



RAPPORT D'ETUDE ACOUSTIQUE

N°33241142-VF

Impact acoustique

Projet de parc éolien des Clairets
Commune de Thaas (51)

VALECO

188, rue Maurice Béjart CS 57392
31184 MONTPELLIER

Novembre 2024 / MAJ Mars 2025

Agence Paris

19-21, allées de l'Europe - 92100
Clichy, Paris | Equinox - Bat B
+33 (0)1 40 81 03 54

Agence Toulouse (Siège)

ZA de Tourneris - Lot 1 31470
Bonrepos-sur-Aussonnelle
+33 (0)5 61 91 64 90

Table des matières

1

INTRODUCTION

3

2

DEFINITIONS

3

3

LA REGLEMENTATION APPLICABLE

4

4

PRESENTATION DE L'AIRE D'ETUDE

4

4.1

PRESENTATION GENERALE

4

4.2

PRESENTATION GENERALE

5

5

BRUIT RESIDUEL

5

5.1

APPAREILLAGE DE MESURE

5

5.1

POINTS DE MESURES

6

5.2

FONCTIONNEMENT PREVU DES INSTALLATIONS

7

5.3

INTERVALLES DE TEMPS

7

5.4

CONDITIONS METEOROLOGIQUES

7

5.4.1

Méthodologie d'analyse des données de vent

7

5.4.2

Conditions rencontrées lors des mesures

7

5.4.3

Influence du vent sur le microphone

8

5.4.4

Nombre de descripteurs

8

5.5

SITUATIONS TYPES

8

5.6

NIVEAUX DE BRUIT RESIDUEL MESURES

9

5.6.1

Généralités sur la méthodologie

9

5.6.2

Résultats des valeurs de bruit résiduel

9

6

CARACTERISATION DU PROJET

10

6.1

LOCALISATION DES POINTS DE CONTROLE

10

6.2

CARACTERISTIQUES ACOUSTIQUES DES EOLIENNES

12

7

ANALYSE DE L'IMPACT ACOUSTIQUE DU PARC EOLIEN

14

7.1

HYPOTHESES ET MODELISATION

14

7.2

NIVEAU DE BRUIT AMBIANT SUR LES PERIMETRES DE MESURE DE BRUIT

14

7.3

TONALITE MARQUEE

15

7.3.1

NORDEX N117 3.78MW STE

15

7.3.2

Nordex N149 5.9MW STE

16

7.4

IMPACT ACOUSTIQUE EN ZONES A EMERGENCE REGLEMENTEE

18

7.5

SYNTHESE DES RESULTATS ET COMMENTAIRES

21

8

IMPACT ACOUSTIQUE CUMULE

22

9

CONCLUSION

23

10

ANNEXE 1 : GRAPHES RELATIFS AUX ANALYSES STATISTIQUES

24

10.1

SECTEUR SUD-OUEST

24

10.1.1

ZER 1 Marigny

24

10.1.2

ZER 2 Thaas Nord

25

10.1.3

ZER 3 Thaas Sud

26

10.1.4

ZER 4 Ferme des Marais

27

10.1.5

ZER 5 Chapelle-Lasson

28

10.1.6

ZER 5 Ferme de Varsovie

29

10.2

SECTEUR NORD-EST

30

10.2.1

ZER 1 Marigny

30

10.2.2

ZER 2 Thaas Nord

31

10.2.3

ZER 3 Thaas Sud

32

10.2.4

ZER 4 Ferme des Marais

33

10.2.5

ZER 5 Chapelle-Lasson

34

10.2.6

ZER 6 Ferme de Varsovie

35

11

ANNEXE 2 : DESCRIPTIF DU MODELE DE CALCUL

36

11.1

LE MODELE DE CALCUL UTILISE

36

11.2

LA MODELISATION DU TERRAIN

36

11.3

LES SOURCES DE BRUIT

36

11.4

LE TRANSPORT DE L'ENERGIE ACOUSTIQUE

36

11.4.1

La propagation des rayons

36

11.5

LA PRESENTATION DES RESULTATS

37

12

ANNEXE 3 : PRINCIPE METHODOLOGIQUE D'UNE ETUDE ACOUSTIQUE

38

12.1

DEFINITION DES TERMES EMPLOYES

38

12.2

CONTEXTE REGLEMENTAIRE

39

12.3

PRINCIPES DE L'ETUDE ACOUSTIQUE

40

12.4

MESURES ACOUSTIQUES POST IMPLANTATION

40

1 INTRODUCTION

Dans le cadre du projet éolien des Clairets sur la commune de Thaas (51), la société **VALECO** a confié à Delhom Acoustique une mission d'étude acoustique en vue de simuler l'impact sonore de l'activité en zones à émergence réglementée et sur les périmètres de mesure du bruit de l'installation. Cette étude s'effectue dans le cadre de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

Les simulations d'impact sonore, présentées dans ce document, vont permettre d'évaluer la contribution de chaque éolienne sur les niveaux de bruit aux voisinages. Cette estimation servira à vérifier la conformité des installations vis-à-vis de la réglementation.

Notre étude s'est déroulée en plusieurs phases :

- Mesure du bruit résiduel en 5 zones à émergence réglementée autour du site, sur une large plage de vitesses de vent ;
- Analyse statistique du bruit résiduel aux différentes zones en fonction de la vitesse de vent ;
- Définition des objectifs réglementaires applicables au projet ;
- Simulations de l'impact acoustique du projet sur les zones à émergences réglementées et sur les périmètres de mesure du bruit ;
- Analyse des résultats selon les objectifs réglementaires ;
- Analyse de l'impact cumulé.

Le présent rapport rend compte de cette mission.

Remarque : l'annexe 3 du document aborde le principe méthodologique d'une étude d'impact acoustique de manière moins formelle et plus pédagogique afin d'appréhender au mieux la lecture de ce document.

2 DEFINITIONS

Niveau de pression acoustique : vingt fois le logarithme décimal du rapport d'une pression acoustique à la pression acoustique de référence (20 μ Pa). Il s'exprime en décibels (dB).

Niveau de pression acoustique dans une bande déterminée : niveau de pression acoustique efficace produite par les composantes d'une vibration acoustique dont les fréquences sont contenues dans la bande considérée.

Niveau acoustique fractile, $L_{AN,\tau}$: par analyse statistique de L_{Aeq} courts, on peut déterminer le niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé pendant N % du temps considéré, dénommé « Niveau acoustique fractile ». Son symbole est $L_{AN,\tau}$ par exemple $L_{A50,1s}$ est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A dépassé pendant 50 % de l'intervalle de mesurage, avec une durée d'intégration égale à 1s.

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

Bruit particulier : composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête. Dans notre cas, il s'agit du bruit généré au voisinage par le fonctionnement des éoliennes.

Bruit résiduel : bruit ambiant, en l'absence du bruit particulier considéré. Ce peut être par exemple, dans un logement, l'ensemble des bruits habituels provenant de l'extérieur et de bruits intérieurs correspondant à l'usage normal des locaux et des équipements.

Émergence : modification temporelle du niveau du bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier. Cette modification porte sur le niveau global ou sur le niveau mesuré dans une bande quelconque de fréquence.

Zone à émergence réglementée :

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

Périmètre de mesure du bruit de l'installation : périmètre correspondant au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre de chaque éolienne et de rayon R défini par :

$$R = 1.2 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{longueur d'un demi-rotor}).$$

3 LA REGLEMENTATION APPLICABLE

Le bruit généré par le fonctionnement des éoliennes entre dans le champ d'application de l'arrêté du 26 août 2011 modifié 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.

Celui-ci fixe les valeurs de l'émergence admises dans les zones à émergence réglementée. Ces émergences limites sont calculées à partir des valeurs suivantes : 5 décibels A (dB(A)) en période diurne (de 7 heures à 22 heures) et 3 dB(A) en période nocturne (de 22 heures à 7 heures).

Toutefois, l'émergence globale n'est recherchée que lorsque le niveau de bruit ambiant mesuré, comportant le bruit particulier est de 35 dB(A).

L'arrêté du 26 août 2011 modifié fixe également un périmètre de mesure de l'installation avec le paramètre R défini par : $R = 1.2 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{longueur d'un demi-rotor})$.

Sur le ou les périmètre(s) de mesures du bruit de l'installation, le niveau de bruit ambiant maximal est limité à :

- 70 dB(A) en période diurne ;
- 60 dB(A) en période nocturne.

En dernier lieu, cette réglementation précise que, dans le cas où le bruit particulier de l'installation est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe de l'arrêté du 23 janvier 1997, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30% de la durée de fonctionnement de l'installation dans chacune des périodes diurne ou nocturne.

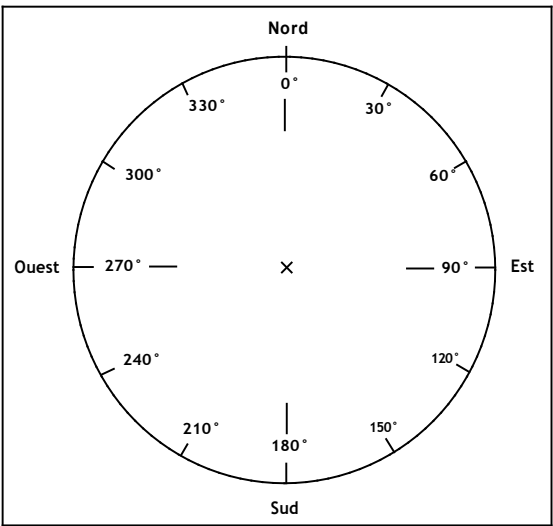
4 PRESENTATION DE L'AIRE D'ETUDE

4.1 Présentation générale

L'étude porte sur le projet éolien des Clairets sur la commune de Thaas (51). La possibilité de mise en place de ces installations dépend de nombreuses contraintes environnementales propres à leur fonctionnement et leur entretien, comme le gisement éolien de la zone ou encore l'accessibilité aux infrastructures. Il est également nécessaire, pour un tel projet, de connaître les émissions sonores générées au voisinage par les éoliennes afin d'assurer le respect de la réglementation en adoptant, le cas échéant, des mesures sur les conditions de fonctionnement de certaines éoliennes.

Tout d'abord, les habitations susceptibles d'être les plus exposées au bruit de l'activité vont être déterminées sur le site du projet de parc éolien (voir paragraphe suivant). Ensuite, des mesures acoustiques vont être réalisées au niveau des zones les plus exposées afin de caractériser les niveaux de bruit résiduel présents autour du site. Enfin, les niveaux sonores générés aux différents voisinages retenus seront évalués en tenant compte de chaque configuration envisageable (direction et vitesse du vent, puissance acoustique de l'éolienne en fonction de la vitesse du vent, position de l'éolienne vis-à-vis du voisinage ...).

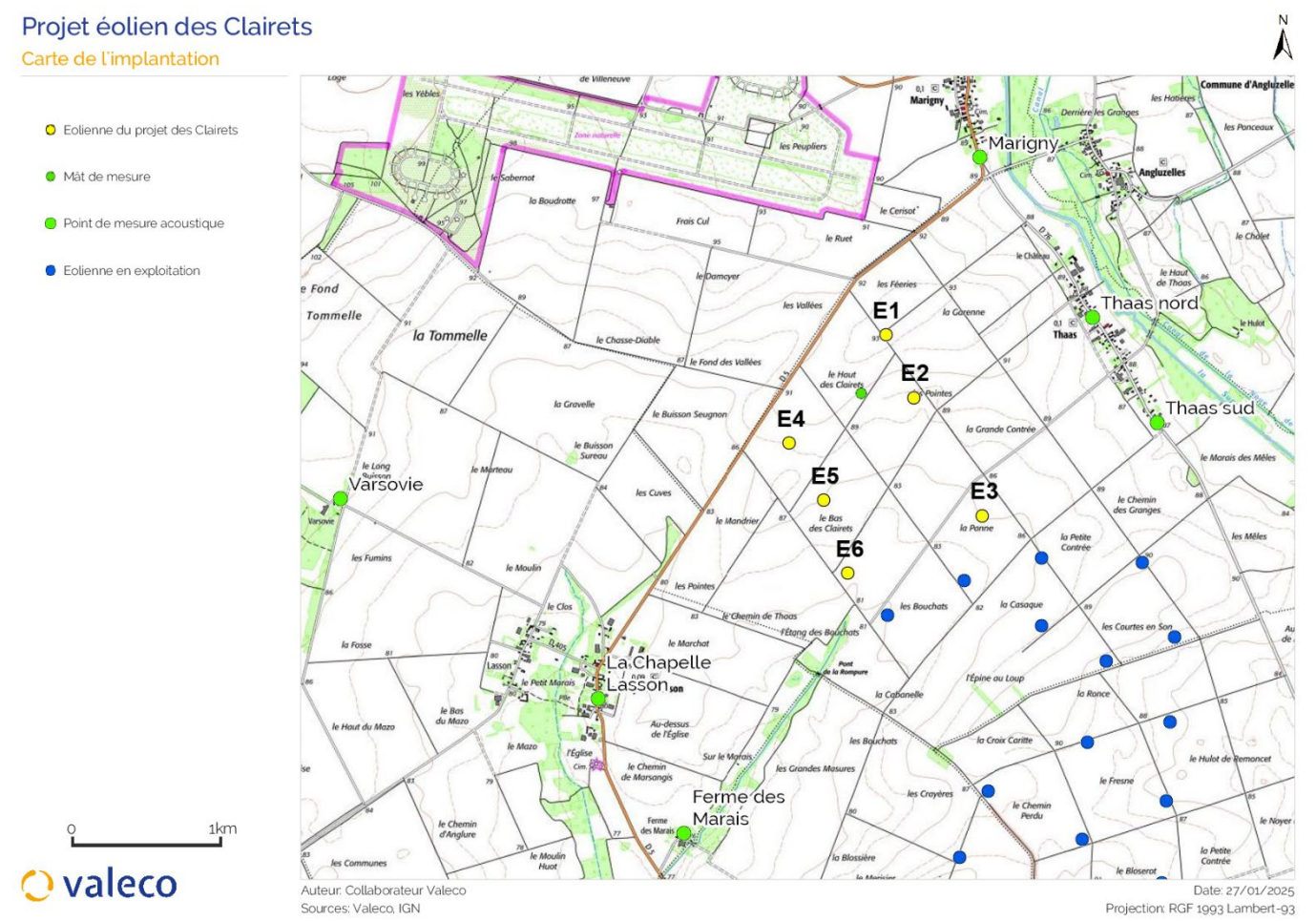
Dans tout le document et sauf indications contraires, les angles relatifs à la provenance du vent seront établis comme sur la figure suivante :



4.2 Présentation générale

La zone d'étude est située sur la commune de Thaas (51). Elle se situe sur une large partie ouest de la commune de Thaas et à l'est de la commune de Chapelle-Lasson.

La carte ci-dessous rend compte des points de mesure de bruit.



Les sources de bruit principales sont le trafic routier des axes environnants, la végétation environnante et l'activité agricole.

La situation géographique et le paysage sonore du site présentent les caractéristiques suivantes :

- Relief peu marqué au regard des dimensions des éoliennes ;
- Circulation routière des axes environnants. L'utilisation de l'indice fractile L50 élimine le bruit généré par cette source car il s'agit d'un trafic intermittent.
- Aucune activité industrielle bruyante autour des zones à émergences réglementées.
- L'activité agricole en période diurne, la végétation et l'avifaune environnante et les travaux agricoles sont les principales sources sonores.
- Des parcs éoliens en exploitation étaient présents et en fonctionnement autour de la zone étudiée durant l'intervention.

5 BRUIT RESIDUEL

Le bruit résiduel, au voisinage le plus exposé, se définit comme étant le bruit ambiant en l'absence du bruit particulier généré par le fonctionnement des éoliennes. Ce bruit résiduel va nous servir de référence pour évaluer les émergences des niveaux sonores dus au fonctionnement de ces installations.

Les mesurages ont été réalisés du 19 avril au 13 mai 2024 (mesure printanière qui correspond au début de la période végétative).

Les paragraphes suivants rendent compte des interventions réalisées.

5.1 Appareillage de mesure

Six appareils de mesures munis de boules anti-vent ont été utilisés pour l'intervention. Le tableau suivant présente leurs caractéristiques.

Tableau 1. Appareils de mesure utilisés

APPAREIL DE MESURE	MARQUE	MODELE	N° DE SERIE
CALIBREUR	GRAS	42AG	280479
Analyseur temps réel / sonomètre intégrateur	SINUS	TANGO+	1904
Analyseur temps réel / sonomètre intégrateur	SINUS	TANGO+	1910
Analyseur temps réel / sonomètre intégrateur	GRAS	146AE	445993
Analyseur temps réel / sonomètre intégrateur	ACOEM	FUSION	12061
Analyseur temps réel / sonomètre intégrateur	ACOEM	FUSION	15474
Analyseur temps réel / sonomètre intégrateur	ACOEM	FUSION	15576

Les appareils ont été calibrés avant chaque mesurage à l'aide du calibre GRAS de classe 1 (N° série : 280479) vérifié périodiquement par le L.N.E. (Laboratoire National d'Essais), et possédant un certificat d'étalonnage en cours de validité.

La chaîne de mesurage a également été vérifiée par le L.N.E. (Laboratoire National d'Essais) et possède un certificat de vérification en cours de validité. Les enregistrements ont été dépouillés à l'aide des logiciels dBTrait32.

5.1 Points de mesures

Les points de mesure du bruit résiduel ont été choisis en fonction du secteur géographique de la zone, et de leurs expositions sonores au projet. Les emplacements précis ont été retenus pour être représentatifs de l'ambiance sonore de chaque secteur.

De plus, l'emplacement de chaque point a été défini afin de limiter les risques de perturbations pouvant être directement créées par le vent sur les capteurs des microphones.

Les tableaux suivants rendent compte des points de mesures du bruit résiduel.

LIEU-DIT	LOCALISATION	COORDONNEES WGS84	ENVIRONNEMENT SONORE
ZER 1 MARIGNY		48.65882,3.86750	Habitation située au sud de la commune de Marigny en bordure de la départementale D5, moyennement fréquentée en période diurne et peu en période nocturne Végétation peu importante Environnement dégagé autour du point de mesure
ZER 2 THAAS NORD		48.64906,3.87764	Habitation située au nord de la commune de Thaas en bordure de la départementale D76, moyennement fréquentée en période diurne et peu en période nocturne Végétation peu importante Environnement dégagé autour du point de mesure
ZER 3 THAAS SUD		48.64351,3.88442	Habitation située au sud de la commune de Thaas en bordure de la départementale D76, moyennement fréquentée en période diurne et peu en période nocturne Végétation assez importante Environnement dégagé autour du point de mesure

ZER 4 FERME DES MARAIS		48.61787,3.84045	Ferme isolée située au sud de la commune de Chapelle-Lasson à 250 m à l'est de la départementale D5, moyennement fréquentée en période diurne et peu en période nocturne Végétation assez importante Environnement dégagé autour du point de mesure
ZER 5 CHAPELLE-LASSON		48.62651,3.83293	Gîte situé au centre de la commune de la Chapelle-Lasson en bordure de la départementale D5, moyennement fréquentée en période diurne et peu en période nocturne Végétation peu importante Environnement dégagé autour du point de mesure
ZER 6 FERME DE VARSOVIE		48.63711,3.80755	Ferme située dans un petit hameau isolé située en bordure d'une route très peu fréquentée en périodes diurne et nocturne Végétation très importante Environnement dégagé autour du point de mesure

5.2 Fonctionnement prévu des installations

Les futures installations du parc éolien sont susceptibles de fonctionner de jour comme de nuit, dès lors que le vent dépasse la vitesse de 3 m/s au niveau de leurs moyeux.

5.3 Intervalles de temps

Nous avons retenu comme intervalles de référence et d'observation, les périodes suivantes :

- Jour : 07h00 à 22h00 ;
- Nuit : 22h00 à 07h00.

Pour caractériser la situation acoustique du site, les enregistrements ont été réalisés sur une période de 23 jours environ (soit du 19 avril au 13 mai 2024).

5.4 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques (en particulier le vent et l'humidité) peuvent influencer sur les résultats. En effet, la vitesse du vent se composant avec la vitesse du son, un gradient de vent produit un phénomène de réfraction qui donne lieu, soit à des affaiblissements, soit à des renforcements des niveaux sonores.

Ainsi, aux voisinages exposés par la future activité de la zone d'implantation potentielle , les mesures du bruit résiduel ont pris en compte cette influence du vent sur les niveaux de bruit générés.

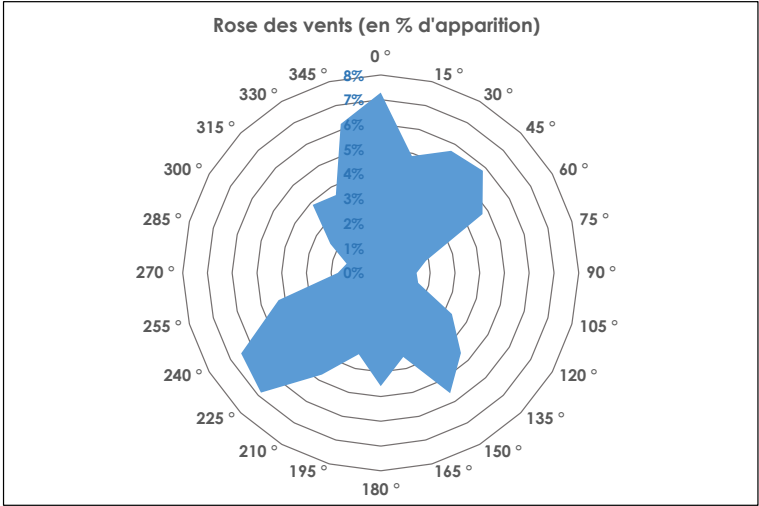
5.4.1 Méthodologie d'analyse des données de vent

Les vitesses et orientations de vent ont été relevées sur site toutes les 10 minutes avec un mat de la société VALECO, d'une hauteur de 60 mètres. Les vitesses de vent ont ensuite été ramenées à hauteur de moyeu (105m) avec une longueur de rugosité correspondante au site et ensuite standardisées à la hauteur de référence (10 m).

5.4.2 Conditions rencontrées lors des mesures

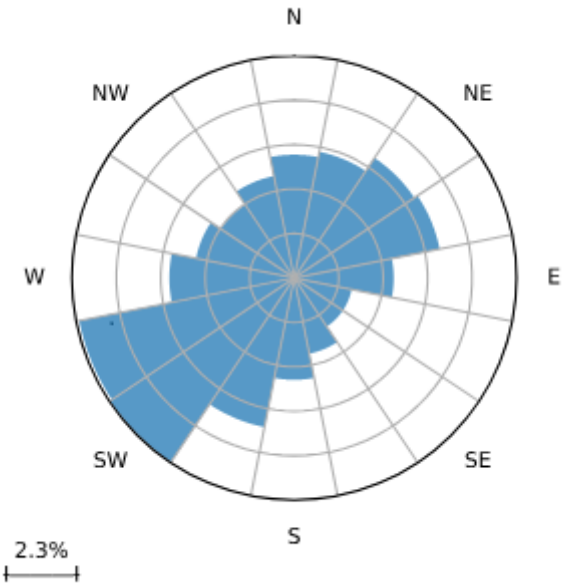
La figure suivante représente les conditions rencontrées lors des mesures.

Figure 1. Rose des vents (19/04/2024 au 13/05/2024)



Les secteurs principaux de vent rencontré lors des mesures sont les secteurs à tendance sud/sud-ouest et à tendance nord/nord-est. Ces deux secteurs sont les principales directions de vent du site, comme indiqué sur la rose des vents long terme présentée ci-dessous.

Figure 2. Rose des vents long terme du site (source : AWS)



5.4.3 Influence du vent sur le microphone

Seules les périodes durant lesquelles les vitesses de vent au niveau du microphone sont inférieures à 5 m/s, sont considérées. Cela permet de rester conforme à la norme NFS 31-010 en terme d'influence de la vitesse de vent sur le microphone.

La vitesse du vent à hauteur de microphone a été évaluée par un calcul du profil de vent en prenant des hypothèses fortement contraignantes, c'est-à-dire des conditions pour lesquels la vitesse du vent à 1,2m est la plus importante. Ces conditions sont: terrain dégagé, libre de tout obstacle avec une végétation basse (sol herbeux). Ainsi, la vitesse du vent à la hauteur du microphone (1,2 mètres du sol) est en dessous de 5 m/s jusqu'à des vitesses de vent mesurées à 10 mètres de 9 m/s.

