

PARC ÉOLIEN MONT SAINTE-MARGUERITE

# Rapport de suivi du climat sonore

Mont Sainte-Marguerite Wind Farm L.P.

**Numéro de document DNV GL:** 10150135-HOU-R-02

**Émission:** A, **Statut:** Final

**Date:** 11 septembre 2019



## **AVIS IMPORTANT ET CLAUSE D'EXONÉRATION DE RESPONSABILITÉ**

1. Le présent document est destiné à l'usage exclusif du client tel que désigné à sa page couverture, pour lequel ce document est rédigé et qui a conclu une entente écrite avec GL Garrad Hassan Canada Inc. (DNV GL), émetteur dudit document. Dans la mesure prévue par la loi ni DNV GL ni aucune entreprise du groupe (le « groupe ») n'assume de responsabilité contractuelle, délictuelle (négligence comprise) ou autre, auprès de tierces parties (étant des personnes autres que le client), et aucune entreprise du groupe autre que DNV GL ne doit être responsable de toute perte ou tout dommage subi en raison de toute action, omission ou faute (que celles-ci découlent d'une négligence ou non) commise par DNV GL, le groupe ou un de ses ou de leurs préposés, sous-traitants ou agents. Le présent document doit être lu dans son intégralité et est assujéti à toutes les suppositions et qualifications exprimées aux présentes ainsi qu'à toute autre communication pertinente se rapportant au présent document. Ce dernier peut contenir des données techniques détaillées qui sont destinées à des personnes possédant les connaissances requises dans le domaine.
2. Le présent document est protégé par le droit d'auteur et ne peut être reproduit et diffusé que conformément à sa classification et aux conditions associées précisées ou mentionnées aux présentes ou dans l'entente écrite conclue entre DNV GL et le client. Aucune partie du présent document ne peut être divulguée dans le cadre de tout mémorandum d'appel public à l'épargne, prospectus, cotation en bourse, circulaire ou annonce sans le consentement exprès, écrit et préalable de DNV GL. Une classification permettant au client de redistribuer le présent document ne doit pas impliquer que DNV GL a une responsabilité auprès de tout destinataire autre que le client.
3. Le présent document a été élaboré à partir d'informations liées aux dates et aux périodes mentionnées aux présentes. La présente offre ne suggère pas que ces informations ne peuvent être modifiées. Sauf dans la mesure où la vérification des informations ou des données est expressément convenue dans le cadre de la portée de ses services, DNV GL n'assumera aucune responsabilité en ce qui a trait à des informations ou à des données erronées fournies par le client ou toute tierce partie, ni aux conséquences des informations ou des données erronées, qu'elles soient ou non contenues ou mentionnées aux présentes.
4. Toutes les estimations ou prévisions énergétiques sont assujétiées à des facteurs dont certains peuvent dépasser l'ampleur de la probabilité et des incertitudes contenues ou mentionnées dans ce document, et rien aux présentes ne garantit une vitesse de vent ou un rendement énergétique particulier.

## CLASSIFICATION DES DOCUMENTS

Strictement confidentiel	:	Ne peut être divulgué qu'aux personnes nommées au sein de l'organisation du client.
Privé et confidentiel	:	Ne peut être divulgué qu'aux personnes directement concernées par l'objet du document au sein de l'organisation du client.
Commercial confidentiel	:	Ne peut pas être divulgué à l'extérieur de l'organisation du client.
DNV GL seulement	:	Ne peut être divulgué qu'à des employés de DNV GL.
À la discrétion du client	:	Divulgué pour information seulement à la discrétion du client (sous réserve de l'avis important et de la clause d'exonération de responsabilité ci-dessus et des modalités de l'entente écrite conclue entre DNV GL et le client).
Publié	:	Mis à la disposition du public pour information seulement (sous réserve de l'avis important et de la clause d'exonération de responsabilité ci-dessus).

Nom du projet : Parc Éolien Mont Sainte-Marguerite DNV GL - Energy  
Titre du rapport : Rapport de suivi du climat sonore Renewables Advisory  
Client : Mont Sainte-Marguerite Wind Farm L.P. 4100 Rue Molson, suite 100  
1088 Sansome Street Montréal, QC, H1Y 3N1  
San Francisco, CA 94111 Tel: 514 272-2175  
Personne ressource : Thu Nguyen Numéro d'entreprise .: 860480037  
Date d'émission : 11 septembre 2019  
Numéro du projet : 10150135  
Numéro du document : 10150135-HOU-R-02  
Émission/Statut: A/Final

**Tâche et objectif :**

Ce rapport présente les résultats de la campagne de suivi du climat sonore effectuée par DNV GL au Parc Éolien Mont Sainte-Marguerite

**Auteurs :**

**Vérification :**

**Approbation :**

Adam Morrill  
Spécialiste en environnement

Aren Nercessian  
Ingénieur, Développement de projets  
et ingénierie

Shant Dokouzian, P.Eng.  
Ingénieur principal, Technologie de la  
Turbine

Aren Nercessian  
Ingénieur, Développement de projets  
et ingénierie

- Strictement confidentiel
- Privé et confidentiel
- Commercial confidentiel
- DNV GL seulement
- À la discrétion du client

**Mots clés :**

Projet, éolien, Mont Sainte-Marguerite, climat sonore,  
post-construction

X Publié

© 2019 GL Garrad Hassan Canada Inc. Tous droits réservés.

Aucune référence à une partie du présent rapport pouvant entraîner une mauvaise interprétation n'est permise.

Émission	Date	Raison pour l'émission	Auteurs	Vérification	Approbation
A	11 septembre 2019	Final	Adam Morrill	Aren Nercessian	Shant Dokouzian



## Table des Matières

1 INTRODUCTION .....	1
1.1 Description du Projet .....	1
2 MÉTHODOLOGIE .....	3
2.1 Points de mesures .....	3
2.2 Instrumentation .....	15
2.3 Collecte de données.....	16
3 ANALYSE ET RÉSULTATS .....	21
3.1 Résultats aux points M02 à M08 .....	21
3.2 Comparaison avec les niveaux sonores simulés.....	29
3.3 Résultats au point M01 (Sous-station) .....	31
4 ANALYSE DE CONFORMITÉ AUX LIMITES DE BRUIT.....	32
4.1 Exigences .....	32
4.2 Conformité aux points M02 à M08.....	32
4.3 Conformité au point M01 .....	34
5 CONCLUSION .....	35
6 RÉFÉRENCES.....	36

## Annexes

ANNEXE A – PHOTOS DES POINTS DE MESURE

ANNEXE B – CERTIFICATS DE CALIBRATION

ANNEXE C – RÉSULTATS COMPLETS DE LA CAMPAGNE



## Liste des figures

Figure 1-1 Emplacement du Projet .....	2
Figure 2-1 Vue d'ensemble du Projet et des points de mesure .....	6
Figure 2-2 Emplacement de l'équipement de mesure sonore (M01) .....	7
Figure 2-3 Emplacement de l'équipement de mesure sonore (M02) .....	8
Figure 2-4 Emplacement de l'équipement de mesure sonore (M03) .....	9
Figure 2-5 Emplacement de l'équipement de mesure sonore (M04) .....	10
Figure 2-6 Emplacement de l'équipement de mesure sonore (M05) .....	11
Figure 2-7 Emplacement de l'équipement de mesure sonore (M06) .....	12
Figure 2-8 Emplacement de l'équipement de mesure sonore (M07) .....	13
Figure 2-9 Emplacement de l'équipement de mesure sonore (M08) .....	14
Figure 3-1 M02 Niveaux sonores totaux (ON) et ambiants (OFF) temporels .....	23
Figure 3-2 M03 Niveaux sonores totaux (ON) et ambiants (OFF) temporels .....	24
Figure 3-3 M04 Niveaux sonores totaux (ON) et ambiants (OFF) temporels .....	25
Figure 3-4 M05 Niveaux sonores totaux (ON) et ambiants (OFF) temporels .....	26
Figure 3-5 M06 Niveaux sonores totaux (ON) et ambiants (OFF) temporels .....	27
Figure 3-6 M08 Niveaux sonores totaux (ON) et ambiants (OFF) temporels .....	28

## Liste des tableaux

Tableau 1-1 Sommaire des modes de bruit opérationnels .....	1
Tableau 2-1 Localisation des récepteurs et points de mesures .....	4
Tableau 2-2 Adresses des récepteurs.....	5
Tableau 2-3 Numéros de série par point de mesure .....	16
Tableau 2-4 Dates des périodes de mesure .....	16
Tableau 2-5 Calibrations sur site.....	17
Tableau 2-6 Arrêts d'Éoliennes par point de mesure.....	18
Tableau 2-7 Campagnes d'arrêts d'éoliennes planifiées .....	19
Tableau 3-1 Valeurs extrêmes parmi les données valides.....	21
Tableau 3-2 Différences entre la contribution éolienne simulée au point de mesure et au récepteur .....	22
Tableau 3-3 M02 Résultats d'une nuit (3 au 4 juin 2019) .....	23
Tableau 3-4 M03 Résultats d'une nuit (26 au 27 mai 2019) .....	24
Tableau 3-5 M04 Résultats d'une nuit (3 au 4 juin 2019) .....	25
Tableau 3-6 M05 Résultats d'une nuit (3 au 4 juin 2019) .....	26
Tableau 3-7 M06 Résultats d'une nuit (21 au 22 mai 2019) .....	27
Tableau 3-8 M08 Résultats d'une nuit (3 au 4 juin 2019) .....	28
Tableau 3-9 Comparaison du niveau sonore mesuré et simulé à M02 / R288 .....	29
Tableau 3-10 Comparaison du niveau sonore mesuré et simulé à M03 .....	29
Tableau 3-11 Comparaison du niveau sonore mesuré et simulé à M04 / R54 .....	30
Tableau 3-12 Comparaison du niveau sonore mesuré et simulé à M05 / R147.....	30
Tableau 3-13 Comparaison du niveau sonore mesuré et simulé à M06 / R363.....	30
Tableau 3-14 Comparaison du niveau sonore mesuré et simulé à M08 / R160.....	30
Tableau 4-1 Analyse de conformité à M02 / R288 .....	32
Tableau 4-2 Analyse de conformité à M03 .....	32
Tableau 4-3 Analyse de conformité à M04 / R54.....	33
Tableau 4-4 Analyse de conformité à M05 / R147 .....	33
Tableau 4-5 Analyse de conformité à M06 / R363 .....	33
Tableau 4-6 Analyse de conformité à M08 / R160 .....	33

# 1 INTRODUCTION

Mont Sainte-Marguerite Wind Farm L.P. (« Client » ou « Pattern ») a retenu les services de GL Garrad Hassan Canada Inc. ("DNV GL") pour réaliser une campagne de suivi du climat sonore au Parc Éolien Mont Sainte-Marguerite (le "Projet"), pendant la première année d'opération.

Les conditions et exigences de cette campagne de suivi sont détaillées dans la Condition 7 du *Décret 900-2016* (le "Décret") [1] émis par le Gouvernement du Québec ainsi que le *Certificat d'autorisation* (le "Certificat") datant du 26 janvier 2016 [2] émis par le MELCC<sup>1</sup> (le "Ministère"). Une campagne de suivi de climat sonore est requise pendant la 1<sup>ère</sup>, 5<sup>e</sup>, 10<sup>e</sup>, et 15<sup>e</sup> année d'opération.

Le but de cette analyse est de déterminer la contribution sonore des éoliennes et de la sous-station aux Récepteurs à proximité de celles-ci, selon le *Programme de suivi environnemental* (le "Protocole") [3] émis à, et approuvé par, le ministère, et de comparer les résultats aux limites sonores applicables au Québec, tel qu'indiqué dans la *Note d'instructions 98-01 sur le bruit* (la "Norme") [4].

Une simulation sonore pré-construction de la configuration finale des éoliennes et du transformateur a été effectué et soumis au Ministère en février 2017 [5]. Les résultats de la campagne actuelle seront comparés aux résultats de la simulation sonore de 2017.

## 1.1 Description du Projet

Le Project est opérationnel depuis mars 2018 et contient 46 éoliennes Siemens SWT-3.2-113 avec une hauteur de moyeu de 92,5 m, et une capacité totale de 143 MW. Trois modes de bruit opérationnels des éoliennes sont utilisés dans le Project (voir Tableau 1-1).

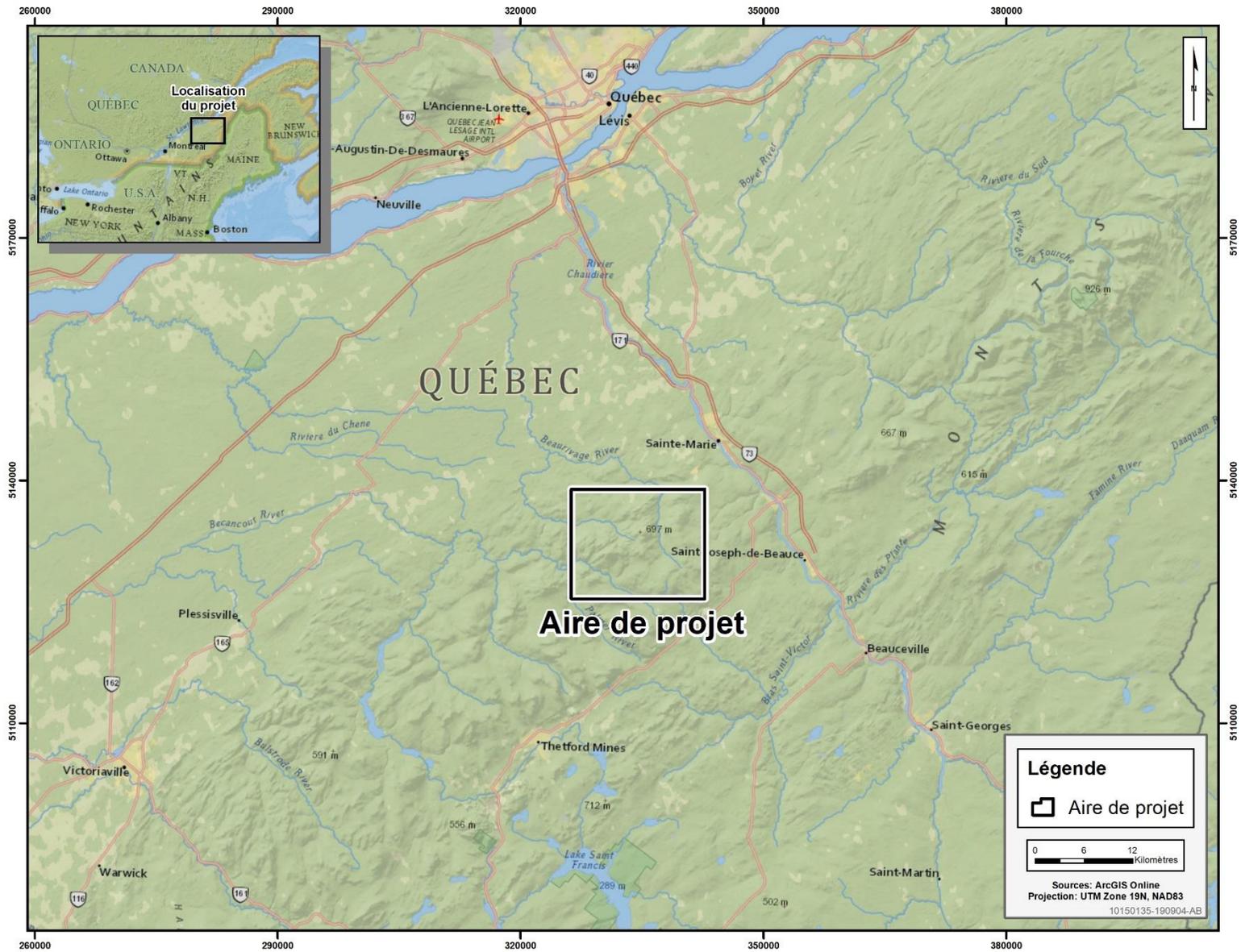
**Tableau 1-1 Sommaire des modes de bruit opérationnels**

Mode de bruit de l'éolienne [dBA]	Nombre d'éoliennes
106	33
105	9
104	4

Le Project se trouve dans les municipalités de Saint-Sylvestre, Saint-Séverin, et Sacré-Cœur-de-Jésus. Le Project se trouve en terrain complexe, couvert de forêts denses. L'utilisation du terrain est principalement résidentielle avec des activités agricoles, incluant des érabières, et activités saisonnières et récréatives, comme la randonnée, le camping et la motoneige.

Figure 1-1 montre l'emplacement général du Project.

