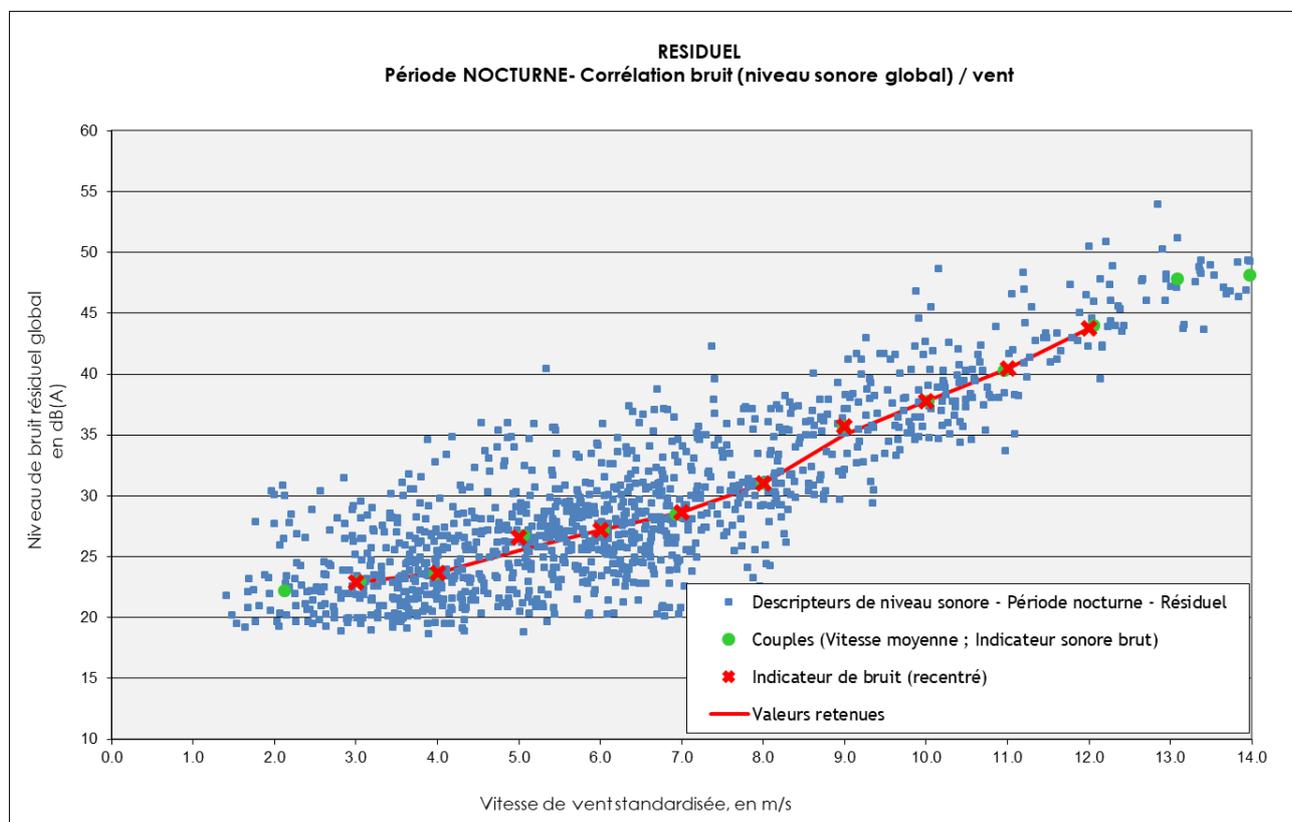
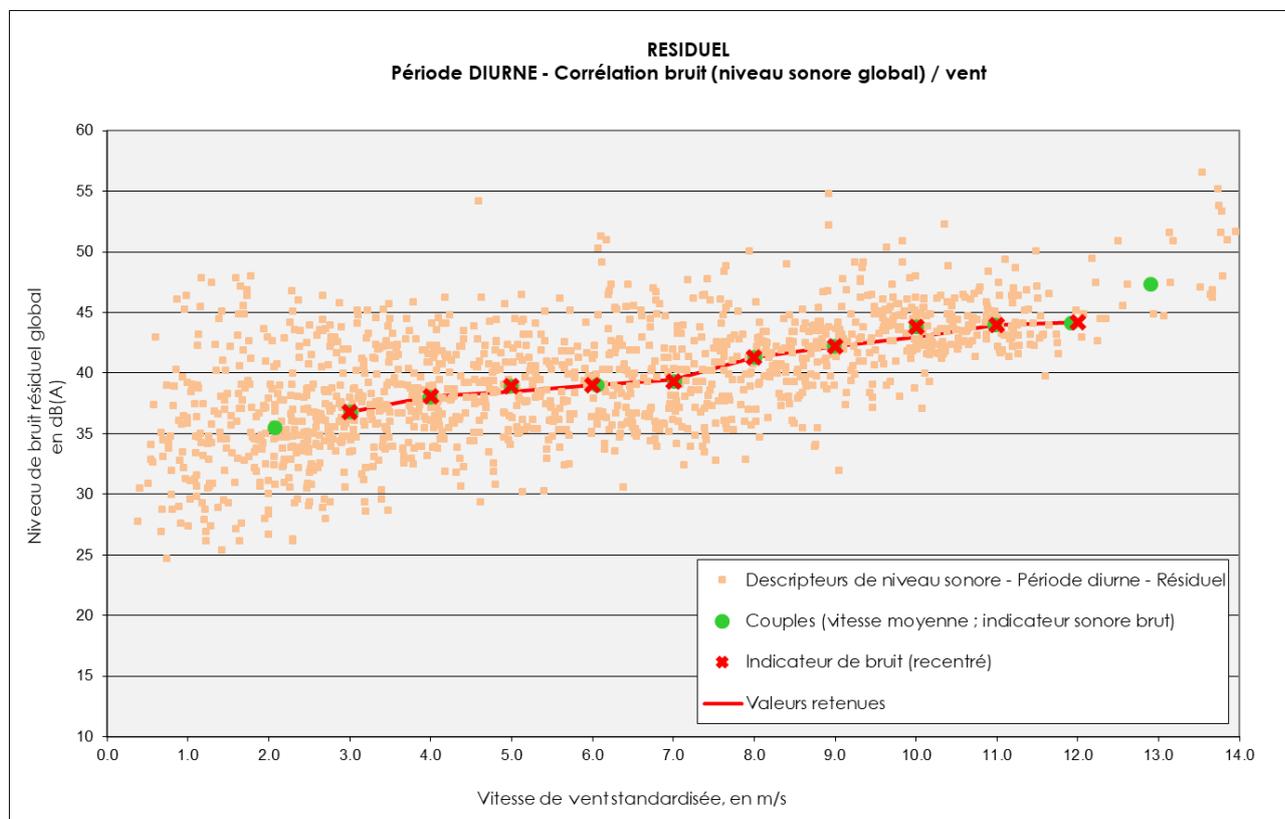
**Chronogramme de mesure**



- **Point 4 – Bruit Résiduel, nombre de descripteurs et incertitude de mesurage Uc**

Vitesse du vent Standardisée 10 m en m/s	Point 4					
	Période JOUR			Période NUIT		
	Bruit résiduel en dB(A)	Nb de descripteurs	Incertitude Uc en dB(A)	Bruit résiduel en dB(A)	Nb de descripteurs	Incertitude Uc en dB(A)
3	36.8	185	1.3	22.9	100	1.3
4	38.1	140	1.3	23.6	182	1.3
5	38.5	134	1.3	25.5	163	1.4
6	39.0	117	1.3	27.2	200	1.3
7	39.5	117	1.3	28.7	148	1.4
8	41.3	114	1.3	31.1	99	1.8
9	42.2	113	1.3	35.0	70	1.9
10	43.0	117	1.3	37.7	68	1.6
11	43.9	80	1.2	40.5	37	2.0
12	44.1	22	1.5	43.8	29	2.2

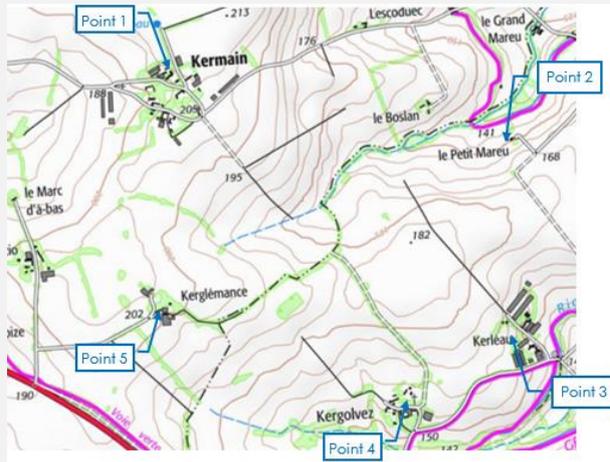
- **Point 4 – Nuages de points et corrélations du niveau sonore global / vitesse du vent.**



**A5 RESULTATS DETAILLES – POINT 5**

**Point 5 – La Tétardière**

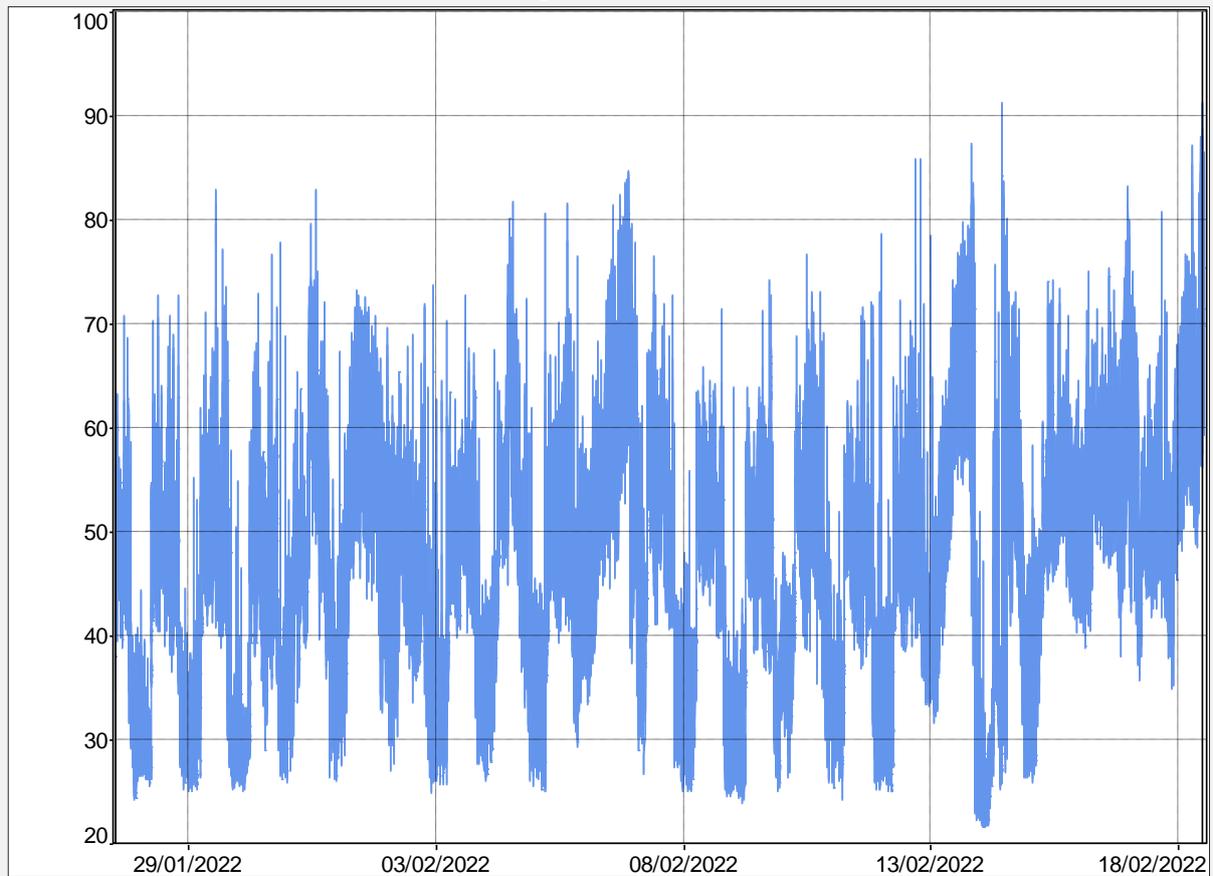
**Implantation**



**Photographie**



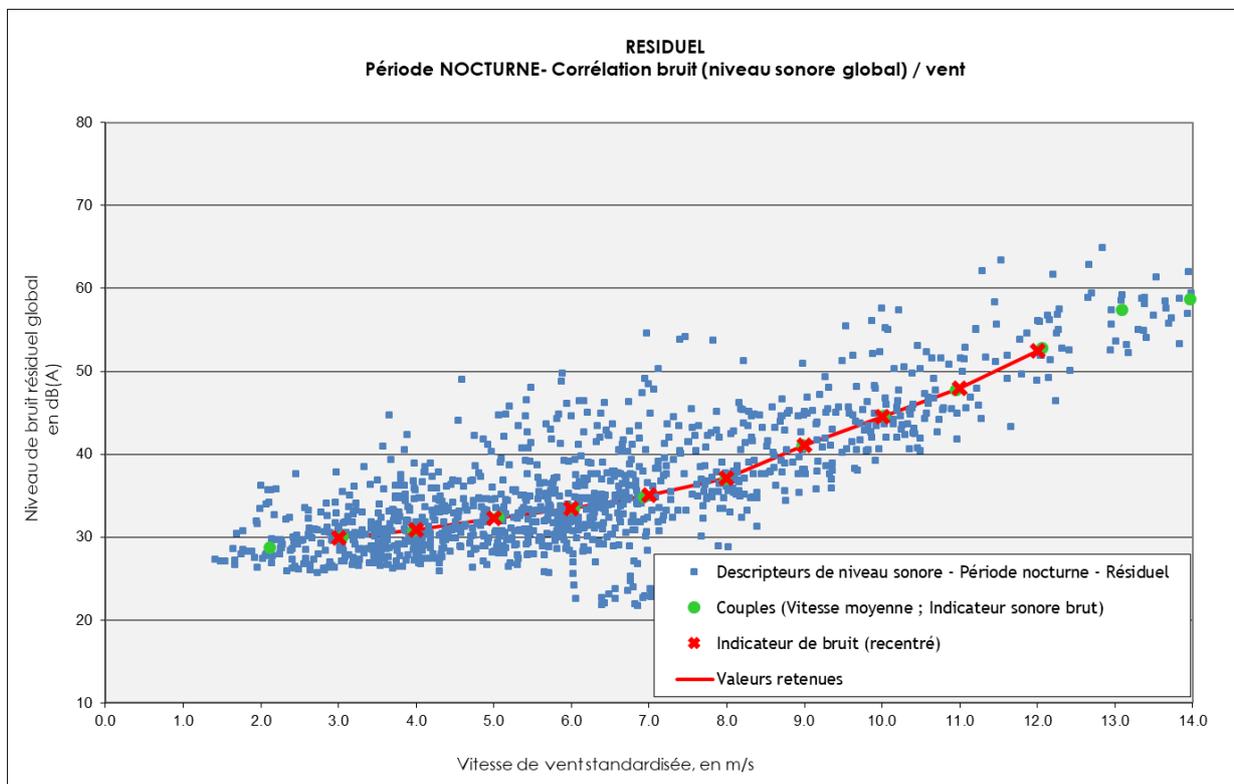
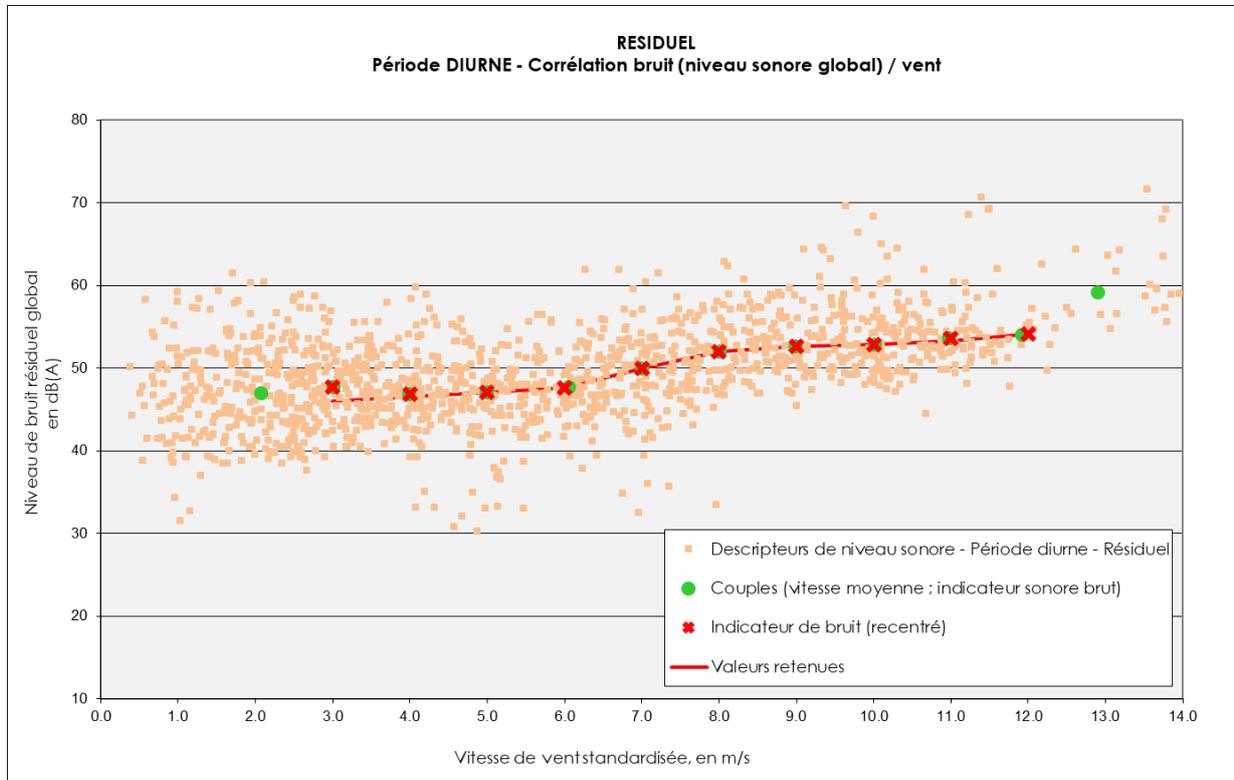
**Chronogramme de mesure**



- **Point 5 – Bruit Résiduel, nombre de descripteurs et incertitude de mesurage Uc**

Vitesse du vent Standardisée 10 m en m/s	Point 4					
	Période JOUR			Période NUIT		
	Bruit résiduel en dB(A)	Nb de descripteurs	Incertitude Uc en dB(A)	Bruit résiduel en dB(A)	Nb de descripteurs	Incertitude Uc en dB(A)
3	46.0	185	1.3	30.0	100	1.3
4	46.5	140	1.3	30.8	182	1.3
5	47.1	132	1.3	32.3	163	1.3
6	47.7	119	1.4	33.5	197	1.3
7	50.0	120	1.5	35.0	142	1.5
8	52.0	109	1.4	37.1	94	1.7
9	52.6	107	1.3	41.1	64	2.0
10	52.9	113	1.3	44.5	68	1.9
11	53.3	77	1.3	47.9	35	2.3
12	54.1	22	2.1	52.5	25	4.0

- Point 5 – Nuages de points et corrélations du niveau sonore global / vitesse du vent.



## A6 MATERIEL UTILISE

- Instruments de mesures acoustiques**

Marque	Modèle	ID	N° Série		
			Sonomètre	Préamplificateur	Microphone
01 dB	CUBE	Q2	11213	1610254	287755
01 dB	CUBE	Q5	11218	1610595	292297
01 dB	CUBE	Q8	12006	1936091	367054
01 dB	CUBE	Q10	12008	1936089	367131
01 dB	CUBE	Q20	12023	1936070	331992

Sonomètres intégrateurs de classe 1, conformément à la norme NFS 31009 (NF EN 60804).

- Logiciels**

Logiciel	Version	Description
dBtrait (01dB)	6.3	Analyse des mesures acoustiques dans l'environnement

## A7 INCERTITUDES DE MESURAGE

L'incertitude recherchée est l'incertitude de mesure du niveau de pression acoustique, quel que soit le phénomène qui est à son origine. Elle est évaluée selon les recommandations du projet de norme NF S 31-114.

Les incertitudes évaluées par cette norme permettent la comparaison des niveaux et des différences de niveaux (émergences) avec des seuils réglementaires ou contractuels.

L'incertitude totale sur l'indicateur de bruit associé à une classe homogène et à une classe de vitesse de vent est composée d'une incertitude (type A) due à la distribution d'échantillonnage de l'indicateur considéré et d'une incertitude métrologique (type B) sur les mesures des descripteurs acoustiques.

- **Incertitude de type A**

Pour chaque classe homogène et pour chaque classe de vitesse de vent, on calculera l'incertitude sur la distribution d'échantillonnage de l'indicateur de bruit ambiant :

$$U_A(L_{Amb(j)}) = 1,858 \cdot t(L_{Amb(j)}) \cdot \frac{DMA(L_{Amb(j)})}{\sqrt{N(L_{Amb(j)}) - 1}}$$

L'incertitude sur la distribution d'échantillonnage de l'indicateur de bruit résiduel :

$$U_A(L_{Rés(j)}) = 1,858 \cdot t(L_{Rés(j)}) \cdot \frac{\max(DMA(L_{Rés(j)}), DMA(L_{Amb(j)}))}{\sqrt{N(L_{Rés(j)}) - 1}}$$

Avec :

$L_{Amb(j)}$  : ensemble des descripteurs de bruit ambiant pour la classe de vitesse de vent « j »

$L_{Rés(j)}$  : ensemble des descripteurs de bruit résiduel pour la classe de vitesse de vent « j »

$N(X(j))$  : nombre de descripteurs de  $X(j)$  pour la classe de vitesse « j »

$t(X(j))$  : correctif pour les petits échantillons  $X(j)$  pour la classe de vitesse « j » :

$$t(X(j)) = \frac{2 \cdot N(X(j)) - 2}{2 \cdot N(X(j)) - 3}$$

Fonction  $\max(a,b)$  : maximum des valeurs a et b

Fonction  $DMA(X_{(j)}) = \text{Médiane}(|X_{(j),i} - \text{Médiane}(X_{(j),i})|)$  : déviation médiane (en valeur absolue) par rapport à la médiane de l'ensemble des descripteurs (indiqués « i ») de bruit X (s'appliquant aussi bien au bruit ambiant ou au bruit résiduel). La fonction médiane est disponible en standard sur la plus-part des tableurs. Dans le cas contraire, pour l'implémenter, il suffit de trier l'ensemble des descripteurs dans un ordre croissant ou décroissant. Puis, si le nombre de descripteurs est impair, leur médiane sera égale à la donnée centrale ; et si le nombre descripteurs est pair, leur médiane sera égale à la moyenne algébrique des deux données centrales.

- Incertitude de type B**

$$\text{Incertitude métrologique : } U_B(L_{\text{Amb}(j)}) = \sqrt{\sum_k U_{Bk}(L_{\text{Amb}(j)})^2}$$

Avec  $U_{Bk}(L_{\text{Amb}(j)})$  : composantes de l'incertitude métrologique indicées « k » sur la mesure du bruit ambiant, pour la classe de vitesse « j »

Le tableau suivant permettra d'évaluer les  $U_{Bk}(L_{\text{Amb}(j)})$ .

$U_{Bk}$	Composante	Incertitude type	Condition
$U_{B1}$	Calibrage	0,20 dB ; 0,20 dB(A)	Durée maximale entre deux calibrages : 15 jours
$U_{B2}$	Appareillage	Négligeable	-
$U_{B3}$	Directivité	Négligeable	Direction de référence du microphone verticale
$U_{B4}$	Linéarité en fréquence et pondération fréquentielle	0 dB ; 0,53 dB(A)	Valable pour de faibles émergences
$U_{B5}$	Température et humidité	0,22 dB ; 0,22 dB(A)	-
$U_{B6}$	Pression statique pour une classe homogène	0,24 dB ; 0,24 dB(A)	-
$U_{B7}$	Impact du vent sur le microphone	Négligeable	-
$U_{B\text{vent}}$	Impact de la mesure du vent	Négligeable	-

Les incertitudes exprimées en dB(A) s'appliquent au niveau global, celles exprimées en dB s'appliquent à toutes les bandes d'octave centrées sur les fréquences médianes allant de 125 à 4 000Hz.

- Incertitude combinée sur les indicateurs de bruits ambiant et résiduel**

$$U_C(L_{\text{Amb}(j)}) = \sqrt{U_A(L_{\text{Amb}(j)})^2 + U_B(L_{\text{Amb}(j)})^2}$$

$$U_C(L_{\text{Rés}(j)}) = \sqrt{U_A(L_{\text{Rés}(j)})^2 + U_B(L_{\text{Rés}(j)})^2}$$

- Calcul de l'incertitude sur les différences de niveaux (émergence)**

Sous certaines conditions, certains postes d'incertitude de type B peuvent être réduits ou être considérés comme négligeables lors du calcul de l'incertitude de différences de niveaux.

Le calcul d'incertitude doit être mené pour chaque classe homogène et pour chaque classe de vitesse de vent.

## A8 LEXIQUE

### Niveau sonore ambiant

Niveau sonore résultant de la somme de la contribution du bruit du parc éolien et de la contribution du bruit émis par toutes les autres sources de bruit de l'environnement (végétation, voies routières...). Le niveau sonore ambiant représente le bruit mesuré lorsque le parc éolien objet de l'étude est en fonctionnement.

### Niveau de bruit résiduel

Niveau de bruit mesuré sans activité du parc éolien émis par toutes les autres sources de bruit de l'environnement (végétation, voies routières...).

### Niveau de bruit particulier

Composante du bruit ambiant correspondant à la contribution sonore seule du parc éolien.

### Emergence

Différence arithmétique entre le niveau de bruit ambiant et le niveau de bruit résiduel.

### Lp

Niveau de pression acoustique à une certaine distance de la source. Le Lp global s'exprime en dB(A) ; le Lp par fréquence s'exprime en dB.

### Indices Fractiles LX

Niveau de pression acoustique pondéré A dépassé pendant X% de l'intervalle de temps considéré. Les L90 et L50 (niveaux sonores dépassés pendant 90 et 50% du temps) sont les plus utilisés pour caractériser une ambiance sonore.

### Lw

Niveau de puissance acoustique caractérisant l'émission sonore de l'éolienne et servant de base de calcul pour déterminer un niveau sonore à une distance donnée ; il ne dépend pas de la distance : c'est une valeur intrinsèque à la source.

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

### Echelle comparative de niveaux sonores

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

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



### Direction de vent

Direction de provenance du vent. L'origine angulaire de la rose des vents est orientée au nord ( $0^\circ$ ), et les angles sont comptés positifs dans le sens des aiguilles d'une montre. En France, les directions de provenance du vent sont principalement Sud-Ouest et Nord-Est.

### Secteur de direction de vent

Le secteur de direction de vent est défini par un intervalle de  $\pm 30^\circ$  autour de la direction centrale (soit un secteur de  $60^\circ$ ). Il sera ouvert sur la valeur inférieure et fermé sur la valeur supérieure. La direction centrale est définie par l'opérateur.

### Classe de vitesse de vent

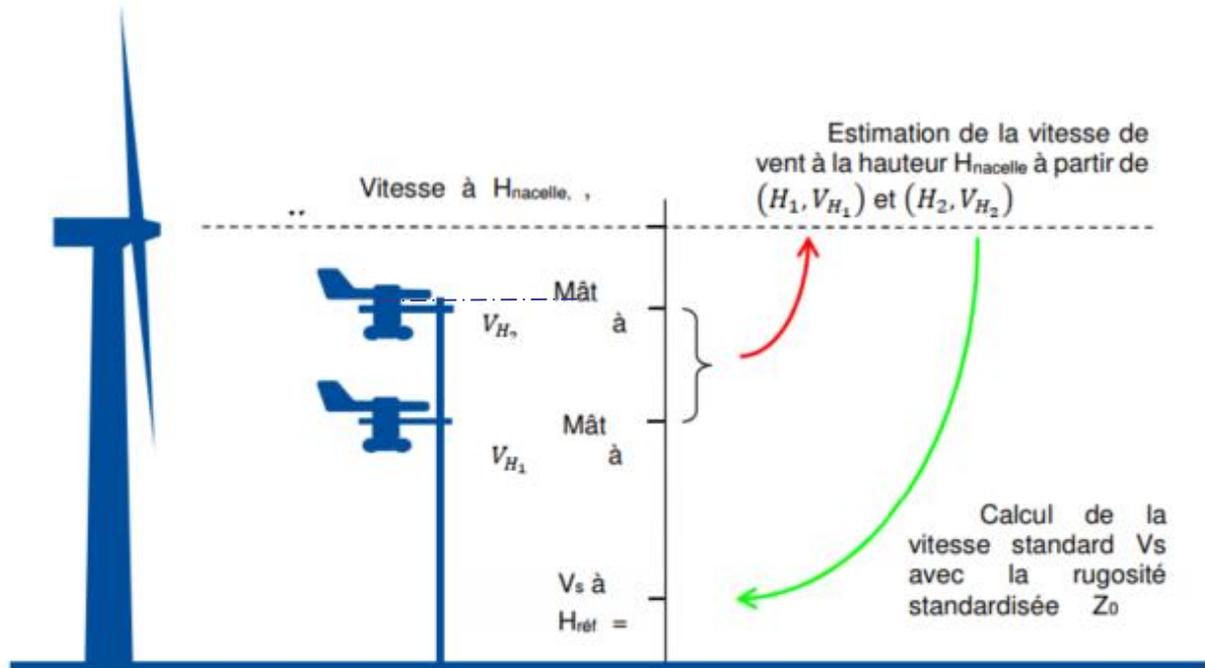
Intervalle de vitesse de vent de largeur 1 m/s et centré sur la valeur entière de la vitesse de vent étudiée. Il sera ouvert sur la valeur inférieure (valeur égale à la valeur entière  $- 0,5$  m/s) et fermé sur la valeur supérieure (égale à la valeur entière  $+ 0,5$  m/s). Par exemple, une vitesse 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.

### Longueur de rugosité

Grandeur en mètres qui exprime l'irrégularité de la surface terrestre liée notamment à la topographie, à la végétation et aux constructions. Cette rugosité perturbe le flux de vent dans la couche limite. Elle conditionne en partie la variation de la vitesse du vent en fonction de la hauteur au-dessus du sol.

### Vitesse de vent standardisée $V_s$

La vitesse de vent standardisée correspond à une vitesse de vent calculée à une hauteur de référence de 10 mètres de haut, et pour un sol présentant une longueur de rugosité de référence de 0,05 mètre.



### Mode de fonctionnement optimisé

Moyen technique disponible sur une éolienne permettant de réduire son niveau de puissance acoustique en réduisant sa vitesse de rotation (appelé aussi bridage).

### Plan de fonctionnement optimisé (ou Plan de Gestion Acoustique)

Ensemble des modes de fonctionnement optimisés nécessaires sur l'ensemble des éoliennes d'un parc définis par classe de vitesse de vent et par Condition Homogène de Bruit (jour/nuit, secteur de vent, saison...) afin d'assurer la conformité acoustique du parc au voisinage.

**Spécificité du bruit des éoliennes** (tiré du Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens (actualisation 2020) édité par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer)

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

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

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

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