Le tableau suivant présente la correspondance des valeurs des vitesses de vent en fonction de la hauteur. Pour rappel, la hauteur à 1,2m représente la hauteur du sonomètre.

V en m/s pour h= 1.2 m	V en m/s pour h= 10 m
3.0	5.0
3.5	6.0
4.0	7.0
4.5	8.0
5.0	9.0

5.4.4 Nombre de descripteurs

Pour cette campagne de mesure, la caractérisation du bruit résiduel en termes de nombre moyen de descripteurs observé (cf. annexe 1) donne les résultats suivants :

Tableau 2. Nombre de descripteur moyen pour le secteur sud-ouest 180°-315°)

		Synthèse descripteurs - Secteur SUD-OUEST						
Classe de vitesse de vent :		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
Nombre moyen de descripteurs (Résiduel)	DIURNE	238	258	203	115	57	24	2
	NOCTURNE	61	53	98	48	30	6	1

En période diurne, le nombre de descripteurs est supérieur à 10 pour les vitesses entre 3 à 8 m/s. Les données récoltées permettront d'extrapoler les niveaux de bruit résiduel sur les classes de vitesses de vent à 9 m/s

En période nocturne, le nombre de descripteurs est supérieur à 10 pour les vitesses entre 3 à 7 m/s. Les données récoltées permettront d'extrapoler les niveaux de bruit résiduel sur les classes de vitesses de vent à 8 et 9 m/s

Tableau 3. Nombre de descripteur moyen pour le secteur nord-est (0°-150°)

		Synthèse descripteurs - Secteur NORD-EST						
Classe de vitesse de vent :		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
Nombre moyen de descripteurs (Résiduel)	DIURNE	214	205	138	38	13	7	3
	NOCTURNE	102	122	91	42	10	0	0

En périodes diurne et nocturne, le nombre de descripteurs est supérieur à 10 pour les vitesses entre 3 à 7 m/s. Les données récoltées permettront d'extrapoler les niveaux de bruit résiduel sur les classes de vitesses de vent à 8 et 9 m/s

5.5 Situations types

En vue de garantir de meilleures cohérence et représentativité de l'évolution des niveaux résiduels en fonction de la vitesse du vent standardisée, des situations-types sont définies. Quatre situations-types sont retenues pour l'analyse du projet de parc éolien. Elles dépendent des périodes réglementaires diurne et nocturne, et des secteurs de vent sud-ouest et nord-est.

Ainsi les quatre situations types sont :

- Période diurne, Sud-ouest
- Période nocturne, Sud-ouest
- Période diurne, Nord-est
- Période nocturne, Nord-est

A noter que les secteurs de vent étudiés sont représentatifs des secteurs qui composent la grande majorité des secteurs rencontrés habituellement sur ce site.

Nous rappelons que la situation géographique et le paysage sonore du site présentent les caractéristiques suivantes :

- Relief peu marqué au regard des dimensions des éoliennes ;
- Circulation routière des axes environnants. L'utilisation de l'indice fractile L50 élimine le bruit généré par cette source.
- Aucune activité industrielle bruyante autour des zones à émergences réglementées.
- L'activité agricole en période diurne, la végétation et l'avifaune environnante sont les principales sources sonores.
- Des parcs éoliens en exploitation étaient présents et en fonctionnement autour de la zone étudiée durant l'intervention.

5.6 Niveaux de bruit résiduel mesurés

5.6.1 Généralités sur la méthodologie

L'impact sonore des éoliennes sur le voisinage sera évalué pour des vents ayant des vitesses de 3 à 9 m/s inclus à la hauteur de référence de 10 m (par pas de 1 m/s). Les vitesses de vent seront arrondies à l'unité. On considèrera, par exemple, une vitesse de vent de 6 m/s lorsque celle-ci sera comprise entre 5.5 m/s et 6.5 m/s inclus.

L'analyse a été réalisée afin de caractériser les niveaux de bruit résiduel en chaque point de contrôle, pour chaque situation type.

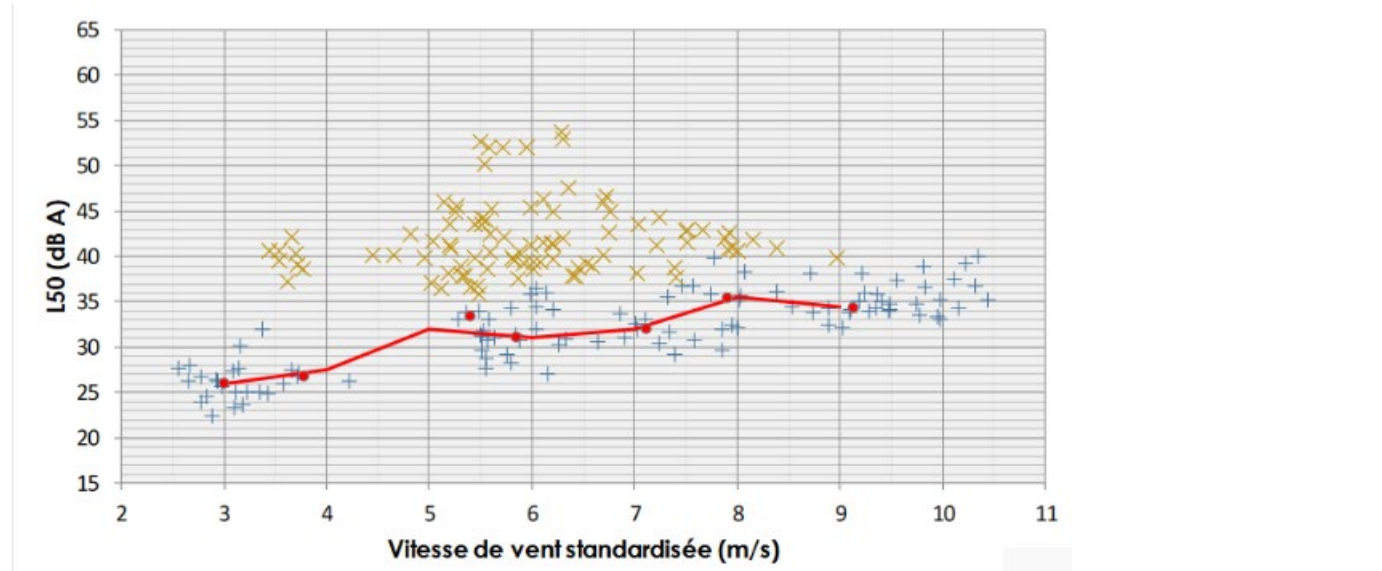
Les niveaux de bruit résiduel ont été intégrés sur un intervalle de 10 minutes. Pour chacun de ces cas nous avons éliminé* les valeurs non représentatives de ces niveaux. Puis nous avons fait un premier graphique (nuage de points bleus) des L50 restants en fonction des vitesses de vent ramenées à la hauteur de référence de 10 m, pendant ces mêmes périodes de 10 minutes.

L'indice fractile L50 étant défini comme le niveau de bruit atteint ou dépassé pendant 50 % de l'intervalle de mesurage (soit 10 min), il permet d'éliminer et de ne pas prendre en compte les pics d'énergie importants comme le bruit généré par la circulation intermittente présente autour du site.

Avec ces données, nous avons créé un second graphique : pour chaque classe de vitesse de vent, nous avons associé la valeur médiane des L50 restants en fonction des vitesses moyennes de vent. Dans l'annexe I, ce graphique (courbe rouge) est superposé sur le premier graphique (nuage de points bleus) décrit ci-avant.

Les niveaux de bruit résiduels retenus pour les vitesses entières de chaque classe de vent sont déterminés par interpolation linéaire des couples L50 médian / vitesse de vent moyenne restants.

*Les valeurs éliminées correspondent aux valeurs non représentatives de la tendance générale de la courbe. Ce sont des pics d'énergie trop importante et non récurrent (cela peut correspondre à des activités telles que le passage d'une tondeuse, un véhicule avec le moteur en fonctionnement à proximité, etc.). Ce qui fût le cas dans l'exemple ci-dessous. En jaune, les descripteurs supprimés suite à l'analyse approfondie de leur représentativité. Si ces descripteurs avaient été conservés, la valeur de bruit résiduel pour la vitesse de 6 m/s, par exemple aurait été supérieure d'environ 10 dB(A), ce qui aurait été incohérent par rapport à la tendance principale



5.6.2 Résultats des valeurs de bruit résiduel

Les tableaux de synthèse suivants présentent les niveaux de bruit résiduel retenus selon les différentes situations types retenues. Les valeurs sont données pour la hauteur standardisée de 10 m.

Tableau 4. Niveaux de bruit résiduel en dB(A) aux différents voisinages (ZER) – SUD-OUEST

		Niveaux de bruit résiduel mesurés Secteur SUD-OUEST						
Classe de vitesse de vent :		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
ZER 1 : MARIGNY	DIURNE	37,5	38,5	39	40,5	42	42,5	41
	NOCTURNE	27	27,5	28	30	33,5	35,5	37,5
ZER 2 : THAAS NORD	DIURNE	38,5	39	40,5	41	43,5	44	44
	NOCTURNE	27	27,5	28,5	29	35	37,5	38,5
ZER 3 : THAAS SUD	DIURNE	36	37	38	39,5	43	42	42
	NOCTURNE	26	28	30	30,5	37	38,5	38,5
ZER 4 : FERME DES MARAIS	DIURNE	38,5	38,5	39,5	40,5	41	43	42
	NOCTURNE	27	28,5	32	31,5	34	36	38,5
ZER 5 : CHAPELLE-LASSON	DIURNE	38	39	39	39,5	41	40	40
	NOCTURNE	24	26,5	27	29	32	36	36
ZER 6 : FERME DE VARSOVIE	DIURNE	40	40	41	42	42,5	44,5	46,5
	NOCTURNE	27,5	30	33,5	34,5	36,5	42	43

Valeur donnée à titre indicatif (moins de 10 descripteurs)

Tableau 5. Niveaux de bruit résiduel en dB(A) aux différents voisinages (ZER) – NORD-EST

		Niveaux de bruit résiduel mesurés Secteur NORD-EST						
Classe de vitesse de vent :		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
ZER 1 : MARIGNY	DIURNE	38,5	38	38,5	38	38,5	38,5	40
	NOCTURNE	28	27,5	27,5	28	30	32	34
ZER 2 : THAAS NORD	DIURNE	39	39	39,5	38,5	38,5	40,5	40
	NOCTURNE	28,5	28	28,5	29,5	31,5	33,5	35,5
ZER 3 : THAAS SUD	DIURNE	36	35,5	36	35,5	36	36,5	38
	NOCTURNE	27	28	28	30	32,5	35	37,5
ZER 4 : FERME DES MARAIS	DIURNE	38,5	39,5	38,5	38,5	39	40	40
	NOCTURNE	30,5	30,5	32	36	37	38	39
ZER 5 : CHAPELLE-LASSON	DIURNE	39,5	40	40	38	38,5	39,5	39,5
	NOCTURNE	27	29	29,5	33	33,5	34	34,5
ZER 6 : FERME DE VARSOVIE	DIURNE	39,5	41	41	41,5	41,5	44	47
	NOCTURNE	31,5	32	32	36	38,5	41	43,5

Valeur donnée à titre indicatif (moins de 10 descripteurs)

Les graphes relatifs aux analyses statistiques et le nombre de descripteurs sont fournis en annexe 1.

6 CARACTERISATION DU PROJET

6.1 Localisation des points de contrôle

Les points de contrôle ont été déterminés afin d’être représentatifs des voisinages habités les plus exposés pour le calcul de l’impact sonore en fonction des différentes conditions météorologiques. Celles-ci correspondent principalement à des vents de sud-ouest et de nord-est.

Compte tenu du relief peu marqué par rapport aux dimensions des éoliennes, les ZER les plus impactées sont également les plus proches des éoliennes dans la direction des vents.

Ces différents points et les positions prévues des éoliennes du projet des Clairets, numérotées **E1 à E6**, sont présentés en bleu sur la carte de la page suivante.

Tableau 6. Coordonnées des éoliennes étudiées (Lambert 93)

	LAMBERT 93	
	X	Y
E1	763290	6839033
E2	763477	6838606
E3	763943	6837812
E4	762638	6838305
E5	762868	6837915
E6	763031	6837426

Remarque : les points de contrôle d'impact acoustique et les points de mesures de bruit résiduel ne sont pas nécessairement implantés aux mêmes emplacements. En effet, les points de mesures de bruit résiduel sont représentatifs d'un paysage sonore d'une zone tandis que les points de contrôle d'impact sonore sont représentatifs des lieux les plus exposés au bruit des éoliennes.

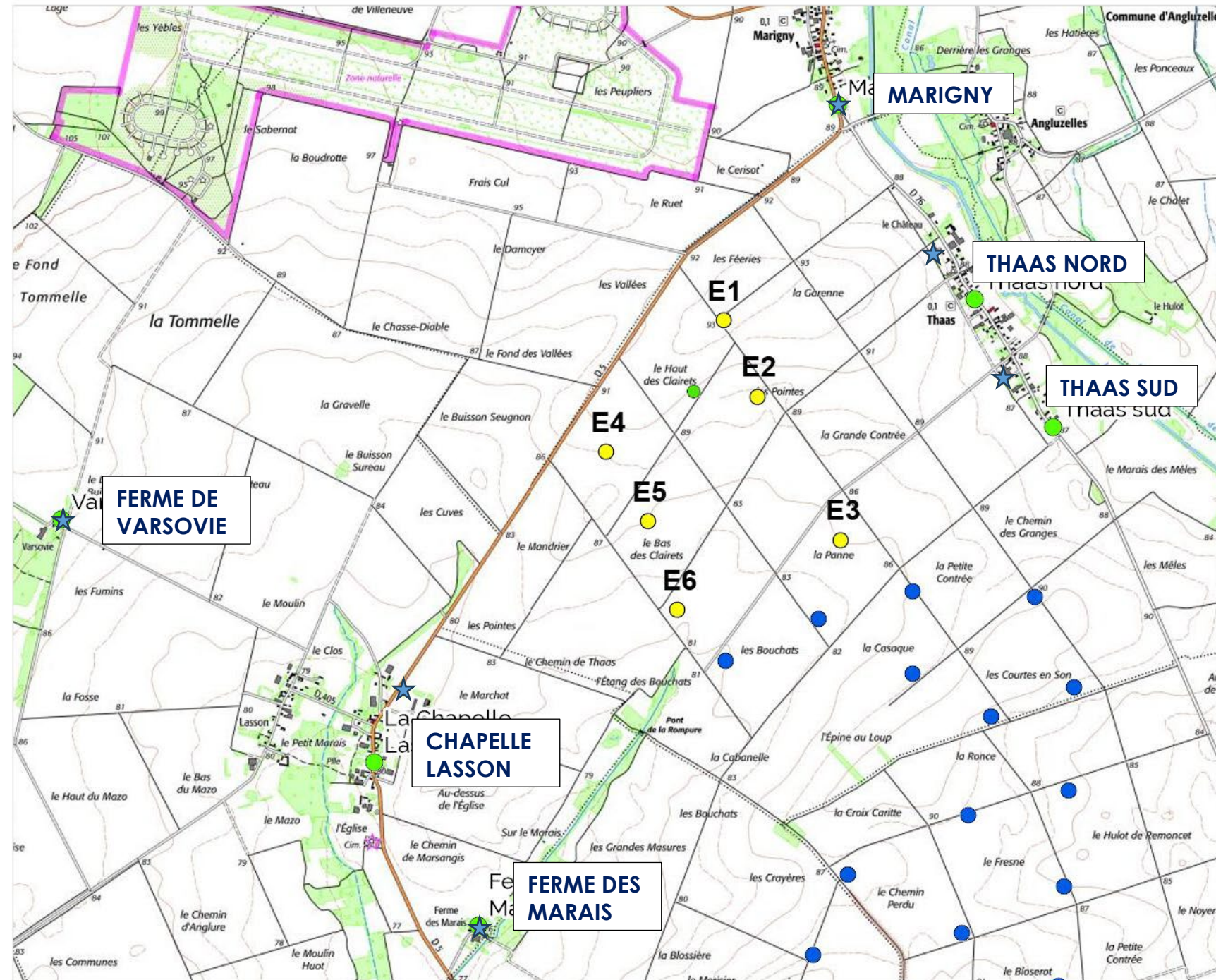
PLAN DE LOCALISATION DES POINTS DE CONTRÔLE ET DES EOLIENNES

Figure 3. Implantation des points de contrôle et des éoliennes

Projet éolien des Clairets

Carte de l'implantation

- Eolienne du projet des Clairets
- Mât de mesure
- Point de mesure acoustique
- Eolienne en exploitation
- ★ Point de contrôle



Auteur: Collaborateur Valeco
Sources: Valeco, IGN

Date: 27/01/2025
Projection: RGF 1993 Lambert-93

* Source fond de carte VALECO modifiée par DELHOM

6.2 Caractéristiques acoustiques des éoliennes

A la date de dépôt du présent Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale, le modèle d'éoliennes qui équipera le parc éolien n'est pas déterminé. En effet, plusieurs modèles actuellement commercialisés présentent un gabarit et des spécificités techniques adaptés aux caractéristiques du site.

Afin de ne pas sous-évaluer les impacts, de l'installation sur l'environnement, il a été décidé de définir et d'étudier pour la présente étude, **deux gabarits d'éolienne maximisants**, adaptés au site du projet. Le gabarit maximisant 1 s'applique aux éoliennes E1, E4, E5, et E6. Le gabarit maximisant 2 concerne les éoliennes E2 et E3. Les caractéristiques les plus contraignantes des aérogénérateurs sont :

Paramètre	Dimension gabarit 1	Dimension gabarit 2
Puissance nominale maximale	5.9 MW	3.78 MW
Hauteur en bout de pale maximale	180 m	149.5 m
Diamètre du rotor maximal	150 m	117 m
Hauteur du moyeu maximale	105 m	91 m
Hauteur sous le rotor minimale	30 m	30 m

Figure 4. Schéma du gabarit maximum des éoliennes (E1, E4, E5 et E6)

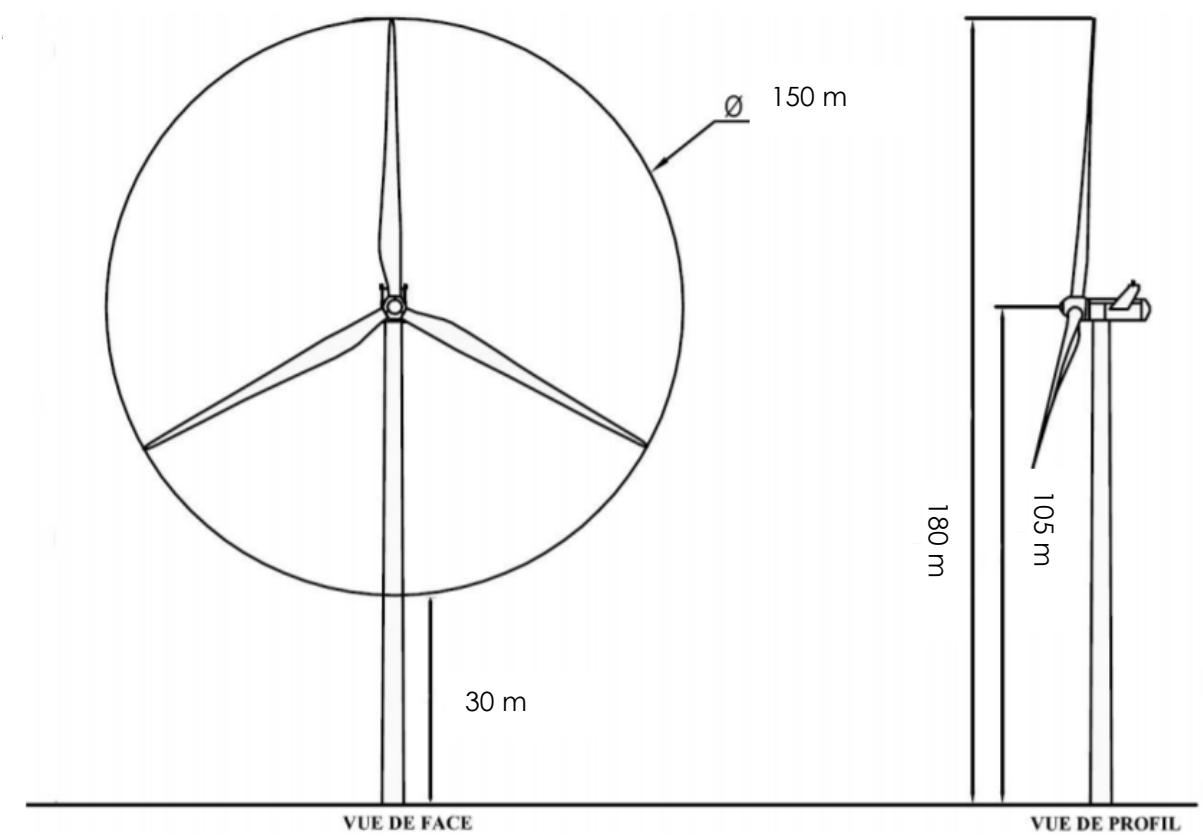
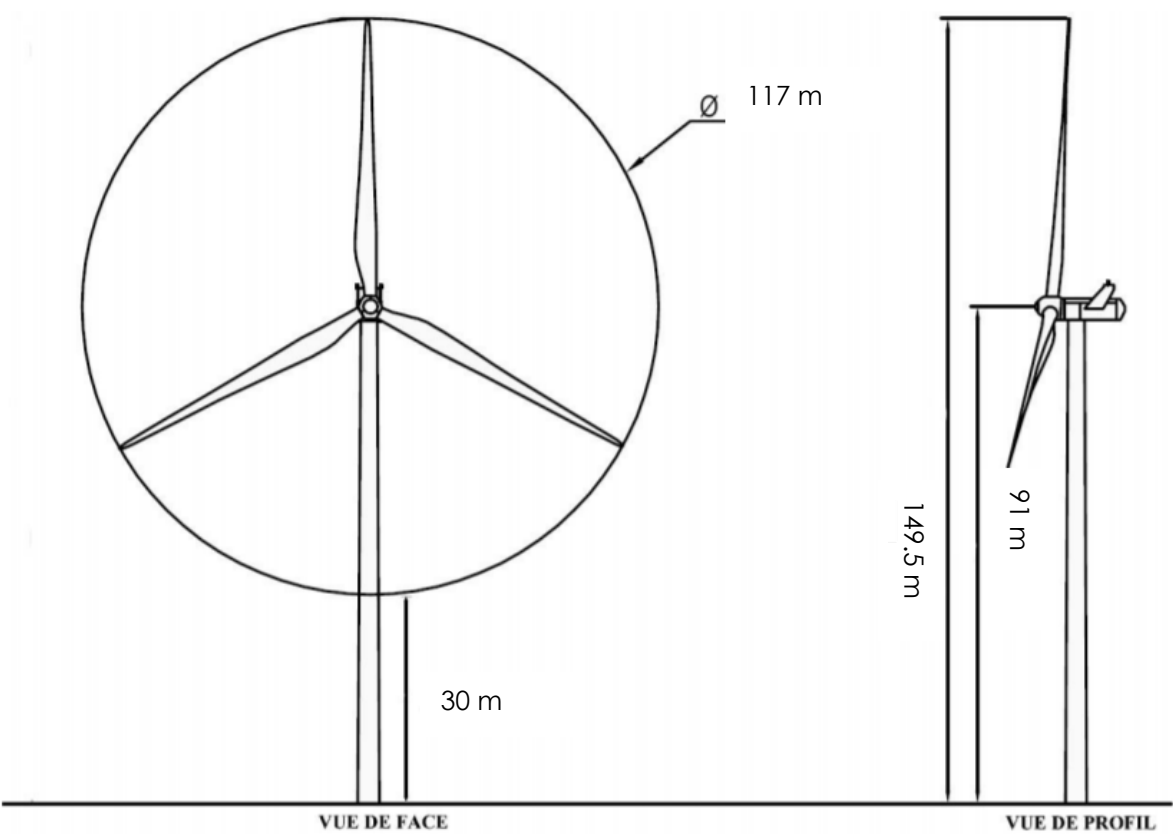


Schéma du gabarit maximum des éoliennes (E2 et E3)



Pour cette étude, l'analyse des impacts acoustiques du projet des Clairets a été réalisée sur la base des spécifications techniques de deux types dont les dimensions correspondent aux gabarits définis pour le projet.

Les caractéristiques générales de ces modèles d'éoliennes ayant servis pour cette étude sont les machines NORDEX N117 3.78MW STE et N149 5.9MW STE. Ces caractéristiques sont précisées ci-dessous et dans les pages suivantes.