<sup>1</sup> *Ministère de l'Environnement et Lutte contre les changements climatiques (MELCC)*, anciennement Ministère du Développement durable, de l'Environnement et Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC)



**Figure 1-1 Emplacement du Projet**

## 2 MÉTHODOLOGIE

La méthodologie utilisée pour cette analyse est conçue principalement pour déterminer la contribution sonore éolienne à différents endroits et pendant des conditions environnementales et opérationnelles représentatives du pire impact typique. Les conditions sont basées sur les instructions dans le Décret et les correspondances subséquentes.

Afin de déterminer la contribution sonore éolienne (le bruit provenant uniquement des éoliennes), des données ont été recueillies pendant que les éoliennes étaient en opération (« ON ») et pendant qu'un sous-ensemble des éoliennes étaient éteintes (« OFF »). Une fois que l'étape de contrôle qualité est terminée et que les données sont filtrées pour être représentatives du pire impact typique, et pour respecter certains critères de validités (les « données valides »), la contribution sonore éolienne est estimée en regroupant les données valides par vitesse de vent, et en soustrayant de façon logarithmique<sup>2</sup> les données OFF (bruit ambiant) des données ON.

En raison de la complexité du terrain, des forêts denses, et de la variété de bruits naturels, DNV GL a employé (4) techniques de regroupement de données à chaque point de mesure, afin de vérifier la constance des résultats:

- Les données valides d'une seule nuit ont été regroupées par vitesses de vent:
  - Au niveau du sol (station météo);
  - À la hauteur du moyeu (92,5 m);
- Les données valides de la campagne de mesure entière ont été regroupées par vitesses de vent:
  - Au niveau du sol (station météo);
  - À la hauteur du moyeu (92,5 m).

Les résultats à chaque point de mesure ont ensuite été extrapolés, sur de très courtes distances, au récepteur (ou « Point d'évaluation ») le plus proche. Chaque valeur extrapolée est ensuite comparée à la limite de 40 dBA.

En raison de l'émission sonore plus stable et moins variable du transformateur à la sous-station, une approche différente a été utilisée (voir Section 2.3.2).

Les prochaines sections expliquent la méthodologie plus en détail.

### 2.1 Points de mesures

La campagne de suivi sonore a été effectuée à huit points de mesures, comme décrite dans le Protocole.

Le Tableau 2-1 montre les localisations des points de mesures, incluant la distance à la source sonore la plus proche, et l'identifiant correspondant.

---

<sup>2</sup> Cette soustraction consiste à soustraire logarithmiquement l'énergie acoustique captée pour chaque mesure, et non pas à soustraire les valeurs en décibels de façon linéaire.

**Tableau 2-1 Localisation des récepteurs et points de mesures**

Point de mesure	Point d'évaluation correspondant (selon le Protocole)	Récepteur correspondant (selon [5])	Localisation du point de mesure [UTM zone 19]		Distance entre le microphone et la source sonore la plus proche [m]	Éolienne ou Transfo la/le plus proche
			X	Y		
M01	MSMSUI01	R366	342348	5122519	327	Transfo
M02	MSMSUI02	R288	339195	5132429	1077	T36
M03	MSMSUI03	NA <sup>(1)</sup>	334260	5132795	867	T18
M04	MSMSUI04	R54	328857	5132119	668	T5
M05	MSMSUI05	R147	333178	5137347	830	T22
M06	MSMSUI06	R358	339739	5127143	808	T43
M07	MSMSUI07	R452	338091	5134614	555	T30
M08	MSMSUI08	R158	335837	5136257	642	T25

1. M03 ne correspond pas à un récepteur en particulier, mais représente le domaine récréatif général *Le Radar*.

Le raisonnement qui explique la sélection des points d'évaluation dans le Tableau 2-1 est décrit ci-dessous et est expliqué en plus de détails dans le Protocole:

- M01 est à la résidence la plus impactée de la sous-station, le long de l'autoroute 112, et n'est pas influencé par les éoliennes. Ce point est présenté et analysé différemment dans plusieurs sections de ce rapport. C'est aussi le point avec le plus haut niveau de bruit simulé parmi tous les récepteurs résidentiels selon [5].
- M02 à M05 correspondent aux emplacements des points de mesures qui avaient été analysés lors de la campagne de mesure de bruit ambiant préconstruction en 2014 <sup>3</sup> [6], avec comme seule exception le point M04 qui a été vers les éoliennes les plus proches selon la configuration du parc tel que construit. Il est requis d'effectuer des mesures post-construction aux points d'évaluation préconstruction.
- M06 a été ajouté lors du processus d'acceptabilité environnementale, dans une lettre datée du 7 avril 2016, afin de couvrir la portion sud du Projet, le long du Rang 4.
- M07 et M08 ont été ajoutés dans le Protocole afin de réaliser un suivi approprié auprès des récepteurs les plus susceptibles d'enregistrer un niveau du climat sonore le plus élevé. Ce sont des chalets impactés par des éoliennes selon [5].

Les adresses ou emplacements généraux des résidences correspondantes à chacun des points de mesure sont dans le Tableau 2-2.

<sup>3</sup> Bien que le bruit ambiant eût été mesuré pendant la campagne préconstruction, les mesures sonores préconstructions étaient présentées à titre informatif et ne sont pas utilisées dans l'analyse actuelle, dû au temps considérable écoulé entre les deux campagnes de mesure. Les données originales ne sont pas représentatives des conditions ambiantes pendant la campagne actuelle. Les niveaux de bruit ambiant utilisés dans cette analyse ont été mesurés en bridant un sous-ensemble des éoliennes (voir Section 0).

**Tableau 2-2 Adresses des récepteurs**

<b>Point de mesure</b>	<b>Récepteur correspondant</b>	<b>Emplacement ou adresse</b>
M01	R366	Autoroute 112, à l'ouest de la sous-station, Sacré-Cœur-de-Jésus
M02	R288	Rang Sainte-Marguerite, Saint-Séverin (Érablière Sylvain)
M03	NA	Domaine du Radar, Saint-Sylvestre
M04	R54	Rang Saint-Paul, Saint-Sylvestre (Chalets)
M05	R147	Autoroute 216, Saint-Sylvestre (Ferme St-Jacques)
M06	R358	Rang 4, Sacré-Cœur-de-Jésus
M07	R452	Rang Killarney, Saint-Séverin (Chalet)
M08	R158	Rue Fermanagh, Saint-Sylvestre (Chalets)

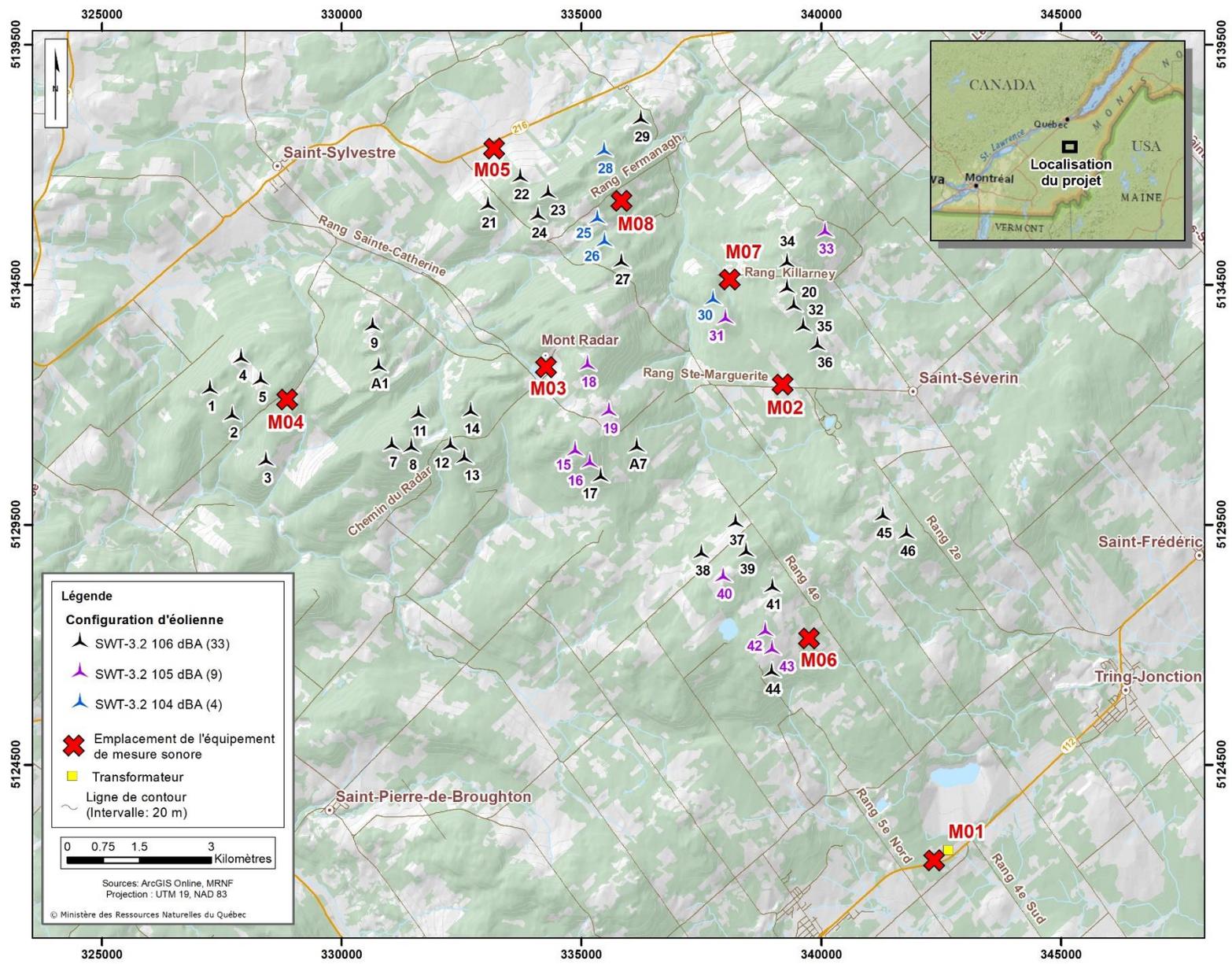
La campagne de suivi sonore a débuté en fin printemps 2019, sans feuilles sur les arbres et sans ou avec quelques traces de neige à certains endroits, au sol. Certains des points de mesures se trouvaient près d'une autoroute active, avec du bruit provenant du passage fréquent des automobiles et camions (particulièrement M01 et M05). Plusieurs autres points de mesures se trouvaient dans des endroits moins fréquentés, entourés de conifères et feuillus. Il y avait très peu d'activité aux chalets. De plus, la région est bien connue pour ses nombreuses cabanes à sucre commerciales qui opèrent le printemps.

Plusieurs propriétaires, ainsi que le Client, avaient mentionné que la région avait reçu une quantité de neige abondante et plus haute que la normale pendant l'hiver, ce qui a produit une fonte considérable et des niveaux d'eau substantiels dans les ruisseaux. Ceci a causé un niveau de bruit ambiant élevé dû au cours d'eau à certains points de mesure. Plus de détails sont fournis dans les prochaines sections de ce rapport.

La Figure 2-1 présente une vue d'ensemble des points de mesures relatif à l'aire du Projet.

Les Figure 2-3 à Figure 2-9 montrent les emplacements des stations de mesure sur les propriétés à l'aide d'imagerie aérienne.

Les photos des points de mesures sont incluses dans l'Annexe A.



**Figure 2-1 Vue d'ensemble du Projet et des points de mesure**



**Figure 2-2 Emplacement de l'équipement de mesure sonore (M01)**



**Figure 2-3 Emplacement de l'équipement de mesure sonore (M02)**



**Figure 2-4 Emplacement de l'équipement de mesure sonore (M03)**



**Figure 2-5 Emplacement de l'équipement de mesure sonore (M04)**



**Figure 2-6 Emplacement de l'équipement de mesure sonore (M05)**



**Figure 2-7 Emplacement de l'équipement de mesure sonore (M06)**



**Figure 2-8 Emplacement de l'équipement de mesure sonore (M07)**



**Figure 2-9 Emplacement de l'équipement de mesure sonore (M08)**

## 2.2 Instrumentation

L'instrumentation utilisée pour la campagne de suivi du climat sonore post-construction consiste en l'équipement suivant:

- Sonomètres Larson Davis model 831C Classe 1;
- Microphone FreeField Classe 1 de ½ pouce, modèle 377B02;
- Préamplificateur, modèle PRM831;
- Transmetteur de données météorologiques Vaisala, modèle SEN-031;
- Calibreur acoustique Larson Davis, modèle CAL200; et
- Trousse complète pour mesure sonore extérieure (incluant des mâts de 1,5 m, 2,5 m ou 10 m, écrans anti-vent primaire larges (175 mm), étui protectif, panneaux solaires, et batteries de longue durée).

Les sonomètres étaient conformes aux spécifications IEC 61672 et IEC 61260 Class 1 et conformes aux conditions dans la Norme. Des photos montrant l'arrangement des instruments sont incluses à l'Annexe A. Tous les instruments avaient des calibrations valides, conformément aux procédures internes d'assurance qualité de DNV GL. Les certificats de calibration sont inclus à l'Annexe B. Les sonomètres ont enregistré des données d'échantillonnage selon les paramètres suivants: LAeq, LReq, bandes de 1/3 d'octave, indices statistiques Ln, ainsi que de l'enregistrement audionumérique continu (selon le Protocole) à tous les points pour faciliter l'étape de contrôle qualité subséquente.

L'écran large anti-vent en mousse ACO 175 mm a mitigé l'impact du bruit induit par le vent sur le microphone, jusqu'à des vitesses de 5.5 m/s.

La station météorologique Vaisala a fourni les données *in situ* de vitesse de vent, direction du vent, température, humidité relative et précipitation. Cet instrument était connecté directement au sonomètre avec synchronisation de données, au même taux d'échantillonnage.

A certaines localisations, des mâts de 10 m ont été installés afin de mesurer la vitesse et la direction du vent à proximité d'arbres hauts et denses, pour en réduire l'influence pare-vents. Ceci a permis de mieux analyser les données sonores en utilisant la technique de regroupement par vitesse de vent.

Le Tableau 2-3 montre les numéros de série des instruments utilisés à chaque point de mesure.

**Tableau 2-3 Numéros de série par point de mesure**

Point de mesure	Sonomètre	Préamplificateur	Microphone	Station météorologique
M01	10466	019230	304769	P1950562
M02	10464	051284	305891	R0950351
M03	10750	058517	310232	P1950562
M04	10755	058512	308287	R1210238
M05	10433	058473	311516	P1950593
M06	10398	029389	308593	R1210236
M07	10754	058515	310228	M4650227
M08	10466	019230	304769	P4450649

## 2.3 Collecte de données

La collecte des données a été effectuée au cours du printemps 2019, avec une durée totale d'approximativement 5 semaines. Le Tableau 2-4 présente les dates de début et de fin pour chaque point de mesure. Notez que M01 n'était pas influencé par les éoliennes (voir section 2.1). Les données de M01 ont été mesurées et analysées différemment (voir section 2.3.2).

**Tableau 2-4 Dates des périodes de mesure**

Point de mesure	Date de début	Date de fin	Nombre de jours total
M01	1 mai 2019	2 mai 2019	1
M02	1 mai 2019	6 juin 2019	36
M03	2 mai 2019	7 juin 2019	36
M04	2 mai 2019	6 juin 2019	35
M05	1 mai 2019	6 juin 2019	36
M06	1 mai 2019	6 juin 2019	36
M07	2 mai 2019	6 juin 2019	35
M08	2 mai 2019	6 juin 2019	35

Des visites de maintenance sur site ont été effectuées toutes les 2 semaines approximativement, afin de vérifier l'intégrité des stations de mesures, télécharger les données et calibrer les sonomètres. Des calibrations sur site ont été effectuées avec le calibrateur Larson Davis CAL-200, en début de campagne et pendant toute visite subséquente. Les différentiels de calibration pendant les visites subséquentes ont été enregistrés et sont présentés dans le Tableau 2-5. Les calibrations de terrain respectaient de façon générale les tolérances acceptables et la qualité des données a ainsi été jugée satisfaisante pour entreprendre des analyses plus approfondies.

**Tableau 2-5 Calibrations sur site**

Point de mesure	Date / Différentiel de Calibration <sup>(1)</sup>			
	9 mai 2019	22 mai 2019	5 juin 2019	Démantèlement <sup>(2)</sup>
M01 <sup>(3)</sup>	-	-	-	0.08 dB
M02	-0.06 dB	0.00 dB	-0.24 dB	0.05 dB
M03	0.03 dB	0.03 dB	0.00 dB	-0.07 dB
M04	0.36 dB	-0.30 dB	0.11 dB	-0.10 dB
M05	0.80 dB	0.03 dB	-0.13 dB	0.03 dB
M06	0.02 dB	0.02 dB	-0.15 dB	0.09 dB
M07	0.13 dB	-0.35 dB	0.16 dB	-0.02 dB
M08	0.00 dB	-0.03 dB	-0.12 dB	-0.01 dB

1. Installation effectuée entre le 1er mai 2019 et le 2 mai 2019 pour les points M01 à M08. La calibration terrain a été effectuée et ajustée à 0.0 dB.
2. Démantèlement effectuée entre le 6 juin 2019 et le 7 juin 2019.
3. Installé le 1er mai 2019 et démantelé le 2 mai 2019.

### 2.3.1 Points de mesure M02 à M08

Les données suivantes ont été collectées pour tous les points de mesure influencés par les éoliennes:

- Données sonores enregistrées en intervalle de 1-minute et 10-secondes avec les paramètres  $LA_{eq}$ ,  $LC_{eq}$ ,  $L_{95}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{66}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{10}$ , et  $L_5$ ;
- Niveaux de bruit en bandes de 1/3 d'octave (en dBA);
- Enregistrements audionumériques pendant toute la campagne, avec un taux d'échantillonnage de 8 kb/s;
- Vitesse de vent, direction du vent, température, humidité relative et précipitation.

Des données SCADA, incluant la production des éoliennes (en MW), vitesse de vent à la nacelle, rotation par minute (RPM) du rotor et l'orientation de la nacelle, moyennée sur un intervalle de 10-minutes, ont été fournies pour chacune des éoliennes. L'opérateur du parc éolien a confirmé que le Projet opérait normalement pendant la campagne de mesure, à l'exception d'une maintenance planifiée à la sous-station entre le 6 et 11 mai 2019. Durant cette maintenance, le projet a été complètement arrêté et toutes les éoliennes étaient éteintes. Ceci a été pris en compte dans l'analyse.

De plus, des microphones ont été placés à plus de 5 m de tout mur ou obstacle susceptible de réfléchir les ondes acoustiques, à plus de 3 m d'une route et à 1.5 m au-dessus du sol, conformément au Protocole.

Les stations météorologiques aux points M07 et M08 ont été placés au sommet d'un mât de 10-m afin de réduire les effets de blocage par la végétation. Ceci a un certain impact sur le regroupement des résultats par vitesse de vent (décalés à des vitesses plus hautes). Cependant, les mesures sonores au microphone demeurent valides, indépendamment du placement de la station météorologique.

### 2.3.1.1 Mesure de bruit ambiant

Le bruit ambiant représente les données recueillies excluant la contribution des éoliennes (données « OFF »).

Pour mesurer le bruit ambiant, une certaine quantité d'éoliennes ont été arrêtées afin de diminuer la contribution sonore éolienne simulée à chaque point de mesure à 30 dBA ou moins. Les éoliennes identifiées dans le Tableau 2-6 respectent cette condition selon la modélisation sonore interne de DNV GL.

**Tableau 2-6 Arrêts d'Éoliennes par point de mesure**

Point de mesure	Éoliennes éteintes pendant les mesures de bruit ambiant
M02	20, 30, 31, 32, 34, 35,36
M03	12, 13, 14, 15, 16, 18, 19
M04	1, 2, 3, 4, 5, A1
M05	21, 22, 23, 24
M06	41, 42, 43, 44
M07	20, 30, 31, 34
M08	25, 26, 27, 28

Afin de s'assurer que les éoliennes appropriées étaient complètement éteintes pour les périodes de mesure de bruit ambiant, les enregistrements sonores ont été filtrés, à l'aide de données SCADA concourantes, selon la production électrique des éoliennes ainsi que la vitesse de rotation de leurs rotors. Cette méthode de filtration assure que les éoliennes ne contribuaient aucun bruit pendant la période de mesure de bruit ambiant. Les filtres ont confirmé que les éoliennes en question ne produisaient pas de puissance électrique et avaient une vitesse de rotation inférieure à 1 RPM pendant la période de mesure ambiante.

Cette méthode de collection de données sonores ambiantes va au-delà des recommandations du Décret. Le Décret recommande qu'une période d'environ 30 minutes consécutives d'arrêt planifié des éoliennes soit comparée à des périodes de 15 minutes avant et 15 minutes après l'arrêt des éoliennes. Afin de réduire l'incertitude associée à une quantité limitée de données, et pour couvrir une plus grande variété de conditions, DNV GL a recueilli des données de bruit ambiant au cours de plusieurs périodes pendant la campagne. DNV GL tient à noter que ceci est l'approche recommandée pour des campagnes de suivi de climat sonore de ce genre <sup>4</sup>. De plus, afin de mitiger contre les bruits transitoires domestiques, les arrêts ont été effectués pendant la nuit.

En tout, il y a eu 6 arrêts planifiés pour la collecte de mesures de bruit ambiant pour tous les points de mesures avec différentes conditions météorologiques, tel qu'indiqué dans le Tableau 2-7.

<sup>4</sup> Les mesures de puissance sonore de chaque éolienne selon IEC 61400-11 Ed. 3 sont typiquement complétées en une journée et à une courte distance de l'éolienne. Cependant, pour les mesures à grande distance (c'est à dire, à des distances plus grandes de l'éolienne, où le bruit environnant influence grandement les mesures), une approche typique est d'effectuer des mesures sur une plus longue période et d'appliquer des critères de filtration adaptés.

**Tableau 2-7 Campagnes d'arrêts d'éoliennes planifiées**

Numéro de campagne	Heure de début	Heure de fin
1	21 mai 2019 22h	21 mai 2019 23h
2	21 mai 2019 24h	22 mai 2019 1h
3	26 mai 2019 22h	26 mai 2019 23h
4	30 mai 2019 2h	30 mai 2019 3h
5	31 mai 2019 2h	31 mai 2019 3h
6	3 juin 2019 24h	4 juin 2019 1h

De plus, Il y a eu une période de maintenance prévue de la sous-station, qui a causé l'arrêt du Projet au complet (toutes les éoliennes), du 6 mai au 11 mai 2019.

### 2.3.1.2 Critères de contrôle qualité et filtrage de données

Les données ont été filtrés selon les meilleures pratiques et selon l'expérience de DNV GL, tout en restant conformes aux exigences minimales du Protocole. Les données valides résultantes ont été considérées comme étant représentatives des conditions du pire impact typique. Les points suivants résument les critères de filtrage appliqués aux données:

#### Toutes les données:

- Seulement pendant la nuit;
- Exclusion des évènements de pluie, enregistrés par la station météorologique;
- Exclusion d'évènements bruyants n'étant pas typique de l'environnement sonore ambiant (passage d'avion, fusils, trafic routier (auto et camions), chiens, cris excessifs d'oiseaux, etc.);
- Exclusion d'évènements transitoires significatifs (lorsque le  $LA_{eq}$  est considérablement supérieur au  $L_{90}$ );
- Exclusions des rafales de vents excessifs;
- Direction du vent tel que le récepteur se trouve en aval de l'éolienne la/les plus proche (« sous le vent »).

#### Mesures opérationnelles (bruit total):

- Vitesse de vent au moyeu et production de l'éolienne supérieures ou égales à la vitesse/production nominale correspondante à la puissance acoustique maximale du mode opérationnel de chaque éolienne (c'est-à-dire, l'éolienne produit un maximum de bruit);
- Toutes les éoliennes en opération.

#### Mesures ambiantes:

- Éoliennes éteintes selon le Tableau 2-6.

### 2.3.2 Point de mesure M01 (Sous-station)

Pendant la nuit du 1<sup>er</sup> au 2 mai, des niveaux de pression sonore totale ont été mesurés au point M01, près du récepteur le plus proche de la sous-station (R366), pour une période de plus de 17 heures. Le bruit total



est la somme du bruit ambiant (trafic, bruits naturels, transitoires, etc.) et la contribution du Project. Le transformateur de la sous-station produisait son niveau de bruit maximal, à l'exception des ventilateurs de refroidissement. En tout, 1056 enregistrements de 1-minute ont été recueillis.

De plus, des mesures à distance rapprochée, généralement conforme au standard IEEE C57.12.90, ont été effectuées près du transformateur à l'intérieur de la sous-station. Une série de données a été mesurée quand le transformateur opérait à pleine acoustique, mais sans les ventilateurs (mode ONAN). Une autre série de données a été mesurée avec les ventilateurs forcés à opérer à pleine vitesse par l'opérateur (mode ONAF2). En tout, 14 mesures sonores ont été prises en mode ONAN et en mode ONAF2 le long du périmètre du transformateur à une distance de 0.3 m ou 2.0 m de sa surface, tel que prescrit dans le standard IEEE. Les mesures prises à chaque point le long du périmètre ont duré approximativement 30 secondes, avec au moins 3 enregistrements complets LAeq de 10 secondes.

Puisque le bruit provenant de la sous-station est de caractère plus stable, si un seul enregistrement de 1-minute de bruit total est inférieur à 40 dBA au récepteur quand la sous-station produit son niveau de bruit maximal, cela implique que la sous-station seule produit aussi une contribution inférieure à 40 dBA au récepteur.

## 3 ANALYSE ET RÉSULTATS

### 3.1 Résultats aux points M02 à M08

Au cours de la campagne entière, le bruit a été mesuré et enregistré dans des conditions météorologiques variées. Les conditions suivantes ont été observées et sont conformes aux spécifications du manufacturier pour l'équipement de mesure:

- La température nocturne a varié entre -4,5°C et 21,4°C;
- L'humidité relative nocturne a varié entre 19 % et 96 %;
- La vitesse de vent a la hauteur du moyeu de l'éolienne ont varié entre 0 et 23,7 m/s.

Le LAeq 1-minute maximal et minimal valide (filtré), pondéré A et pondéré C, mesuré pendant la campagne de mesure entière sont présentés dans le Tableau 3-1.

**Tableau 3-1 Valeurs extrêmes parmi les données valides**

<b>Paramètre acoustique (Période de 1 minute)</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
LAeq [dBA]	21,9	50,8
LCeq [dBC]	30,1	73,7

#### 3.1.1 Résultats d'une seule nuit du pire impact typique

Les données valides et représentatives des conditions de pire impact typique (filtrées selon la section 2.3.1.2), ont été regroupées par vitesse de vent à la hauteur du moyeu (92,5 m) et par vitesse de vent à la hauteur de la station météo (1,5 m ou 10 m dépendamment de la station).

Pour évaluer la contribution éolienne au point de mesure, les niveaux de bruit ambiant valides ont été soustraits des niveaux de bruit total valide (ou opérationnel) de façon logarithmique pour chaque regroupement de vitesse de vent. Afin de déterminer si une vitesse de vent donnée contenait suffisamment de données valides, DNV GL a utilisé une méthodologie de bonne pratique, ainsi qu'une revue de la constance des résultats, des enregistrements audionumériques, et des déviations standard.

De plus, une simulation acoustique effectuée par DNV GL a été utilisée pour évaluer la différence entre la pression sonore perçue au point de mesure et celle perçue à l'emplacement du récepteur correspondant (voir Tableau 2-1 pour les identifiants des récepteurs). