

IMPACT ET ENVIRONNEMENT

Bureau d'études environnement
Pôle Aménagement
du territoire

Objet du dossier :
Projet de Parc éolien de Saint-Maurice
[SAINT-MAURICE-ETUSSON- 79]



Tél. : 02.41.72.14.16 - Fax : 02.41.72.14.18
E-mail : contact@impact-environnement.fr
Site internet : www.impact-environnement.fr
Adresse : 2 rue Amédéo Avogadro
49070 Beaucaouzé



PIECE N° 4.4 : ETUDE ACOUSTIQUE

- OCTOBRE 2017 -

Version incluant les compléments pour recevabilité septembre 2018

*Rubrique des activités soumises à autorisation au titre de la
nomenclature des installations classées pour la protection de
l'environnement :*
2980

Mandataire



Contact

Adeline GAUTHIER
ENERGIETEAM
13 rue de la Loire
44230 SAINT-SEBASTIEN-SUR-LOIRE
Tél. 02.49.09.10.32



Alhyange Bretagne Sud

SIEGE SOCIAL ABS :
14 rue du Rouz
29900 CONCARNEAU
02.98.90.48.15
bzh@alhyange.com

BRETAGNE
7 imp de la Petite Garenne
56000 VANNES
02.97.47.48.05
bzh@alhyange.com

PAYS DE LOIRE
1 Bd Paul CHABAS
44100 NANTES
02.85.67.00.80
grandouest@alhyange.com

Agence Alhyange

ILE DE FRANCE - Siège social
192 rue du Faubourg Saint-Martin
75010 PARIS
01.43.14.29.01
info@alhyange.com

SUD-EST
102 rue Masséna
69006 LYON
04.82.53.89.69
sud-est@alhyange.com

CENTRE LOIRE
12 rue du Docteur Fournier
37000 TOURS
02.45.47.10.40
touraine@alhyange.com

www.acoustique.eu

PROJET EOLIEN DE SAINT MAURICE

SAINT MAURICE - ETUSSON (79)

RAPPORT DE MESURES ACOUSTIQUES

ETAT INITIAL

*Version modifiée suite à la demande de compléments
de la Préfecture du 12 février 2018*

DEVELOPPEUR

**FERME EOLIENNE
DE SAINT MAURICE**

233 rue du Faubourg Saint-Martin
75010 Paris

REDACTION : Renan LE GOAZIOU
APPROBATION : Sylvain DEVAUX

REFERENCE : ABS 16/19890
INDICE : Ind3
DATE : 14/09/2018

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE	4
3. PRESENTATION DU SITE ET DES EMBLEMES DE MESURE	5
3.1. Descriptif du site	5
3.2. Environnement sonore	6
4. PROTOCOLE DE REALISATION DES MESURES DE BRUIT RESIDUEL	7
4.1. Norme prise en compte	7
4.2. Matériel de mesure	7
4.3. Date des mesures	7
4.4. Mesure de la vitesse du vent	7
4.5. Analyse des données mesurées	9
5. CONDITIONS METEOROLOGIQUES	12
6. SITUATION ACOUSTIQUE INITIALE	15
6.1. Indicateurs de bruit résiduel	15
6.2. Analyse qualitative des niveaux de bruit résiduel	16
7. CONCLUSION	17
8. ANNEXES	18
A1. PHOTOGRAPHIES DES POINTS DE MESURE	19
A2. RESULTATS DETAILLES AU POINT 1	20
A3. RESULTATS DETAILLES AU POINT 2	23
A4. RESULTATS DETAILLES AU POINT 3	26
A5. RESULTATS DETAILLES AU POINT 4	29
A6. RESULTATS DETAILLES AU POINT 5	32
A7. MATERIEL UTILISE	35
A8. NOTIONS ACOUSTIQUES	36

1. OBJET

Dans le cadre du projet éolien de Saint Maurice - Etusson (79), la société **Ferme Eolienne de Saint Maurice**, en qualité de développeur, a confié à ALHYANGE l'étude d'impact acoustique.

L'objet de la mission est de caractériser l'impact acoustique du futur parc éolien au niveau des habitations qui seront potentiellement les plus exposées.

La mission se décompose selon les étapes suivantes :

1. Etat initial :

- Mesures acoustiques du niveau de bruit résiduel pendant 10 jours en plusieurs points représentatifs. La campagne de mesures acoustiques a été réalisée du 22 décembre 2016 au 1er janvier 2017. Cependant, en raison des conditions météorologiques (températures négatives à partir du 30 décembre qui ont gelé l'anémomètre), l'analyse des niveaux sonores a été réalisée du 22 au 30 décembre 2016.
- Détermination des indicateurs de bruit résiduel, en périodes diurne et nocturne, en fonction de la vitesse du vent.

2. Etude prévisionnelle :

- Modélisation 3D du site projeté ;
- Calcul des émergences sonores prévisionnelles ;
- Analyse réglementaire ;
- Détermination d'un plan de fonctionnement optimisé.

Le présent rapport détaille les résultats des mesures de l'état sonore initial.

NB : Les textes rédigés en bleu dans le présent document correspondent aux ajouts effectués suite à la demande de compléments de la Préfecture du 12 février 2018.

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

Cet arrêté reprend la réglementation acoustique appliquée aux ICPE :

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

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

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

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

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 :

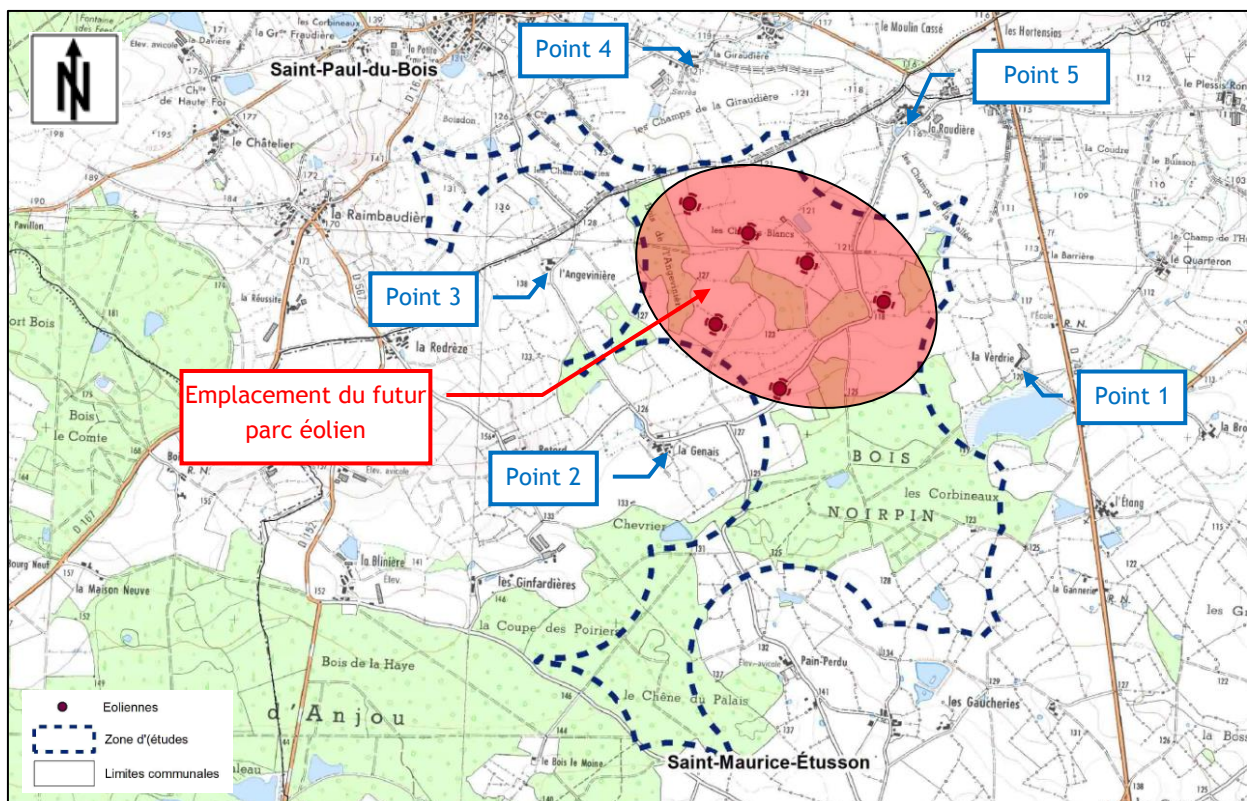
Durée d'apparition du bruit particulier	Terme correctif en dB(A)
Supérieure à vingt minutes et inférieure ou égale à deux heures	3
Supérieure à deux heures et inférieure ou égale à quatre heures	2
Supérieure à quatre heures et inférieure ou égale à huit heures	1
Supérieure à huit heures	0

3. PRESENTATION DU SITE ET DES EMBLEMES DE MESURE

3.1. Descriptif du site

La zone est très légèrement vallonnée et est essentiellement à vocation agricole (parcelles cultivées et pâturées). Quelques habitations sont dispersées tout autour du projet.

Le plan ci-dessous présente la zone concernée par le développement du parc éolien et les habitations les plus proches prises en compte dans l'étude acoustique :



Point	Nom propriétaire	Lieu-dit
1	M. VERGNAUD	La Verdrie
2	M. et Mme RIPOCHE	La Genais
3	M. MAROLLEAU	L'Angevinière
4	M. DAVY	La Giraudière
5	M. BRUNET	La Raudière

Commentaire : L'emplacement précis des points de mesure est présenté en annexe.

3.2. Environnement sonore

Les sources sonores, recensées par notre opérateur lors de la campagne de mesures, sur l'ensemble de la zone sont les suivantes :

- Passages de véhicules sporadiques sur les routes départementales et communales du secteur ;
- Végétation, avifaune, variable en fonction des points de mesure. Notons que la présente campagne de mesures acoustiques a été réalisée en hiver ;
- Sources sonores spécifiques à chaque point :
 - **Au point 1 « La Verdrie »** : Passage de véhicules sur la D 748 ; Bruit de l'action du vent dans la végétation ;
 - **Au point 2 « La Genais »** : Bruit de l'action du vent dans la végétation ; Pas d'activité agricole à proximité immédiate ;
 - **Au point 3 « L'Angevinière »** : Bruit de l'action du vent dans la végétation ; Pas d'activité agricole à proximité immédiate ;
 - **Au point 4 « La Giraudière »** : Activité agricole à proximité ; Bruit lié à un équipement technique en fonctionnement intermittent (le bruit lié à cet équipement a été retiré des résultats de mesure) ; Bruit de l'action du vent dans la végétation ;
 - **Au point 5 « La Raudière »** : Activité agricole à proximité (passages de tracteurs, ...) ; Bruit de l'action du vent dans la végétation ; Passage de véhicules sur la D 748.

4. PROTOCOLE DE REALISATION DES MESURES DE BRUIT RESIDUEL

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 2010) édité par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer.

4.2. Matériel de mesure

Le matériel de mesure utilisé est présenté en annexe.

4.3. Date des mesures

La campagne de mesures acoustiques a été réalisée du 22 décembre 2016 au 1er janvier 2017. Cependant, en raison des conditions météorologiques (températures négatives à partir du 30 décembre qui ont gelé l'anémomètre), l'analyse des niveaux sonores a été réalisée du 22 au 30 décembre 2016.

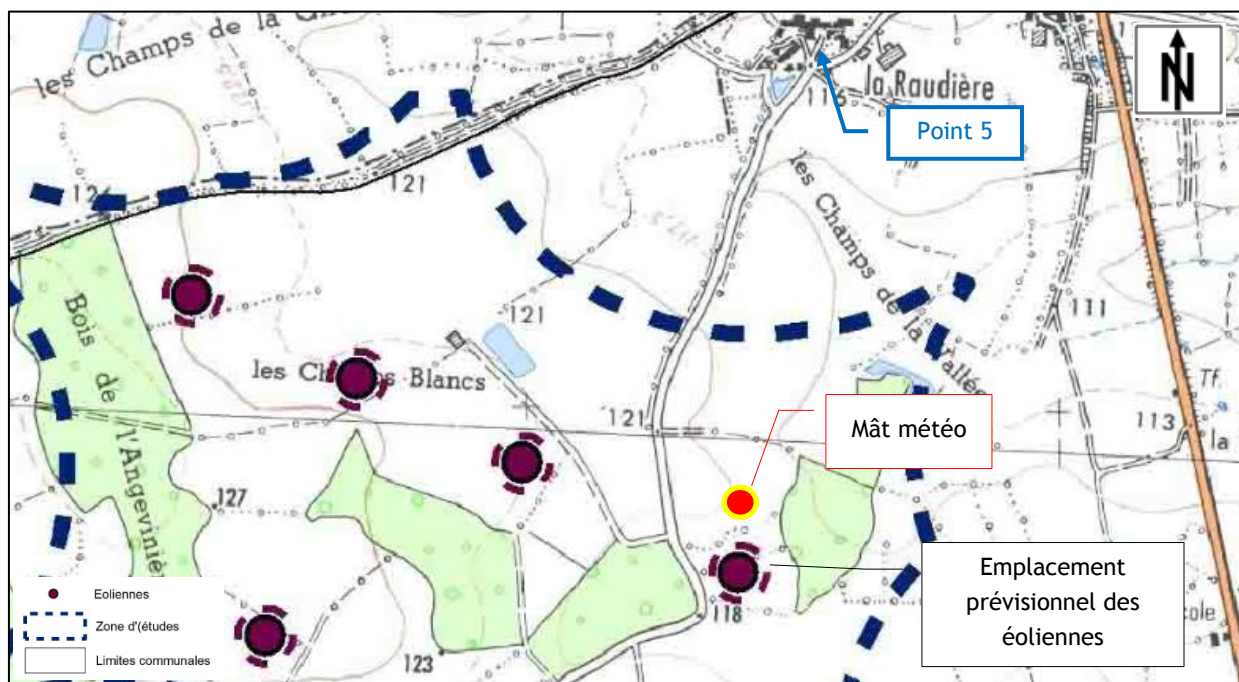
Cette plage de mesures a néanmoins été suffisante pour avoir une plage de vent étendue.

4.4. Mesure de la vitesse du vent

Pour l'établissement des graphiques de corrélation bruit / vent, les vitesses de vent standardisées à 10 m de hauteur ont été déterminées sur la base d'une mesure de la vitesse et de la direction du vent à une hauteur de 10 m sur le site d'implantation des éoliennes.

Cette mesure a été réalisée parallèlement aux mesures de bruit. Le mât météo a été implanté à un endroit représentatif de la zone, dégagé de toute haie et obstacle au vent. Les données obtenues sont moyennées toutes les 10 minutes.

Positionnement du mât météo installé sur site :



Les vitesses du vent standardisées à 10 m de hauteur ont été calculées par ALHYANGE, sur la base :

- De la vitesse du vent mesurée à 10 m sur le mât météo ;
- Du calcul de la vitesse de vent à hauteur de moyeu (dans notre cas 99 m) en fonction des statistiques de rugosité observés sur des sites présentant une typologie similaire :
 - $z = 1.0$ en période diurne ;
 - $z = 2.2$ en période nocturne.
- La standardisation de cette vitesse à une hauteur de 10 m sur base d'une longueur de rugosité de référence de 0,05 m (valeur issue du projet de norme NF S 31-114) et à partir de la formule suivante :

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

avec :

- Z₀ : longueur de rugosité standardisée de 0,05 m,
- H : hauteur de la nacelle (m),
- H_{ref} : hauteur de référence (10m),
- V(h) : vitesse calculée à la hauteur de nacelle.

V_s est la vitesse de vent standardisée à 10 m utilisée pour les corrélations bruit / vent.

4.5. 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 ».

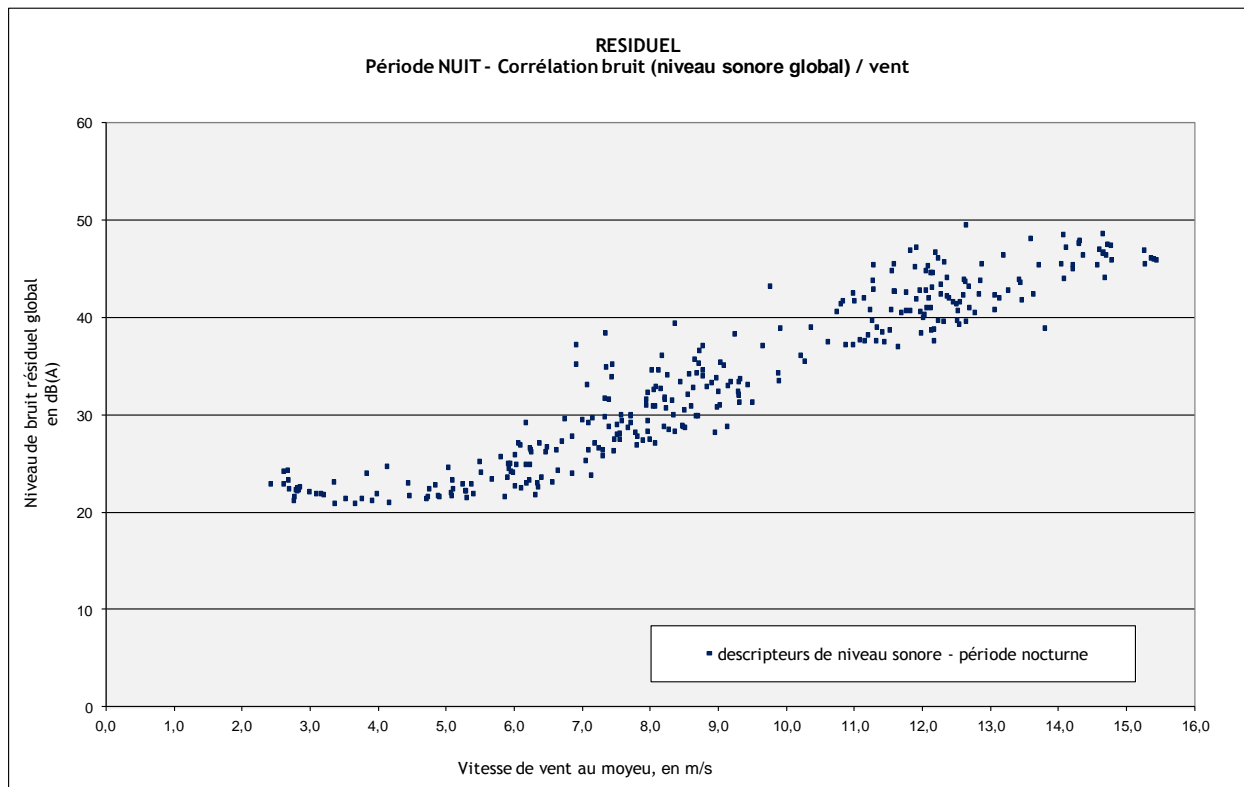
L'objectif de la campagne de mesures est de définir les niveaux de bruit résiduel en périodes diurne et nocturne, sur chaque classe de vitesse de vent correspondant aux plages de fonctionnement des éoliennes, en niveau sonore global dB(A).

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 standardisée à 10 m de 3 m/s, la puissance acoustique des éoliennes est faible. Pour des vitesses de vent standardisées supérieures à 8 m/s, le niveau de puissance acoustique de l'éolienne est stable et n'augmente plus.

- **Descripteur du niveau sonore**

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

Nous corrélons les descripteurs du niveau sonore obtenus toutes les 10 min aux vitesses de vent 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).



- **Indicateur de bruit recentré**

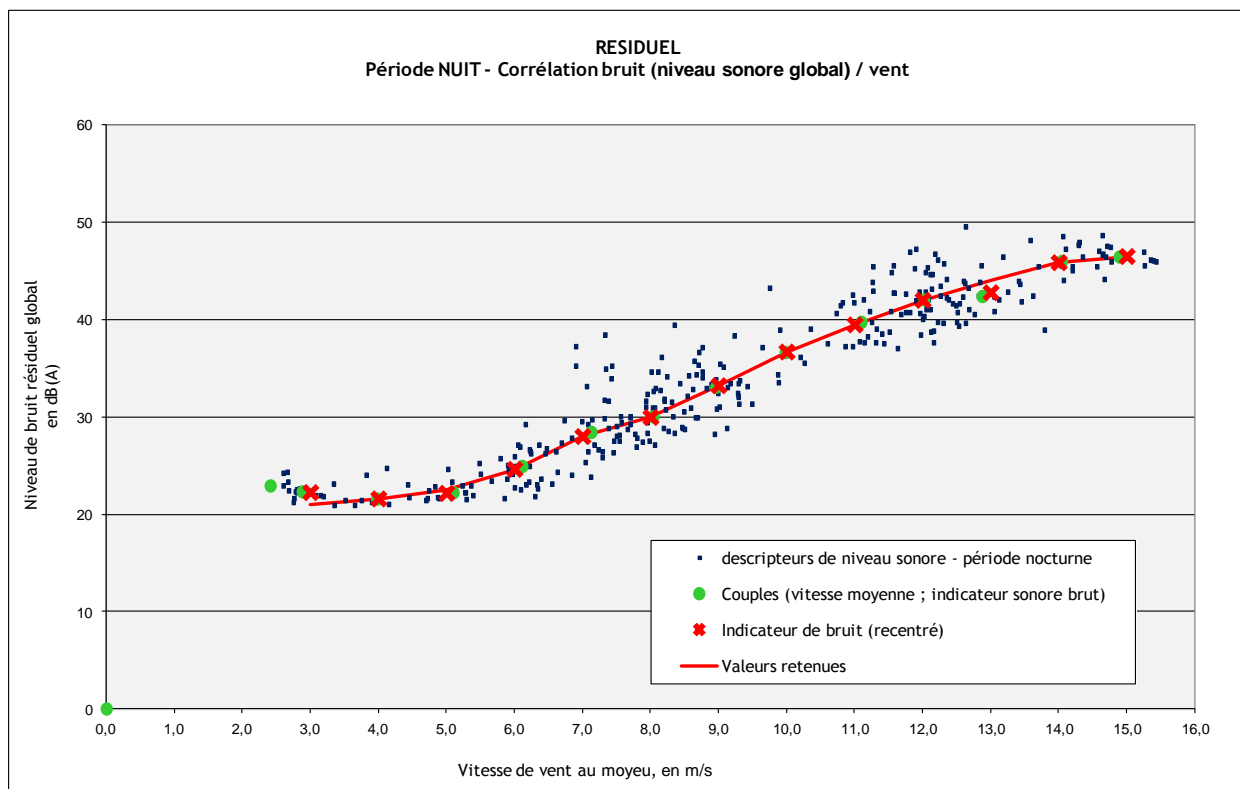
L'indicateur de bruit recentré est le niveau sonore pour chaque classe de vitesse de vent, obtenu par traitement des descripteurs des niveaux sonores contenus dans la classe de vitesse de vent considérée.

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

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

- **Valeurs retenues**

Nous ajustons les valeurs de niveau sonore résiduel que nous retenons, en nous basant sur les indicateurs de bruit recentrés issus de la méthodologie de la norme, mais en prenant en compte le faible nombre d'échantillons sur certaines classes de vents, dans le but d'obtenir des courbes d'allure représentative (exemple sur les valeurs à 13 m/s sur la courbe ci-dessous).

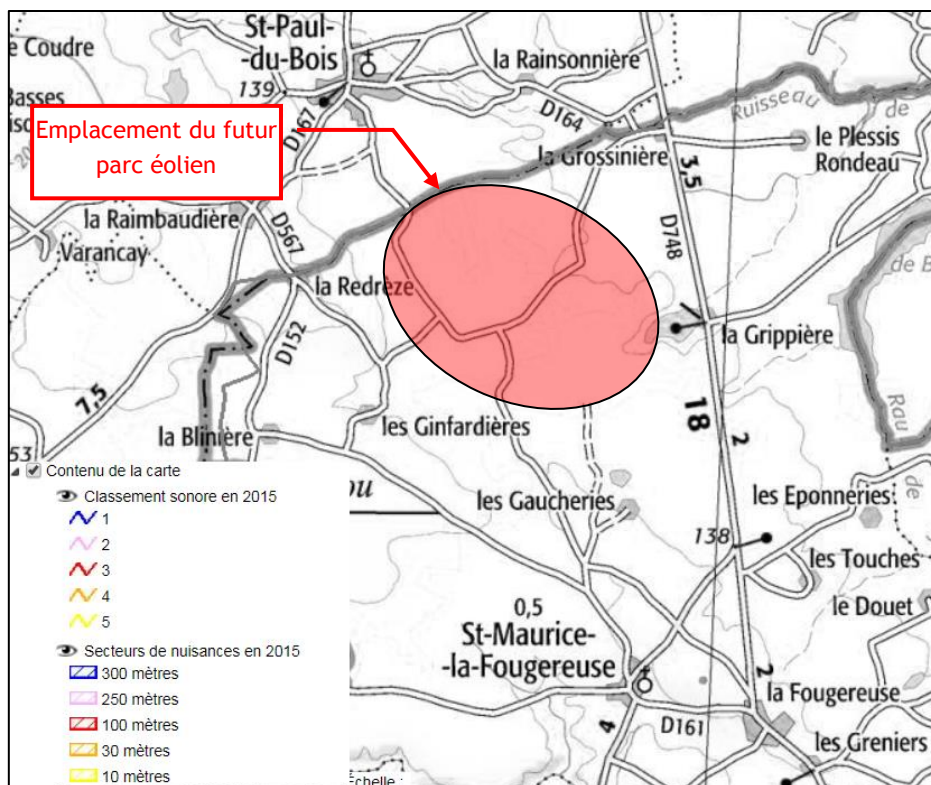


- **Direction du vent**

Selon la préfecture des Deux-Sèvres, il n'y a pas d'infrastructures de transport terrestre ayant un classement sonore à proximité du projet (cf. figure ci-dessous).

Il en résulte qu'il n'y a pas de sources acoustiques prépondérantes avec propagation acoustique dépendant des secteurs de vent.

Les niveaux sonores par vitesses de vent ne sont donc pas différenciés selon les secteurs de vent (nord, sud, est ou ouest) afin de conserver un maximum de descripteurs acoustiques pour une même classe de vitesse.



- **Périodes d'observation**

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

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

- Période 7h à 22h pour l'exploitation des mesures de JOUR ;
- Période 22h à 7h pour l'exploitation des mesures de NUIT.

Sur base de l'analyse des chronogrammes, la période 19h à 22h semble représentative de l'ensemble des échantillons obtenus sur l'ensemble de la période JOUR. Les niveaux sonores sur cette période sont cependant légèrement plus faibles ce qui diminue les niveaux sonores résiduels ainsi calculés. Cette démarche est un peu plus contraignante et va dans le sens de la protection des riverains.

NB : Les textes rédigés en bleu dans le présent document correspondent aux ajouts effectués suite à la demande de compléments de la Préfecture du 12 février 2018.

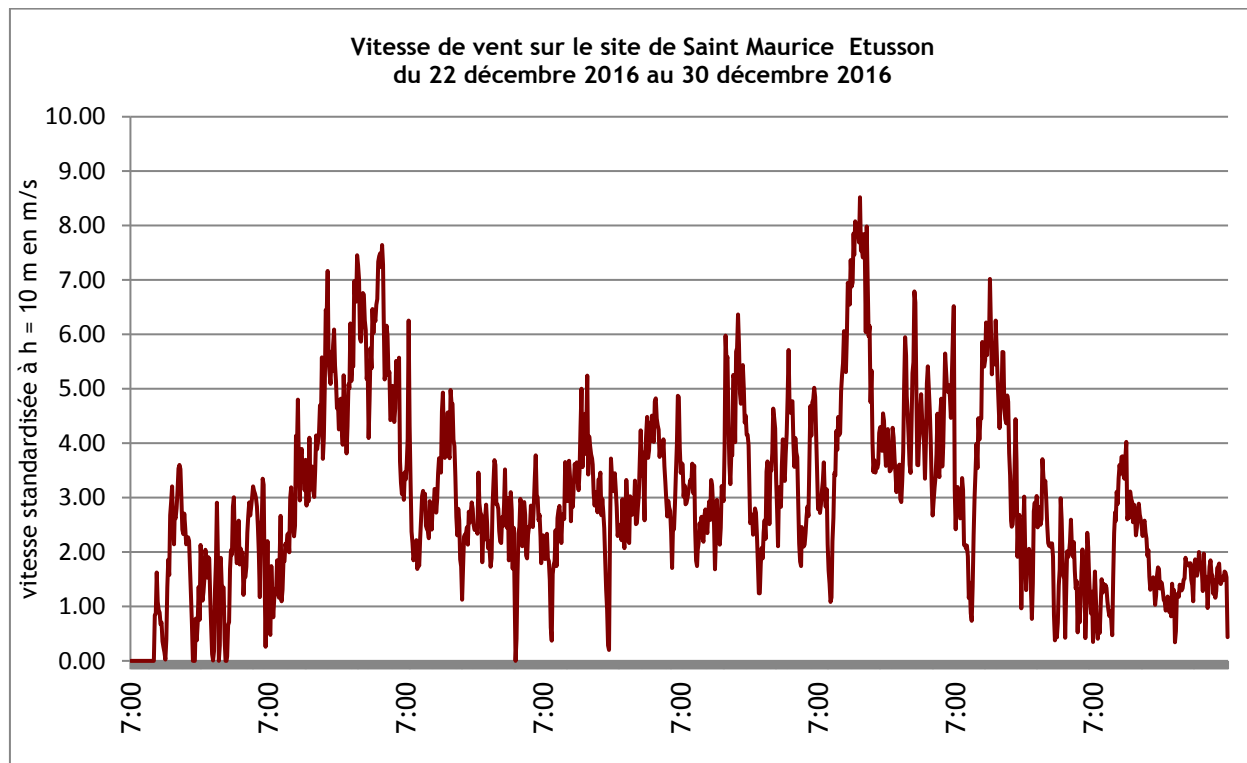
5. CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Les données suivantes correspondent aux données Météociel relevées à Angers (sauf vitesses et directions de vent issues du mât météo installé sur site lors de la campagne de mesures ; voir détails en chapitre "protocole" ci-avant).

Date	Températures	Précipitations	Pression atm.
22-déc-16	2 à 10°C	Nulles	Env 1030 hPa
23-déc-16	2 à 9°C	Nulles	Env 1035 hPa
24-déc-16	9 à 11°C	Nulles	Env 1035 hPa
25-déc-16	8 à 12°C	Nulles	Env 1030 hPa
26-déc-16	3 à 11°C	Nulles	Env 1035 hPa
27-déc-16	0 à 8°C	Nulles	Env 1040 hPa
28-déc-16	-1 à 7°C	Nulles	Env 1040 hPa
29-déc-16	-2 à 6°C	Nulles	Env 1035 hPa
30-déc-16	-3 à -1°C	Nulles	Env 1035 hPa
31-déc-16	-4 à -3°C	Nulles	Env 1035 hPa
01-janv-17	-3 à 3°C	Nulles	Env 1025 hPa

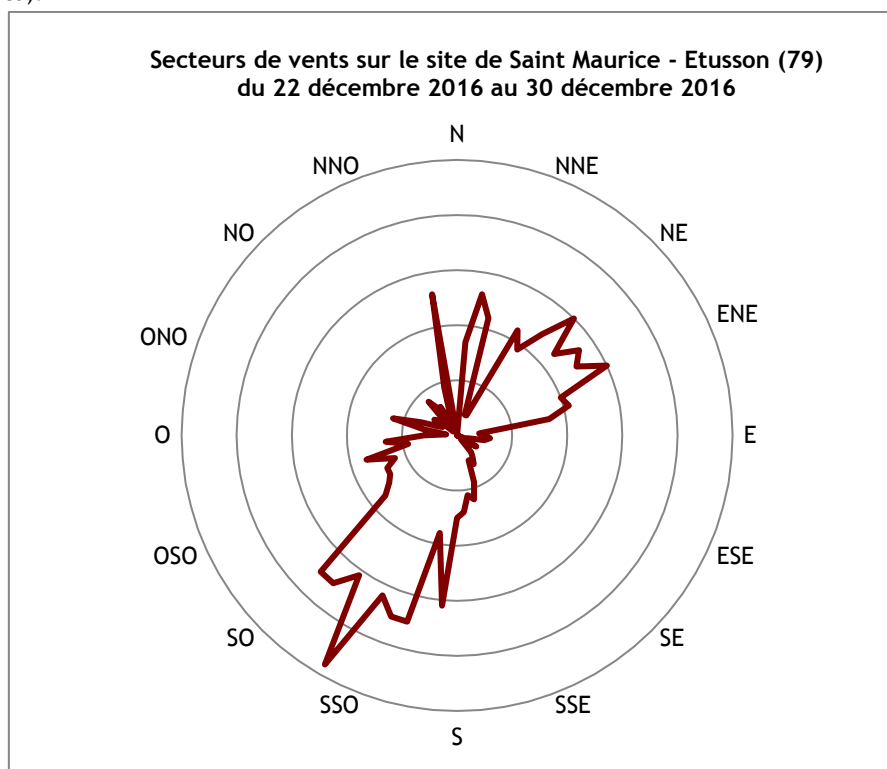
Remarque : Il n'y a pas eu de passage pluvieux significatif lors des mesures acoustiques.

Les graphiques suivants présentent les conditions de vents mesurées lors de la campagne de mesure.



Commentaire : Les températures négatives mesurées à partir du 30 décembre matin ont gelé l'anémomètre du mât météo. Il en résulte qu'aucune donnée de vitesse de vent n'est disponible à partir de cette date.

Les mesures acoustiques ont été menées principalement par vents de secteurs sud-ouest et Nord-Est (2 secteurs dominants du site).



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 secteurs de vent dominants).

Vitesse du vent au niveau des microphones :

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

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

Or, l'exploitation des mesures se limite à des vitesses de vents standardisées à 10 m de l'ordre de 9 m/s.

De plus, cette estimation est réalisée 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.

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

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

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

6. SITUATION ACOUSTIQUE INITIALE

Les chronogrammes et les courbes de corrélation sont présentés en annexe.

6.1. Indicateurs de bruit résiduel

Les tableaux ci-dessous présentent les indicateurs de bruit résiduel calculés au voisinage à l'extérieur des habitations, en fonction des différentes vitesses de vent.

Ce sont ces valeurs de bruit résiduel qui seront à prendre en compte dans le cadre de l'étude d'impact acoustique prévisionnelle.

Période diurne *

Vit. du vent standardisée à 10 m en m/s	PERIODE JOUR - Niveaux sonores en dB(A)				
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
	<i>La Verdrie</i>	<i>La Genais</i>	<i>L'Angevinière</i>	<i>La Giraudière</i>	<i>La Raudière</i>
3	36,0	28,2	25,5	29,0	29,9
4	37,0	28,3	26,6	29,9	30,7
5	37,9	28,9	28,4	30,0	31,8
6	39,8	32,0	32,2	30,6	34,5
7	41,1	35,4	34,1	34,1	36,0
8	43,1	38,5	38,5	36,2	37,9

* se référer au chapitre " Protocole " pour le choix des périodes d'observation et pour la définition des indicateurs sonores présentés ci-dessus.

Commentaire : Les niveaux sonores à 8 m/s ont été estimés sur la base des nuages de points observés aux classes de vent inférieures (cf. allures des nuages de points en annexes).

Période nocturne *

Vit. du vent standardisée à 10 m en m/s	PERIODE NUIT - Niveaux sonores en dB(A)				
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
	<i>La Verdrie</i>	<i>La Genais</i>	<i>L'Angevinière</i>	<i>La Giraudière</i>	<i>La Raudière</i>
3	22,5	20,8	20,2	22,0	21,5
4	23,0	21,6	20,7	22,0	21,2
5	24,4	23,0	23,2	23,2	23,1
6	25,4	23,9	25,7	24,6	24,9
7	26,5	26,7	28,4	26,0	27,7
8	27,5	28,0	30,0	27,5	29,0

* se référer au chapitre " Protocole " pour le choix des périodes d'observation et pour la définition des indicateurs sonores présentés ci-dessus.

Commentaire : En période nocturne, les niveaux sonores à 8 m/s ont été estimés sur la base des nuages de points observés aux classes de vent inférieures (cf. allures des nuages de points en annexes).

6.2. Analyse qualitative des niveaux de bruit résiduel

Les niveaux sonores mesurés dans l'ensemble sont représentatifs d'une zone calme non impactée par une circulation routière importante, et en période hivernale.

7. CONCLUSION

Dans le cadre du projet éolien de Saint Maurice - Etusson (79), la société **Ferme Eolienne de Saint Maurice**, en qualité de développeur, a confié à ALHYANGE l'étude d'impact acoustique.

L'objet de la mission est de caractériser l'impact acoustique du futur parc éolien au niveau des habitations qui seront potentiellement les plus exposées.

Le présent rapport détaille les résultats des mesures de l'état initial.

Des mesures acoustiques permettant de quantifier la situation acoustique initiale ont été réalisées en 5 points représentatifs du 22 décembre 2016 au 1^{er} janvier 2017 conformément au projet de norme Pr NF S 31-114 « Mesurage du bruit dans l'environnement avant installation éolienne ».

Les indicateurs de bruit résiduel calculés pour chaque point sont présentés ci-avant dans les tableaux chapitre 6 et sont détaillés en Annexe.

Ce sont ces valeurs de bruit résiduel qui seront à prendre en compte dans le cadre de l'étude d'impact acoustique prévisionnelle.

8. ANNEXES

- **A1** **PHOTOGRAPHIES DES POINTS DE MESURE**
- **A2 à A8** **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
- **A9** **MATERIEL UTILISE**
- **A10** **NOTIONS D'ACOUSTIQUE**

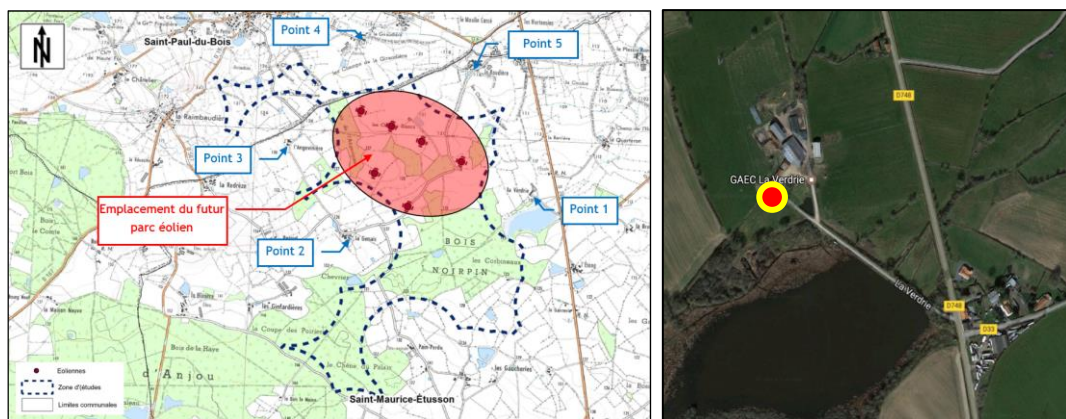
A1. PHOTOGRAPHIES DES POINTS DE MESURE

Point 1 - La Verdrie	Point 2 - La Genais
	
Point 3 - L'Angevinière	Point 4 - La Giraudière
	
Point 5 - La Raudière	
	

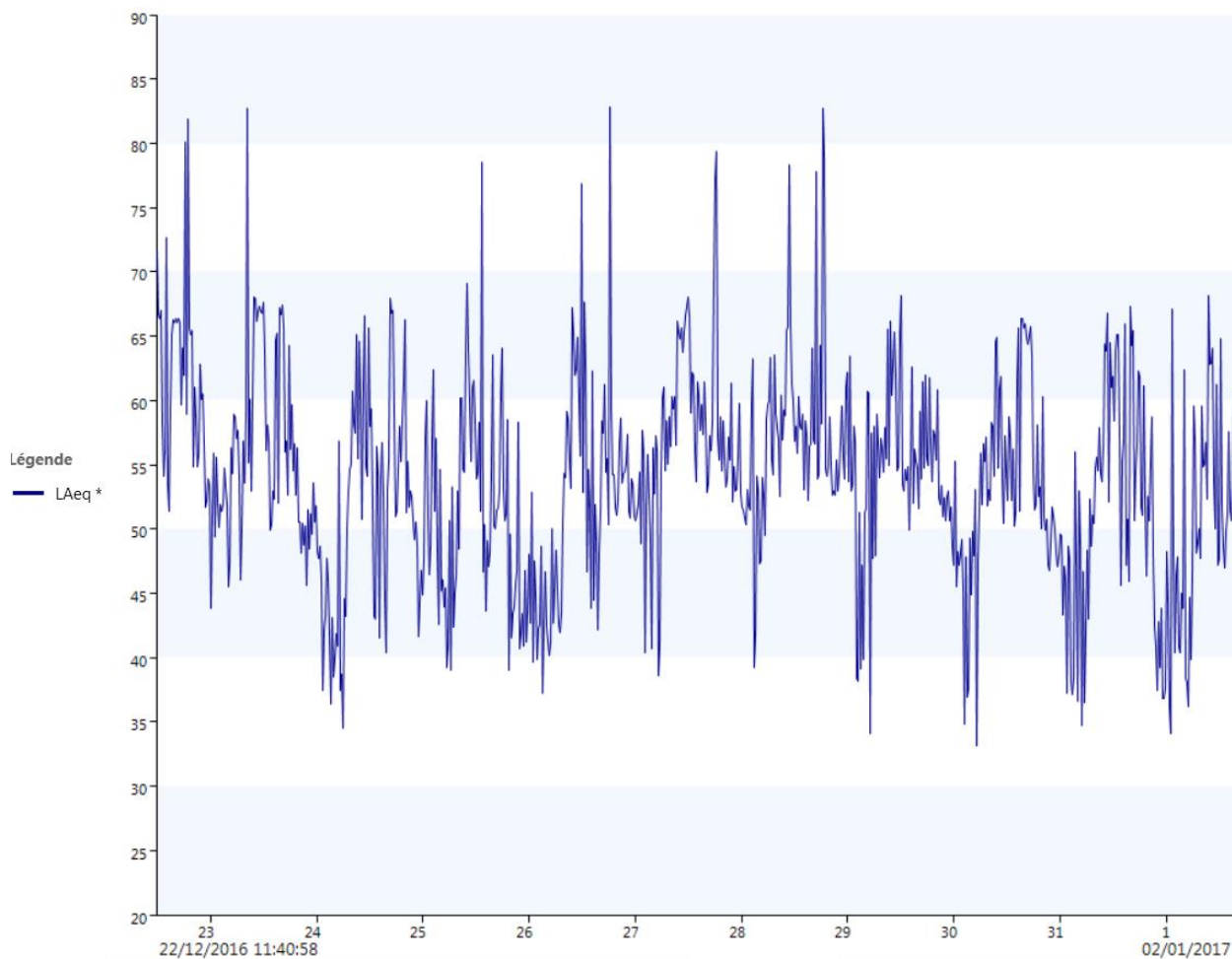
A2. RESULTATS DETAILLES AU POINT 1

Point 1 - La Verdrie

Implantation



Chronogramme de mesure



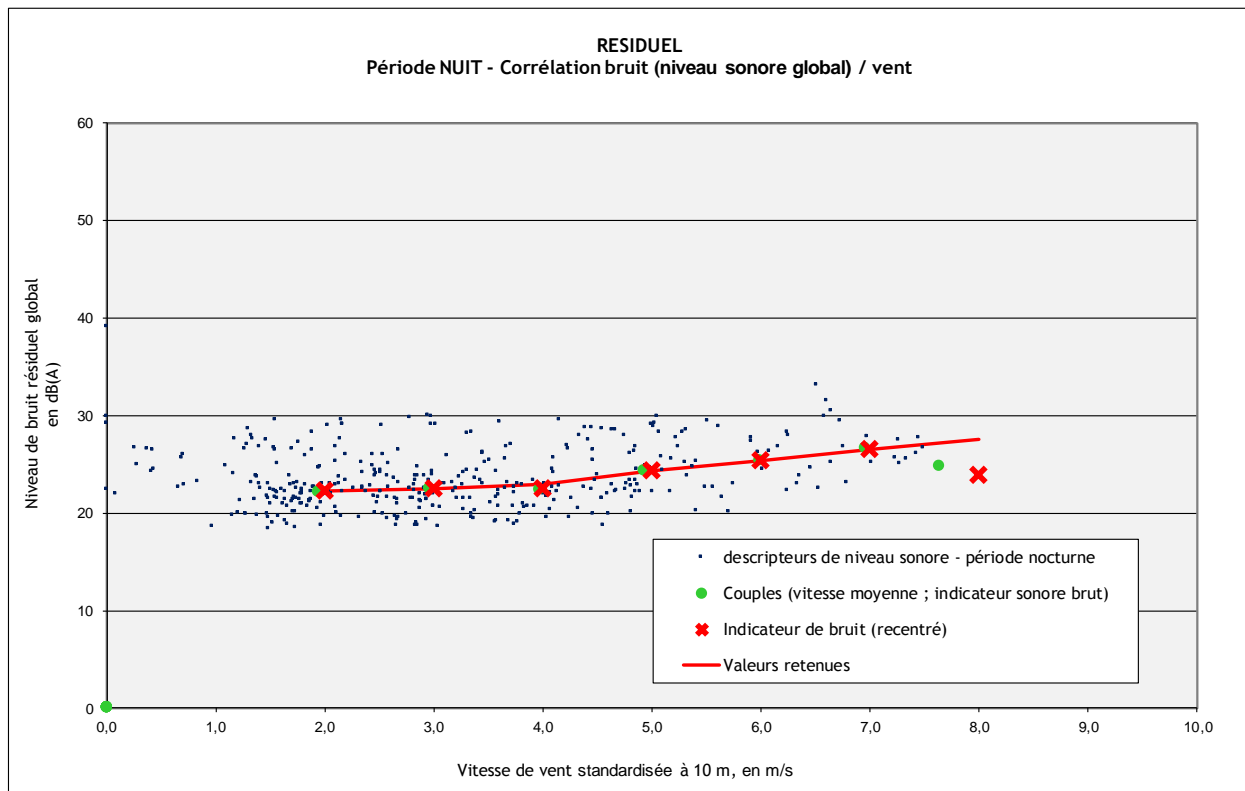
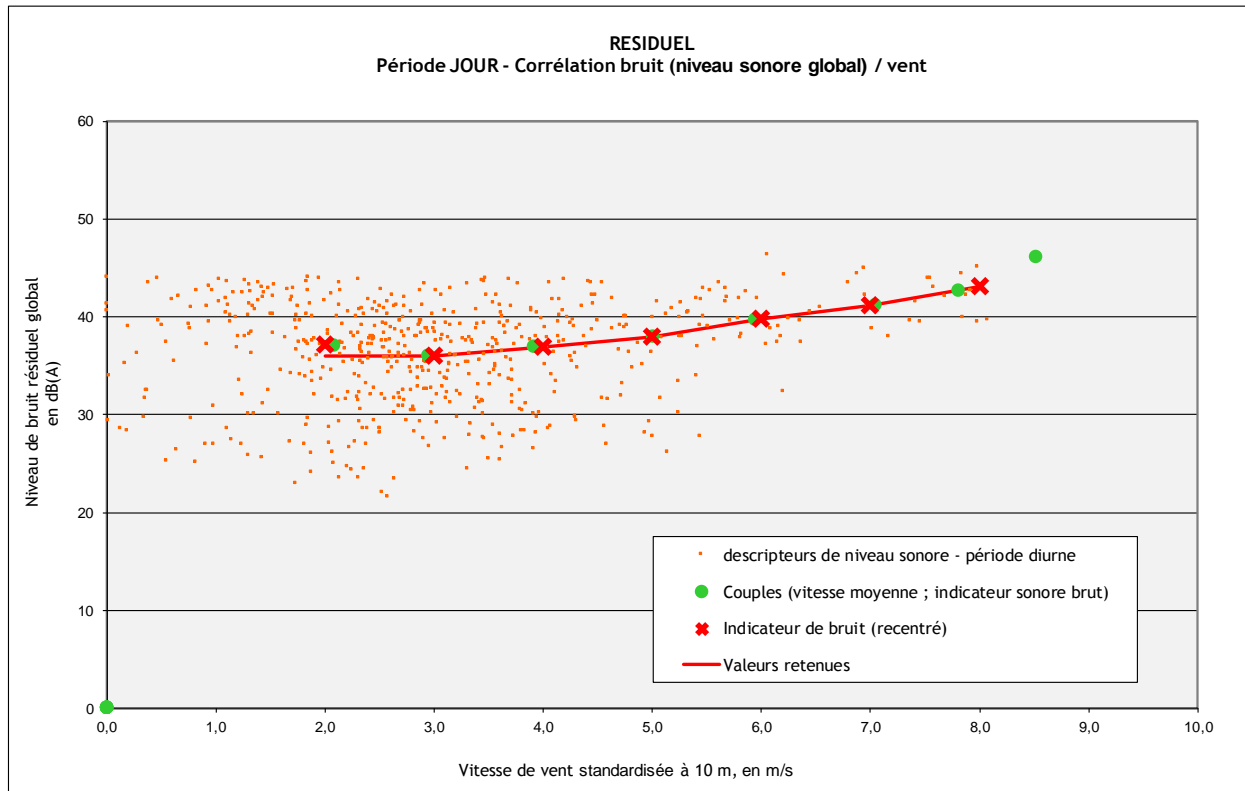
Sources de bruit prédominantes :

- Passage de véhicules sur la D 748 ;
- Bruit de l'action du vent dans la végétation.

Point 1 - Nombre de descripteurs obtenus par classe de vitesse de vent

Nombre de descripteurs obtenus Point 1			
Vitesse du vent standardisée à 10 m en m/s	Phase	Période JOUR	Période NUIT
2	Résiduel	128	98
3	Résiduel	172	86
4	Résiduel	101	61
5	Résiduel	47	49
6	Résiduel	26	18
7	Résiduel	11	18
8	Résiduel	11	1

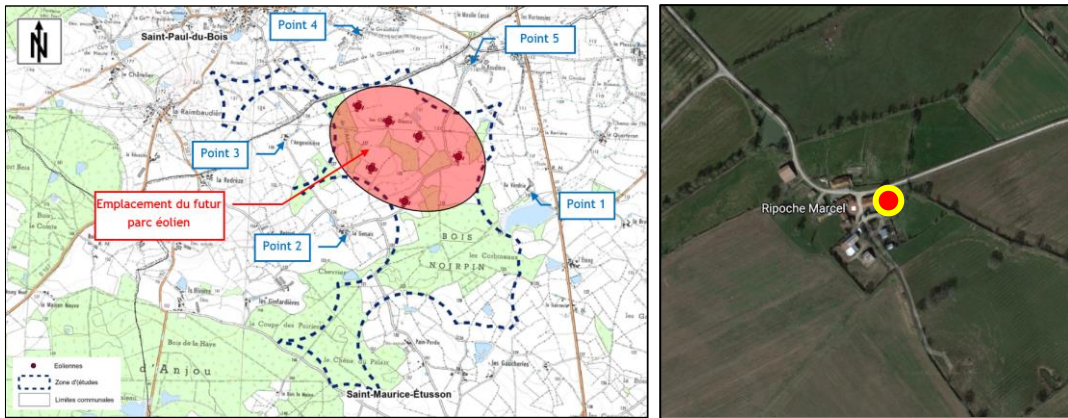
Point 1 - Nuages de points et corrélations du niveau sonore global / vitesse du vent.



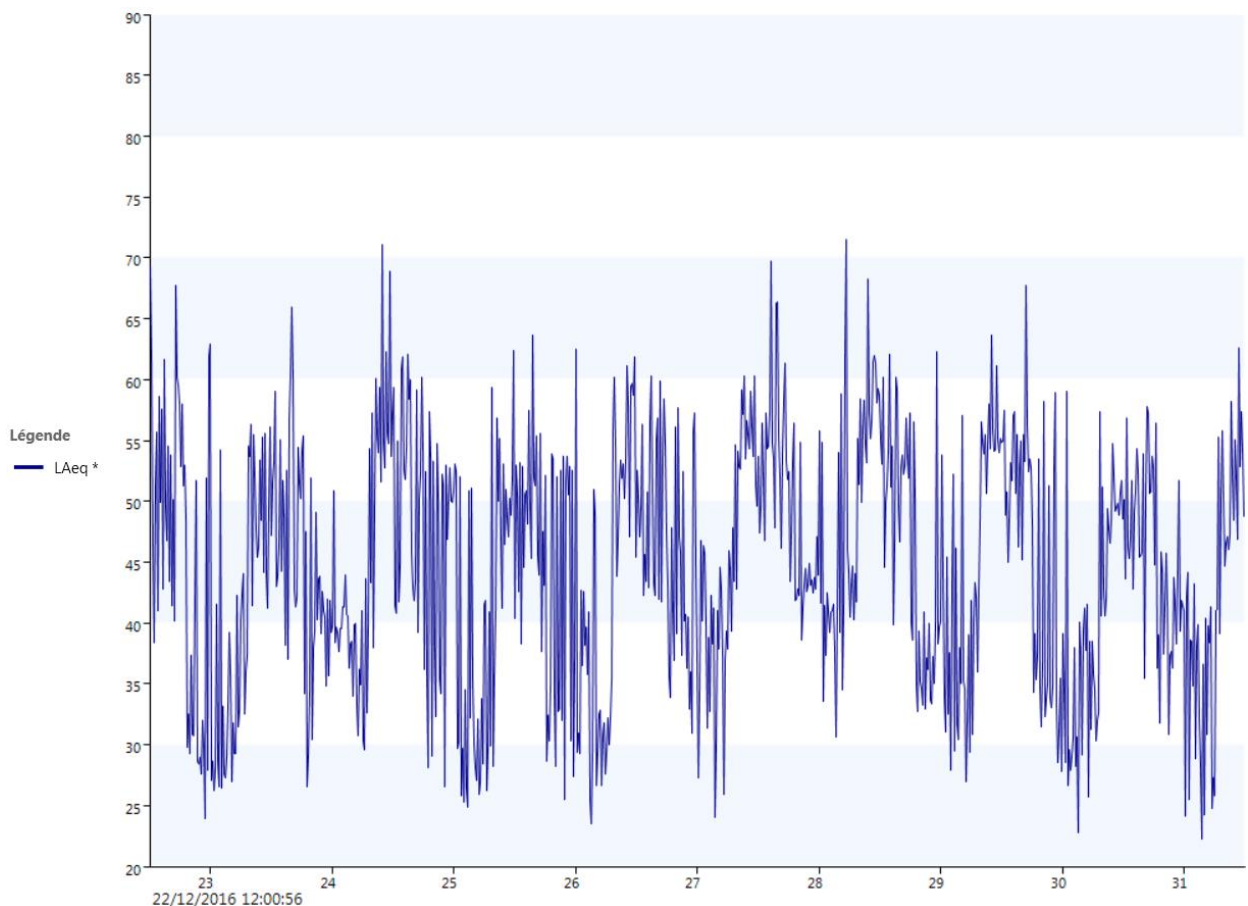
A3. RESULTATS DETAILLES AU POINT 2

Point 2 - La Genais

Implantation



Chronogramme de mesure



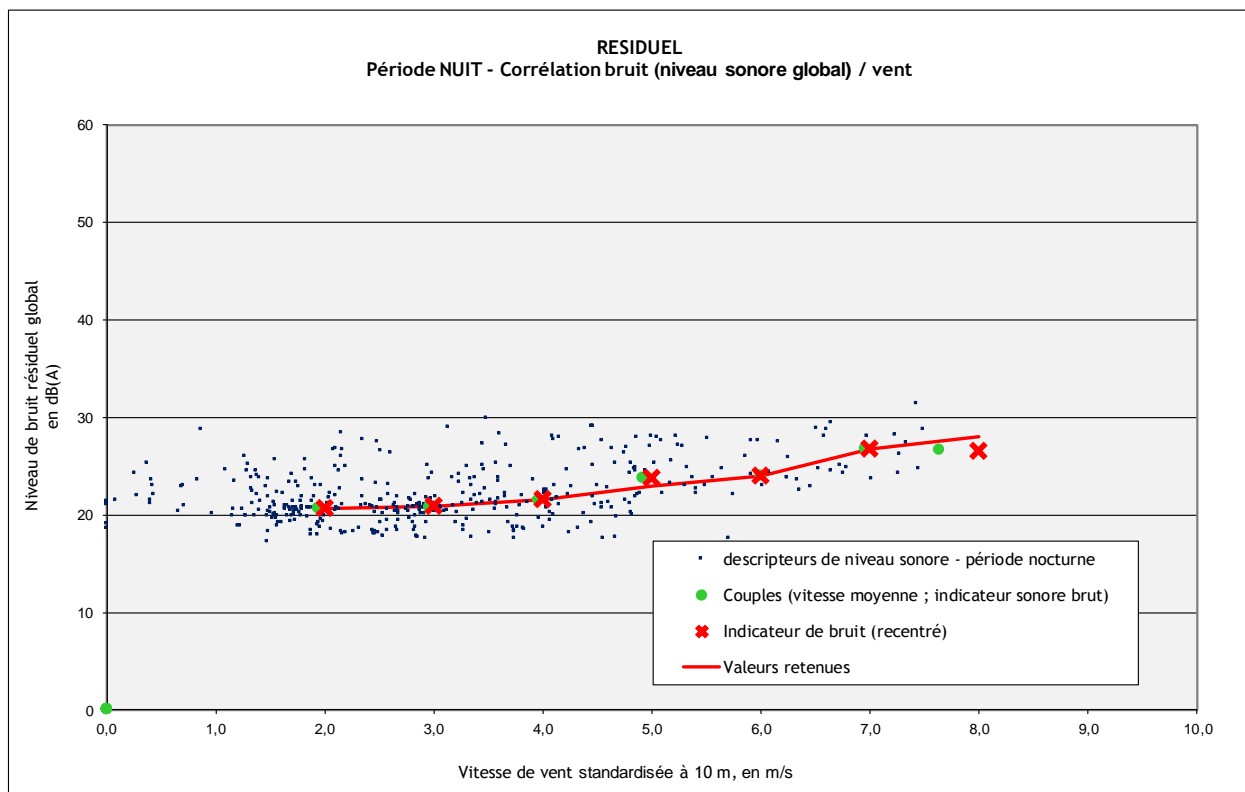
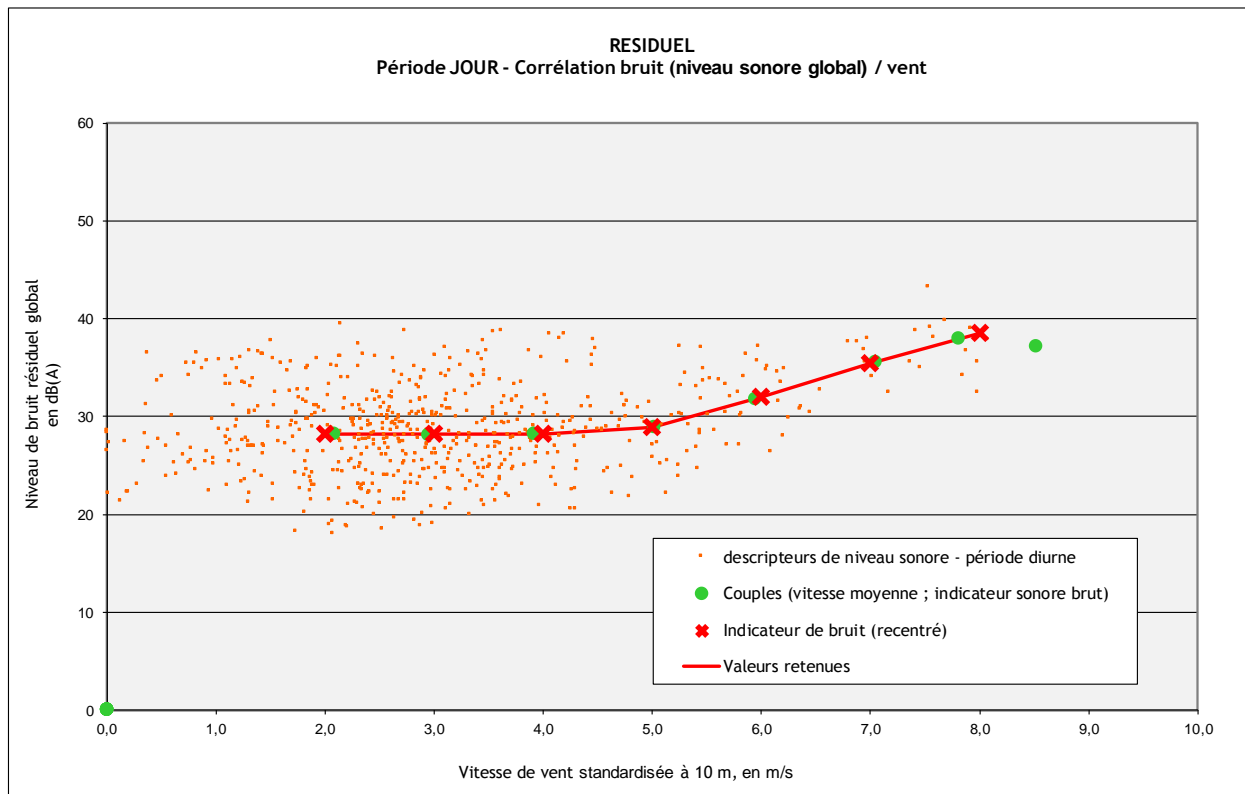
Source de bruit prédominante :

- Bruit de l'action du vent dans la végétation.

Point 2 - Nombre de descripteurs obtenus par classe de vitesse de vent

Nombre de descripteurs obtenus Point 2			
Vitesse du vent standardisée à 10 m en m/s	Phase	Période JOUR	Période NUIT
2	Résiduel	143	105
3	Résiduel	190	96
4	Résiduel	111	60
5	Résiduel	50	46
6	Résiduel	28	18
7	Résiduel	11	18
8	Résiduel	11	1

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



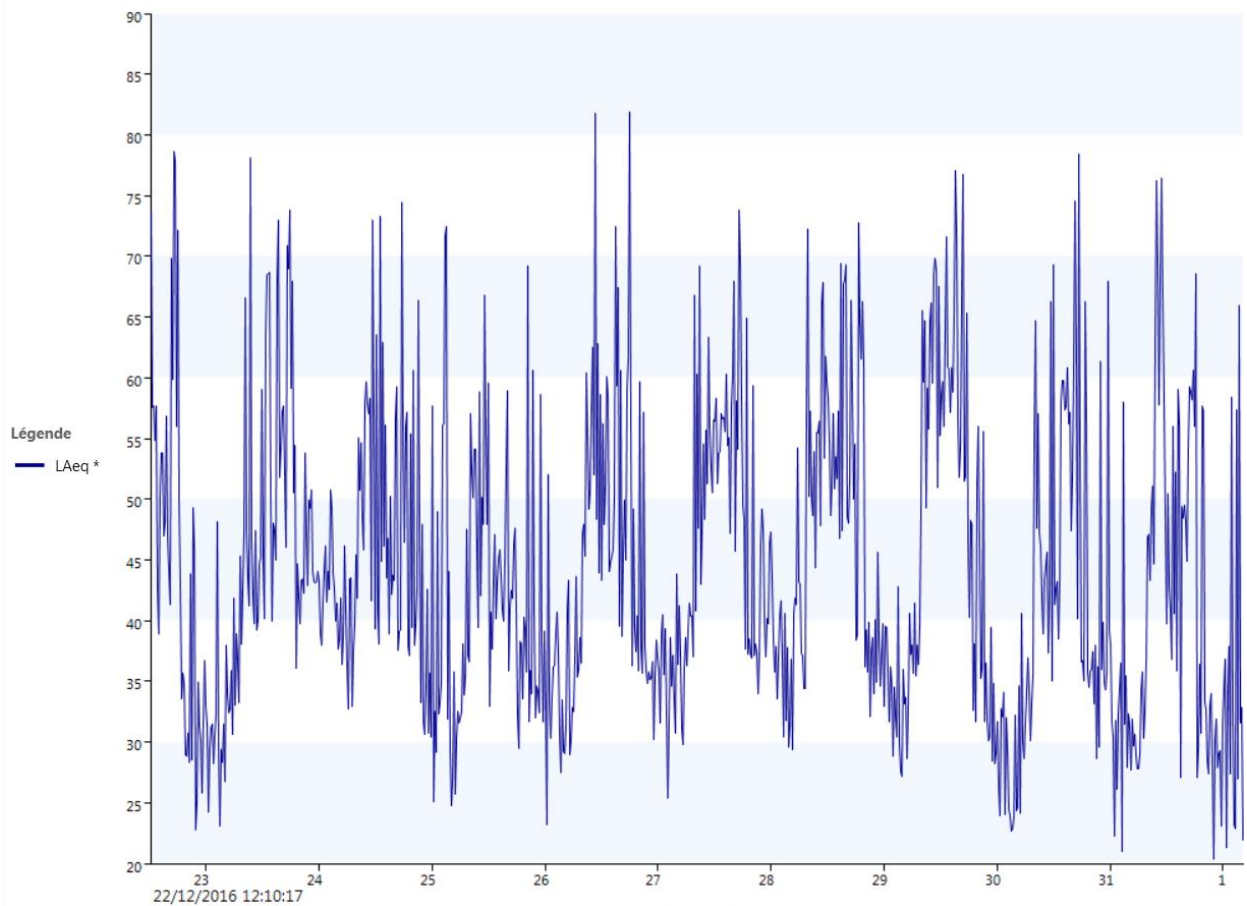
A4. RESULTATS DETAILLES AU POINT 3

Point 3 - L'Angevinière

Implantation



Chronogramme de mesure



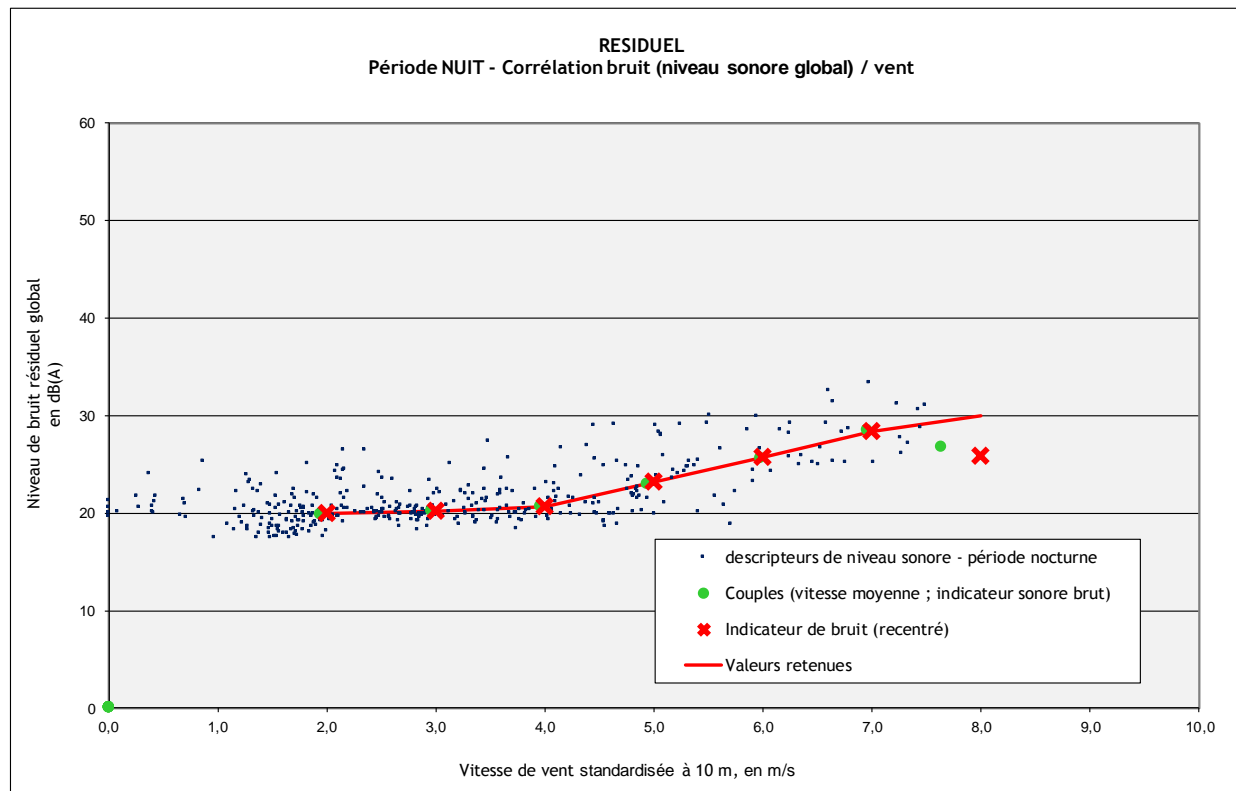
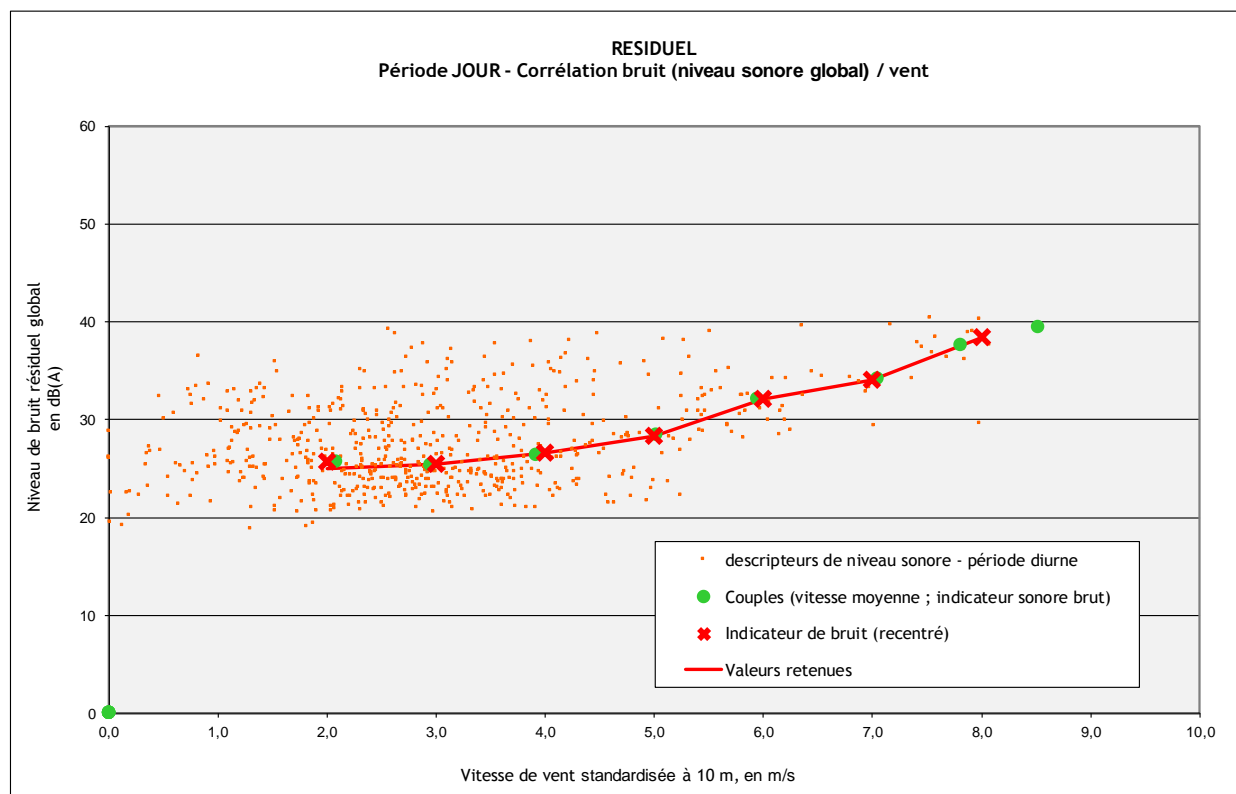
Source de bruit prédominante :

- Bruit de l'action du vent dans la végétation.

Point 3 - Nombre de descripteurs obtenus par classe de vitesse de vent

Nombre de descripteurs obtenus Point 3			
Vitesse du vent standardisée à 10 m en m/s	Phase	Période JOUR	Période NUIT
2	Résiduel	143	103
3	Résiduel	189	96
4	Résiduel	111	60
5	Résiduel	51	49
6	Résiduel	28	20
7	Résiduel	11	18
8	Résiduel	11	1

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



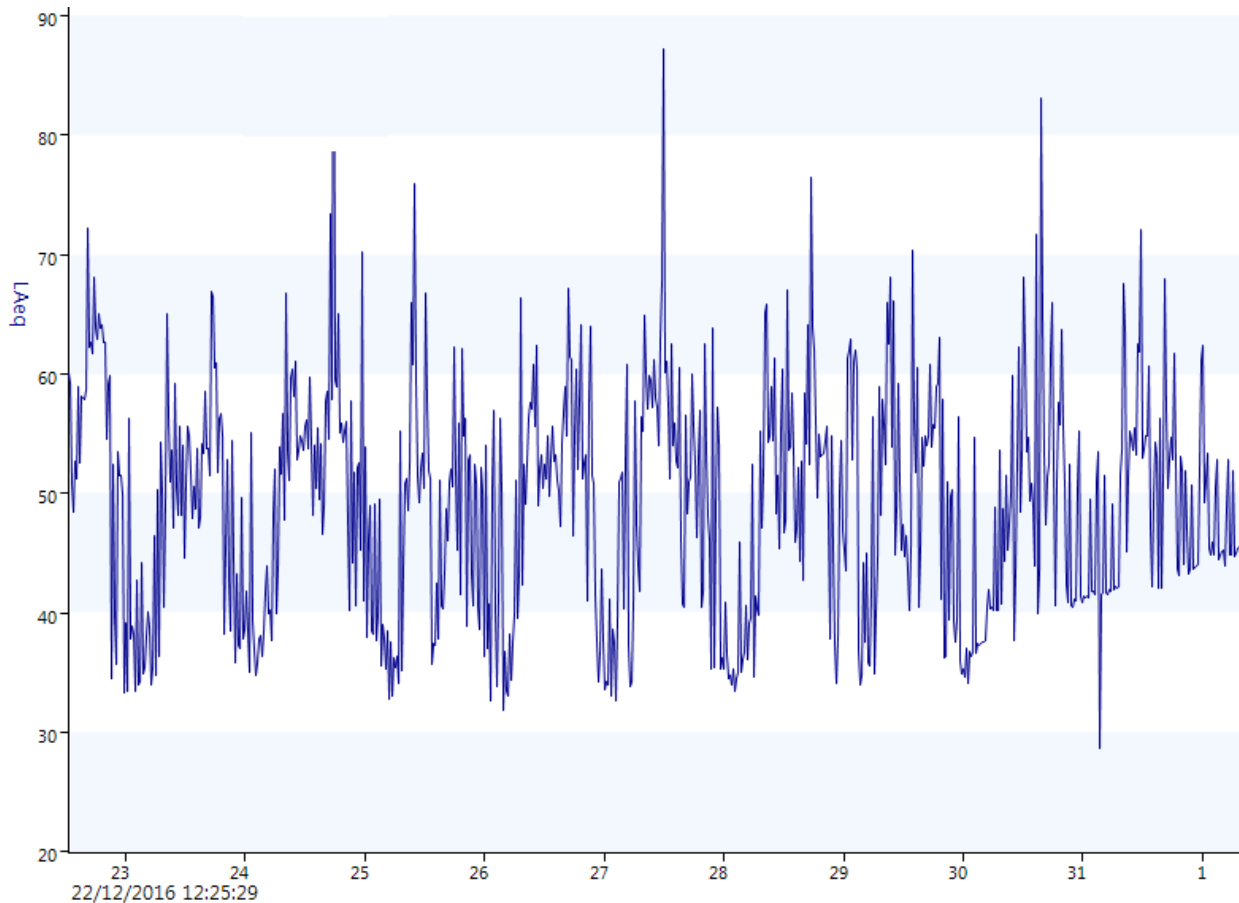
A5. RESULTATS DETAILLES AU POINT 4

Point 4 - La Giraudière

Implantation



Chronogramme de mesure



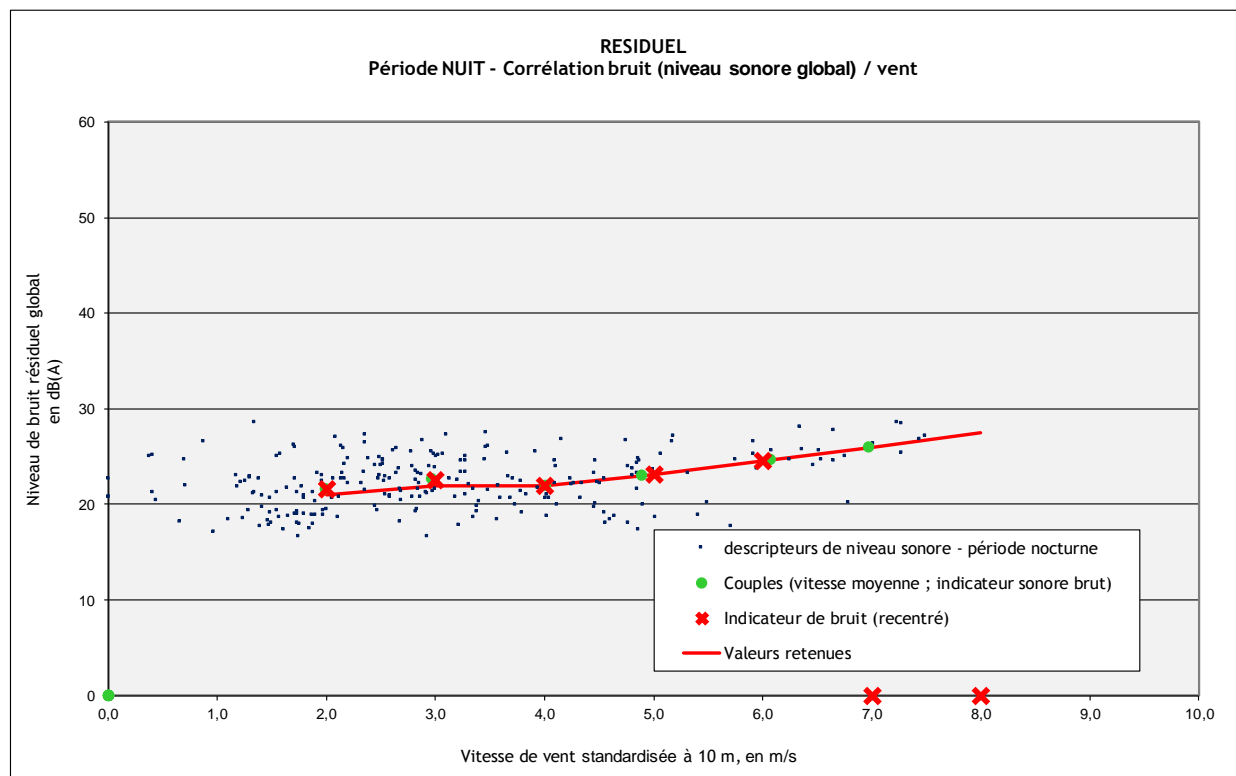
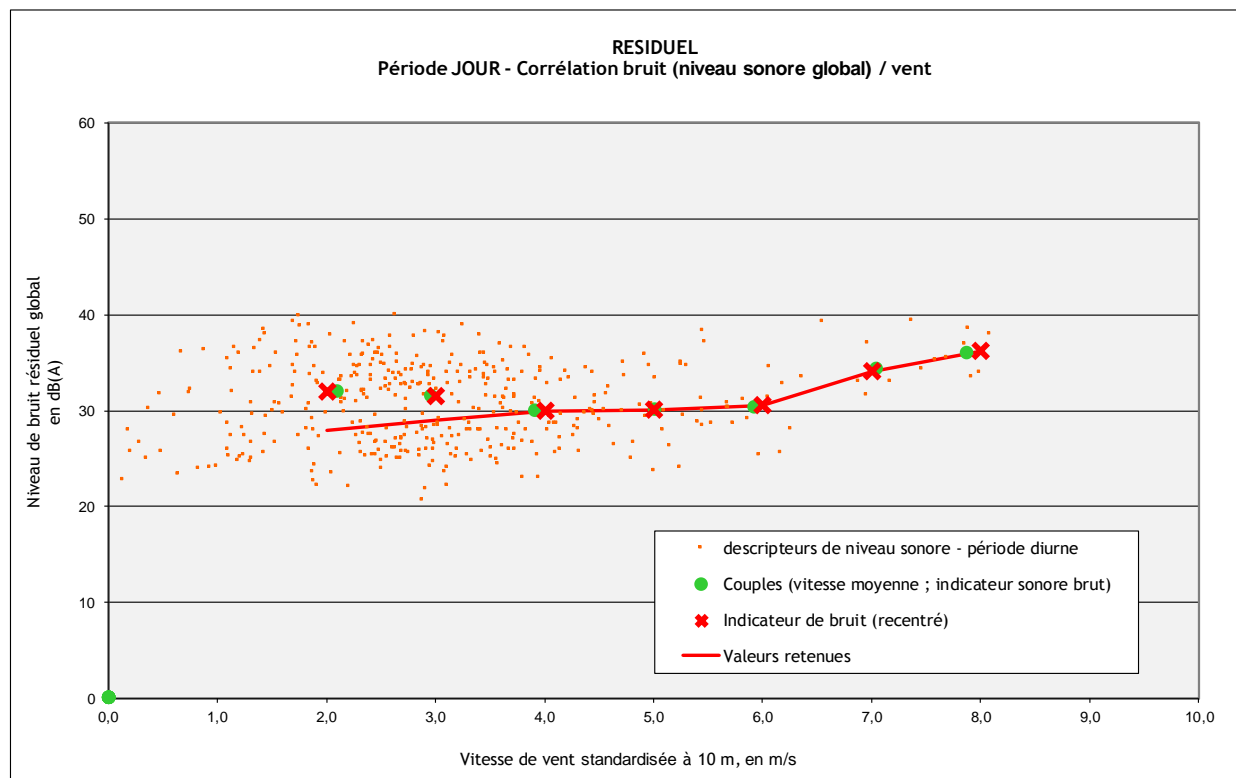
Sources de bruit prédominantes :

- Activité agricole à proximité ;
- Bruit lié à un équipement technique en fonctionnement intermittent (le bruit lié à cet équipement a été retiré des résultats de mesure) ;
- Bruit de l'action du vent dans la végétation

Point 4- Nombre de descripteurs obtenus par classe de vitesse de vent

Nombre de descripteurs obtenus Point 4			
Vitesse du vent standardisée à 10 m en m/s	Phase	Période JOUR	Période NUIT
2	Résiduel	93	62
3	Résiduel	135	64
4	Résiduel	74	34
5	Résiduel	32	27
6	Résiduel	14	11
7	Résiduel	8	12
8	Résiduel	8	0

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



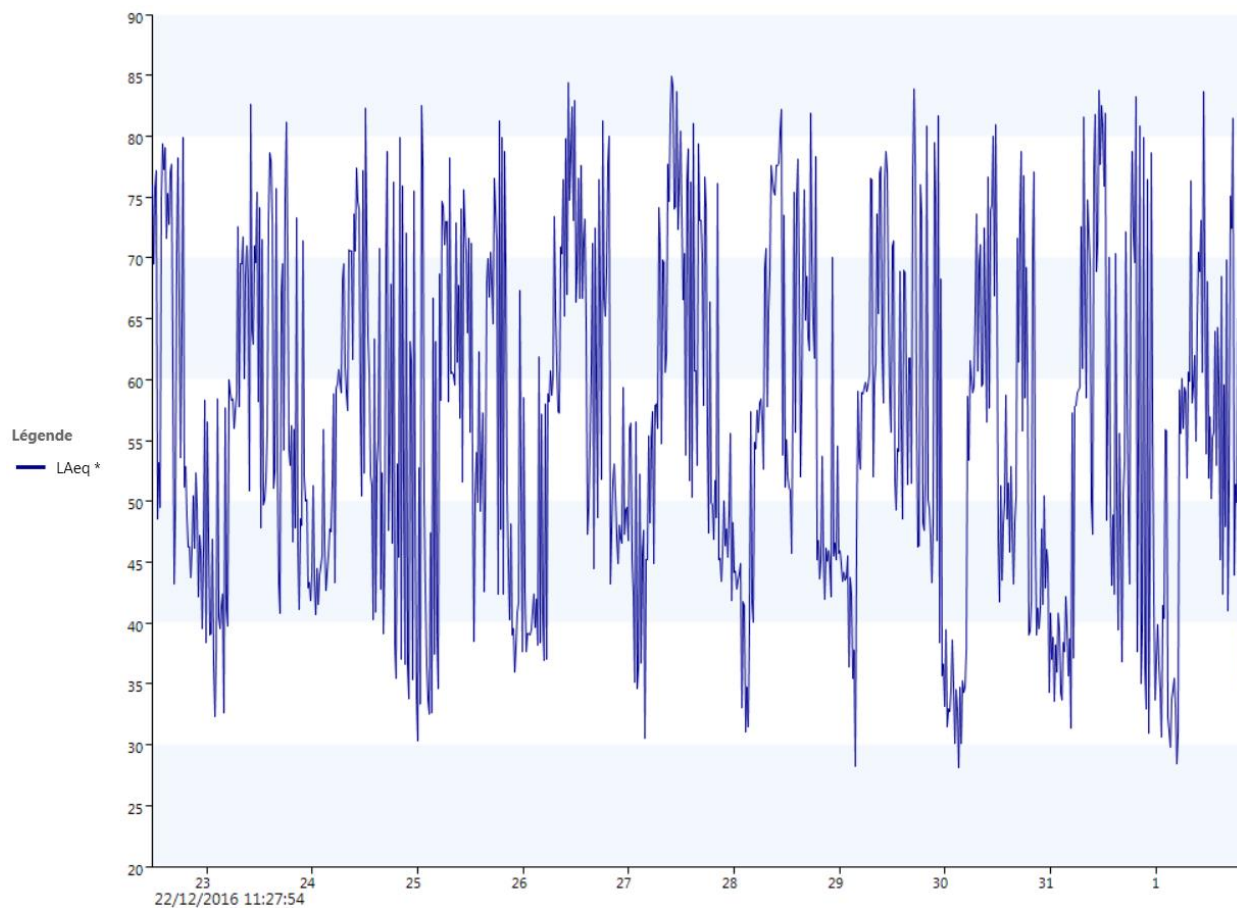
A6. RESULTATS DETAILLES AU POINT 5

Point 5 - La Raudière

Implantation



Chronogramme de mesure



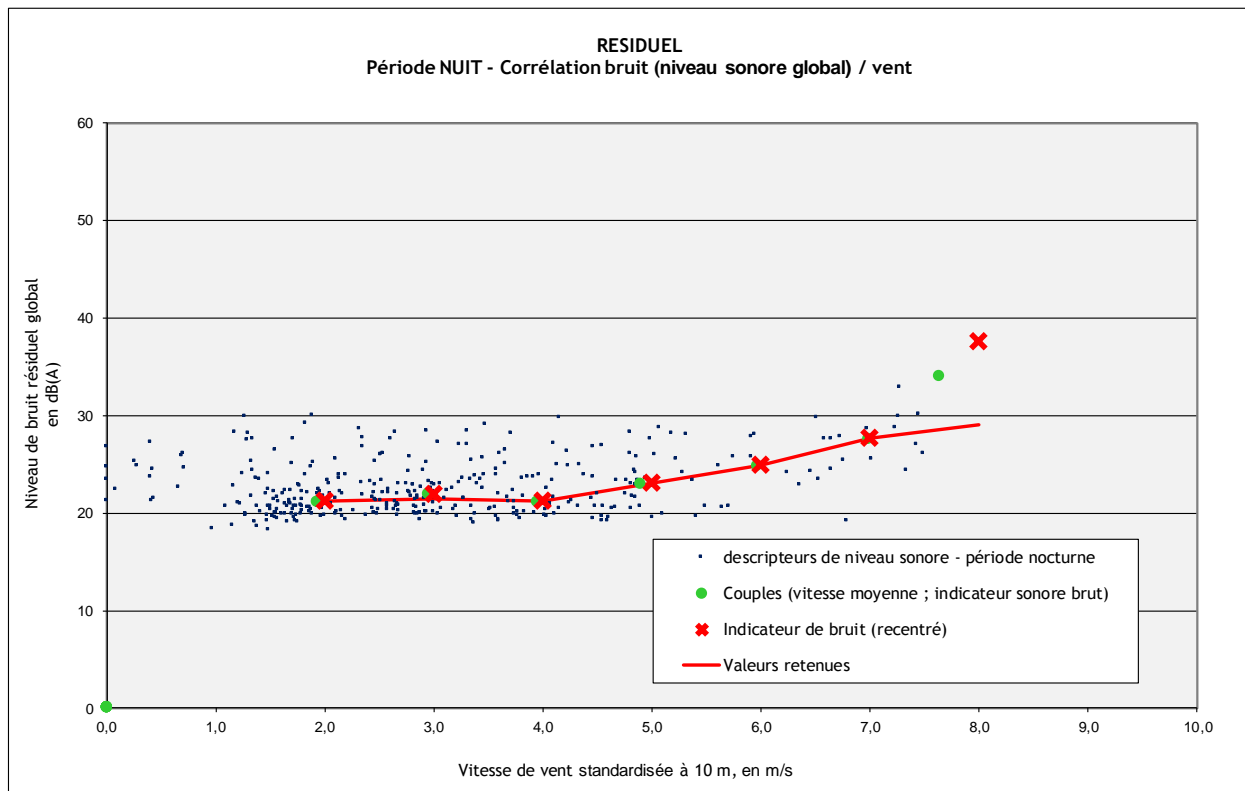
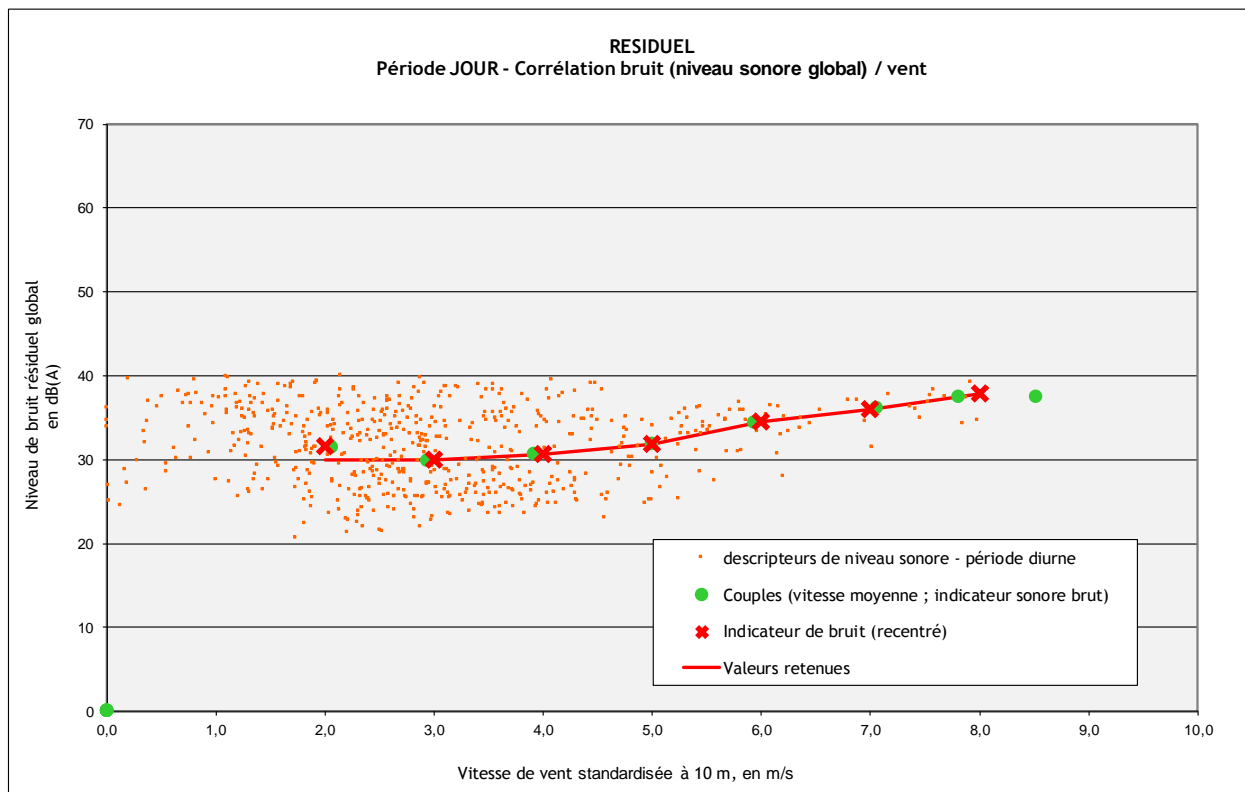
Sources de bruit prédominantes :

- Activité agricole à proximité (passages de tracteurs, ...)
- Bruit de l'action du vent dans la végétation ;
- Passage de véhicules sur la D 748.

Point 5 - Nombre de descripteurs obtenus par classe de vitesse de vent

Nombre de descripteurs obtenus Point 5			
Vitesse du vent standardisée à 10 m en m/s	Phase	Période JOUR	Période NUIT
2	Résiduel	144	98
3	Résiduel	175	90
4	Résiduel	105	56
5	Résiduel	48	37
6	Résiduel	26	11
7	Résiduel	10	17
8	Résiduel	11	1

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



A7. MATERIEL UTILISE

Instruments de mesures acoustiques

Matériel	ID	N° Série	Préamplificateur	Microphone
Sonomètres Cirrus	17A	G078588	6014F	207427D
	19A	G078595	6004F	207429D
	20A	G078596	5992F	207422D
	21A	G078597	5972F	207424D
	24A	G078601	6013F	207903D

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

Logiciels

Logiciel	Version	Description
NoiseTools	1.6	Analyse des mesures acoustiques dans l'environnement

A8. NOTIONS ACOUSTIQUES

Lp

Niveau de pression acoustique donné à une distance de la source et perçu en ce point.

Le Lp global s'exprime en dB(A) ; le Lp par fréquence s'exprime en dB.

Lw

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

Le Lw global s'exprime en dB(A) ; le Lw par fréquence s'exprime en dB.

Courbe ISO / NR

La courbe à laquelle un spectre mesuré peut être comparé. Elle permet une qualification et une quantification du bruit mesuré en fonction des fréquences (d'après la norme NF S 30-010).

Bruit résiduel

C'est le niveau de pression acoustique moyen du bruit d'ambiance à l'endroit et au moment de la mesure en l'absence du bruit particulier considéré comme perturbateur.

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.

Emergence

Modification temporelle du niveau de bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier.

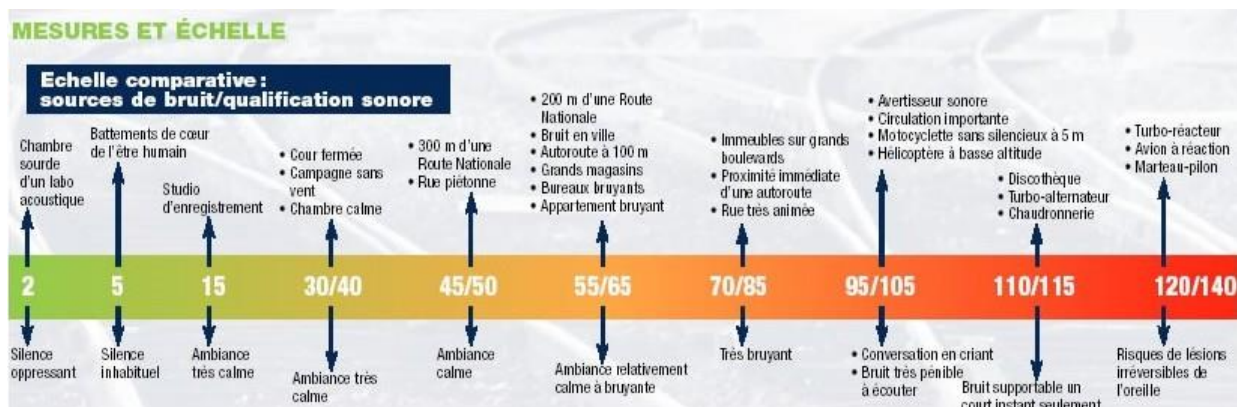
Perception oreille

20 Hz - 20 000 Hz.

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).



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Alhyange Bretagne Sud

SIEGE SOCIAL ABS :
14 rue du Rouz
29900 CONCARNEAU
02.98.90.48.15
bzh@alhyange.com

BRETAGNE
7 imp de la Petite Garenne
56000 VANNES
02.97.47.48.05
bzh@alhyange.com

PAYS DE LOIRE
1 Bd Paul CHABAS
44100 NANTES
02.85.67.00.80
grandouest@alhyange.com

Agence Alhyange

ILE DE FRANCE - Siège social
192 rue du Faubourg Saint-Martin
75010 PARIS
01.43.14.29.01
info@alhyange.com

SUD-EST
102 rue Masséna
69006 LYON
04.82.53.89.69
sud-est@alhyange.com

CENTRE LOIRE
12 rue du Docteur Fournier
37000 TOURS
02.45.47.10.40
touraine@alhyange.com

www.acoustique.eu

PROJET EOLIEN DE SAINT MAURICE

SAINT MAURICE - ETUSSON (79)

ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE

*Version modifiée suite à la demande de compléments
de la Préfecture du 12 février 2018*

DEVELOPPEUR

**FERME EOLIENNE
DE SAINT MAURICE**

233 rue du Faubourg Saint-Martin
75010 Paris

REDACTION : Renan LE GOAZIOU
APPROBATION : Sylvain DEVAUX

REFERENCE : ABS 16/19890
INDICE : Ind4
DATE : 14/09/2018

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. PROTOCOLE DE REALISATION DES CALCULS PREVISIONNELS	4
2.1. Méthodologie.....	4
2.2. Détermination des modes de fonctionnement des éoliennes.....	5
2.3. Emplacement des éoliennes	6
2.4. Points de calcul.....	7
2.5. Caractéristiques acoustiques des éoliennes	8
3. RESULTATS DES CALCULS ACOUSTIQUES PREVISIONNELS	9
3.1. Résultats au voisinage en période diurne - Secteur Sud-Ouest.....	9
3.2. Résultats au voisinage en période nocturne - Secteur Sud-Ouest.....	11
3.3. Résultats au voisinage en période diurne - Secteur Nord-Est	13
3.4. Résultats au voisinage en période nocturne - Secteur Nord-Est	15
3.5. Cartes de bruit particulier des éoliennes	17
3.6. Niveaux sonores sur le périmètre de mesure	19
3.7. Évaluation des tonalités marquées.....	19
4. CONCLUSION	20
5. ANNEXES	21
A1. RESULTATS AU VOISINAGE EN PERIODE DIURNE - SECTEUR SUD-OUEST	22
A2. RESULTATS AU VOISINAGE EN PERIODE NOCTURNE - SECTEUR SUD-OUEST	23
A3. RESULTATS AU VOISINAGE EN PERIODE DIURNE - SECTEUR NORD-EST	25
A4. RESULTATS AU VOISINAGE EN PERIODE NOCTURNE - SECTEUR NORD-EST	27
A5. FICHES TECHNIQUES - EXTRAITS	29
A6. RECHERCHE DE TONALITES MARQUEES	30
A7. NOTIONS ACOUSTIQUES	32

1. OBJET

Dans le cadre du projet éolien de Saint Maurice - Etusson (79), la société **Ferme Eolienne de Saint Maurice**, en qualité de développeur, a confié à ALHYANGE l'étude d'impact acoustique.

L'objet de la mission est de caractériser l'impact acoustique du futur parc éolien au niveau des habitations qui seront potentiellement les plus exposées.

La mission se décompose selon les étapes suivantes :

1. Etat initial :

- Mesures acoustiques du niveau de bruit résiduel pendant 10 jours en plusieurs points représentatifs. La campagne de mesures acoustiques a été réalisée du 22 décembre 2016 au 1er janvier 2017. Cependant, en raison des conditions météorologiques (températures négatives à partir du 30 décembre qui ont gelé l'anémomètre), l'analyse des niveaux sonores a été réalisée du 22 au 30 décembre 2016.
- Détermination des indicateurs de bruit résiduel, en périodes diurne et nocturne, en fonction de la vitesse du vent.

2. Etude prévisionnelle :

- Modélisation 3D du site projeté ;
- Calcul des émergences sonores prévisionnelles ;
- Analyse réglementaire ;
- Détermination d'un plan de fonctionnement optimisé.

Le rapport n° ABS_16_19890_RPM_RLG_ind3 de septembre 2018 détaille les résultats des mesures de l'état initial.

Le présent rapport détaille les résultats des calculs prévisionnels réalisés pour 6 éoliennes de type Nordex N131 de 3.0 MW et avec STE (dispositif de réduction des turbulences aérodynamiques et de l'impact acoustique) sur mâts de 99 m.

NB : Les textes rédigés en bleu dans le présent document correspondent aux ajouts effectués suite à la demande de compléments de la Préfecture du 12 février 2018.

2. PROTOCOLE DE REALISATION DES CALCULS PREVISIONNELS

2.1. 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), données fournies par le constructeur.

Prise en compte des secteurs de vents dominants :

Afin d'optimiser les plans de fonctionnement 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.

Le plan de fonctionnement est donc défini selon deux secteurs de vent (choisi en concertation avec le développeur du projet sur la base de la rose des vents dans la zone d'étude) :

- Vent de secteur sud-ouest (225°) ;
- Vent de secteur nord-est (45°).

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

2.2. Détermination des modes de fonctionnement des éoliennes

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

Le bridage consiste à modifier 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'éolienne proposent des modes de fonctionnement adaptés offrant des gains 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 réduites. Certains modes de fonctionnement réduits sont efficaces pour les faibles vitesses de vent puis moins 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, et pour chaque période d'observation (périodes jour et nuit), 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 éclectique optimale.

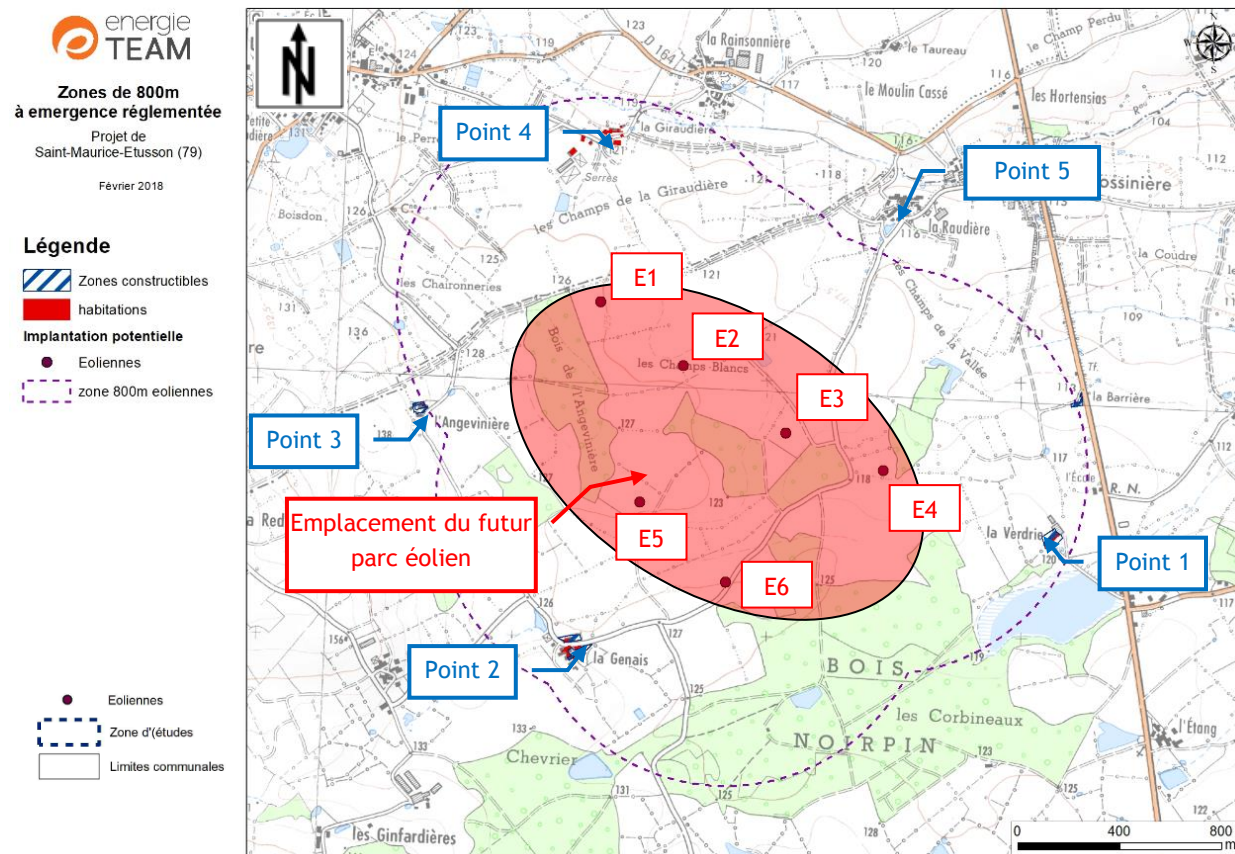
Nous calculons la contribution sonore de chacune des éoliennes séparément (E1, E2, E3...) sur chacun des points récepteurs étudiés (habitations).

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

2.3. Emplacement des éoliennes

Le plan suivant présente le projet d'implantation des éoliennes, les zones à émergences réglementées et les emplacements des points de calculs :



Commentaire : Les points de calculs correspondent aux différents emplacements des mesures acoustiques réalisées pour le diagnostic de l'état sonore initial et correspondent également aux ZER les plus proches du projet.

Point	Nom propriétaire	Lieu-dit
1	M. VERGNAUD	La Verdrie
2	M. et Mme RIPOCHE	La Genais
3	M. MAROLLEAU	L'Angevinière
4	M. DAVY	La Giraudière
5	M. BRUNET	La Raudière

Le tableau suivant présente les coordonnées des éoliennes :

Eolienne	Coordonnées / système de projection
	Lambert 93
E1	X 432210 - Y 6669607
E2	X 432533 - Y 6669355
E3	X 432935 - Y 6669091
E4	X 433318 - Y 6668944
E5	X 432363 - Y 6668821
E6	X 432698 - Y 6668506

2.4. Points de calcul

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

Commentaire : Il n'a pas été effectué de calcul au niveau de la ZER « La Barrière ». En effet, cette ZER étant située à proximité immédiate de la RD 748, son niveau sonore résiduel est donc plus élevé que le niveau sonore résiduel mesuré en P1 (situé à environ 250 m de la RD 748). De plus le point P1 est plus proche du projet de parc éolien que la ZER « La Barrière ». Il en résulte que le point P1 est plus contraignant, d'un point de vue acoustique, que la ZER « La Barrière ».

Rappelons ici, que l'ensemble des ZER a bien été prise en compte. Les zones à émergence réglementée (ZER) étant :

- L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existants à la date de l'arrêté d'autorisation de l'installation et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cours, jardins, terrasses),
- Les zones constructibles définies par les documents d'urbanismes opposables aux tiers et publiés à la date de l'autorisation,
- L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date de l'autorisation dans les zones constructibles définies ci-dessus, et leurs parties annexes comme ci-dessus, à l'exclusion des immeubles implantés dans les ZAA et les ZAI.

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.

2.5. Caractéristiques acoustiques des éoliennes

Les simulations ont été réalisées avec des éoliennes de type Nordex N131 STE de 3.0 MW sur mât de 99 m. Les niveaux de puissance acoustique globale de ces éoliennes, en fonction des vitesse de vent à hauteur standardisées de 10 mètres, sont donnés dans le tableau suivant :

Eoliennes Nordex N131 3.0 MW - STE Hauteur du moyeu : 99 m	Niveaux de puissance acoustique Lw garantis en dB(A) vitesse de vent standardisée à 10 m en m/s									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mode Standard	92.0	95.0	100.0	101.0	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5
Mode 1 - 101.0 dB(A)	92.0	95.0	99.5	100.5	100.9	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0
Mode 2 - 100.5 dB(A)	92.0	95.0	99.0	100.0	100.4	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5
Mode 3 - 100.0 dB(A)	92.0	95.0	98.5	99.4	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Mode 4 - 99.5 dB(A)	92.0	95.0	98.0	98.8	99.3	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5
Mode 5 - 99.0 dB(A)	92.0	95.0	97.5	98.3	98.8	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
Mode 6 - 97.5 dB(A)	92.0	94.5	96.0	96.5	97.0	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5
Mode 7 - 97.0 dB(A)	92.0	94.0	95.5	96.0	96.5	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0
Mode 8 - 101.5 dB(A)	92.0	94.5	97.0	99.5	101.3	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5
Mode 9 - 101.5 dB(A)	91.0	92.2	93.5	95.0	101.3	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5

Commentaire : La puissance acoustique en fonction de la vitesse de vent (vent standardisé à 10 m en m/s) ne varie plus à partir de 8 m/s.

3. RESULTATS DES CALCULS ACOUSTIQUES PREVISIONNELS

3.1. Résultats au voisinage en période diurne - Secteur Sud-Ouest

Les résultats prévisionnels pour la période jour pour un fonctionnement standard des éoliennes présentent des impacts acoustiques **conformes**.

Pour information, le tableau suivant présente les estimations de production électrique des éoliennes sur base du mode de fonctionnement standard :

Période JOUR	Eoliennes Nordex N131 3.0MW - STE sur mâts de 99 m					
	Plan de fonctionnement retenu / vent standardisé à 10 m en m/s					
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s
E1	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E2	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E3	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E4	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E5	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E6	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
Parc complet	1564.6	4182.0	8370.6	13826.5	17315.1	17998.6

Nota : Nous prenons en compte la production électrique lors de l'établissement d'un plan de fonctionnement acoustique afin de nous assurer de la meilleure optimisation possible.

La production électrique présentée ci-dessus est une estimation réalisée par Alhyange sur base des données constructeur pour une densité d'air standard de 1,225 kg/m³, et ne peut se substituer à un calcul réalisé par l'exploitant ou le constructeur.

Les tableaux ci-dessous présentent les résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs considérés, avec le fonctionnement standard des éoliennes.

Vent standardisé à 10 m, en m/s	Eoliennes Nordex N131 3.0MW - STE sur mâts de 99 m	PERIODE JOUR - niveaux sonores en dB(A)				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
		La Verdrie	La Genais	L'Angevinière	La Giraudière	La Raudière
3	Niveau de bruit résiduel, mesuré	36.0	28.2	25.5	29.0	29.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	23.2	25.4	23.4	24.6	23.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	36.2	30.0	27.5	30.3	30.8
	Emergence	0.0	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
4	Niveau de bruit résiduel, mesuré	37.0	28.3	26.6	29.9	30.7
	Niveau de bruit particulier, calculé	26.1	28.4	26.3	27.5	26.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	37.3	31.3	29.4	31.9	32.1
	Emergence	0.5	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
5	Niveau de bruit résiduel, mesuré	37.9	28.9	28.4	30.0	31.8
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.1	33.4	31.3	32.5	31.3
	Niveau de bruit ambiant, calculé	38.7	34.7	33.1	34.5	34.6
	Emergence	1.0	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
6	Niveau de bruit résiduel, mesuré	39.8	32.0	32.2	30.6	34.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	32.1	34.4	32.3	33.5	32.3
	Niveau de bruit ambiant, calculé	40.5	36.3	35.2	35.3	36.6
	Emergence	0.5	4.5	3.0	4.5	2.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
7	Niveau de bruit résiduel, mesuré	41.1	35.4	34.1	34.1	36.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	32.6	34.9	32.8	34.0	32.8
	Niveau de bruit ambiant, calculé	41.7	38.2	36.5	37.1	37.7
	Emergence	0.5	2.5	2.5	3.0	1.5
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
8	Niveau de bruit résiduel, mesuré	43.1	38.5	38.5	36.2	37.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	32.6	34.9	32.8	34.0	32.8
	Niveau de bruit ambiant, calculé	43.4	40.0	39.5	38.3	39.0
	Emergence	0.5	1.5	1.0	2.0	1.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

" NC " : Non Calculé (non prise en compte lorsque le niveau de bruit ambiant est inférieur ou égal à 35 dB(A)). Le tableau présentant les émergences est reporté en annexe.

Commentaire : Les résultats prévisionnels obtenus sur base du plan de fonctionnement déterminé ci-avant, sont conformes aux seuils réglementaires pour un vent de secteur Sud-Ouest en période diurne

3.2. Résultats au voisinage en période nocturne - Secteur Sud-Ouest

Les résultats prévisionnels pour la période nuit pour un fonctionnement standard des éoliennes présentent des impacts acoustiques **non-conformes** pour les classes de vent à partir 7 m/s (à hauteur standardisée de 10 m) (cf. tableau présentant les résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs considérés en annexe).

Pour la période nocturne, plus sensible d'un point de vue acoustique, nous optimisons le fonctionnement des éoliennes.

Nous présentons dans le tableau ci-dessous le plan de fonctionnement proposé permettant d'assurer la conformité acoustique du parc pour un vent de secteur Sud-Ouest.

Période NUIT	Eoliennes Nordex N131 3.0MW - STE sur mâts de 99 m					
	Plan de fonctionnement retenu / vent standardisé à 10 m en m/s					
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s
E1	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard
E2	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard
E3	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard
E4	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard
E5	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode 1 - 101.0 dB(A)	Mode 2 - 100.5 dB(A)
E6	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode 1 - 101.0 dB(A)	Mode 1 - 101.0 dB(A)

Légende :

	Fonctionnement standard
	Fonctionnement réduit
x	Arrêt de l'éolienne

Nota : Le plan de fonctionnement a été défini pour des vitesses de vent comprises entre 3 et 8 m/s (classes de vent observées lors de la campagne de mesures de niveau sonore résiduel).

Pour information, le tableau suivant présente les estimations de production électrique des éoliennes sur base des modes de fonctionnement présentés dans le tableau ci-dessus :

Période NUIT	Eoliennes Nordex N131 3.0MW - STE sur mâts de 99 m					
	Estimation de la puissance électrique en kW / vent standardisé à 10 m en m/s					
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s
E1	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E2	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E3	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E4	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E5	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2810.9	2869.4
E6	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2810.9	2934.5
Parc complet	1564.6	4182.0	8370.6	13826.5	17165.2	17802.9

Nota : Nous prenons en compte la production électrique lors de l'établissement d'un plan de fonctionnement acoustique afin de nous assurer de la meilleure optimisation possible.

La production électrique présentée ci-dessus est une estimation réalisée par Alhyange sur base des données constructeur pour une densité d'air standard de 1,225 kg/m³, et ne peut se substituer à un calcul réalisé par l'exploitant ou le constructeur.

Les tableaux ci-dessous présentent les résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs considérés, avec le plan de fonctionnement optimisé présenté ci-avant.

Vent standardisé à 10 m, en m/s	Eoliennes Nordex N131 3.0 MW - STE sur mâts de 99 m APPLICATION DU PLAN DE FONCTIONNEMENT OPTIMISE	PERIODE NUIT - niveaux sonores en dB(A)				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
		<i>La Verdrie</i>	<i>La Genais</i>	<i>L'Angevinière</i>	<i>La Giraudière</i>	<i>La Raudière</i>
3	Niveau de bruit résiduel, mesuré	22.5	20.8	20.2	22.0	21.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	23.4	25.3	22.3	24.5	23.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	26.0	26.6	24.4	26.4	25.6
	Emergence	NC	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
4	Niveau de bruit résiduel, mesuré	23.0	21.6	20.7	22.0	21.2
	Niveau de bruit particulier, calculé	26.3	28.2	25.2	27.4	26.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	28.0	29.1	26.5	28.5	27.5
	Emergence	NC	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
5	Niveau de bruit résiduel, mesuré	24.4	23.0	23.2	23.2	23.1
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.3	33.2	30.2	32.4	31.3
	Niveau de bruit ambiant, calculé	32.1	33.6	31.0	32.9	31.9
	Emergence	NC	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
6	Niveau de bruit résiduel, mesuré	25.4	23.9	25.7	24.6	24.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	32.3	34.2	31.2	33.4	32.3
	Niveau de bruit ambiant, calculé	33.1	34.6	32.3	33.9	33.0
	Emergence	NC	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
7	Niveau de bruit résiduel, mesuré	26.5	26.7	28.4	26.0	27.7
	Niveau de bruit particulier, calculé	32.7	34.1	31.4	33.8	32.7
	Niveau de bruit ambiant, calculé	33.6	34.9	33.2	34.5	33.9
	Emergence	NC	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
8	Niveau de bruit résiduel, mesuré	27.5	28.0	30.0	27.5	29.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	32.7	34.0	31.3	33.8	32.7
	Niveau de bruit ambiant, calculé	33.8	35.0	33.7	34.7	34.2
	Emergence	NC	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

" NC " : Non Calculé (non prise en compte lorsque le niveau de bruit ambiant est inférieur ou égal à 35 dB(A)). [Le tableau présentant les émergences est reporté en annexe.](#)

Commentaire : Les résultats prévisionnels obtenus sur base du plan de fonctionnement déterminé ci-avant, sont conformes aux seuils réglementaires pour un vent de secteur Sud-Ouest en période nocturne.

3.3. Résultats au voisinage en période diurne - Secteur Nord-Est

Les résultats prévisionnels pour la période diurne pour un fonctionnement standard des éoliennes présentent des impacts acoustiques **non-conformes** pour la classe de vent à 5 m/s (à hauteur standardisée de 10 m) (cf. tableau présentant les résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs considérés en annexe).

Un plan de fonctionnement optimisé doit donc être défini pour réduire l'impact acoustique global du parc pour cette classe de vent.

Nous présentons dans le tableau ci-dessous le plan de fonctionnement proposé permettant d'assurer la conformité acoustique du parc.

Période JOUR	Eoliennes Nordex N131 3.0MW - STE sur mâts de 99 m					
	Plan de fonctionnement retenu / vent standardisé à 10 m en m/s					
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s
E1	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard
E2	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard
E3	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard
E4	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard
E5	Mode Standard	Mode Standard	Mode 1 - 101.0 dB(A)	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard
E6	Mode Standard	Mode Standard	Mode 2 - 100.5 dB(A)	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard

Légende :

	Fonctionnement standard
	Fonctionnement réduit
x	Arrêt de l'éolienne

Nota : Le plan de fonctionnement a été défini pour des vitesses de vent comprises entre 3 et 8 m/s (classes de vent observées lors de la campagne de mesures de niveau sonore résiduel).

Pour information, le tableau suivant présente les estimations de production électrique des éoliennes sur base des modes de fonctionnement présentés dans le tableau ci-dessus :

Période JOUR	Eoliennes Nordex N131 3.0MW - STE sur mâts de 99 m					
	Plan de fonctionnement retenu / vent standardisé à 10 m en m/s					
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s
E1	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E2	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E3	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E4	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E5	260.8	697.0	1385.8	2304.4	2885.8	2999.8
E6	260.8	697.0	1378.5	2304.4	2885.8	2999.8
Parc complet	1564.6	4182.0	8344.7	13826.5	17315.1	17998.6

Nota : Nous prenons en compte la production électrique lors de l'établissement d'un plan de fonctionnement acoustique afin de nous assurer de la meilleure optimisation possible.

La production électrique présentée ci-dessus est une estimation réalisée par Alhyange sur base des données constructeur pour une densité d'air standard de 1,225 kg/m³, et ne peut se substituer à un calcul réalisé par l'exploitant ou le constructeur.

Les tableaux ci-dessous présentent les résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs considérés, avec le plan de fonctionnement optimisé présenté ci-avant.

Vent standardisé à 10 m, en m/s	Eoliennes Nordex N131 3.0MW - STE sur mâts de 99 m	PERIODE JOUR - niveaux sonores en dB(A)				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
		La Verdrie	La Genais	L'Angevinière	La Giraudière	La Raudière
3	Niveau de bruit résiduel, mesuré	36.0	28.2	25.5	29.0	29.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	22.3	26.2	23.8	24.0	21.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	36.2	30.3	27.7	30.2	30.5
	Emergence	0.0	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
4	Niveau de bruit résiduel, mesuré	37.0	28.3	26.6	29.9	30.7
	Niveau de bruit particulier, calculé	25.2	29.2	26.7	26.9	24.3
	Niveau de bruit ambiant, calculé	37.3	31.8	29.6	31.7	31.6
	Emergence	0.5	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
5	Niveau de bruit résiduel, mesuré	37.9	28.9	28.4	30.0	31.8
	Niveau de bruit particulier, calculé	30.1	33.6	31.5	31.9	29.2
	Niveau de bruit ambiant, calculé	38.6	34.9	33.2	34.1	33.7
	Emergence	0.5	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
6	Niveau de bruit résiduel, mesuré	39.8	32.0	32.2	30.6	34.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.2	35.2	32.7	32.9	30.2
	Niveau de bruit ambiant, calculé	40.3	36.9	35.4	34.9	35.9
	Emergence	0.5	5.0	3.5	NC	1.5
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
7	Niveau de bruit résiduel, mesuré	41.1	35.4	34.1	34.1	36.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.7	35.7	33.2	33.4	30.7
	Niveau de bruit ambiant, calculé	41.6	38.6	36.7	36.8	37.1
	Emergence	0.5	3.0	2.5	2.5	1.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
8	Niveau de bruit résiduel, mesuré	43.1	38.5	38.5	36.2	37.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.7	35.7	33.2	33.4	30.7
	Niveau de bruit ambiant, calculé	43.4	40.3	39.6	38.0	38.6
	Emergence	0.5	2.0	1.0	2.0	1.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

" NC " : Non Calculé (non prise en compte lorsque le niveau de bruit ambiant est inférieur ou égal à 35 dB(A)). Le tableau présentant les émergences est reporté en annexe.

Commentaire : Les résultats prévisionnels obtenus sur base du plan de fonctionnement déterminé ci-avant, sont conformes aux seuils réglementaires pour un vent de secteur Nord-Est en période diurne.

3.4. Résultats au voisinage en période nocturne - Secteur Nord-Est

Les résultats prévisionnels pour la période nuit pour un fonctionnement standard des éoliennes présentent des impacts acoustiques **non-conformes** pour les classes de vent à partir 6 m/s (à hauteur standardisée de 10 m) (cf. tableau présentant les résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs considérés en annexe).

Pour la période nocturne, plus sensible d'un point de vue acoustique, nous optimisons le fonctionnement des éoliennes.

Nous présentons dans le tableau ci-dessous le plan de fonctionnement proposé permettant d'assurer la conformité acoustique du parc pour un vent de secteur Nord-Est.

Période NUIT	Eoliennes Nordex N131 3.0MW - STE sur mâts de 99 m					
	Plan de fonctionnement retenu / vent standardisé à 10 m en m/s					
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s
E1	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard
E2	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard
E3	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard
E4	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard
E5	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode 1 - 101.0 dB(A)	Mode 2 - 100.5 dB(A)	Mode 4 - 99.5 dB(A)
E6	Mode Standard	Mode Standard	Mode Standard	Mode 1 - 101.0 dB(A)	Mode 4 - 99.5 dB(A)	Mode 5 - 99.0 dB(A)

Légende :

	Fonctionnement standard
	Fonctionnement réduit
x	Arrêt de l'éolienne

Nota : Le plan de fonctionnement a été défini pour des vitesses de vent comprises entre 3 et 8 m/s (classes de vent observées lors de la campagne de mesures de niveau sonore résiduel).

Pour information, le tableau suivant présente les estimations de production électrique des éoliennes sur base des modes de fonctionnement présentés dans le tableau ci-dessus :

Période NUIT	Eoliennes Nordex N131 3.0MW - STE sur mâts de 99 m					
	Estimation de la puissance électrique en kW / vent standardisé à 10 m en m/s					
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s
E1	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E2	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E3	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E4	260.8	697.0	1395.1	2304.4	2885.8	2999.8
E5	260.8	697.0	1395.1	2246.3	2747.7	2734.2
E6	260.8	697.0	1395.1	2246.3	2606.7	2668.8
Parc complet	1564.6	4182.0	8370.6	13710.3	16897.8	17402.1

Nota : Nous prenons en compte la production électrique lors de l'établissement d'un plan de fonctionnement acoustique afin de nous assurer de la meilleure optimisation possible.

La production électrique présentée ci-dessus est une estimation réalisée par Alhyange sur base des données constructeur pour une densité d'air standard de 1,225 kg/m³, et ne peut se substituer à un calcul réalisé par l'exploitant ou le constructeur.

Les tableaux ci-dessous présentent les résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs considérés, avec le plan de fonctionnement optimisé présenté ci-avant.

Vent standardisé à 10 m, en m/s	Eoliennes Nordex N131 3.0 MW - STE sur mâts de 99 m APPLICATION DU PLAN DE FONCTIONNEMENT OPTIMISE	PERIODE NUIT - niveaux sonores en dB(A)				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
		<i>La Verdrie</i>	<i>La Genais</i>	<i>L'Angevinière</i>	<i>La Giraudière</i>	<i>La Raudière</i>
3	Niveau de bruit résiduel, mesuré	22.5	20.8	20.2	22.0	21.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	22.0	26.0	23.8	24.0	18.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	25.2	27.2	25.4	26.1	23.2
	Emergence	NC	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
4	Niveau de bruit résiduel, mesuré	23.0	21.6	20.7	22.0	21.2
	Niveau de bruit particulier, calculé	24.9	29.0	26.7	26.9	21.2
	Niveau de bruit ambiant, calculé	27.0	29.7	27.7	28.1	24.2
	Emergence	NC	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
5	Niveau de bruit résiduel, mesuré	24.4	23.0	23.2	23.2	23.1
	Niveau de bruit particulier, calculé	29.8	33.9	31.7	31.9	26.1
	Niveau de bruit ambiant, calculé	30.9	34.3	32.3	32.4	27.8
	Emergence	NC	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
6	Niveau de bruit résiduel, mesuré	25.4	23.9	25.7	24.6	24.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	30.8	34.6	32.5	32.9	27.1
	Niveau de bruit ambiant, calculé	31.9	34.9	33.3	33.5	29.1
	Emergence	NC	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
7	Niveau de bruit résiduel, mesuré	26.5	26.7	28.4	26.0	27.7
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.3	34.3	32.8	33.4	27.5
	Niveau de bruit ambiant, calculé	32.5	35.0	34.1	34.1	30.6
	Emergence	NC	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
8	Niveau de bruit résiduel, mesuré	27.5	28.0	30.0	27.5	29.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.3	33.9	32.6	33.4	27.5
	Niveau de bruit ambiant, calculé	32.8	34.9	34.5	34.4	31.3
	Emergence	NC	NC	NC	NC	NC
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

" NC " : Non Calculé (non prise en compte lorsque le niveau de bruit ambiant est inférieur ou égal à 35 dB(A)). [Le tableau présentant les émergences est reporté en annexe.](#)

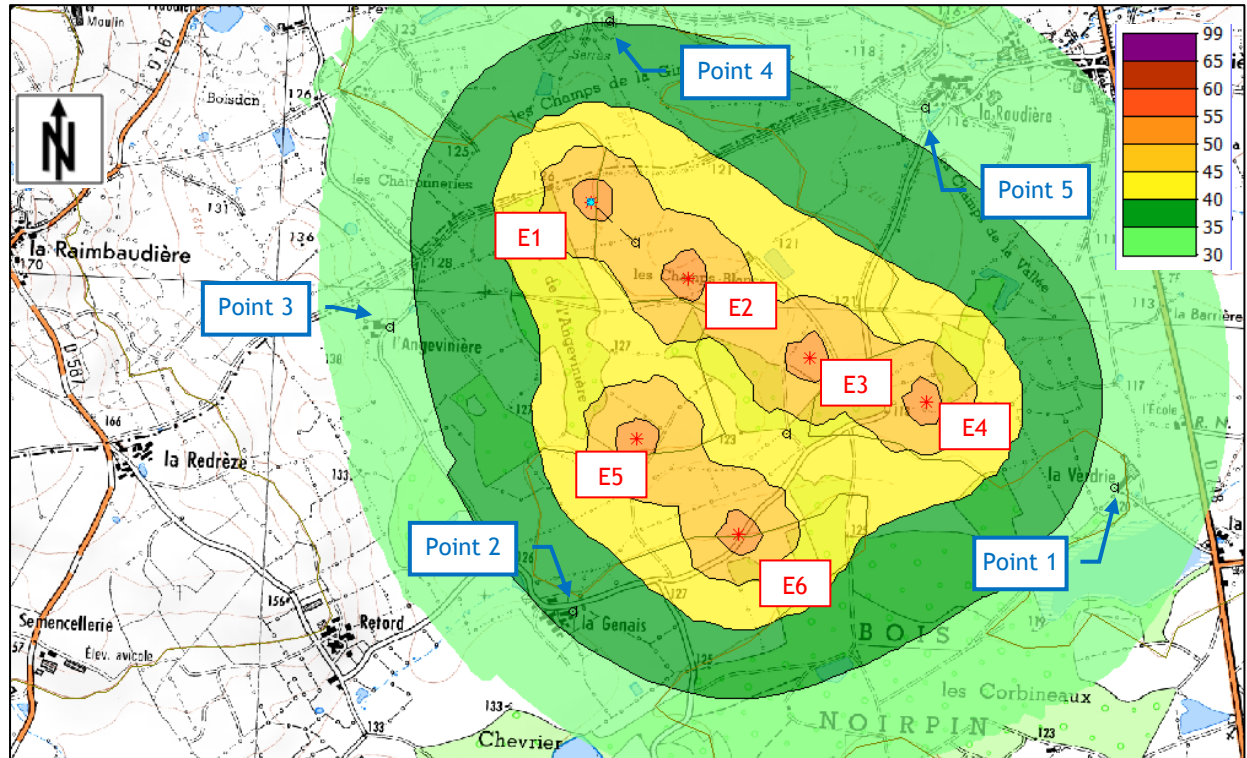
Commentaire : Les résultats prévisionnels obtenus sur base du plan de fonctionnement déterminé ci-avant, sont conformes aux seuils réglementaires pour un vent de secteur Nord-Est en période nocturne.

3.5. Cartes de bruit particulier des éoliennes

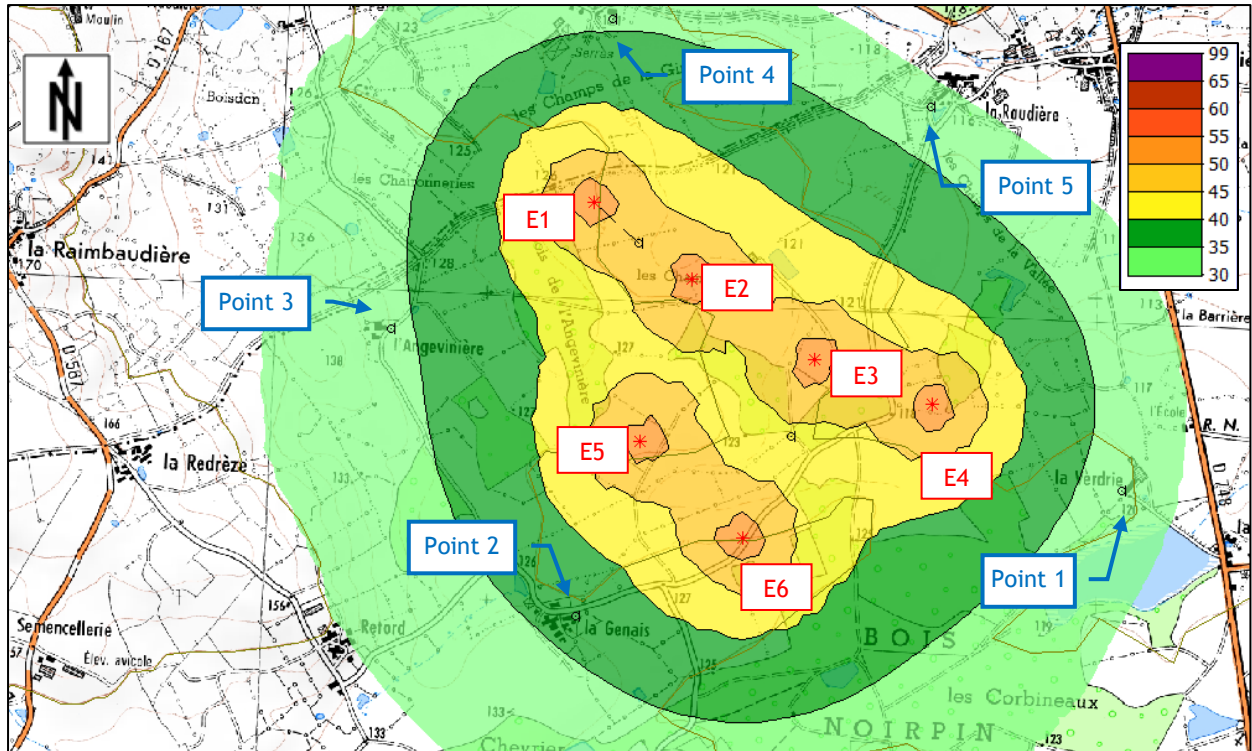
Afin de visualiser la propagation du bruit des éoliennes dans l'environnement, nous présentons ci-après des exemples de cartes de bruit particulier obtenues, pour des éoliennes d'une puissance acoustique "type" de 101.5 dB(A).

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

Calcul suivant la méthode HARMONOISE : secteur de vent dominant Sud-Ouest



Calcul suivant la méthode HARMONOISE : secteur de vent dominant Nord-Est



3.6. Niveaux sonores 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 Nordex N131 3.0 MW - STE (dispositif de réduction des turbulences aérodynamiques et de l'impact acoustique) sur mâts de 99 m.

Nordex N131 3.0 MW - STE sur mâts de 99 m	
Hauteur de moyeu	99 m
Diamètre du rotor	131 m
Rayon R	197.4 m

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 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.

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

Le niveau sonore calculé au "Point de référence" (voir chapitre "Protocole" ci-avant) est de 47 dB(A), inférieur aux seuils maximums de 70 dB(A) le jour et 60 dB(A) la nuit, et donc conforme.

3.7. Évaluation 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 des éoliennes Nordex N131 3.0 MW - STE sur mâts de 99 m.

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

Aucune tonalité marquée n'a été détectée.

4. CONCLUSION

Dans le cadre du projet éolien de Saint Maurice - Etusson (79), la société **Ferme Eolienne de Saint Maurice**, en qualité de développeur, a confié à ALHYANGE l'étude d'impact acoustique.

L'objet de la mission est de caractériser l'impact acoustique du futur parc éolien au niveau des habitations qui seront potentiellement les plus exposées.

Le rapport n° ABS_16_19890_RPE_RLG_ind1 du 1^{er} septembre 2017 détaille les résultats des mesures de l'état initial.

Le présent rapport détaille les résultats des calculs prévisionnels réalisés pour **6 éoliennes de type Nordex N131 de 3.0 MW et avec STE (dispositif de réduction des turbulences aérodynamiques et de l'impact acoustique) sur mâts de 99 m.**

En période diurne : les émergences obtenues avec les éoliennes en mode de fonctionnement normal sont globalement conformes. Un plan de fonctionnement optimisé est néanmoins nécessaire pour une classe de vent (5m/s) pour un vent de secteur Nord-Est (cf. paragraphe 4.3 de ce rapport).

En période nocturne : Pour cette période plus contraignante en raison d'un niveau sonore résiduel plus faible et du critère d'émergence autorisée plus limitée, un plan de fonctionnement optimisé des éoliennes a été défini afin de se conformer à la réglementation pour les secteurs de vent Sud-Ouest et Nord-Est. Ces plans de fonctionnement ont été définis pour des vitesses de vent comprises entre 3 et 8 m/s (classes de vent observées lors de la campagne de mesures de niveau sonore résiduel).

L'étude a été réalisée pour les classes de vent de 3 à 8 m/s (vent standardisé à 10 m en m/s) (classes de vent observées lors de la campagne de mesures de niveau sonore résiduel). Il est à noter que la puissance acoustique des éoliennes de type Nordex N131 de 3.0 MW avec STE sur mâts de 99 m n'augmente plus au-delà d'une vitesse de 8 m/s (vent standardisé à 10 m en m/s). Le niveau sonore résiduel, pour des vitesses de vent supérieures à 8 m/s (vent standardisé à 10 m en m/s), sera quant à lui identique ou supérieur à celui mesuré avec une vitesse de 8m/s (vent standardisé à 10 m en m/s). Il en résulte qu'en appliquant les plans de fonctionnement définis pour la classe de vent de 8 m/s aux classes de vent supérieur, les émergences seront conformes.

5. ANNEXES

- **A1** **Résultats au voisinage en période diurne - Secteur Sud-Ouest**
- **A2** **Résultats au voisinage en période nocturne - Secteur Sud-Ouest**
- **A3** **Résultats au voisinage en période diurne - Secteur Nord-Est**
- **A4** **Résultats au voisinage en période nocturne - Secteur Nord-Est**
- **A5** **Fiches techniques - Extraits**
- **A6** **Recherche de tonalités marquées**
- **A7** **Notions d'acoustique**

A1. Résultats au voisinage en période diurne - Secteur Sud-Ouest

Le tableau ci-dessous présente les résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs considérés, avec le fonctionnement standard des éoliennes en période diurne.

Vent standardisé à 10 m, en m/s	Eoliennes Nordex N131 3.0MW - STE sur mâts de 99 m APPLICATION DU PLAN DE FONCTIONNEMENT STANDARD	PERIODE JOUR - niveaux sonores en dB(A)				
		Point 1 La Verdrie	Point 2 La Genais	Point 3 L'Angevinière	Point 4 La Giraudière	Point 5 La Raudière
3	Niveau de bruit résiduel, mesuré	36.0	28.2	25.5	29.0	29.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	23.2	25.4	23.4	24.6	23.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	36.2	30.0	27.5	30.3	30.8
	Emergence	0.0	2.0	2.0	1.5	1.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
4	Niveau de bruit résiduel, mesuré	37.0	28.3	26.6	29.9	30.7
	Niveau de bruit particulier, calculé	26.1	28.4	26.3	27.5	26.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	37.3	31.3	29.4	31.9	32.1
	Emergence	0.5	3.0	3.0	2.0	1.5
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
5	Niveau de bruit résiduel, mesuré	37.9	28.9	28.4	30.0	31.8
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.1	33.4	31.3	32.5	31.3
	Niveau de bruit ambiant, calculé	38.7	34.7	33.1	34.5	34.6
	Emergence	1.0	6.0	4.5	4.5	3.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
6	Niveau de bruit résiduel, mesuré	39.8	32.0	32.2	30.6	34.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	32.1	34.4	32.3	33.5	32.3
	Niveau de bruit ambiant, calculé	40.5	36.3	35.2	35.3	36.6
	Emergence	0.5	4.5	3.0	4.5	2.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
7	Niveau de bruit résiduel, mesuré	41.1	35.4	34.1	34.1	36.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	32.6	34.9	32.8	34.0	32.8
	Niveau de bruit ambiant, calculé	41.7	38.2	36.5	37.1	37.7
	Emergence	0.5	2.5	2.5	3.0	1.5
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
8	Niveau de bruit résiduel, mesuré	43.1	38.5	38.5	36.2	37.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	32.6	34.9	32.8	34.0	32.8
	Niveau de bruit ambiant, calculé	43.4	40.0	39.5	38.3	39.0
	Emergence	0.5	1.5	1.0	2.0	1.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

A2. Résultats au voisinage en période nocturne - Secteur Sud-Ouest

Le tableau ci-dessous présente les résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs considérés, avec le fonctionnement standard des éoliennes en période nocturne.

Vent standardisé à 10 m, en m/s	Eoliennes Nordex N131 3.0 MW - STE sur mâts de 99 m	PERIODE NUIT - niveaux sonores en dB(A)				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
		La Verdrie	La Genais	L'Angevinière	La Giraudière	La Raudière
3	FONCTIONNEMENT STANDARD					
	Niveau de bruit résiduel, mesuré	22.5	20.8	20.2	22.0	21.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	23.4	25.3	22.3	24.5	23.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	26.0	26.6	24.4	26.4	25.6
	Emergence	3.5	6.0	4.0	4.5	4.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	
4	Niveau de bruit résiduel, mesuré	23.0	21.6	20.7	22.0	21.2
	Niveau de bruit particulier, calculé	26.3	28.2	25.2	27.4	26.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	28.0	29.1	26.5	28.5	27.5
	Emergence	5.0	7.5	6.0	6.5	6.5
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
5	Niveau de bruit résiduel, mesuré	24.4	23.0	23.2	23.2	23.1
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.3	33.2	30.2	32.4	31.3
	Niveau de bruit ambiant, calculé	32.1	33.6	31.0	32.9	31.9
	Emergence	7.5	10.5	8.0	9.5	9.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
6	Niveau de bruit résiduel, mesuré	25.4	23.9	25.7	24.6	24.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	32.3	34.2	31.2	33.4	32.3
	Niveau de bruit ambiant, calculé	33.1	34.6	32.3	33.9	33.0
	Emergence	7.5	10.5	6.5	9.5	8.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
7	Niveau de bruit résiduel, mesuré	26.5	26.7	28.4	26.0	27.7
	Niveau de bruit particulier, calculé	32.8	34.7	31.7	33.9	32.8
	Niveau de bruit ambiant, calculé	33.7	35.4	33.3	34.5	34.0
	Emergence	7.0	8.5	5.0	8.5	6.5
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
8	Niveau de bruit résiduel, mesuré	27.5	28.0	30.0	27.5	29.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	32.8	34.7	31.7	33.9	32.8
	Niveau de bruit ambiant, calculé	33.9	35.6	33.9	34.8	34.3
	Emergence	6.5	7.5	4.0	7.5	5.5
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	NON	OUI	OUI	OUI

Le tableau ci-dessous présente les résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs considérés, avec le fonctionnement optimisé des éoliennes en période nocturne.

Vent standardisé à 10 m, en m/s	Eoliennes Nordex N131 3.0 MW - STE sur mâts de 99 m APPLICATION DU PLAN DE FONCTIONNEMENT OPTIMISE	PERIODE NUIT - niveaux sonores en dB(A)				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
		<i>La Verdrie</i>	<i>La Genais</i>	<i>L'Angevinière</i>	<i>La Giraudière</i>	<i>La Raudière</i>
3	Niveau de bruit résiduel, mesuré	22.5	20.8	20.2	22.0	21.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	23.4	25.3	22.3	24.5	23.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	26.0	26.6	24.4	26.4	25.6
	Emergence	3.5	6.0	4.0	4.5	4.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
4	Niveau de bruit résiduel, mesuré	23.0	21.6	20.7	22.0	21.2
	Niveau de bruit particulier, calculé	26.3	28.2	25.2	27.4	26.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	28.0	29.1	26.5	28.5	27.5
	Emergence	5.0	7.5	6.0	6.5	6.5
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
5	Niveau de bruit résiduel, mesuré	24.4	23.0	23.2	23.2	23.1
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.3	33.2	30.2	32.4	31.3
	Niveau de bruit ambiant, calculé	32.1	33.6	31.0	32.9	31.9
	Emergence	7.5	10.5	8.0	9.5	9.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
6	Niveau de bruit résiduel, mesuré	25.4	23.9	25.7	24.6	24.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	32.3	34.2	31.2	33.4	32.3
	Niveau de bruit ambiant, calculé	33.1	34.6	32.3	33.9	33.0
	Emergence	7.5	10.5	6.5	9.5	8.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
7	Niveau de bruit résiduel, mesuré	26.5	26.7	28.4	26.0	27.7
	Niveau de bruit particulier, calculé	32.7	34.1	31.4	33.8	32.7
	Niveau de bruit ambiant, calculé	33.6	34.9	33.2	34.5	33.9
	Emergence	7.0	8.0	5.0	8.5	6.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
8	Niveau de bruit résiduel, mesuré	27.5	28.0	30.0	27.5	29.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	32.7	34.0	31.3	33.8	32.7
	Niveau de bruit ambiant, calculé	33.8	35.0	33.7	34.7	34.2
	Emergence	6.5	7.0	3.5	7.0	5.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

A3. Résultats au voisinage en période diurne - Secteur Nord-Est

Le tableau ci-dessous présente les résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs considérés, avec le fonctionnement standard des éoliennes en période diurne

Vent standardisé à 10 m, en m/s	Eoliennes Nordex N131 3.0MW - STE sur mâts de 99 m	PERIODE JOUR - niveaux sonores en dB(A)				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
	FONCTIONNEMENT STANDARD	La Verdrie	La Genais	L'Angevinière	La Giraudière	La Raudière
3	Niveau de bruit résiduel, mesuré	36.0	28.2	25.5	29.0	29.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	22.3	26.2	23.8	24.0	21.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	36.2	30.3	27.7	30.2	30.5
	Emergence	0.0	2.0	2.5	1.0	0.5
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
4	Niveau de bruit résiduel, mesuré	37.0	28.3	26.6	29.9	30.7
	Niveau de bruit particulier, calculé	25.2	29.2	26.7	26.9	24.3
	Niveau de bruit ambiant, calculé	37.3	31.8	29.6	31.7	31.6
	Emergence	0.5	3.5	3.0	2.0	1.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
5	Niveau de bruit résiduel, mesuré	37.9	28.9	28.4	30.0	31.8
	Niveau de bruit particulier, calculé	30.2	34.2	31.7	31.9	29.2
	Niveau de bruit ambiant, calculé	38.6	35.3	33.3	34.1	33.7
	Emergence	0.5	6.5	5.0	4.0	2.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
6	Niveau de bruit résiduel, mesuré	39.8	32.0	32.2	30.6	34.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.2	35.2	32.7	32.9	30.2
	Niveau de bruit ambiant, calculé	40.3	36.9	35.4	34.9	35.9
	Emergence	0.5	5.0	3.5	4.5	1.5
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
7	Niveau de bruit résiduel, mesuré	41.1	35.4	34.1	34.1	36.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.7	35.7	33.2	33.4	30.7
	Niveau de bruit ambiant, calculé	41.6	38.6	36.7	36.8	37.1
	Emergence	0.5	3.0	2.5	2.5	1.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
8	Niveau de bruit résiduel, mesuré	43.1	38.5	38.5	36.2	37.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.7	35.7	33.2	33.4	30.7
	Niveau de bruit ambiant, calculé	43.4	40.3	39.6	38.0	38.6
	Emergence	0.5	2.0	1.0	2.0	1.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

Le tableau ci-dessous présente les résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs considérés, avec le fonctionnement optimisé des éoliennes en période diurne.

Vent standardisé à 10 m, en m/s	Eoliennes Nordex N131 3.0MW - STE sur mâts de 99 m	PERIODE JOUR - niveaux sonores en dB(A)				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
		La Verdrie	La Genais	L'Angevinière	La Giraudière	La Raudière
3	APPLICATION DU PLAN DE FONCTIONNEMENT OPTIMISE					
	Niveau de bruit résiduel, mesuré	36.0	28.2	25.5	29.0	29.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	22.3	26.2	23.8	24.0	21.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	36.2	30.3	27.7	30.2	30.5
	Emergence	0.0	2.0	2.5	1.0	0.5
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	
4	Niveau de bruit résiduel, mesuré	37.0	28.3	26.6	29.9	30.7
	Niveau de bruit particulier, calculé	25.2	29.2	26.7	26.9	24.3
	Niveau de bruit ambiant, calculé	37.3	31.8	29.6	31.7	31.6
	Emergence	0.5	3.5	3.0	2.0	1.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
5	Niveau de bruit résiduel, mesuré	37.9	28.9	28.4	30.0	31.8
	Niveau de bruit particulier, calculé	30.1	33.6	31.5	31.9	29.2
	Niveau de bruit ambiant, calculé	38.6	34.9	33.2	34.1	33.7
	Emergence	0.5	6.0	5.0	4.0	2.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
6	Niveau de bruit résiduel, mesuré	39.8	32.0	32.2	30.6	34.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.2	35.2	32.7	32.9	30.2
	Niveau de bruit ambiant, calculé	40.3	36.9	35.4	34.9	35.9
	Emergence	0.5	5.0	3.5	4.5	1.5
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
7	Niveau de bruit résiduel, mesuré	41.1	35.4	34.1	34.1	36.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.7	35.7	33.2	33.4	30.7
	Niveau de bruit ambiant, calculé	41.6	38.6	36.7	36.8	37.1
	Emergence	0.5	3.0	2.5	2.5	1.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
8	Niveau de bruit résiduel, mesuré	43.1	38.5	38.5	36.2	37.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.7	35.7	33.2	33.4	30.7
	Niveau de bruit ambiant, calculé	43.4	40.3	39.6	38.0	38.6
	Emergence	0.5	2.0	1.0	2.0	1.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

A4. Résultats au voisinage en période nocturne - Secteur Nord-Est

Le tableau ci-dessous présente les résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs considérés, avec le fonctionnement standard des éoliennes en période nocturne.

Vent standardisé à 10 m, en m/s	Eoliennes Nordex N131 3.0 MW - STE sur mâts de 99 m	PERIODE NUIT - niveaux sonores en dB(A)				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
		<i>La Verdrie</i>	<i>La Genais</i>	<i>L'Angevinière</i>	<i>La Giraudière</i>	<i>La Raudière</i>
3	FONCTIONNEMENT STANDARD					
	Niveau de bruit résiduel, mesuré	22.5	20.8	20.2	22.0	21.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	22.0	26.0	23.8	24.0	18.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	25.2	27.2	25.4	26.1	23.2
	Emergence	3.0	6.5	5.0	4.0	1.5
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	
4	Niveau de bruit résiduel, mesuré	23.0	21.6	20.7	22.0	21.2
	Niveau de bruit particulier, calculé	24.9	29.0	26.7	26.9	21.2
	Niveau de bruit ambiant, calculé	27.0	29.7	27.7	28.1	24.2
	Emergence	4.0	8.0	7.0	6.0	3.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
5	Niveau de bruit résiduel, mesuré	24.4	23.0	23.2	23.2	23.1
	Niveau de bruit particulier, calculé	29.8	33.9	31.7	31.9	26.1
	Niveau de bruit ambiant, calculé	30.9	34.3	32.3	32.4	27.8
	Emergence	6.5	11.5	9.0	9.5	5.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
6	Niveau de bruit résiduel, mesuré	25.4	23.9	25.7	24.6	24.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	30.8	34.9	32.7	32.9	27.1
	Niveau de bruit ambiant, calculé	31.9	35.3	33.5	33.5	29.1
	Emergence	6.5	11.5	8.0	9.0	4.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
7	Niveau de bruit résiduel, mesuré	26.5	26.7	28.4	26.0	27.7
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.3	35.4	33.2	33.4	27.6
	Niveau de bruit ambiant, calculé	32.6	36.0	34.4	34.1	30.6
	Emergence	6.0	9.0	6.0	8.0	3.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
8	Niveau de bruit résiduel, mesuré	27.5	28.0	30.0	27.5	29.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.3	35.4	33.2	33.4	27.6
	Niveau de bruit ambiant, calculé	32.8	36.2	34.9	34.4	31.3
	Emergence	5.5	8.0	5.0	7.0	2.5
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	NON	OUI	OUI	OUI

Le tableau ci-dessous présente les résultats des calculs prévisionnels aux différents points récepteurs considérés, avec le fonctionnement optimisé des éoliennes en période nocturne.

Vent standardisé à 10 m, en m/s	Eoliennes Nordex N131 3.0 MW - STE sur mâts de 99 m APPLICATION DU PLAN DE FONCTIONNEMENT OPTIMISE	PERIODE NUIT - niveaux sonores en dB(A)				
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5
		<i>La Verdrie</i>	<i>La Genais</i>	<i>L'Angevinière</i>	<i>La Giraudière</i>	<i>La Raudière</i>
3	Niveau de bruit résiduel, mesuré	22.5	20.8	20.2	22.0	21.5
	Niveau de bruit particulier, calculé	22.0	26.0	23.8	24.0	18.4
	Niveau de bruit ambiant, calculé	25.2	27.2	25.4	26.1	23.2
	Emergence	3.0	6.5	5.0	4.0	1.5
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
4	Niveau de bruit résiduel, mesuré	23.0	21.6	20.7	22.0	21.2
	Niveau de bruit particulier, calculé	24.9	29.0	26.7	26.9	21.2
	Niveau de bruit ambiant, calculé	27.0	29.7	27.7	28.1	24.2
	Emergence	4.0	8.0	7.0	6.0	3.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
5	Niveau de bruit résiduel, mesuré	24.4	23.0	23.2	23.2	23.1
	Niveau de bruit particulier, calculé	29.8	33.9	31.7	31.9	26.1
	Niveau de bruit ambiant, calculé	30.9	34.3	32.3	32.4	27.8
	Emergence	6.5	11.5	9.0	9.5	5.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
6	Niveau de bruit résiduel, mesuré	25.4	23.9	25.7	24.6	24.9
	Niveau de bruit particulier, calculé	30.8	34.6	32.5	32.9	27.1
	Niveau de bruit ambiant, calculé	31.9	34.9	33.3	33.5	29.1
	Emergence	6.5	11.0	7.5	9.0	4.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
7	Niveau de bruit résiduel, mesuré	26.5	26.7	28.4	26.0	27.7
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.3	34.3	32.8	33.4	27.5
	Niveau de bruit ambiant, calculé	32.5	35.0	34.1	34.1	30.6
	Emergence	6.0	8.5	6.0	8.0	3.0
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
8	Niveau de bruit résiduel, mesuré	27.5	28.0	30.0	27.5	29.0
	Niveau de bruit particulier, calculé	31.3	33.9	32.6	33.4	27.5
	Niveau de bruit ambiant, calculé	32.8	34.9	34.5	34.4	31.3
	Emergence	5.5	7.0	4.5	7.0	2.5
	Niveau seuil de bruit ambiant	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	Emergence maxi admissible	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Conformité (O/N)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

A5. Fiches techniques - Extraits

2.1 Hub height 99 m

The unweighted third octave sound power levels of the Nordex N131/3000 *STE* (Standard Mode) are determined on basis of measurements, aerodynamical calculations and expected sound power levels according to Nordex Document F008_263_A03_EN_R00. These values are valid for the hub height 99 m.

Frequency	Third octave sound power levels at standardized wind speeds v_s in dB(LIN) - unweighted									
	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
20 Hz	100.8	103.8	107.4	108.4	108.9	108.9	112.9	112.9	112.9	112.9
25 Hz	100.2	103.2	105.1	106.1	106.6	106.6	110.7	110.7	110.7	110.7
31.5 Hz	98.7	101.7	104.6	105.6	106.1	106.1	108.7	108.7	108.7	108.7
40 Hz	98.6	101.6	103.5	104.5	105.0	105.0	107.0	107.0	107.0	107.0
50 Hz	96.1	99.1	102.5	103.5	104.0	104.0	106.2	106.2	106.2	106.2
63 Hz	96.6	99.6	102.3	103.3	103.8	103.8	105.4	105.4	105.4	105.4
80 Hz	94.7	97.7	102.0	103.0	103.5	103.5	104.2	104.2	104.2	104.2
100 Hz	93.4	96.4	102.4	103.4	103.9	103.9	104.1	104.1	104.1	104.1
125 Hz	93.2	96.2	99.7	100.7	101.2	101.2	100.8	100.8	100.8	100.8
160 Hz	92.0	95.0	98.1	99.1	99.6	99.6	99.4	99.4	99.4	99.4
200 Hz	90.7	93.7	97.4	98.4	98.9	98.9	98.2	98.2	98.2	98.2
250 Hz	89.3	92.3	96.2	97.2	97.7	97.7	96.1	96.1	96.1	96.1
315 Hz	88.1	91.1	95.5	96.5	97.0	97.0	94.7	94.7	94.7	94.7
400 Hz	85.5	88.5	93.3	94.3	94.8	94.8	92.4	92.4	92.4	92.4
500 Hz	83.4	86.4	91.4	92.4	92.9	92.9	91.7	91.7	91.7	91.7
630 Hz	82.5	85.5	91.1	92.1	92.6	92.6	91.0	91.0	91.0	91.0
800 Hz	80.7	83.7	89.3	90.3	90.8	90.8	90.1	90.1	90.1	90.1
1000 Hz	80.5	83.5	89.6	90.6	91.1	91.1	90.8	90.8	90.8	90.8
1250 Hz	79.2	82.2	88.5	89.5	90.0	90.0	89.9	89.9	89.9	89.9
1600 Hz	78.5	81.5	87.6	88.6	89.1	89.1	89.2	89.2	89.2	89.2
2000 Hz	77.7	80.7	86.5	87.5	88.0	88.0	89.3	89.3	89.3	89.3
2500 Hz	76.7	79.7	85.8	86.8	87.3	87.3	90.2	90.2	90.2	90.2
3150 Hz	75.8	78.8	84.1	85.1	85.6	85.6	88.8	88.8	88.8	88.8
4000 Hz	76.4	79.4	82.3	83.3	83.8	83.8	87.3	87.3	87.3	87.3
5000 Hz	75.1	78.1	80.4	81.4	81.9	81.9	85.7	85.7	85.7	85.7
6300 Hz	72.1	75.1	78.0	79.0	79.5	79.5	82.0	82.0	82.0	82.0
8000 Hz	66.5	69.5	73.1	74.1	74.6	74.6	74.3	74.3	74.3	74.3
10000 Hz	63.8	66.8	68.8	69.8	70.3	70.3	69.5	69.5	69.5	69.5
Total sound power level										
unweighted dB(LIN)	107.7	110.7	113.9	114.9	115.4	115.4	117.9	117.9	117.9	117.9
A-weighted dB(A)	92.0	95.0	100.0	101.0	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5	101.5

A6. Recherche de 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 éoliennes Nordex N131 3.0 MW avec STE (dispositif de réduction des turbulences aérodynamiques et de l'impact acoustique) sur mât de 99 m.

Le tableau ci-après présente les résultats de recherche de tonalités marquées sur l'allure du spectre de tiers d'octaves de puissance acoustique des éoliennes.

Aucune tonalité marquée n'a été détectée.

Pour chaque bande de tiers d'octave :

- D1 correspond à la différence entre le niveau de puissance acoustique L_w correspondant à cette bande de tiers d'octave, et niveau de puissance acoustique L_w correspondant à la moyenne énergétique des deux bandes de tiers d'octaves précédentes ;
- D2 correspond à la différence entre le niveau de puissance acoustique L_w correspondant à cette bande de tiers d'octave, et niveau de puissance acoustique L_w correspondant à la moyenne énergétique des deux bandes de tiers d'octaves suivantes.

Une tonalité marquée est détectée sur une bande de tiers d'octave si D1 et D2 sont supérieures au maxi admissible.

Notons que ce calcul est réalisé sur base des niveaux de puissance acoustique des éoliennes (correspondant aux niveaux sonores théoriques à proximité immédiate des machines). Le bruit particulier des éoliennes au voisinage étant plus faible, et "mêlé" au bruit résiduel de la zone, l'absence de tonalité marquée sur les niveaux de puissance acoustique garanti à plus forte raison l'absence de tonalité marquée au voisinage.

Nota :

Le calcul est réalisé pour un spectre "type".

Notons que pour un modèle d'éolienne, l'allure du spectre est généralement très similaire sur les différentes plages de vitesses de vent. L'absence de tonalité marquée sur ce spectre type garanti donc l'absence de tonalité marquée sur l'ensemble des vitesses de vents.

Nordex N131 3.0 MW - STE sur mât de 99 m - Evaluation des tonalités marquées					
Fréquence en Hz	Lw en dB	D1	D2	maxi pour D1 et D2	conformité
50	106.2	-	-	-	-
63	105.4	-	-	-	-
80	104.2	-1.6	1.6	10	Oui
100	104.1	-0.7	4.0	10	Oui
125	100.8	-3.4	2.0	10	Oui
160	99.4	-3.2	2.2	10	Oui
200	98.2	-1.9	2.8	10	Oui
250	96.1	-2.7	2.5	10	Oui
315	94.7	-2.5	2.6	10	Oui
400	92.4	-3.0	1.0	5	Oui
500	91.7	-1.9	1.1	5	Oui
630	91	-1.1	0.5	5	Oui
800	90.1	-1.3	-0.3	5	Oui
1000	90.8	0.2	1.2	5	Oui
1250	89.9	-0.6	0.6	5	Oui
1600	89.2	-1.2	-0.6	5	Oui
2000	89.3	-0.3	-0.2	5	Oui
2500	90.2	0.9	2.1	5	Oui
3150	88.8	-1.0	2.3	5	Oui
4000	87.3	-2.2	3.3	5	Oui
5000	85.7	-2.4	6.7	5	Oui
6300	82	-4.5	-	5	Oui
8000	74.3	-	-	-	-
10000	69.5	-	-	-	-

A7. Notions acoustiques

Lp

Niveau de pression acoustique donné à une distance de la source et perçu en ce point.

Le Lp global s'exprime en dB(A) ; le Lp par fréquence s'exprime en dB.

Lw

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

Le Lw global s'exprime en dB(A) ; le Lw par fréquence s'exprime en dB.

Courbe ISO / NR

La courbe à laquelle un spectre mesuré peut être comparé. Elle permet une qualification et une quantification du bruit mesuré en fonction des fréquences (d'après la norme NF S 30-010).

Bruit résiduel

C'est le niveau de pression acoustique moyen du bruit d'ambiance à l'endroit et au moment de la mesure en l'absence du bruit particulier considéré comme perturbateur.

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.

Emergence

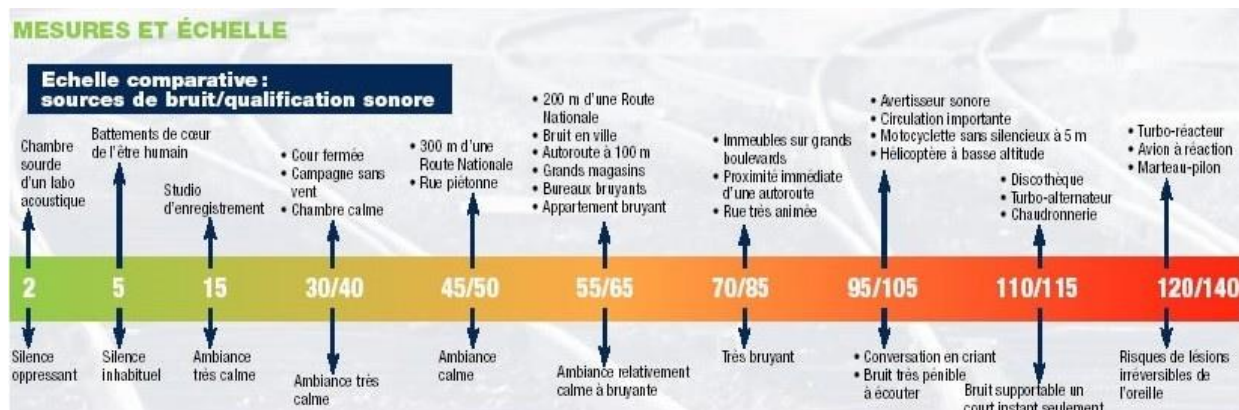
Modification temporelle du niveau de bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier.

Perception oreille

20 Hz - 20 000 Hz.

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).



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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