Le flux d'air autour des rotors de ces éoliennes va créer des niveaux de pression acoustique dans l'environnement proche des installations. Les niveaux de bruit générés par les éoliennes vont fluctuer en fonction de la vitesse de rotation des rotors et, par conséquent, en fonction des vitesses de vent sur le site d'implantation.

Chaque constructeur donne les niveaux de puissance acoustique de ce type d'éolienne en fonction des vitesses de vent à hauteur de moyeu (évalués selon la norme IEC 61400-11).

NORDEX N117 3.78MW STE (E2 et E3)

Caractéristiques dimensionnelles :

- Hauteur de nacelle : 91 m ;
- Diamètre du rotor : 117 m ;
- Vent de démarrage : 3 m/s à hauteur de moyeu.

Le tableau suivant présente les niveaux de puissance acoustique de ce type d'éolienne en fonction des vitesses de vent, entre 3 et 9 m/s, ramenées à la hauteur de référence de 10 m.

Figure 6. Puissances acoustiques en dB(A) en fonction de la vitesse du vent

Mode	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
Std	92,5	94,5	100,0	103,0	103,5	103,5	103,5
MODE 1	92,5	94,5	100,0	103,0	103,0	103,0	103,0
MODE 2	92,5	94,5	100,0	102,5	102,5	102,5	102,5
MODE 3	92,5	94,5	100,0	102,0	102,0	102,0	102,0
MODE 4	92,5	94,5	100,0	101,5	101,5	101,5	101,5
MODE 5	92,5	94,5	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
MODE 6	92,5	94,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5
MODE 7	92,5	94,5	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
MODE 8	92,5	94,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5
MODE 9	92,5	94,5	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0
MODE 10	92,5	94,5	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5
MODE 11	92,5	94,5	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0
MODE 12	92,5	94,5	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5

Référence du document : F008_256_A13_EN_R10_Nordex_N117_3600 et CC01_EN_F008_256a_A17-Third-octave-sound-power-levels-Nordex-N117_3600-VPC

Au-dessus de 9 m/s (réf. hauteur 10 m), les niveaux de puissance acoustique restent stables.

La ligne « Std » correspond au fonctionnement nominal de l'éolienne et les lignes « Mode 1 » à « Mode 12 » correspondent à différents types de bridages de l'éolienne

NORDEX N149 5.9MW STE (E1, E4, E5 et E6)

Caractéristiques dimensionnelles :

- Hauteur de nacelle : 105 m ;
- Diamètre du rotor : 149 m ;
- Vent de démarrage : 3 m/s à hauteur de moyeu.

Le tableau suivant présente les niveaux de puissance acoustique de ce type d'éolienne en fonction des vitesses de vent, entre 3 et 9 m/s, ramenées à la hauteur de référence de 10 m.

Figure 7. Puissances acoustiques en dB(A) en fonction de la vitesse du vent

Mode	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
Std	94,0	95,2	99,8	104,2	105,6	105,6	105,6
MODE 1	94,0	95,2	99,8	104,2	105,2	105,2	105,2
MODE 2	94,0	95,2	99,8	104,1	104,8	104,8	104,8
MODE 3	94,0	95,2	99,8	104,0	104,4	104,4	104,4
MODE 4	94,0	95,2	99,8	104,0	104,0	104,0	104,0
MODE 5	94,0	95,2	99,8	103,5	103,5	103,5	103,5
MODE 6	94,0	95,2	99,8	103,0	103,0	103,0	103,0
MODE 7	94,0	95,2	99,8	102,5	102,5	102,5	102,5
MODE 8	94,0	95,2	99,8	102,0	102,0	102,0	102,0
MODE 9	94,0	95,2	99,8	101,5	101,5	101,5	101,5
MODE 10	94,0	95,2	99,1	99,5	99,5	99,5	99,5
MODE 11	94,0	95,2	98,6	99,0	99,0	99,0	99,0
MODE 12	94,0	95,2	98,1	98,5	98,5	98,5	98,5
MODE 13	94,0	95,2	97,7	98,0	98,0	98,0	98,0
MODE 14	94,0	95,2	97,2	97,5	97,5	97,5	97,5
MODE 15	94,0	95,2	96,7	97,0	97,0	97,0	97,0
MODE 16	94,0	95,2	96,2	96,5	96,5	96,5	96,5
MODE 17	94,0	95,0	95,7	96,0	96,0	96,0	96,0
MODE 18	94,0	94,7	95,2	95,5	95,5	95,5	95,5

Référence du document : F008_275_A13_EN_R06_Nordex_N149_5.X

Au-dessus de 9 m/s (réf. hauteur 10 m), les niveaux de puissance acoustique restent stables.

La ligne « Std » correspond au fonctionnement nominal de l'éolienne et les lignes « Mode 1 » à « Mode 18 » correspondent à différents types de bridages de l'éolienne

VALECO, en tant qu'entreprise dépendant d'une société dont la majeure partie des capitaux appartient à des fonds publics, doit se soumettre à la directive européenne 2014/25/UE visant à garantir le respect des principes de mise en concurrence, d'égalité de traitement des fournisseurs, et de transparence pour tout achat de matériels et services destinés à ses sociétés de projet de construction, dès lors que ces achats sont liés à leur activité de production d'électricité. Cette directive s'applique aux marchés de travaux d'une valeur supérieure à 5 000 000 € et aux marchés de fournitures et de services d'une valeur supérieure à 400 000 €¹ de la SPV, tels que la fourniture et l'installation d'éolienne. Si la mise en concurrence des fabricants d'éoliennes aboutissait à retenir un modèle différent de la N117 – 3.78MW – 91m et de la N149 – 5.7MW – 105m de Nordex, le porteur de projet s'engage alors à refaire des simulations d'impact acoustique pour le projet pour conforter les résultats présentés ici, voire si nécessaire à ajuster le modèle de bridage.

¹ seuils actuellement applicables à compter du premier janvier 2012 par le règlement européen n°1251/2011 du 30 novembre 2011 et le décret n°2011-2027 du 29 décembre 2011, et réévalués par période de 2 ans.

7 ANALYSE DE L'IMPACT ACOUSTIQUE DU PARC EOLIEN

7.1 Hypothèses et modélisation

Nos simulations réalisées à l'aide de notre modèle de calcul prévisionnel sont réalisées en fonction de tous les paramètres décrits précédemment. Le descriptif du modèle utilisé est présenté en annexe 2.

Les différentes catégories de vent (vitesse et orientation) et les hypothèses retenues sur les conditions météorologiques sont rappelées ci-dessous :

Vent de sud-ouest (225°+/-45°) et de nord-est (45°+/- 45°) à la hauteur standardisée de 10 m :

- Vitesse de vent comprise entre 3 et 9 m/s par pas d'un m/s.
- Les vitesses de vent seront arrondies à l'unité. La vitesse comprise entre 5.5 m/s et 6.5 m/s fera partie de la classe de vitesse de vent 6 m/s.

7.2 Niveau de bruit ambiant sur les périmètres de mesure de bruit

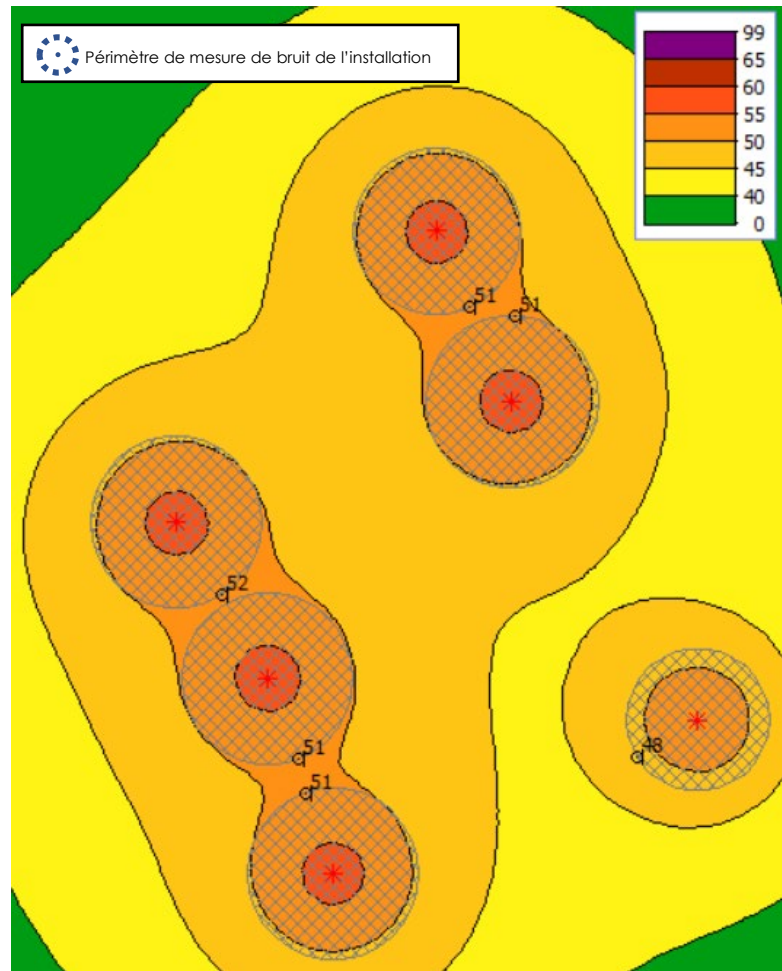
Nous avons réalisé les calculs des niveaux de bruit ambiant maximums, induits par les éoliennes étudiées du projet des Clairets sur le périmètre de mesure de bruit (soit 179.4 m pour la N117 et 215,4 m pour la N149)

Ces calculs ont été réalisés pour la puissance acoustique maximale atteinte à partir de la vitesse de vent de 7 m/s à la hauteur de référence de 10 m. Ces niveaux ont été calculés en considérant une propagation du son favorable quel que soit la direction du vent.

Une simulation acoustique a été réalisée pour les types d'éoliennes étudiés soit la NORDEX N117 3.78MW STE avec Lw= 103.5 dB(A) pour les éoliennes E2 et E3, et la NORDEX N149 5.9MW STE avec Lw= 105.6 dB(A) pour les éoliennes E1, E4, E5 et E6.

La cartographie sonore est présentée sur la figure suivante.

Figure 8. Cartographie sonore – Projet des Clairets



Les niveaux sonores sont donnés en dB(A)

Les niveaux de bruit particulier calculés pour les éoliennes NORDEX N117 3.78MW STE et N149 5.9MW STE ont pour valeur maximale 52 dB(A) au niveau du périmètre de bruit.

Le bruit résiduel retenu pour le calcul du niveau de bruit ambiant est le niveau de bruit résiduel maximum mesuré en zones à émergence réglementée pour chaque cas étudié.

Le tableau suivant rend compte des résultats obtenus pour le type d'éoliennes étudié.

Tableau 7. Niveaux de bruit maximums calculé sur les périmètres de mesure

	Lp ambiant max	
	Période diurne	Période nocturne
Point de contrôle	52.5 dB(A)	52.0 dB(A)

Pour les catégories de vent étudiées, les niveaux de bruit ambiant maximums calculés sur le périmètre de mesure de bruit respectent les limites imposées par la réglementation aussi bien en période diurne (inférieur à 70 dB(A)) qu'en période nocturne (inférieur à 60 dB(A)). **Ces niveaux sonores sont largement inférieurs aux critères réglementaires (environ 8 dB (A) en dessous pour la période nocturne).**

Le respect de ces limites dans les cas les plus critiques (points les plus exposés, bruits induits par les éoliennes et bruit résiduels maximum) implique la conformité dans les autres cas étudiés. De plus, au-delà de 7 m/s (à la hauteur standardisée de 10 m), les puissances acoustiques des éoliennes restent stables, donc une éventuelle augmentation du niveau de bruit ambiant ne pourrait provenir que de l'accroissement du bruit résiduel avec la vitesse du vent.

7.3 Tonalité marquée

La réglementation applicable concernant la tonalité marquée se réfère au point 1.9 de l'annexe à l'arrêté du 23 janvier 1997. La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveau entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les niveaux indiqués dans le tableau ci-après pour la bande considérée :

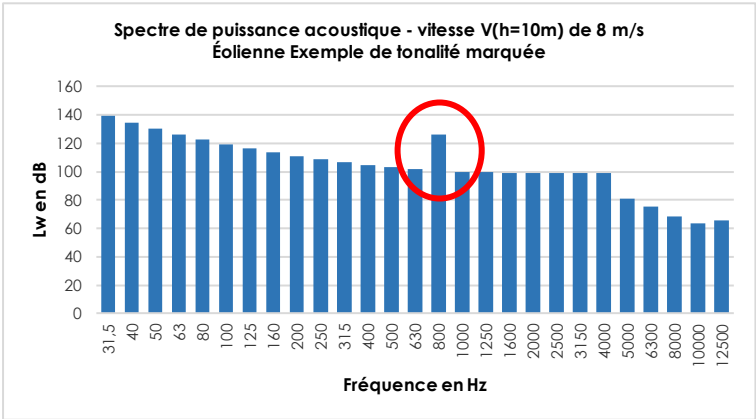
50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1250 Hz	1600 Hz à 8000 Hz
10 dB	5 dB	5 dB

Les bandes sont définies par fréquence centrale de tiers d'octave.

Remarque :

Pour qu'une tonalité marquée soit décelée, les différences de niveaux entre la bande de tiers d'octave étudiée et les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures ne doivent pas être toutes supérieures aux valeurs indiquées dans le tableau ci-dessus (toutes les valeurs des tableaux d'analyse de tonalité marquée doivent être positives).

Un exemple de tonalité marquée est indiqué dans le graphe et le tableau ci-dessous.



Fréquence en Hz		50	63	80	100	125	160	200	250	315
Différences de niveaux en dB	N-1	-4,4	-4,0	-3,7	-3,4	-3,0	-2,7	-2,5	-2,3	-2,0
	N-2	-9,2	-8,4	-7,7	-7,1	-6,4	-5,7	-5,2	-4,8	-4,3
	N+1	4,0	3,7	3,4	3,0	2,7	2,5	2,3	2,0	1,8
	N+2	7,7	7,1	6,4	5,7	5,2	4,8	4,3	3,8	3,4
Fréquence en Hz		400	500	630	800	1000	1250			
Différences de niveaux en dB	N-1	-1,8	-1,6	-1,3	23,9	-25,8	-0,6			
	N-2	-3,8	-3,4	-2,9	22,6	-1,9	-26,4			
	N+1	1,6	1,3	-23,9	25,8	0,6	0,4			
	N+2	2,9	-22,6	1,9	26,4	1,0	0,6			
Fréquence en Hz		1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	
Différences de niveaux en dB	N-1	-0,4	-0,2	-0,1	0,1	0,2	-17,9	-6,0	-6,4	
	N-2	-1,0	-0,6	-0,3	0,0	0,3	-17,7	-23,9	-12,4	
	N+1	0,2	0,1	-0,1	-0,2	17,9	6,0	6,4	5,0	
	N+2	0,3	0,0	-0,3	17,7	23,9	12,4	11,4	3,2	

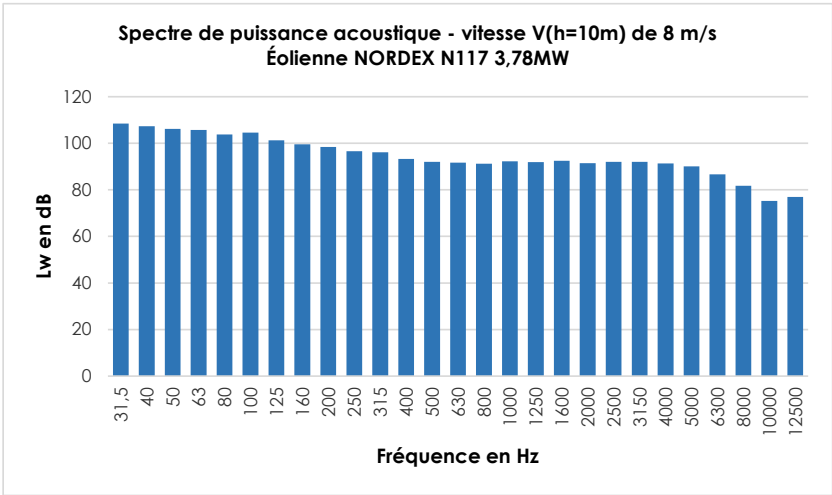
7.3.1 NORDEX N117 3.78MW STE

Les tableaux de tonalité marquée sont données pour la NORDEX N117 3.78MW STE (référence du document CC01_EN_F008_256a_A17-Third-octave-sound-power-levels-Nordex-N117_3600-VPC).

Tableau 8. Tableau des niveaux de puissance acoustique d'une NORDEX N117 3.78MW STE par bande de tiers d'octave

	Lw 1/3 octave dB(A) - Hauteur standardisée de 10 m								
Fréquence en (Hz)	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
31,5	56,3	64,5	68,3	69,1	69,1	69,1	69,1	69,1	69,1
40	60,0	68,3	72,0	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8
50	63,2	71,4	75,2	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0
63	67,7	73,9	77,9	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5
80	71,8	77,7	80,9	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3
100	73,6	79,6	83,4	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5
125	75,2	80,9	84,6	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2
160	77,1	84,4	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2
200	80,1	84,3	87,6	87,6	87,6	87,6	87,6	87,6	87,6
250	81,6	85,6	88,1	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0
315	82,5	86,3	89,7	89,6	89,6	89,6	89,6	89,6	89,6
400	81,7	85,6	88,9	88,5	88,5	88,5	88,5	88,5	88,5
500	81,7	85,8	88,9	88,8	88,8	88,8	88,8	88,8	88,8
630	81,7	85,5	89,6	89,8	89,8	89,8	89,8	89,8	89,8
800	81,9	86,7	89,9	90,4	90,4	90,4	90,4	90,4	90,4
1000	83,4	88,6	91,7	92,3	92,3	92,3	92,3	92,3	92,3
1250	83,4	88,6	91,9	92,5	92,5	92,5	92,5	92,5	92,5
1600	84,7	89,6	92,6	93,5	93,5	93,5	93,5	93,5	93,5
2000	84,2	89,2	91,8	92,7	92,7	92,7	92,7	92,7	92,7
2500	84,0	90,2	92,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4
3150	82,6	89,7	92,5	93,2	93,2	93,2	93,2	93,2	93,2
4000	81,1	89,1	92,1	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4
5000	78,7	87,5	90,7	90,6	90,6	90,6	90,6	90,6	90,6
6300	73,3	82,9	86,1	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6
8000	66,1	75,3	79,8	80,7	80,7	80,7	80,7	80,7	80,7
10000	58,0	67,2	71,7	72,7	72,7	72,7	72,7	72,7	72,7
12500	58,0	67,2	71,7	72,7	72,7	72,7	72,7	72,7	72,7
LWA [dB(A)]	94,5	100,0	103,0	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5

Figure 9. Graphe des niveaux de puissance acoustique d'une NORDEX N117 3.78MW STE par bande de tiers d'octave à la vitesse de 8 m/s



L'analyse de la tonalité marquée pour la vitesse de 8 m/s (à la puissance nominale) est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 9. Analyse de la tonalité marquée – NORDEX N117 3.78MW STE

Fréquence en Hz		50	63	80	100	125	160	200	250	315
Différences de niveaux en dB	N-1	-1,2	-0,5	-1,9	0,8	-3,3	-1,7	-1,1	-1,9	-0,4
	N-2	-2,3	-1,7	-2,4	-1,1	-2,5	-5,0	-2,8	-3,0	-2,3
	N+1	0,5	1,9	-0,8	3,3	1,7	1,1	1,9	0,4	2,9
	N+2	2,4	1,1	2,5	5,0	2,8	3,0	2,3	3,3	4,2
Fréquence en Hz		400	500	630	800	1000	1250			
Différences de niveaux en dB	N-1	-2,9	-1,3	-0,3	-0,5	1,1	-0,4			
	N-2	-3,3	-4,2	-1,6	-0,8	0,6	0,7			
	N+1	1,3	0,3	0,5	-1,1	0,4	-0,6			
	N+2	1,6	0,8	-0,6	-0,7	-0,2	0,4			
Fréquence en Hz		1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	
Différences de niveaux en dB	N-1	0,6	-1,0	0,6	-0,1	-0,6	-1,3	-3,4	-4,9	
	N-2	0,2	-0,4	-0,4	0,5	-0,7	-1,9	-4,7	-8,3	
	N+1	1,0	-0,6	0,1	0,6	1,3	3,4	4,9	6,6	
	N+2	0,4	-0,5	0,7	1,9	4,7	8,3	11,5	4,8	

Les différences de niveaux entre la bande de tiers d'octave étudiée et les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures ne sont pas toutes supérieures aux valeurs indiquées dans le tableau du paragraphe 7.3

Par conséquent, les caractéristiques de l'éolienne NORDEX N117 3.78MW STE par bande de tiers d'octave ne présentent pas de tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe à l'arrêté du 23 janvier 1997.

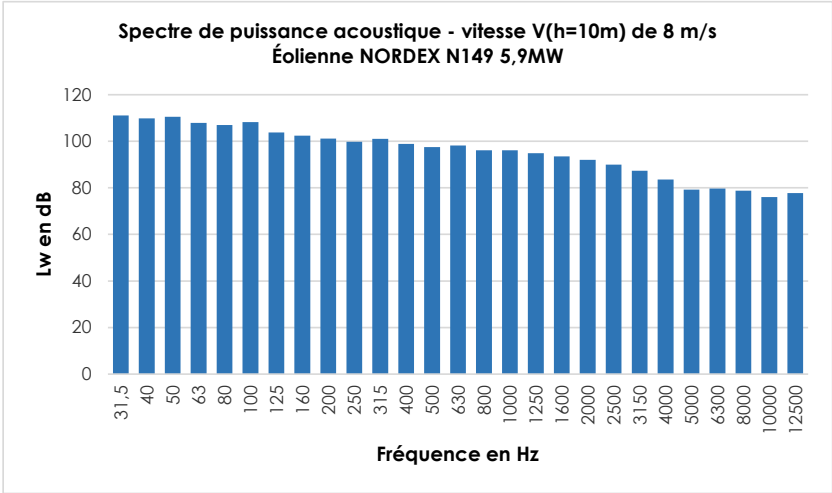
7.3.2 Nordex N149 5.9MW STE

Les tableaux de tonalité marquée sont données pour la NORDEX N149 5.9MW STE (référence du document F008_275_A17_EN_R06_Nordex_N149_5.X).

Tableau 10. Tableau des niveaux de puissance acoustique d'une NORDEX N149 5.9MW STE par bande de tiers d'octave

		Lw 1/3 octave dB(A) - Hauteur standardisée de 10 m								
Fréquence en (Hz)		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
31,5		61,1	65,0	69,4	70,8	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7
40		67,0	69,4	73,8	75,2	75,3	75,3	75,3	75,3	75,3
50		68,2	72,7	77,1	78,5	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4
63		73,1	75,2	79,6	81,0	81,7	81,7	81,7	81,7	81,7
80		76,0	78,9	83,3	84,7	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5
100		77,0	80,9	85,3	86,7	89,2	89,2	89,2	89,2	89,2
125		79,2	81,9	86,3	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7
160		82,5	84,9	89,3	90,7	89,0	89,0	89,0	89,0	89,0
200		81,6	84,9	89,3	90,7	90,3	90,3	90,3	90,3	90,3
250		82,9	86,4	90,8	92,2	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2
315		84,1	88,0	92,4	93,8	94,5	94,5	94,5	94,5	94,5
400		84,5	88,3	92,7	94,1	94,1	94,1	94,1	94,1	94,1
500		83,2	88,0	92,4	93,8	94,3	94,3	94,3	94,3	94,3
630		84,4	89,6	94,0	95,4	96,3	96,3	96,3	96,3	96,3
800		83,7	89,2	93,6	95,0	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4
1000		85,0	90,6	95,0	96,4	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2
1250		84,6	90,1	94,5	95,9	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5
1600		84,1	89,8	94,2	95,6	94,5	94,5	94,5	94,5	94,5
2000		82,6	88,1	92,5	93,9	93,3	93,3	93,3	93,3	93,3
2500		80,3	85,7	90,1	91,5	91,3	91,3	91,3	91,3	91,3
3150		78,1	81,5	85,9	87,3	88,6	88,6	88,6	88,6	88,6
4000		78,0	76,7	81,1	82,5	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6
5000		73,4	74,3	78,7	80,1	79,8	79,8	79,8	79,8	79,8
6300		69,7	72,7	77,1	78,5	79,6	79,6	79,6	79,6	79,6
8000		67,8	70,6	75,0	76,4	77,7	77,7	77,7	77,7	77,7
10000		63,9	66,7	71,1	72,5	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5
12500		63,9	66,7	71,1	72,5	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5
LWA [dB(A)]		95,2	99,8	104,2	105,6	105,6	105,6	105,6	105,6	105,6

Figure 10. Graphe des niveaux de puissance acoustique d'une NORDEX N149 5.9MW STE par bande de tiers d'octave à la vitesse de 8 m/s



L'analyse de la tonalité marquée pour la vitesse de 8 m/s (à la puissance nominale) est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 11. Analyse de la tonalité marquée – NORDEX N149 5.9MW STE

Fréquence en Hz		50	63	80	100	125	160	200	250	315
Différences de niveaux en dB	N-1	0,7	-2,7	-0,9	1,3	-4,5	-1,4	-1,2	-1,4	1,3
	N-2	-0,5	-2,0	-3,6	0,4	-3,2	-5,9	-2,6	-2,6	-0,1
	N+1	2,7	0,9	-1,3	4,5	1,4	1,2	1,4	-1,3	2,2
	N+2	3,6	-0,4	3,2	5,9	2,6	2,6	0,1	0,9	3,6
Fréquence en Hz		400	500	630	800	1000	1250			
Différences de niveaux en dB	N-1	-2,2	-1,4	0,7	-2,0	0,0	-1,3			
	N-2	-0,9	-3,6	-0,7	-1,3	-2,0	-1,3			
	N+1	1,4	-0,7	2,0	0,0	1,3	1,4			
	N+2	0,7	1,3	2,0	1,3	2,7	2,8			
Fréquence en Hz		1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	
Différences de niveaux en dB	N-1	-1,4	-1,4	-2,1	-2,6	-3,8	-4,3	0,4	-0,9	
	N-2	-2,7	-2,8	-3,5	-4,7	-6,4	-8,1	-3,9	-0,5	
	N+1	1,4	2,1	2,6	3,8	4,3	-0,4	0,9	2,8	
	N+2	3,5	4,7	6,4	8,1	3,9	0,5	3,7	1,0	

Les différences de niveaux entre la bande de tiers d'octave étudiée et les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures ne sont pas toutes supérieures aux valeurs indiquées dans le tableau du paragraphe 7.3

Par conséquent, les caractéristiques de l'éolienne NORDEX N149 5.9MW STE par bande de tiers d'octave ne présentent pas de tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe à l'arrêté du 23 janvier 1997.

7.4 Impact acoustique en zones à émergence réglementée

Les premiers calculs ont été réalisés en considérant les 6 éoliennes du projet des Clairets en fonctionnement standard. Dans le cas où des dépassements d'émergences seraient constatés, un plan de gestion sera envisagé. Pour chaque catégorie de vent (vitesse et orientation), nous avons défini le plan de gestion sonore des éoliennes qui permet de respecter la réglementation en termes d'émergence et/ou de niveaux de bruit ambiant.

Remarques : Un bridage correspond à un fonctionnement réduit de l'éolienne permettant une diminution des émissions sonores.

Les tableaux de synthèse suivants présentent les résultats des simulations pour le modèle d'éolienne étudié.

VENT DE SUD-OUEST

Les tableaux suivants présentent la synthèse des résultats d'impact sonore de jour et de nuit pour un vent de sud-ouest lorsque toutes les éoliennes de type NORDEX N117 3.78MW STE et de type NORDEX N149 5.9MW STE du parc sont en fonctionnement normal.

VENT SUD-OUEST - PÉRIODE JOUR								
Vitesse du vent (ref 10 m)		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
MARIGNY	L eol	20,9	22,4	27,2	31,3	32,6	32,7	32,8
	L res	37,5	38,5	39,0	40,5	42,0	42,5	41,0
	L amb	37,5	38,5	39,5	41,0	42,5	43,0	41,5
	Émergence	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
THAAS NORD	L eol	22,4	23,9	28,9	32,8	33,9	34,0	34,1
	L res	38,5	39,0	40,5	41,0	43,5	44,0	44,0
	L amb	38,5	39,0	41,0	41,5	44,0	44,5	44,5
	Émergence	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
THAAS SUD	L eol	22,1	23,7	28,8	32,5	33,5	33,6	33,6
	L res	36,0	37,0	38,0	39,5	43,0	42,0	42,0
	L amb	36,0	37,0	38,5	40,5	43,5	42,5	42,5
	Émergence	0,0	0,0	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5
FERME DES MARAIS	L eol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	L res	38,5	38,5	39,5	40,5	41,0	43,0	42,0
	L amb	38,5	38,5	39,5	40,5	41,0	43,0	42,0
	Émergence	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CHAPELLE-LASSON	L eol	9,9	9,1	9,8	11,7	12,2	9,5	8,2
	L res	38,0	39,0	39,0	39,5	41,0	40,0	40,0
	L amb	38,0	39,0	39,0	39,5	41,0	40,0	40,0
	Émergence	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
FERME DE VARSOVIE	L eol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	L res	40,0	40,0	41,0	42,0	42,5	44,5	46,5
	L amb	40,0	40,0	41,0	42,0	42,5	44,5	46,5
	Émergence	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

* Bruit ambiant inférieur à 35 dB(A)

L eol : bruit particulier des éoliennes étudiées - L res : bruit résiduel en dB(A) - L amb : bruit ambiant en dB(A) - E : émergence en dB(A)

	Conformité évaluée / arrêté du 26 août 2011
	Risque de dépassement des valeurs autorisées

VENT SUD-OUEST - PÉRIODE NUIT								
Vitesse du vent (ref 10 m)		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
MARIGNY	L eol	20,9	22,4	27,2	31,3	32,6	32,7	32,8
	L res	27,0	27,5	28,0	30,0	33,5	35,5	37,5
	L amb	28,0	28,5	30,5	33,5	36,0	37,5	39,0
	Émergence	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	2,5	2,0	1,5
THAAS NORD	L eol	22,4	23,9	28,9	32,8	33,9	34,0	34,1
	L res	27,0	27,5	28,5	29,0	35,0	37,5	38,5
	L amb	28,5	29,0	31,5	34,5	37,5	39,0	40,0
	Émergence	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	2,5	1,5	1,5
THAAS SUD	L eol	22,1	23,7	28,8	32,5	33,5	33,6	33,6
	L res	26,0	28,0	30,0	30,5	37,0	38,5	38,5
	L amb	27,5	29,5	32,5	34,5	38,5	39,5	39,5
	Émergence	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	1,5	1,0	1,0
FERME DES MARAIS	L eol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	L res	27,0	28,5	32,0	31,5	34,0	36,0	38,5
	L amb	27,0	28,5	32,0	31,5	34,0	36,0	38,5
	Émergence	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	0,0	0,0
CHAPELLE-LASSON	L eol	9,9	9,1	9,8	11,7	12,2	9,5	8,2
	L res	24,0	26,5	27,0	29,0	32,0	36,0	36,0
	L amb	24,0	26,5	27,0	29,0	32,0	36,0	36,0
	Émergence	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	0,0	0,0
FERME DE VARSOVIE	L eol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	L res	27,5	30,0	33,5	34,5	36,5	42,0	43,0
	L amb	27,5	30,0	33,5	34,5	36,5	42,0	43,0
	Émergence	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	0,0	0,0	0,0

* Bruit ambiant inférieur à 35 dB(A)

L eol : bruit particulier des éoliennes étudiées - L res : bruit résiduel en dB(A) - L amb : bruit ambiant en dB(A) - E : émergence en dB(A)

	Conformité évaluée / arrêté du 26 août 2011
	Risque de dépassement des valeurs autorisées

Lors du fonctionnement en mode standard des éoliennes du projet des Clairets pour un vent de sud-ouest, on ne constate aucun risque de dépassement des exigences réglementaires pour les périodes diurne et nocturne.

VENT DE NORD-EST

Les tableaux suivants présentent la synthèse des résultats d'impact sonore de jour, en soirée et de nuit pour un vent de nord-est lorsque toutes les éoliennes de type NORDEX N117 3.78MW STE et de type NORDEX N149 5.9MW STE du parc sont en fonctionnement normal.

VENT NORD-EST - PÉRIODE JOUR								
Vitesse du vent (ref 10 m)		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
MARIGNY	L eol	11,2	10,9	11,8	13,2	12,6	10,2	9,2
	L res	38,5	38,0	38,5	38,0	38,5	38,5	40,0
	L amb	38,5	38,0	38,5	38,0	38,5	38,5	40,0
	Émergence	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
THAAS NORD	L eol	14,0	13,9	15,3	17,3	17,5	15,7	14,9
	L res	39,0	39,0	39,5	38,5	38,5	40,5	40,0
	L amb	39,0	39,0	39,5	38,5	38,5	40,5	40,0
	Émergence	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
THAAS SUD	L eol	14,7	14,9	17,0	19,4	19,6	18,3	17,8
	L res	36,0	35,5	36,0	35,5	36,0	36,5	38,0
	L amb	36,0	35,5	36,0	35,5	36,0	36,5	38,0
	Émergence	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
FERME DES MARAIS	L eol	16,9	18,4	23,2	27,4	28,8	28,9	29,0
	L res	38,5	39,5	38,5	38,5	39,0	40,0	40,0
	L amb	38,5	39,5	38,5	39,0	39,5	40,5	40,5
	Émergence	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5
CHAPELLE-LASSON	L eol	21,1	22,4	27,2	31,5	32,9	33,0	33,0
	L res	39,5	40,0	40,0	38,0	38,5	39,5	39,5
	L amb	39,5	40,0	40,0	39,0	39,5	40,5	40,5
	Émergence	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0
FERME DE VARSOVIE	L eol	11,6	13,2	17,9	22,2	23,6	23,7	23,8
	L res	39,5	41,0	41,0	41,5	41,5	44,0	47,0
	L amb	39,5	41,0	41,0	41,5	41,5	44,0	47,0
	Émergence	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

* Bruit ambiant inférieur à 35 dB(A)

L eol : bruit particulier des éoliennes étudiées - L res : bruit résiduel en dB(A) - L amb : bruit ambiant en dB(A) - E : émergence en dB(A)

	Conformité évaluée / arrêté du 26 août 2011
	Risque de dépassement des valeurs autorisées

VENT NORD-EST - PÉRIODE NUIT								
Vitesse du vent (ref 10 m)		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
MARIGNY	L eol	11,2	10,9	11,8	13,2	12,6	10,2	9,2
	L res	28,0	27,5	27,5	28,0	30,0	32,0	34,0
	L amb	28,0	27,5	27,5	28,0	30,0	32,0	34,0
	Émergence	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*
THAAS NORD	L eol	14,0	13,9	15,3	17,3	17,5	15,7	14,9
	L res	28,5	28,0	28,5	29,5	31,5	33,5	35,5
	L amb	28,5	28,0	28,5	30,0	31,5	33,5	35,5
	Émergence	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	0,0
THAAS SUD	L eol	14,7	14,9	17,0	19,4	19,6	18,3	17,8
	L res	27,0	28,0	28,0	30,0	32,5	35,0	37,5
	L amb	27,5	28,0	28,5	30,5	32,5	35,0	37,5
	Émergence	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	0,0
FERME DES MARAIS	L eol	16,9	18,4	23,2	27,4	28,8	28,9	29,0
	L res	30,5	30,5	32,0	36,0	37,0	38,0	39,0
	L amb	30,5	31,0	32,5	36,5	37,5	38,5	39,5
	Émergence	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	0,5	0,5	0,5	0,5
CHAPELLE-LASSON	L eol	21,1	22,4	27,2	31,5	32,9	33,0	33,0
	L res	27,0	29,0	29,5	33,0	33,5	34,0	34,5
	L amb	28,0	30,0	31,5	35,5	36,0	36,5	37,0
	Émergence	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	2,5	2,5	2,5	2,5
FERME DE VARSOVIE	L eol	11,6	13,2	17,9	22,2	23,6	23,7	23,8
	L res	31,5	32,0	32,0	36,0	38,5	41,0	43,5
	L amb	31,5	32,0	32,0	36,0	38,5	41,0	43,5
	Émergence	Lamb<35*	Lamb<35*	Lamb<35*	0,0	0,0	0,0	0,0

* Bruit ambiant inférieur à 35 dB(A)

L eol : bruit particulier des éoliennes étudiées - L res : bruit résiduel en dB(A) - L amb : bruit ambiant en dB(A) - E : émergence en dB(A)

	Conformité évaluée / arrêté du 26 août 2011
	Risque de dépassement des valeurs autorisées

Lors du fonctionnement en mode standard des éoliennes du projet des Clairets pour un vent de nord-est, on ne constate aucun risque de dépassement des exigences réglementaires pour les périodes diurne et nocturne.

Par conséquent, quelque soit la direction du vent, le fonctionnement des éoliennes du projet des Clairets en mode standard permet d'obtenir le respect de la réglementation applicable.

7.5 Synthèse des résultats et commentaires

Les tableaux de synthèse suivants indiquent, en fonction des différents paramètres, la probabilité d'être ou non conforme aux objectifs à respecter.

Il tient compte de différents paramètres : la provenance du vent (nord-est et sud-ouest), sa vitesse et de la période jour ou nuit.

Tableau 12. Synthèse des résultats après bridage pour les types d'éolienne (parc des Clairets)

Vent de sud-ouest et de nord-est							
	Période diurne						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
MARIGNY							
THAAS NORD							
THAAS SUD							
FERME DES MARAIS							
CHAPELLE-LASSON							
FERME DE VARSOVIE							

	Période nocturne						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
MARIGNY							
THAAS NORD							
THAAS SUD							
FERME DES MARAIS							
CHAPELLE-LASSON							
FERME DE VARSOVIE							

Conformité évaluée / arrêté du 26 aout 2011

Risque de dépassement de l'émergence autorisée

Par vent de sud-ouest et de nord-est, l'estimation des niveaux sonores générés aux voisinages par le fonctionnement des éoliennes du parc éolien des Clairets indique que la réglementation applicable sera respectée en zones à émergences règlementées et sur les périmètres de mesure avec un fonctionnement standard des éoliennes.

Néanmoins, pour valider de façon définitive la conformité et le plan de gestion du fonctionnement des éoliennes indiqué dans cette étude, **le Maître d'ouvrage réalisera une campagne de mesures acoustiques au niveau des différentes zones à émergences règlementées sous 12 mois après la mise en fonctionnement des installations.** Ces mesures de contrôle devront s'effectuer pour les différentes configurations de vent et périodes (jour, nuit). Cette campagne de mesures devra se faire selon les dispositions de la méthodologie en vigueur à la date de l'intervention. **Les résultats des mesures permettront, le cas échéant, d'adapter le fonctionnement des éoliennes aux conditions réelles de l'exploitation.**

8 IMPACT ACOUSTIQUE CUMULE

Plusieurs parcs éoliens existant sont présents autour du projet du parc éolien des Clairets. Ils étaient tous en fonctionnement lors de la mesure des niveaux résiduels. Leur impact est donc déjà pris en compte dans les niveaux résiduels utilisés pour l'étude d'impact du projet des Clairets. Par ailleurs, les parcs voisins autorisés sont actuellement situés à plus de 4 km du site des Clairets.

Par conséquent, leurs impacts acoustiques seront négligeables au niveau des zones à émergences réglementées étudiées dans ce rapport. Leurs fonctionnements n'auront aucune influence sur le plan de bridage proposé dans le chapitre précédent.

9 CONCLUSION

La société **VALECO** a confié à **Delhom Acoustique** une étude acoustique ayant pour but d'évaluer les niveaux sonores générés au voisinage par un projet de parc éolien des Clairets sur la commune de Thaas (51).

L'activité de ce parc éolien s'exerce dans le cadre de l'arrêté du 26 août 2011 modifié 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. Elle est également conforme aux autres textes législatifs et réglementaires régissant les études d'impact (articles L.122-1 et suivants et R.122-1 et suivant du Code de l'environnement) et les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (articles L.511-1 et suivants et R.511-1 et suivants du Code de l'environnement).

Notre étude s'est déroulée de la manière suivante :

- Mesures du bruit résiduel en 6 zones à émergence réglementée autour du site, en fonction de la vitesse du vent ;
- Analyse statistique du bruit résiduel aux différentes zones en fonction des vitesses de vents ;
- Définition des objectifs réglementaires applicables au projet ;
- Simulations des niveaux de bruit générés par l'activité en zones à émergence réglementée et sur les périmètres de mesure du bruit de l'installation, selon les conditions météorologiques et le fonctionnement des éoliennes ;
- Analyse des résultats selon les objectifs réglementaires ;
- Analyse de l'impact cumulé.

Afin de pouvoir estimer les émergences en ZER, nous avons réalisé des mesures des niveaux de bruit résiduel à plusieurs emplacements représentatifs de l'ensemble des zones concernées par les émissions sonores générées par les éoliennes. Pour cela, plusieurs catégories de vitesses de vent dominant de sud-ouest et de nord-est à la hauteur standardisée de 10 m ont été retenues (vitesses comprises entre 3 et 9 m/s inclus par pas de 1 m/s).

La réglementation en vigueur précise que les émergences à ne pas dépasser sont les valeurs maximums admissibles par la réglementation en façades habitations susceptibles d'être exposées au bruit des éoliennes (3 dB(A) en période nocturne et 5 dB(A) en période diurne). En effet, les termes de correction dus aux valeurs d'isolement des logements voisins s'appliquent de la même manière sur le bruit ambiant et sur le bruit résiduel. Le respect des valeurs à l'extérieur entraîne donc le respect de ces valeurs d'émergences à l'intérieur des logements. Les résultats des simulations permettent de dégager les probabilités de respecter ces valeurs. La réglementation stipule, en outre, que l'infraction n'est pas constituée lorsque le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier, est inférieur à 35 dB(A).

A l'aide de notre modèle de calcul prévisionnel, des simulations de l'impact sonore de l'activité éolienne ont été réalisées pour différentes conditions météorologiques. Les premiers calculs réalisés avec toutes les éoliennes en fonctionnement normal ont permis de constater qu'aucun risque de dépassement des critères réglementaires n'a été identifié.

L'estimation des niveaux sonores générés aux voisinages par le fonctionnement des nouvelles éoliennes en fonctionnement standard indique que la réglementation applicable sera respectée par le projet de parc des Clairets en zones à émergences réglementées et sur le périmètre de mesure.

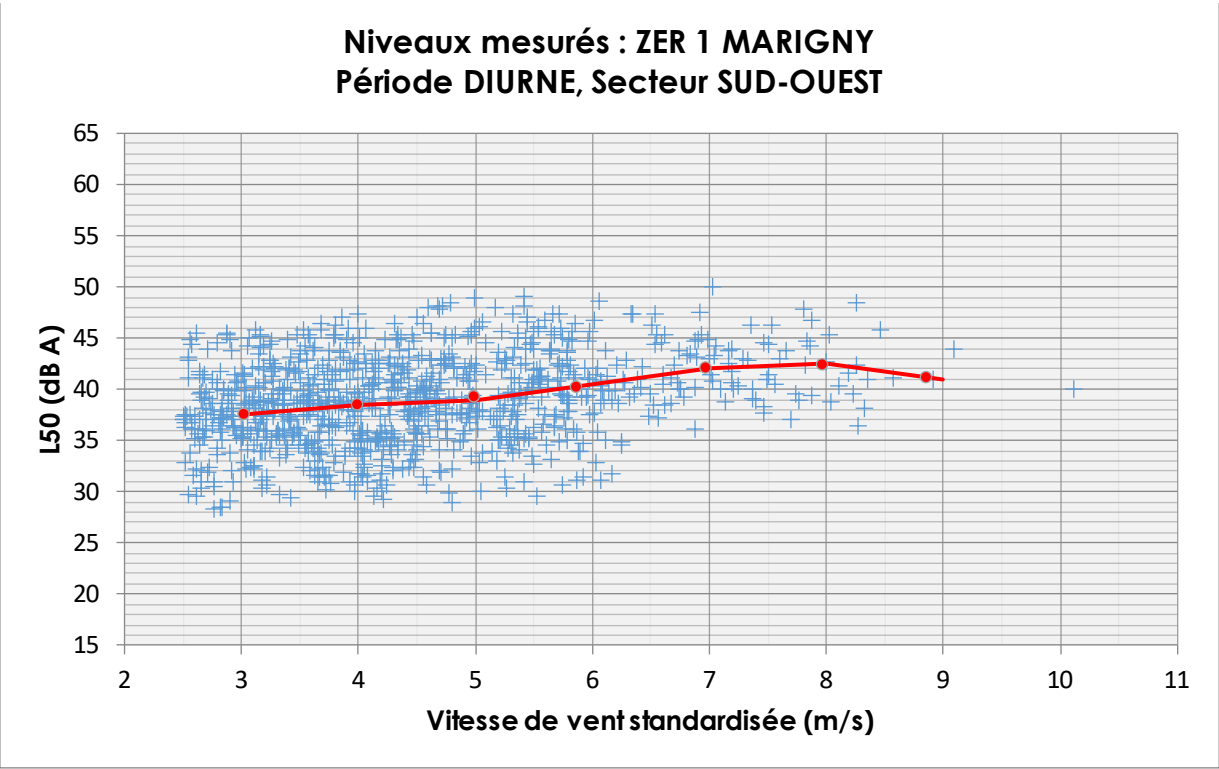
Néanmoins, pour valider de façon définitive la conformité et le plan de gestion du fonctionnement des éoliennes indiqué dans cette étude, **le Maître d'ouvrage réalisera une campagne de mesures acoustiques dans les 12 mois suivant la mise en service au niveau des différentes zones à émergences réglementées lors de la mise en fonctionnement des installations avec le plan de gestion sonore.** Ces mesures de contrôle devront s'effectuer

pour les différentes configurations de vent (notamment pour les directions les plus pénalisantes) et périodes (jour, nuit). Conformément à l'article 28 de l'arrêté du 26 août 2011, cette campagne de mesures devra se faire selon les dispositions de la méthodologie en vigueur à la date de l'intervention. **Les résultats des mesures permettront, le cas échéant, d'adapter le fonctionnement des éoliennes (adaptation du plan de bridage) aux conditions réelles de l'exploitation.**

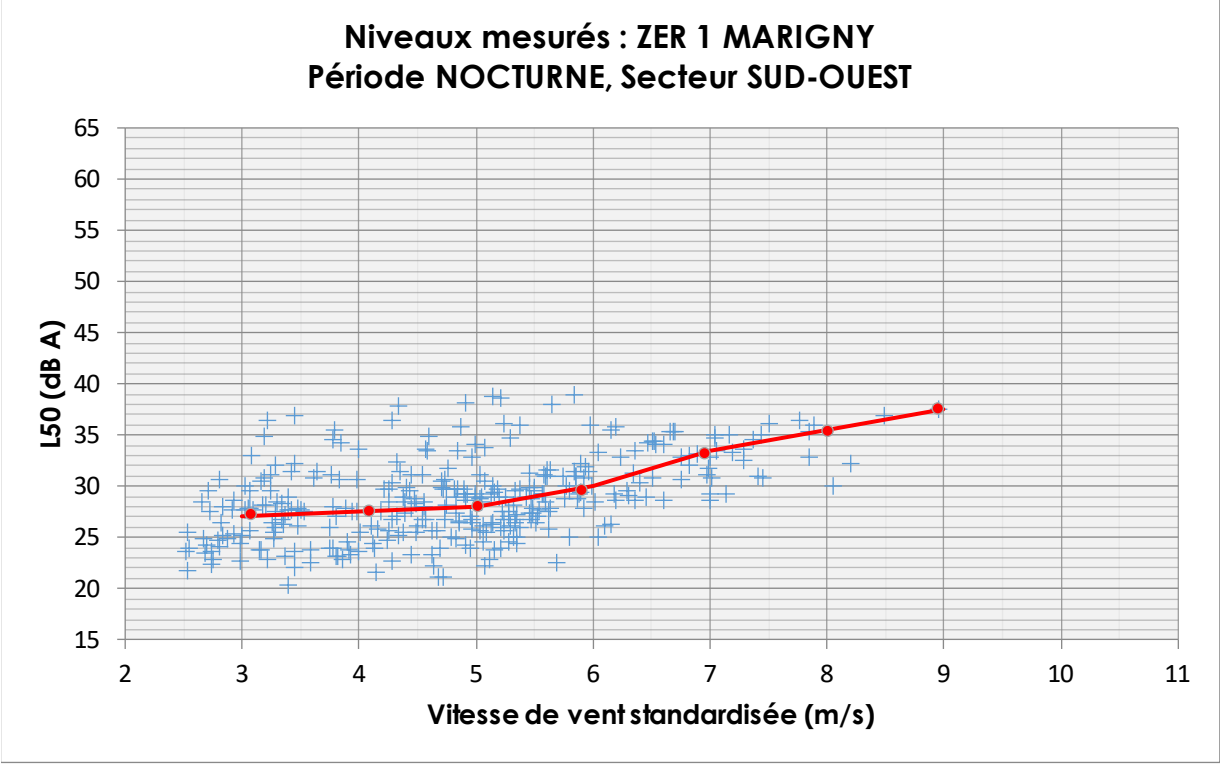
10 ANNEXE 1 : GRAPHES RELATIFS AUX ANALYSES STATISTIQUES

10.1 Secteur Sud-ouest

10.1.1 ZER 1 Marigny

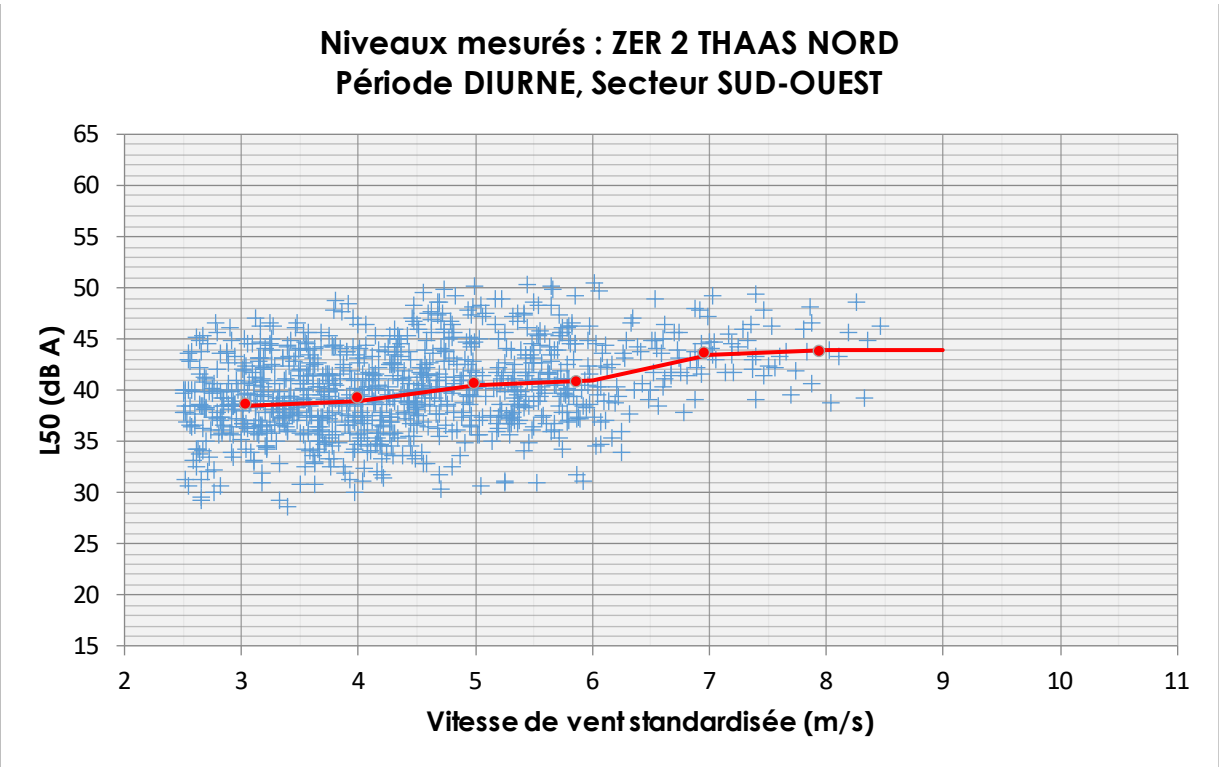


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,0	4,0	5,0	5,9	7,0	8,0	8,9
L50 médian (dBA)	37,6	38,4	39,2	40,3	42,1	42,3	41,2
Nb descripteurs	248	288	211	120	56	25	3
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,6	1,3
L50 Vit. Ent. (dBA)	37,5	38,5	39,0	40,5	42,0	42,5	41,0

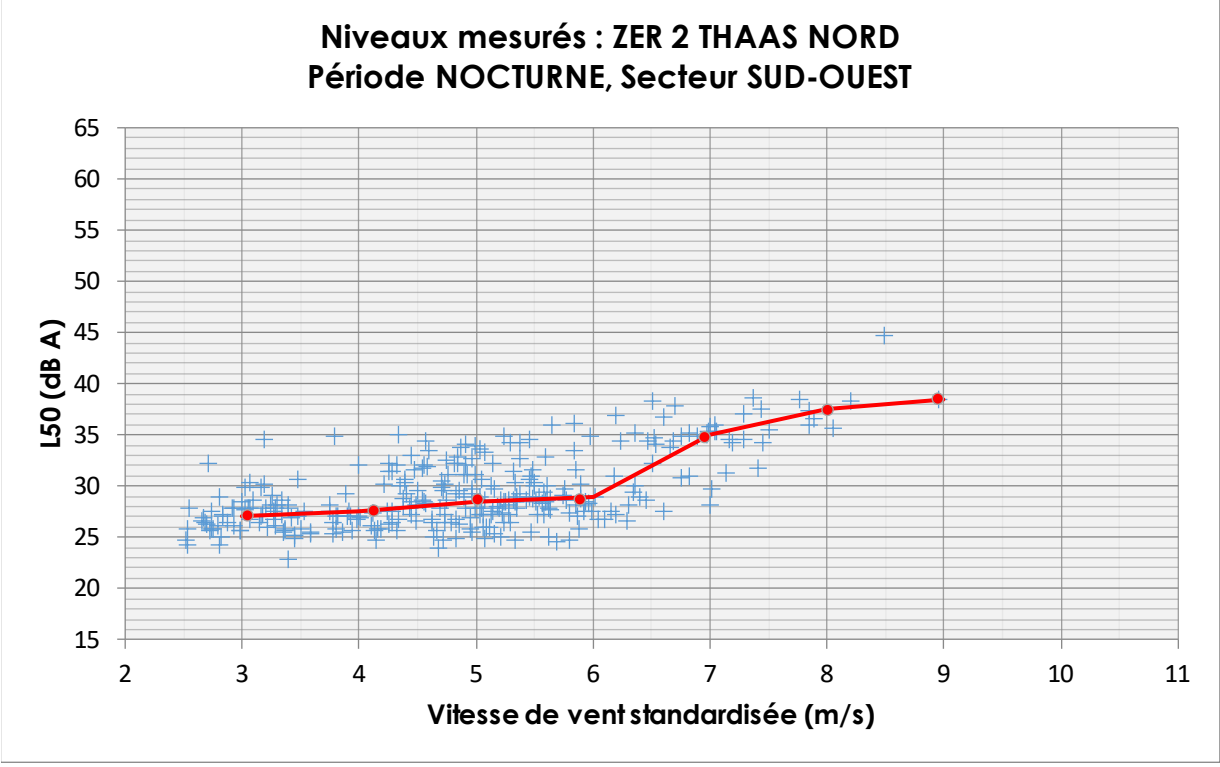


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,1	4,1	5,0	5,9	7,0	8,0	9,0
L50 médian (dBA)	27,2	27,5	28,0	29,6	33,2	35,4	37,6
Nb descripteurs	69	61	103	54	33	7	1
Incertitude (dBA)	1,3	1,4	1,3	1,3	1,4	1,8	1,3
L50 Vit. Ent. (dBA)	27,0	27,5	28,0	30,0	33,5	35,5	37,5

10.1.2 ZER 2 Thaas Nord

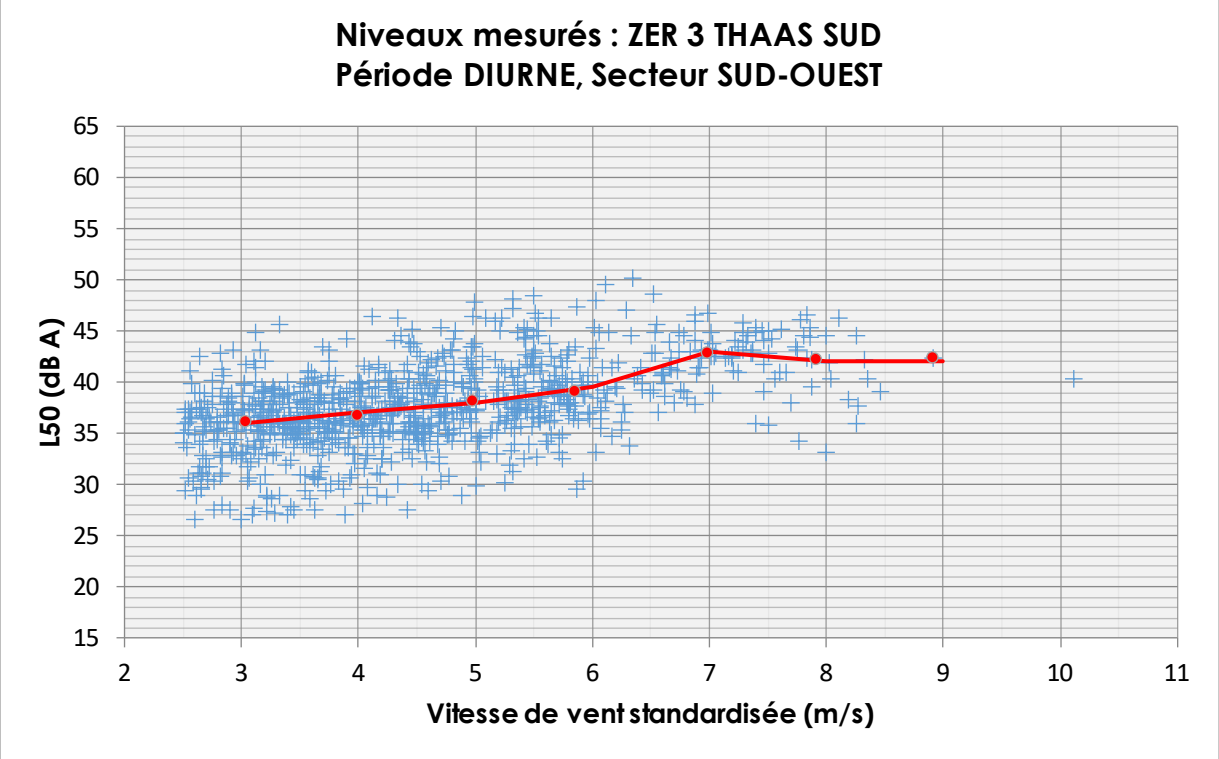


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,0	4,0	5,0	5,9	7,0	7,9	-
L50 médian (dBA)	38,7	39,2	40,7	40,9	43,6	43,8	-
Nb descripteurs	250	287	215	122	53	19	0
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,6	1,2
L50 Vit. Ent. (dBA)	38,5	39,0	40,5	41,0	43,5	44,0	44,0

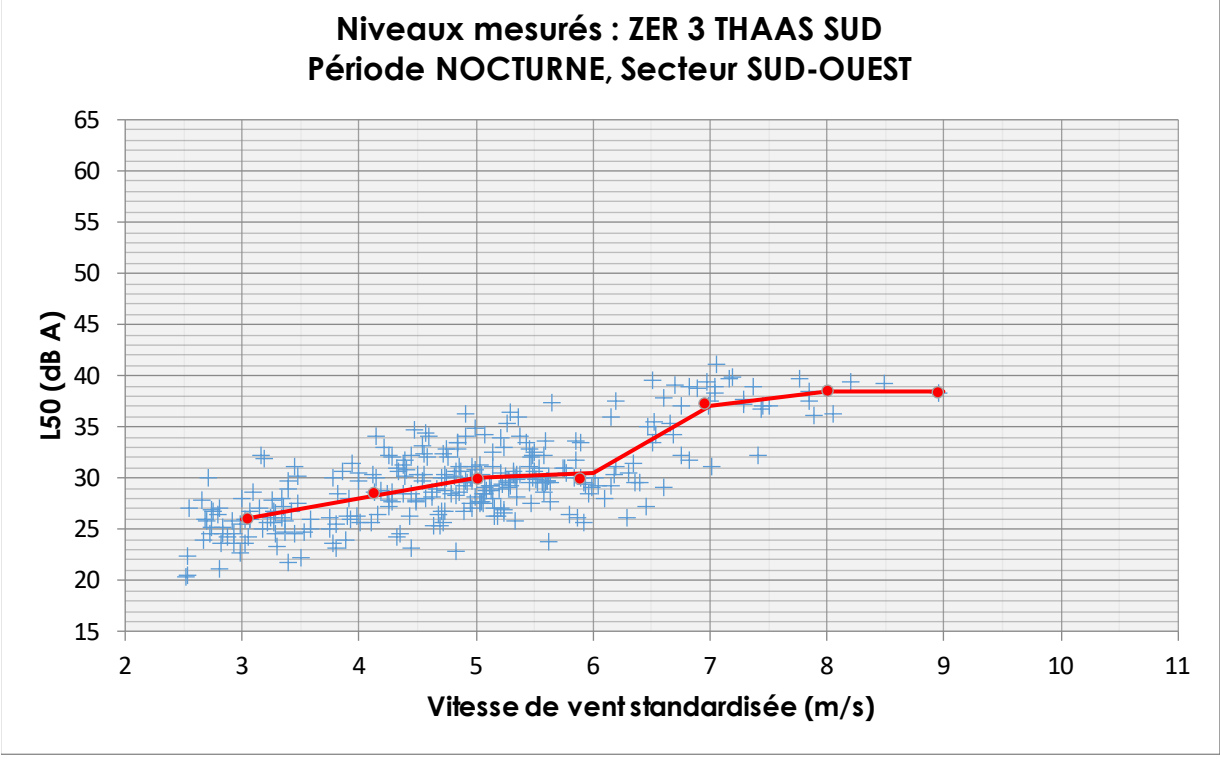


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,1	4,1	5,0	5,9	7,0	8,0	9,0
L50 médian (dBA)	27,0	27,5	28,7	28,6	34,8	37,3	38,5
Nb descripteurs	62	53	101	52	32	7	1
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,6	1,2
L50 Vit. Ent. (dBA)	27,0	27,5	28,5	29,0	35,0	37,5	38,5

10.1.3 ZER 3 Thaas Sud

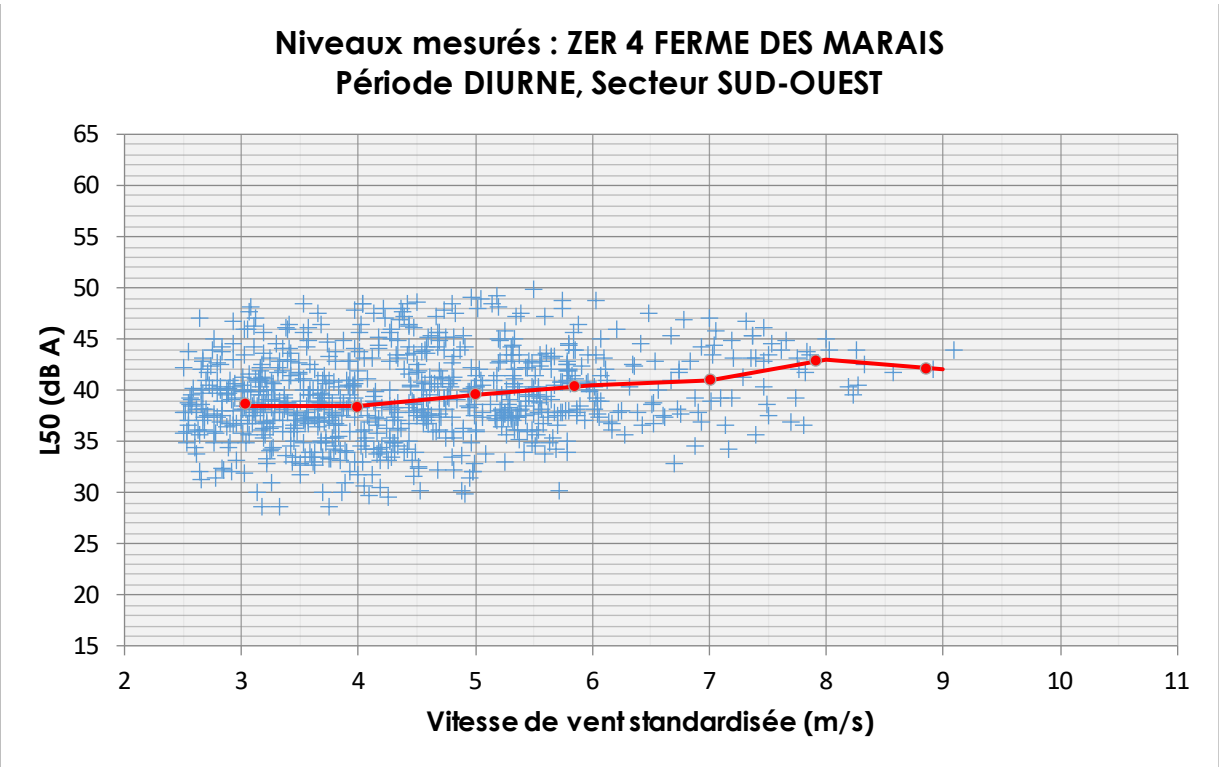


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,0	4,0	5,0	5,9	7,0	7,9	8,9
L50 médian (dBA)	36,1	36,8	38,1	39,1	42,8	42,2	42,3
Nb descripteurs	246	270	215	124	69	30	1
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1,2
L50 Vit. Ent. (dBA)	36,0	37,0	38,0	39,5	43,0	42,0	42,0

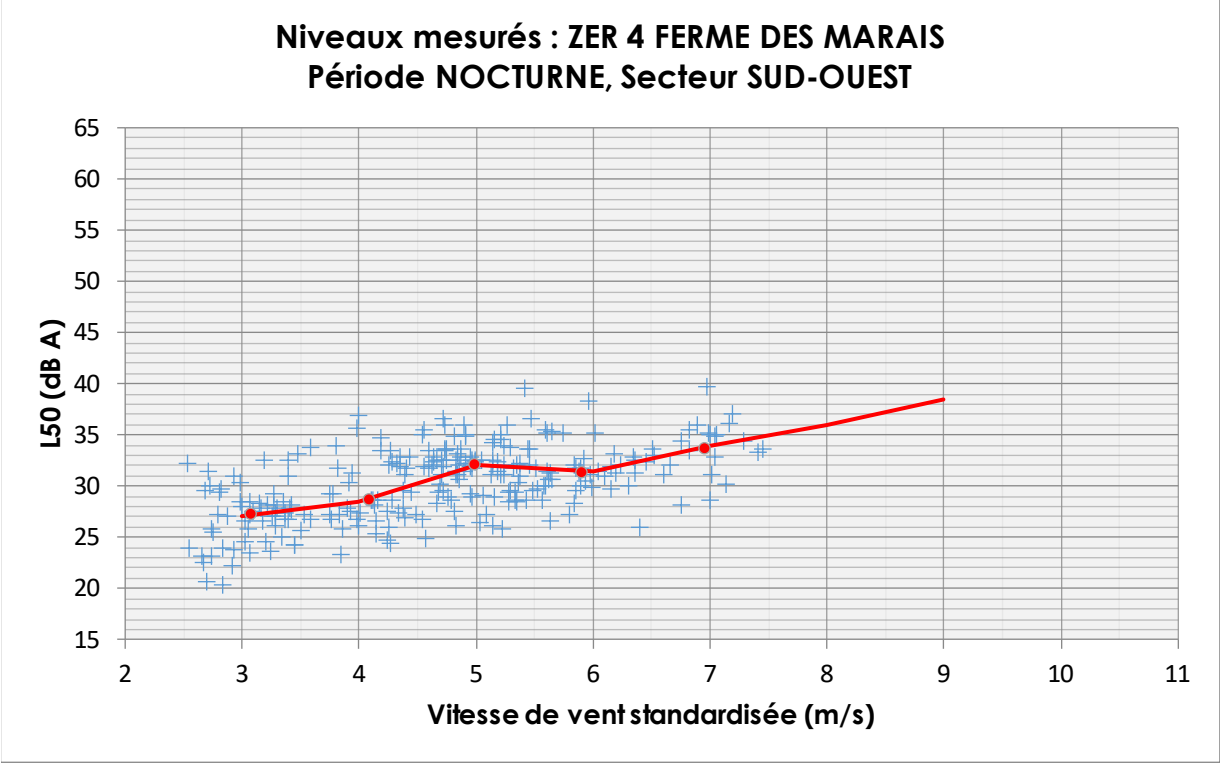


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,0	4,1	5,0	5,9	7,0	8,0	9,0
L50 médian (dBA)	26,0	28,4	29,9	29,9	37,2	38,4	38,3
Nb descripteurs	59	52	104	46	30	7	1
Incertitude (dBA)	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4	1,5	1,2
L50 Vit. Ent. (dBA)	26,0	28,0	30,0	30,5	37,0	38,5	38,5

10.1.4 ZER 4 Ferme des Marais

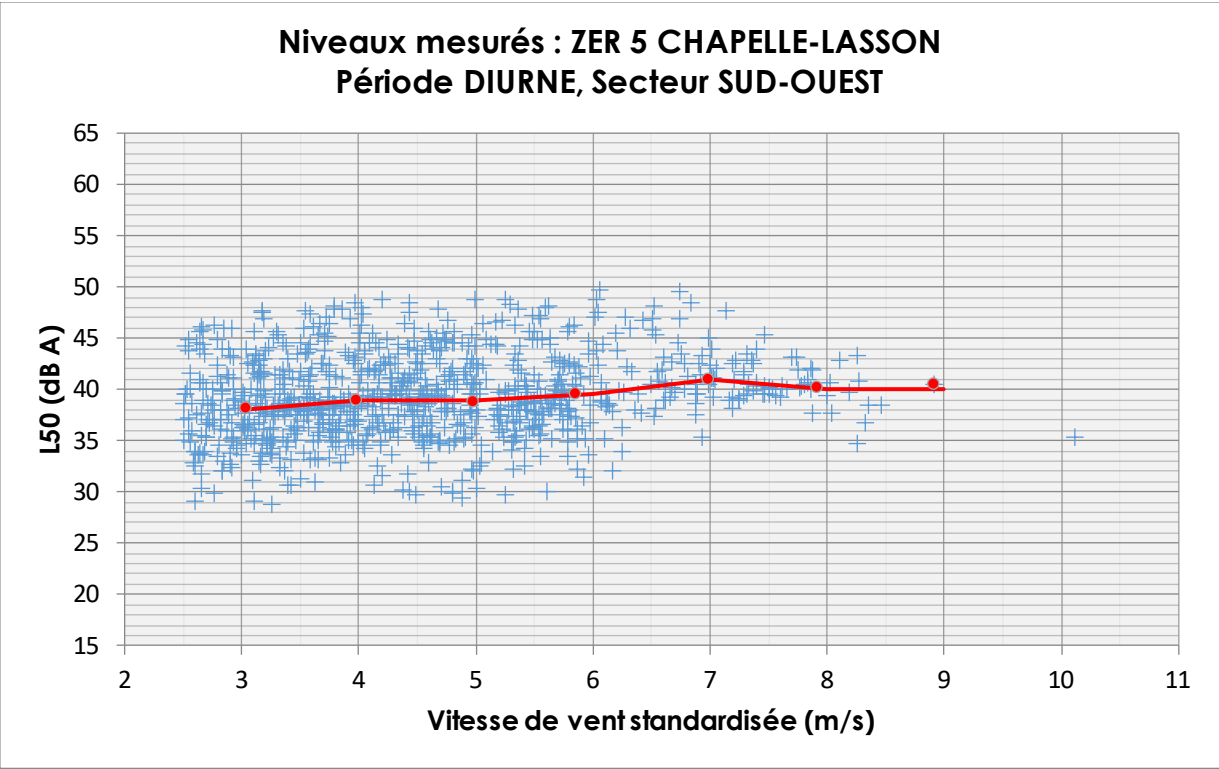


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,0	4,0	5,0	5,9	7,0	7,9	8,9
L50 médian (dBA)	38,7	38,3	39,5	40,3	40,9	42,9	42,1
Nb descripteurs	214	217	181	99	45	18	3
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1,4	1,4
L50 Vit. Ent. (dBA)	38,5	38,5	39,5	40,5	41,0	43,0	42,0

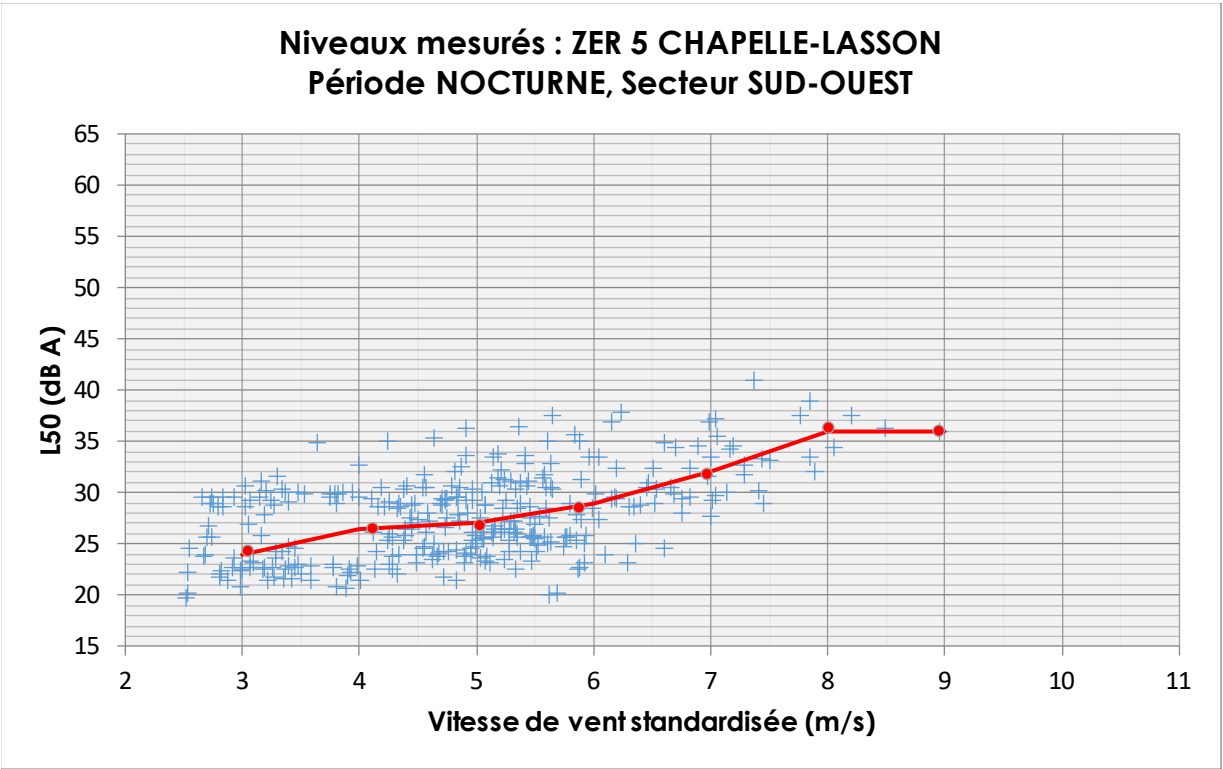


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,1	4,1	5,0	5,9	7,0	-	-
L50 médian (dBA)	27,3	28,6	32,0	31,3	33,7	-	-
Nb descripteurs	58	49	92	41	23	0	0
Incertitude (dBA)	1,3	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3
L50 Vit. Ent. (dBA)	27,0	28,5	32,0	31,5	34,0	36,0	38,5

10.1.5 ZER 5 Chapelle-Lasson

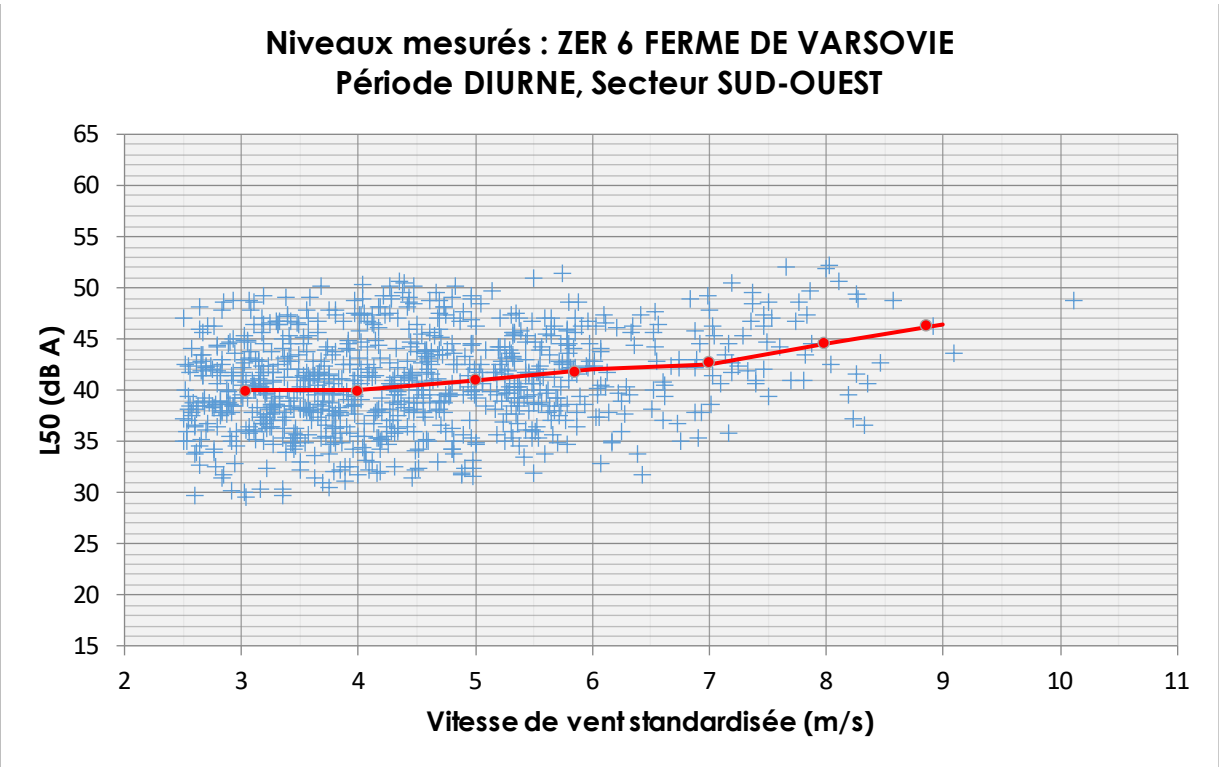


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,0	4,0	5,0	5,8	7,0	7,9	8,9
L50 médian (dBA)	38,1	38,9	38,8	39,6	40,9	40,2	40,5
Nb descripteurs	233	243	207	120	70	30	1
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
L50 Vit. Ent. (dBA)	38,0	39,0	39,0	39,5	41,0	40,0	40,0

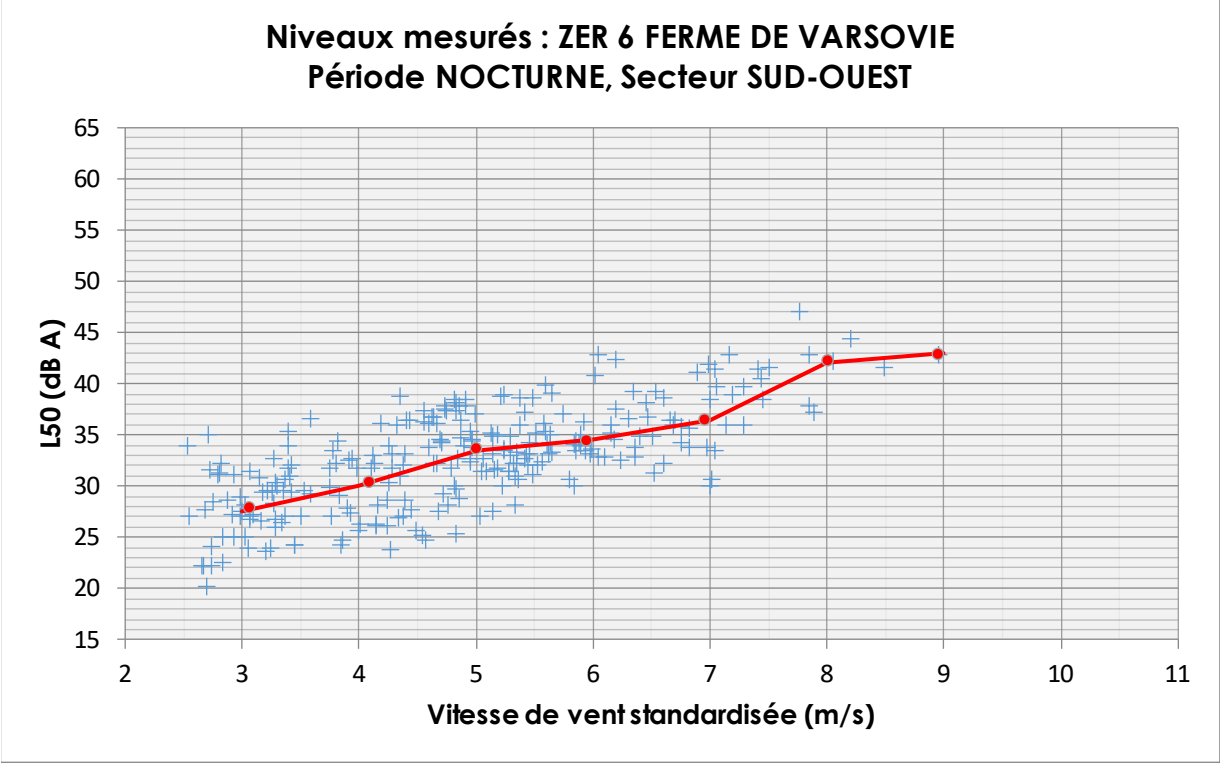


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,1	4,1	5,0	5,9	7,0	8,0	9,0
L50 médian (dBA)	24,3	26,5	26,8	28,5	31,8	36,3	35,9
Nb descripteurs	62	55	110	54	31	7	1
Incertitude (dBA)	1,4	1,5	1,3	1,5	1,5	2,0	1,2
L50 Vit. Ent. (dBA)	24,0	26,5	27,0	29,0	32,0	36,0	36,0

10.1.6 ZER 5 Ferme de Varsovie



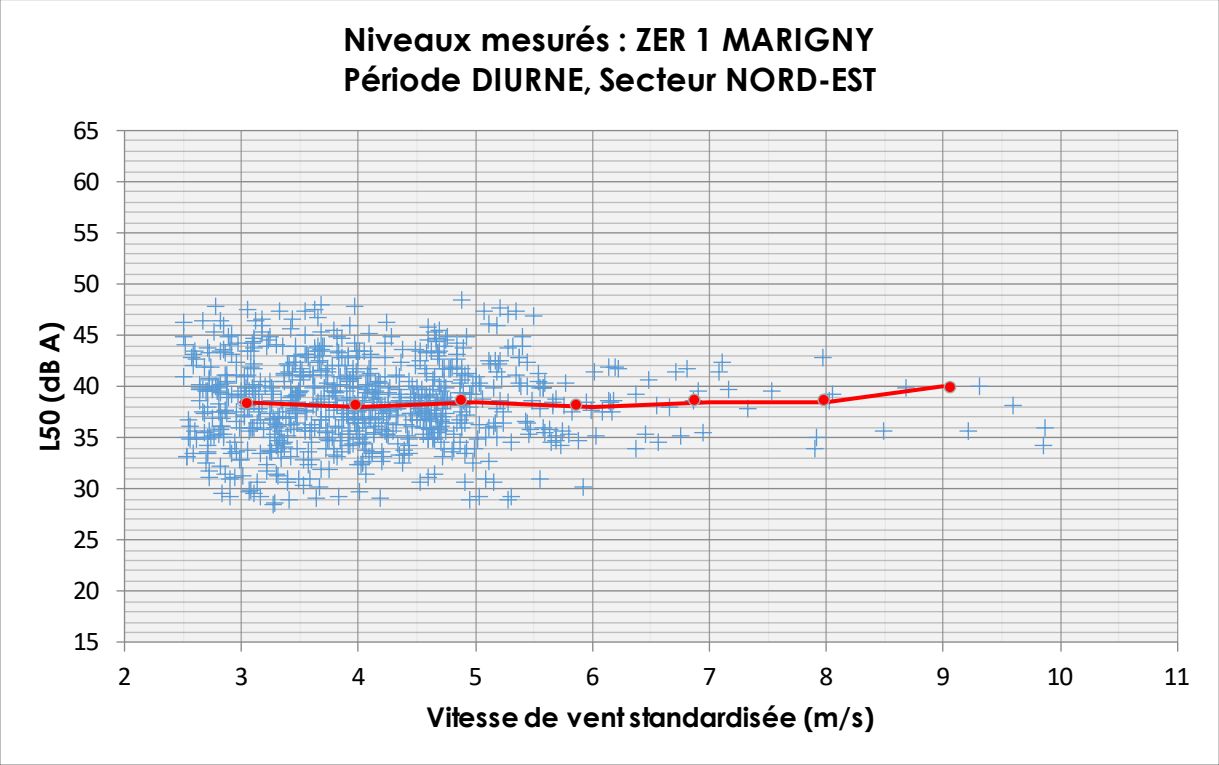
	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,0	4,0	5,0	5,9	7,0	8,0	8,9
L50 médian (dBA)	39,9	39,8	41,0	41,8	42,7	44,6	46,2
Nb descripteurs	237	241	188	106	51	23	3
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	2,0	2,0
L50 Vit. Ent. (dBA)	40,0	40,0	41,0	42,0	42,5	44,5	46,5



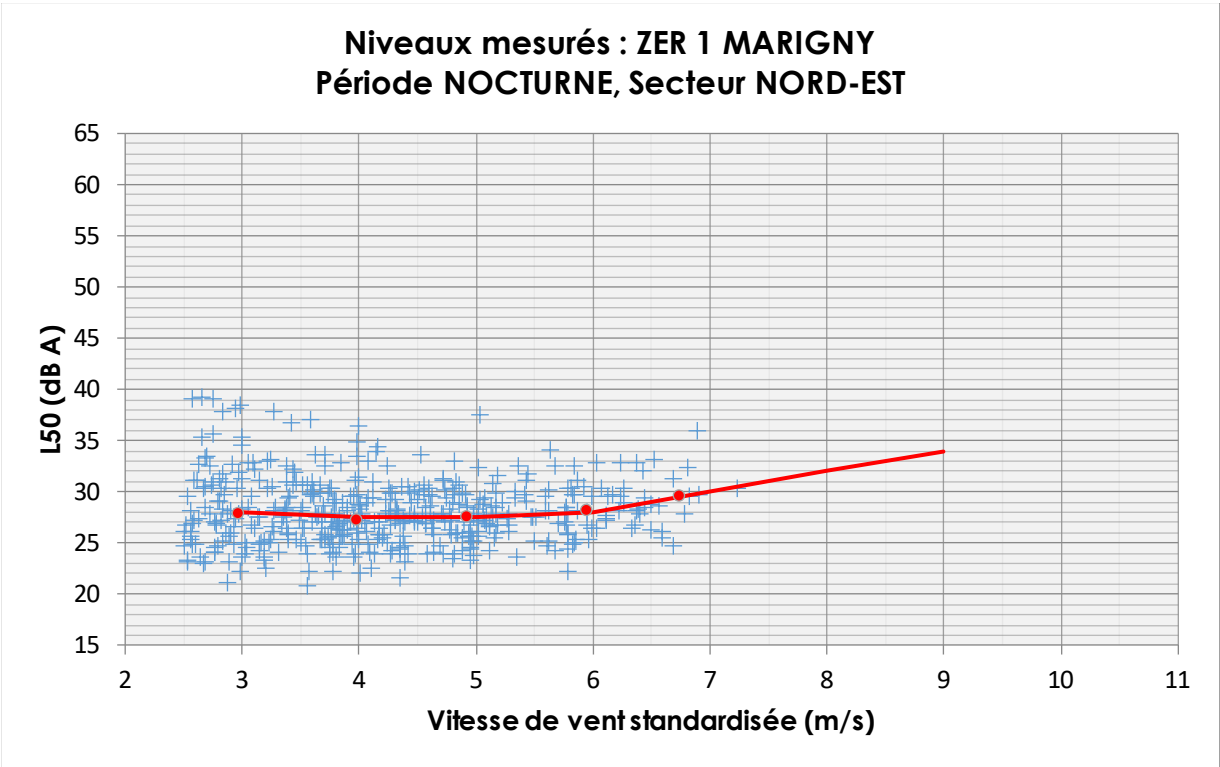
	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,1	4,1	5,0	5,9	7,0	8,0	9,0
L50 médian (dBA)	27,9	30,3	33,6	34,5	36,5	42,2	42,8
Nb descripteurs	56	45	78	42	30	7	1
Incertitude (dBA)	1,4	1,5	1,4	1,3	1,6	2,0	1,2
L50 Vit. Ent. (dBA)	27,5	30,0	33,5	34,5	36,5	42,0	43,0

10.2 Secteur Nord-est

10.2.1 ZER 1 Marigny

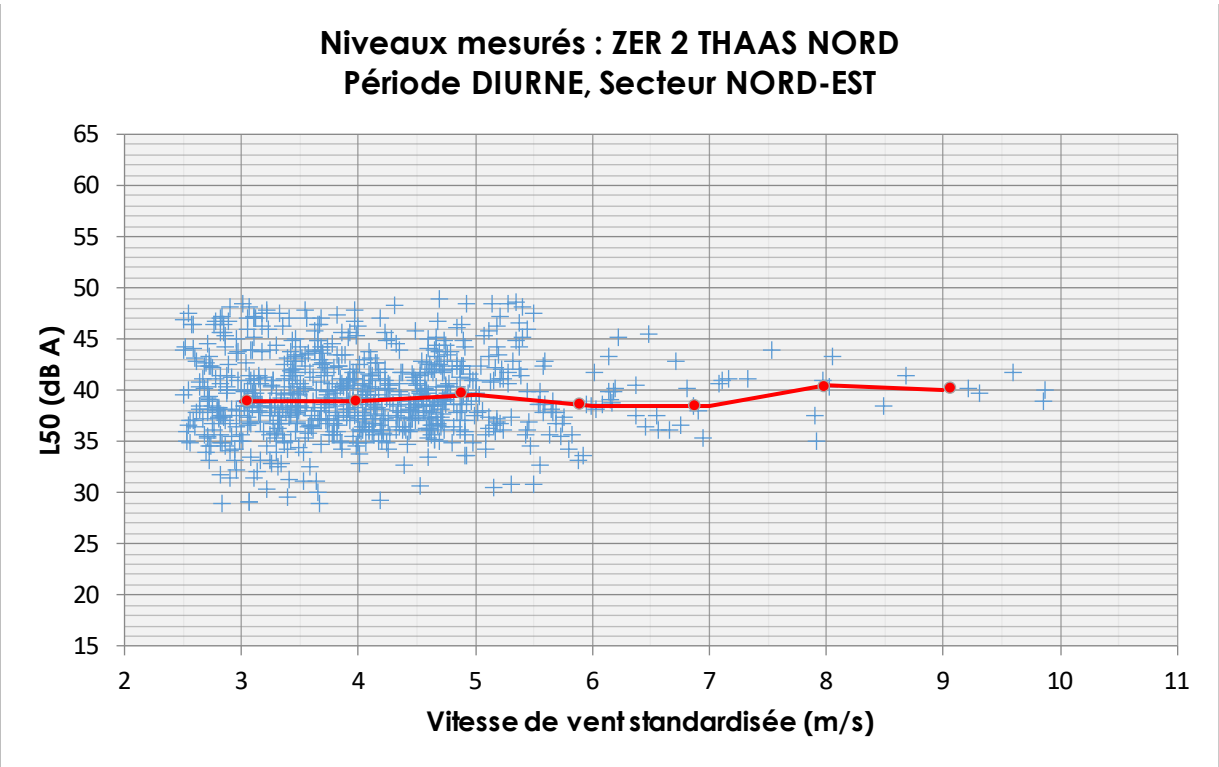


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,1	4,0	4,9	5,9	6,9	8,0	9,1
L50 médian (dBA)	38,3	38,2	38,7	38,1	38,6	38,7	39,9
Nb descripteurs	249	258	181	41	13	7	3
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,3	1,4	2,0	2,0	1,3
L50 Vit. Ent. (dBA)	38,5	38,0	38,5	38,0	38,5	38,5	40,0

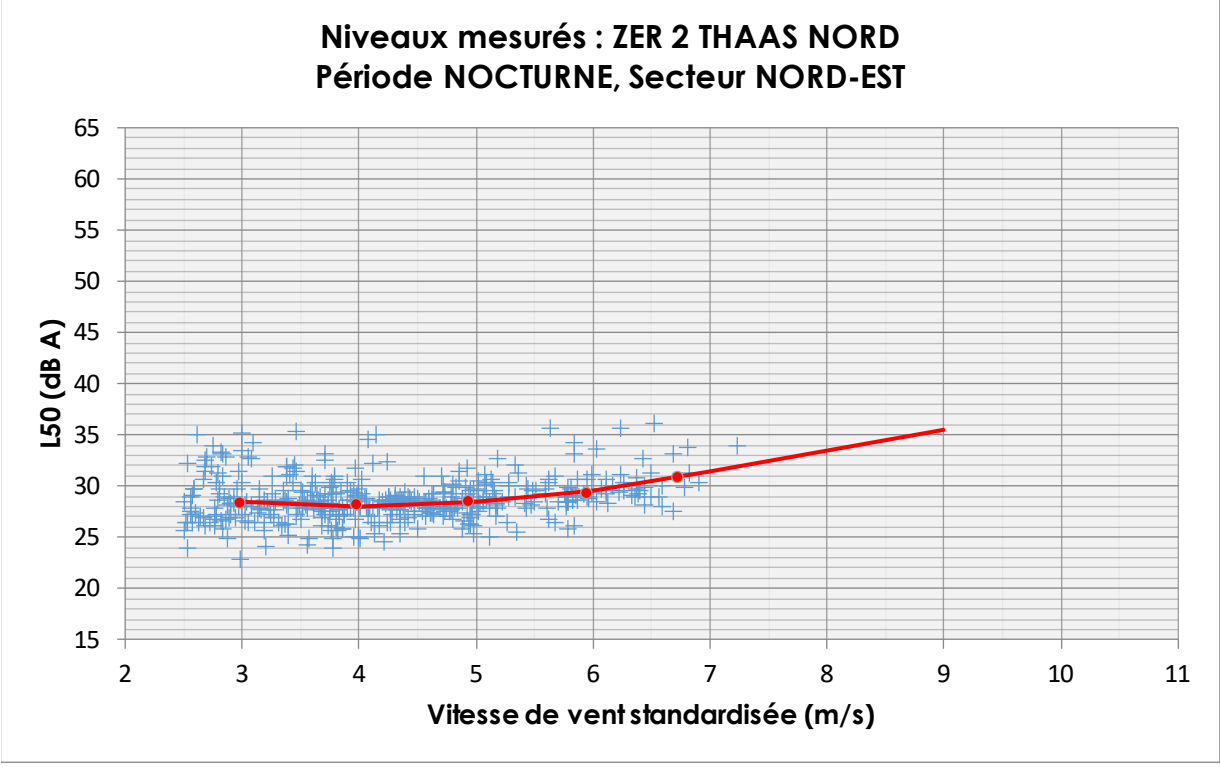


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,0	4,0	4,9	6,0	6,7	-	-
L50 médian (dBA)	27,8	27,3	27,6	28,1	29,6	-	-
Nb descripteurs	129	153	108	61	13	0	0
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,3	1,3	2,0	1,2	1,2
L50 Vit. Ent. (dBA)	28,0	27,5	27,5	28,0	30,0	32,0	34,0

10.2.2 ZER 2 Thaas Nord

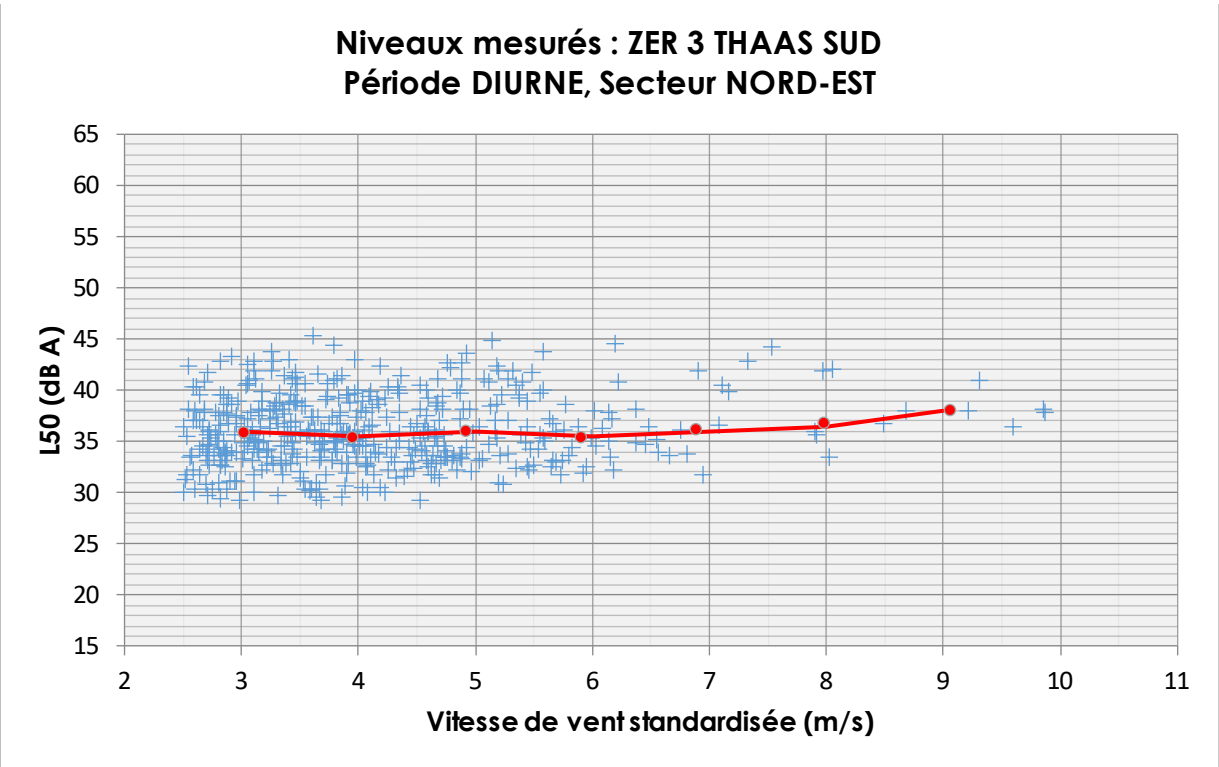


Classe de vitesse de vent							
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,1	4,0	4,9	5,9	6,9	8,0	9,1
L50 médian (dBA)	39,0	39,0	39,7	38,6	38,5	40,4	40,2
Nb descripteurs	251	257	178	37	13	7	3
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,8	2,0	1,5
L50 Vit. Ent. (dBA)	39,0	39,0	39,5	38,5	38,5	40,5	40,0

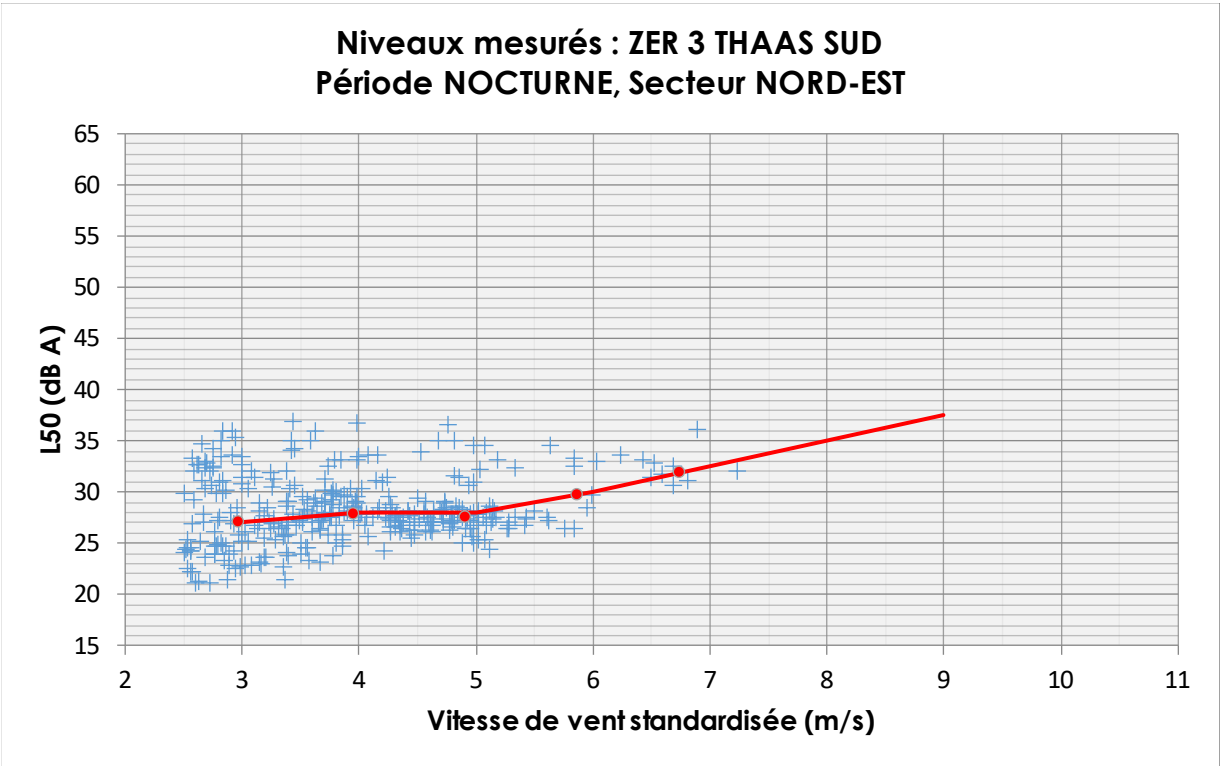


Classe de vitesse de vent							
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,0	4,0	4,9	6,0	6,7	-	-
L50 médian (dBA)	28,3	28,1	28,4	29,3	30,9	-	-
Nb descripteurs	114	146	105	61	12	0	0
Incertitude (dBA)	1,3	1,2	1,3	1,3	1,8	1,2	1,2
L50 Vit. Ent. (dBA)	28,5	28,0	28,5	29,5	31,5	33,5	35,5

10.2.3 ZER 3 Thaas Sud

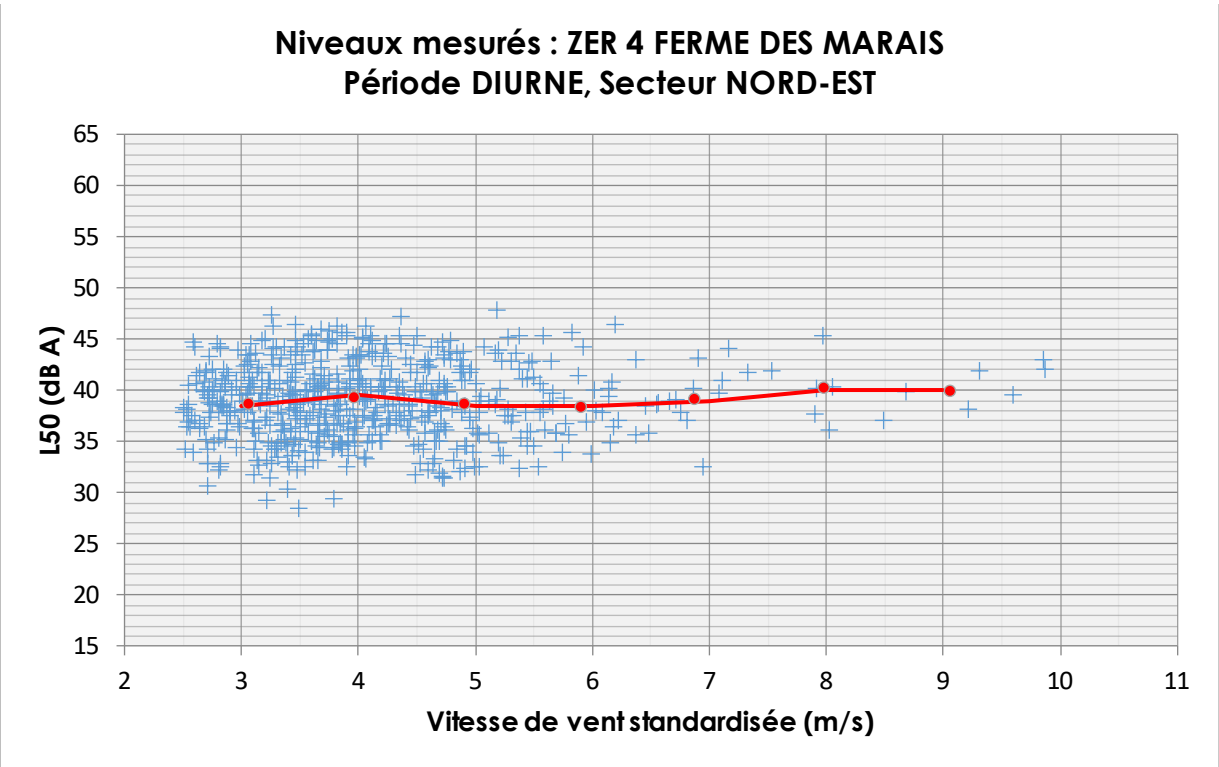


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,0	4,0	4,9	5,9	6,9	8,0	9,1
L50 médian (dBA)	35,8	35,4	35,9	35,4	36,1	36,7	38,0
Nb descripteurs	172	138	95	37	11	7	3
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,3	1,4	1,9	2,0	1,2
L50 Vit. Ent. (dBA)	36,0	35,5	36,0	35,5	36,0	36,5	38,0

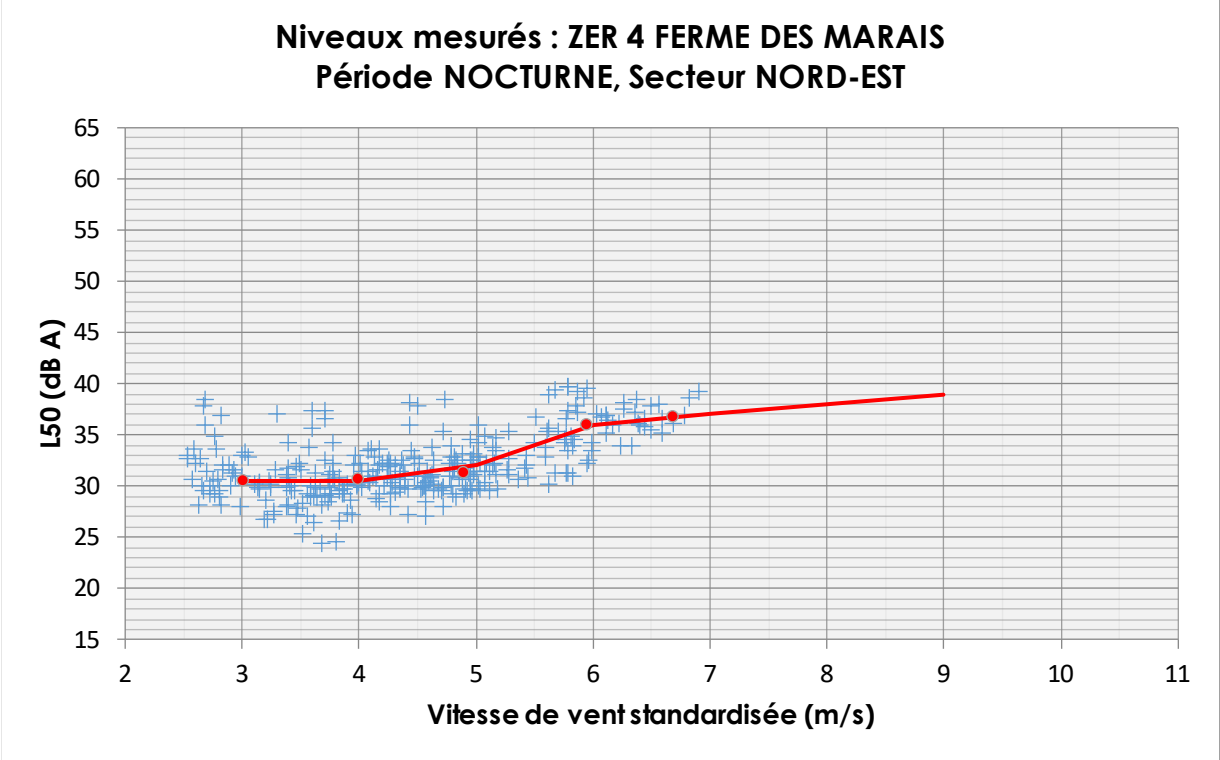


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,0	4,0	4,9	5,9	6,7	-	-
L50 médian (dBA)	27,1	27,8	27,6	29,7	31,9	-	-
Nb descripteurs	125	116	86	13	8	0	0
Incertitude (dBA)	1,4	1,3	1,3	2,0	1,4	1,3	1,3
L50 Vit. Ent. (dBA)	27,0	28,0	28,0	30,0	32,5	35,0	37,5

10.2.4 ZER 4 Ferme des Marais

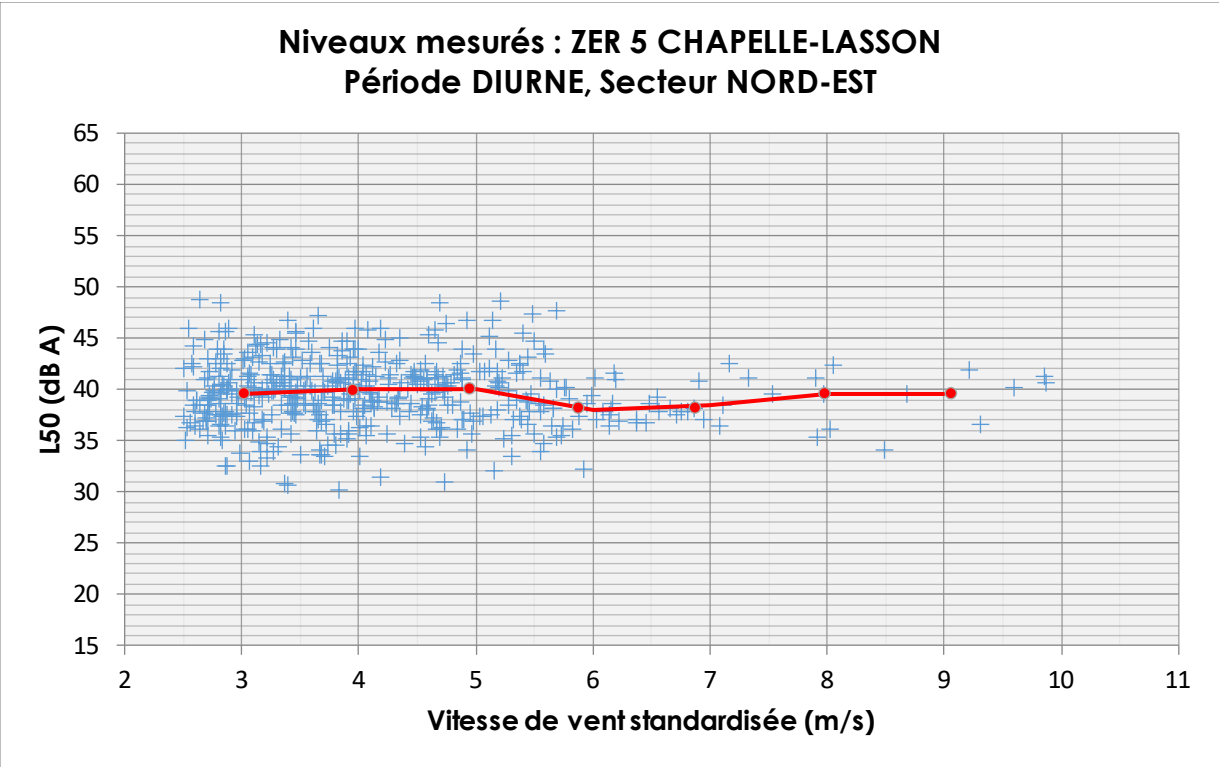


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,1	4,0	4,9	5,9	6,9	8,0	9,1
L50 médian (dBA)	38,7	39,3	38,6	38,3	39,1	40,2	39,8
Nb descripteurs	207	211	122	36	13	7	3
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	2,0	2,0
L50 Vit. Ent. (dBA)	38,5	39,5	38,5	38,5	39,0	40,0	40,0

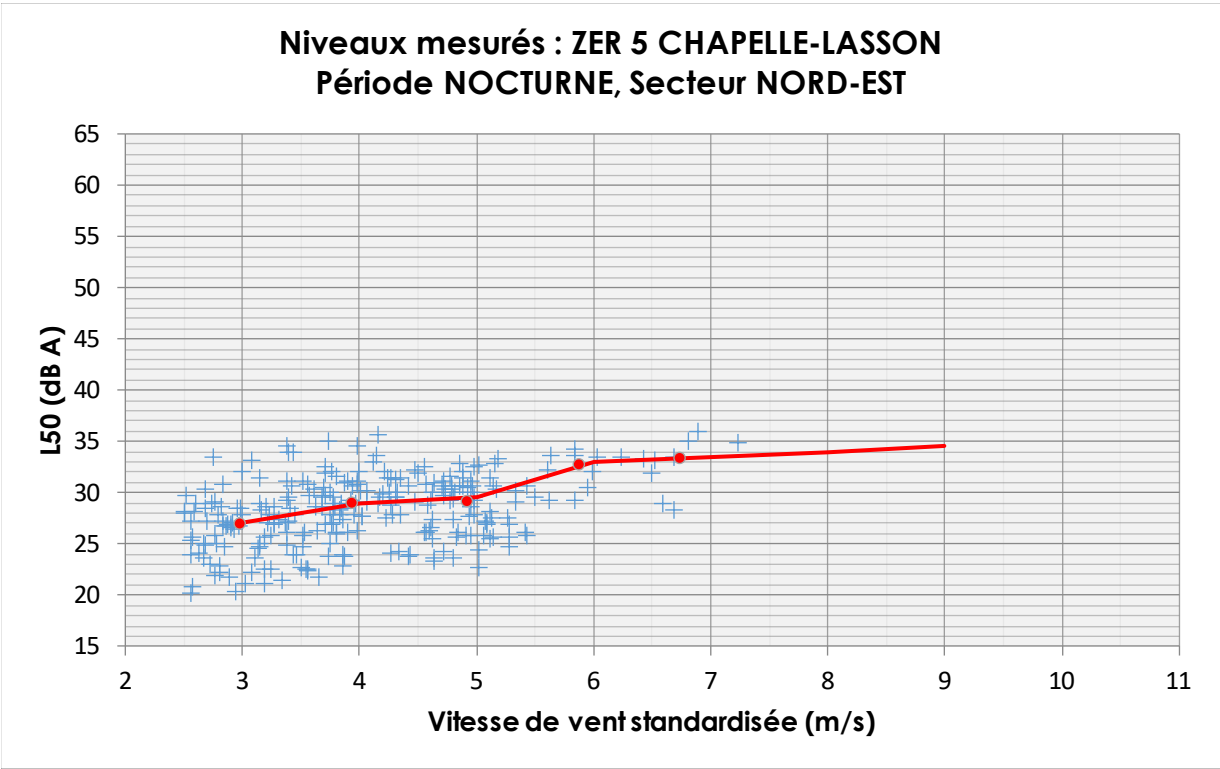


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,0	4,0	4,9	5,9	6,7	-	-
L50 médian (dBA)	30,5	30,6	31,4	36,0	36,8	-	-
Nb descripteurs	65	100	86	53	8	0	0
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,6	1,2	1,2
L50 Vit. Ent. (dBA)	30,5	30,5	32,0	36,0	37,0	38,0	39,0

10.2.5 ZER 5 Chapelle-Lasson

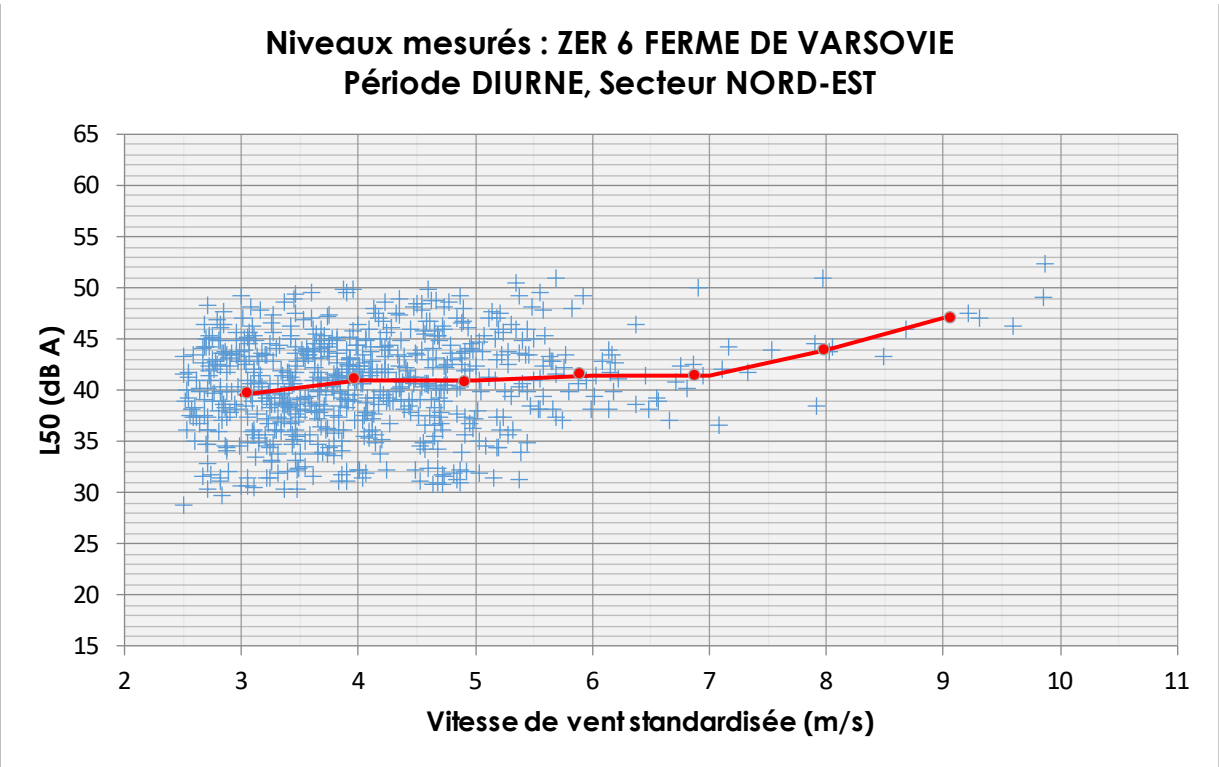


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,0	4,0	4,9	5,9	6,9	8,0	9,1
L50 médian (dBA)	39,6	39,9	40,1	38,1	38,1	39,5	39,5
Nb descripteurs	178	139	104	39	13	7	3
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	2,0	2,0
L50 Vit. Ent. (dBA)	39,5	40,0	40,0	38,0	38,5	39,5	39,5

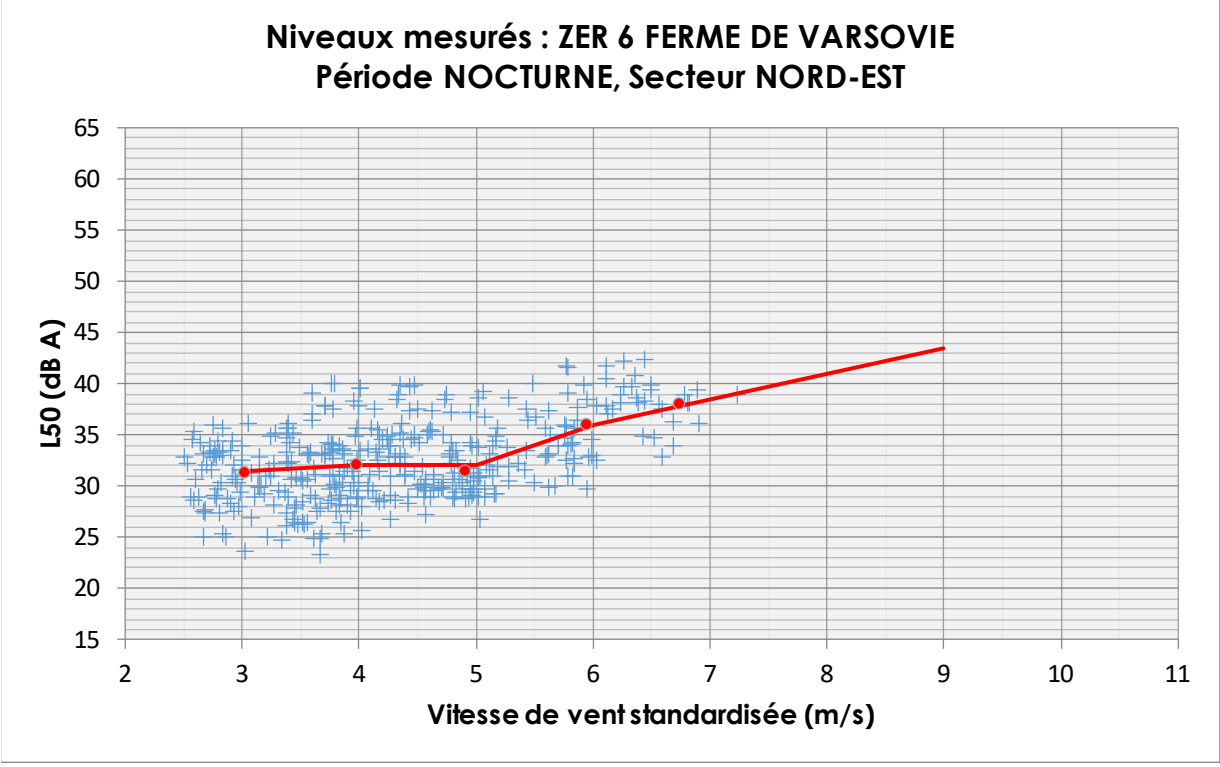


	Classe de vitesse de vent						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,0	3,9	4,9	5,9	6,7	-	-
L50 médian (dBA)	27,0	29,0	29,1	32,8	33,3	-	-
Nb descripteurs	84	88	71	12	8	0	0
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,8	1,2	1,2
L50 Vit. Ent. (dBA)	27,0	29,0	29,5	33,0	33,5	34,0	34,5

10.2.6 ZER 6 Ferme de Varsovie



Classe de vitesse de vent							
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,1	4,0	4,9	5,9	6,9	8,0	9,1
L50 médian (dBA)	39,7	41,2	40,9	41,6	41,4	43,9	47,1
Nb descripteurs	229	227	148	38	13	7	3
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5
L50 Vit. Ent. (dBA)	39,5	41,0	41,0	41,5	41,5	44,0	47,0



Classe de vitesse de vent							
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
V_s moyen (m/s)	3,0	4,0	4,9	5,9	6,7	-	-
L50 médian (dBA)	31,3	32,1	31,5	36,0	38,0	-	-
Nb descripteurs	95	128	88	53	13	0	0
Incertitude (dBA)	1,3	1,3	1,3	1,5	1,5	1,2	1,3
L50 Vit. Ent. (dBA)	31,5	32,0	32,0	36,0	38,5	41,0	43,5

11 ANNEXE 2 : DESCRIPTIF DU MODELE DE CALCUL

11.1 Le modèle de calcul utilise

Les niveaux sonores sont calculés à l'aide du modèle de type géométrique dédié à la propagation du son à grande distance (prise en compte des conditions météorologiques). Ce modèle a été développé en collaboration avec le LAUTM (Laboratoire d'Acoustique de l'Université de Toulouse Le Mirail). Ce modèle a été validé lors de nombreux essais moteurs réalisés sur des avions et lors des nombreuses campagnes de réception acoustique réalisées pour les parcs éoliens. Les principes de ce modèle de calcul sont les suivants :

11.2 La modélisation du terrain

La géométrie du terrain est modélisée à partir de relevés topographiques du site. Ensuite, les éoliennes (sources de bruit, cf. 6.1.2) et les points de contrôle (récepteurs) sont placés sur ce terrain modélisé.

11.3 Les sources de bruit

Les éoliennes sont considérées comme étant des sources de bruit ponctuelles (distances importantes). Chacune de ces sources de bruit est positionnée sur le site étudié avec ses niveaux de puissance acoustique par bande d'octave fournis par le constructeur. Pour chaque source, un très grand nombre de rayons est tiré de manière homogène dans l'espace géométrique étudié (plusieurs millions de rayons par source sonore). Chacun de ces rayons transporte la quantité d'énergie qui lui est attribuée (la même pour chaque rayon lorsque aucune directivité n'est considérée).

11.4 Le transport de l'énergie acoustique

Atténuation due à la divergence géométrique

L'atténuation due à la divergence géométrique (indépendante de la fréquence considérée) est prise en compte de la manière suivante : à chaque rayon tiré est associé un angle solide constant (angle dépendant du nombre de rayons total tiré). Au cours de la propagation de l'onde plane à l'intérieur de cet angle solide, l'énergie transportée se retrouve diluée dans l'espace compte tenu de l'énergie constante transportée par le rayon et de la surface dS couverte par l'angle solide de plus en plus importante.

Le nombre de rayons capté par des récepteurs possédant une dimension ajustable (sphère de diamètre 5 m dans notre cas) sera de moins en moins important. Dans le cas d'une propagation du son en atmosphère homogène par exemple, l'énergie reçue par le récepteur sera alors moins importante avec l'éloignement (4 fois moins de rayons à chaque doublement de distance), retranscrivant ainsi la loi de décroissance spatiale (loi en r^{-2} pour une propagation d'ondes sphériques : -6 dB par doublement de distance).

Cette décroissance sera plus ou moins importante ensuite suivant le type d'atmosphère considéré (les gradients de température et de vent qui peuvent être rencontrés entraînent une courbure des rayons vers l'espace où la vitesse du son est la plus faible).

Atténuation due à l'absorption atmosphérique

La complexité du mélange gazeux que constitue l'air atmosphérique rend l'étude théorique de l'absorption très difficile (mélange de N₂, O₂, CO₂, molécules de vapeur d'eau ...). Dans le cas d'un fluide homogène cette atténuation des ondes provient essentiellement des échanges de quantité de mouvement associés à la viscosité du fluide, des échanges thermiques et des phénomènes de relaxation moléculaire.

La norme internationale ISO 9613-1 relative au calcul de l'absorption atmosphérique lors de la propagation du son à l'air libre donne une méthode pour calculer tous ces termes d'absorption. Ceux-ci sont pris en compte à l'aide de coefficients d'absorption atmosphérique (en dB/Km). Les valeurs utilisées pour nos calculs sont conformes aux valeurs fournies par cette norme.

Atténuation due aux effets de sol

Celle-ci est prise en compte lors des réflexions successives des rayons sur le sol. Le sol est caractérisé par son impédance normalisée Z_s (valeurs dépendantes du type de sol rencontré lors de la propagation d'un rayon). Une certaine quantité d'énergie est donc absorbée à chaque réflexion. Pour un rayon considéré, l'énergie totale absorbée par le sol au cours du trajet dépendra donc des types de sol rencontrés ainsi que des conditions météorologiques considérées (réflexions plus ou moins nombreuses et donc effets de sol plus ou moins marqués suivant le rayon de courbure appliqué au rayon).

L'énergie reçue par les récepteurs

L'énergie transportée par un rayon est comptabilisée lors de son intersection avec un récepteur. Les niveaux sonores résultants rendent ainsi compte de l'énergie totale transportée par les rayons captés à laquelle a été soustrait l'énergie totale absorbée par les effets de sol et l'absorption atmosphérique (l'atténuation due à la divergence géométrique et aux phénomènes météorologiques étant représentée par le nombre de rayons reçu par les récepteurs).

11.4.1 La propagation des rayons

Les réflexions sur les surfaces rencontrées

La réflexion d'un rayon sur une surface se fait soit de manière spéculaire (loi de l'optique géométrique) soit de manière diffuse (loi de Lambert en $4 \cdot \cos\theta$). Ces deux types de réflexions permettent ainsi de prendre en compte « l'aspect des surfaces » (surfaces lisses, accidentées ou encombrées, en regard de la longueur d'onde considérée).

Les influences des conditions météorologiques

La troposphère est un milieu non homogène et non isotrope (variation de la pression atmosphérique, de la température et du vent avec l'altitude). De ce fait, une réfraction des ondes acoustiques dans l'atmosphère se crée et entraîne une augmentation ou une diminution du champ de pression acoustique au niveau des récepteurs.

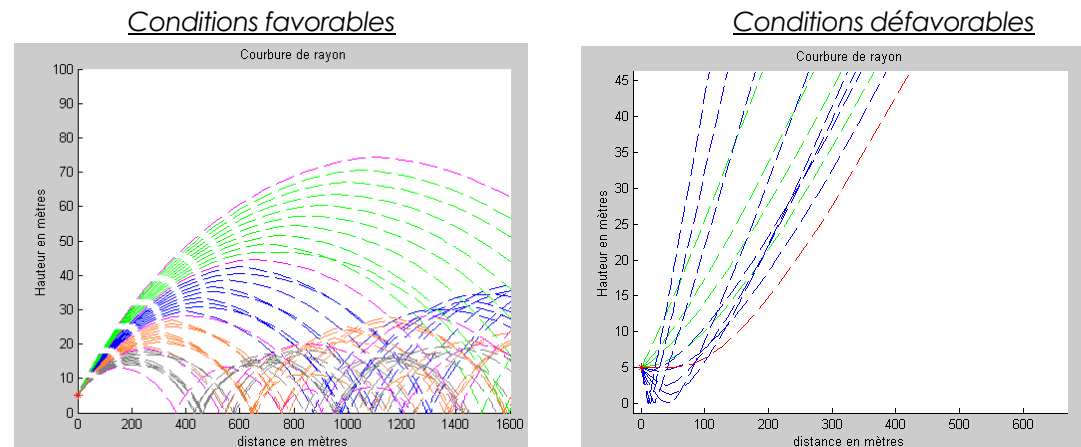
La réfraction est causée par les variations de la vitesse du son dans l'atmosphère, qui ont pour origine principale les fluctuations de la température et de la vitesse du vent présentes dans le milieu considéré.

Ce phénomène atmosphérique est simulé à l'aide d'un gradient de température et d'un gradient de vitesse de vent, qui permettent de remonter à la vitesse effective du son pour l'altitude considérée. Cette vitesse effective est utilisée pour calculer la courbure des rayons tout au long de leur propagation, lors de leur intersection avec un plan de réfraction. Le calcul de la déviation des rayons est réalisé en suivant la loi de Snell.

- A un gradient de célérité du son positif correspondent des conditions favorables à la propagation du son.

- A un gradient de célérité du son négatif correspondent des conditions défavorables à la propagation du son.
- A un gradient de célérité du son nul correspondent des conditions homogènes ou neutres (propagation des rayons en ligne droite).

Les figures suivantes rendent compte de deux types de courbes différents (conditions favorables et défavorables à la propagation du son).



11.5 La présentation des résultats

Les niveaux sonores générés au niveau des récepteurs sont affichés à la suite du calcul. La contribution des différentes atténuations est implicitement prise en compte mais ne peut être affichée individuellement compte tenu de la procédure utilisée.

12 ANNEXE 3 : PRINCIPE METHODOLOGIQUE D'UNE ETUDE ACOUSTIQUE

Le développement d'un projet éolien est encadré par diverses réglementations environnementales à respecter. En particulier, une réglementation acoustique spécifique impose des limites de bruit à ne pas dépasser.

Le but de l'étude d'impact acoustique est de contrôler par des mesures et des calculs que le bruit généré par les éoliennes respectera ces limites. Dans le cas où l'étude montre un risque de dépassement des valeurs réglementaires maximales, des solutions sont proposées notamment en bridant le fonctionnement des éoliennes.

12.1 Définition des termes employés

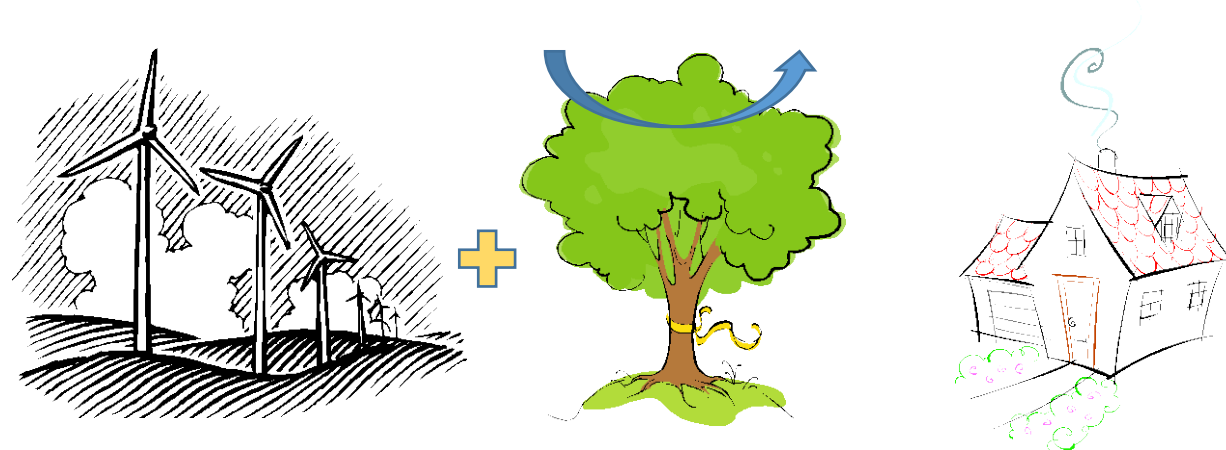
Pour faciliter la compréhension du chapitre, nous donnons ci-dessous la définition des termes utilisés pour l'étude acoustique de manière moins formelle et plus pédagogique.

Bruit résiduel : bruit ambiant, en l'absence du bruit particulier considéré.

Le bruit résiduel peut être assimilé au bruit de l'environnement, notamment la génération de bruit par le vent dans la végétation.



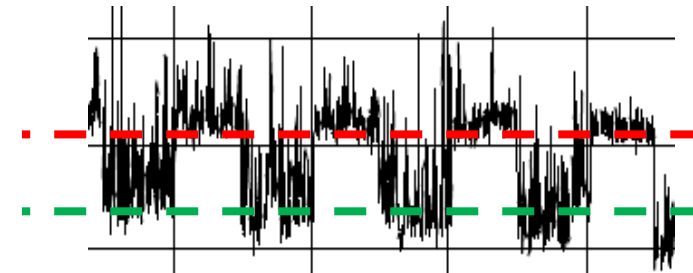
Bruit ambiant : bruit total existant et, dans notre cas, ensemble des bruits de l'environnement, y compris ceux des éoliennes



Bruit particulier : Bruit généré uniquement par les éoliennes.

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

$$\text{EMERGENCE} = \text{Bruit ambiant} - \text{Bruit résiduel}$$



Exemple de mesure à proximité d'une éolienne avec un cycle marche / arrêt alterné.

Pondération A : afin de prendre en compte les particularités de l'oreille humaine qui ne perçoit pas les sons aigus et les sons graves de la même façon, on utilise la pondération A. Il s'agit d'appliquer un « filtre » défini par la pondération fréquentielle.

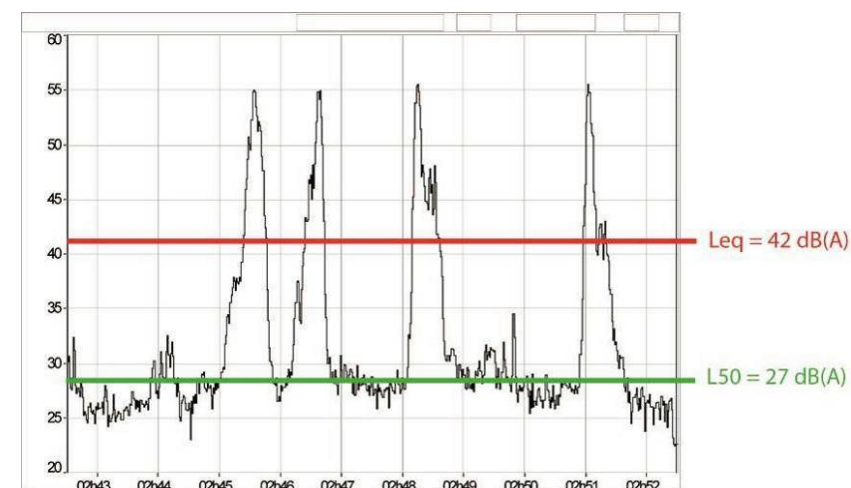
INDICATEURS SONORES :

Niveau acoustique équivalent, L_{Aeq} : sur une période donnée, niveau sonore d'un son continu stable de même énergie sonore qu'un son variable au cours du temps.

Niveau acoustique fractile, L_{50} : Indice statistique qui représente le niveau acoustique atteint ou dépassé pendant 50 % du temps.

Ce niveau acoustique fractile L_{50} est utilisé pour **éliminer les événements acoustiques particuliers** (passage de véhicules, aboiements de chiens, ...). **Il correspond au bruit de fond dans l'environnement et sert à caractériser le bruit résiduel mesuré.**

Pour illustrer l'importance de prendre en compte l'indice L_{50} pour caractériser le bruit résiduel d'une zone, la figure ci-dessous rend compte de la différence entre la valeur du niveau sonore moyen L_{Aeq} sur 10 minutes et la valeur correspondante de l'indice fractile L_{50} .



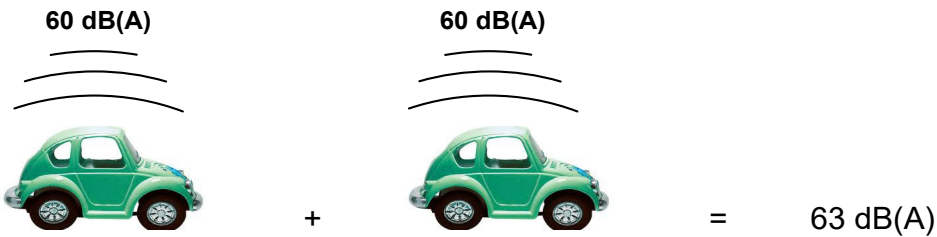
Cette mesure a été réalisée à proximité d'une route fréquentée. On note une différence de 15 dB(A) entre le niveau moyen et l'indice fractile.

Le niveau moyen L_{Aeq} ne rend pas compte du ressenti sonore durant la période de 10 minutes, les passages de véhicules étant ponctuels.

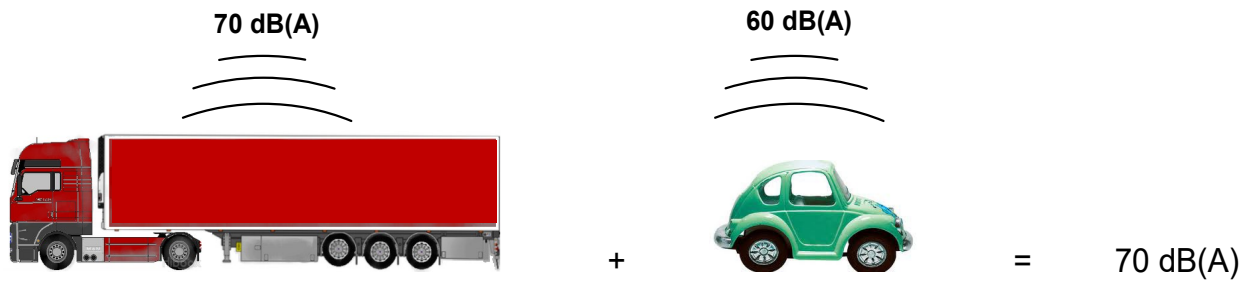
L'indice L50 fractile permet d'éliminer ces pics de forte énergie sonore et permet de mieux caractériser le bruit résiduel, hors pics sonores dus au trafic routier.

Arithmétique particulière du décibel

L'échelle logarithmique du décibel induit une arithmétique particulière. En effet, les décibels ne peuvent pas être directement additionnés :



Quand on additionne deux sources de même niveau sonore, le résultat global augmente de 3 décibels.



Si deux niveaux de bruit sont émis par deux sources sonores, et si l'une est au moins supérieure de 10 dB(A) par rapport à l'autre, le niveau sonore résultant est égale au plus élevé des deux (effet de masque).

12.2 Contexte réglementaire

Les critères réglementaires à respecter pour chaque projet éolien sont fixés par l'arrêté du 26 août 2011 modifié 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.

Cette réglementation définit, notamment, les limites suivantes :

- **Distance d'au moins 500 m des habitations et zones constructibles**
- **Seuils acoustiques à respecter :**

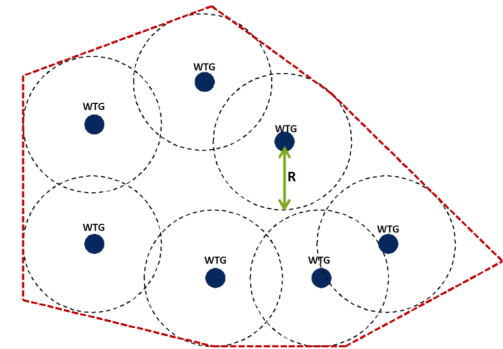
1- en zones à émergences réglementées (ZER)

Niveau de bruit ambiant	Emergence admissible pour la période 7h – 22h	Emergence admissible pour la période 22h – 7h
Supérieur à 35 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

2- au périmètre de mesure du bruit

Le périmètre de mesure du bruit est défini comme étant le plus petit polygone contenant les cercles de rayon :
R = 1,2 x (hauteur de moyeu + longueur d'un demi rotor).

Le niveau de bruit maximal de l'installation est fixé à **70 dB(A) pour la période de jour et à 60 dB(A) pour la période de nuit** en n'importe quel point du **périmètre de mesure du bruit**.



12.3 Principes de l'étude acoustique

Les études acoustiques s'articulent autour de trois axes :

1. Campagnes de mesures in situ : détermination du bruit résiduel sur le site en fonction de la vitesse du vent.

Cette étape consiste à réaliser une campagne de mesures acoustiques d'état initial. Les points de mesures sont choisis parmi les zones habitées riveraines autour de l'aire d'implantation prévue pour les éoliennes.

Ces mesures ont pour but de caractériser le bruit résiduel de chaque zone c'est-à-dire le bruit existant habituellement dans le secteur concerné en fonction de la vitesse de vent avant l'implantation d'éoliennes.

Les mesures sont réalisées en stricte conformité avec les normes en vigueur :

- Méthodologie de mesures acoustiques applicable ;
- Utilisation de sonomètres de classe 1 ;
- Mesure des données de vent en même temps que les mesures de bruit.

2. Calculs prévisionnels du bruit des éoliennes : estimation de la contribution sonore des projets au droit des habitations riveraines.

Les calculs prévisionnels ont pour but d'évaluer les niveaux sonores générés par l'ensemble du projet au niveau de chaque voisinage étudié. Les résultats, conjugués aux valeurs de bruit résiduel, permettent de calculer les émergences acoustiques définies précédemment.

Les simulations des niveaux sonores générés aux points de contrôle sont effectuées soit avec le logiciel CADNAA, soit avec notre modèle de calcul de propagation du son à grande distance (MCGD).

Le modèle de calcul MCGD est de type géométrique et prend en compte les paramètres suivants :

- Puissances acoustiques des éoliennes ;
- Divergence géométrique ;
- Absorption atmosphérique ;
- Effets de sol ;
- Conditions météorologiques.

3. Analyse de l'émergence à partir des deux points précédents : validation du respect de la réglementation française en vigueur et, le cas échéant, proposition de solutions adaptées pour y parvenir.

Sur la base du calcul des émergences estimées, deux cas possibles :

- Les calculs font apparaître des valeurs inférieures aux seuils réglementaires :
On estime alors que le risque de dépassement est faible et aucune disposition particulière n'est prise.
- Les calculs font apparaître des valeurs supérieures ou limites aux seuils réglementaires :
On estime donc que le risque de dépassement est non négligeable et on préconise des solutions réalistes pour respecter la réglementation :
 - Définition d'un mode de fonctionnement optimisé (bridage et/ou arrêt d'une ou plusieurs éoliennes selon vitesse / direction du vent et selon la période),
 - Optimisation de l'implantation du projet (éloignement, voire retrait de machines),

12.4 Mesures acoustiques post implantation

Des mesures de contrôle acoustiques sont à réaliser après l'implantation des éoliennes pour valider ou vérifier que les seuils réglementaires sont respectés.

Le but est de contrôler la conformité des émergences sonores au niveau des habitations, vis-à-vis des seuils réglementaires (l'arrêté du 26 août 2011 modifié).

- Mesures de bruit en façade des habitations les plus exposées, selon la norme NF S 31-010.
- Un plan de marche/arrêt est mis en place pendant les mesures de contrôle, avec une alternance de 1 H à 2 H pour chaque période de marche ou d'arrêt.
- L'analyse est réalisée en se basant sur la méthodologie de mesure acoustique en vigueur.
- En cas de non-conformité, adaptation du plan de gestion du parc éolien.

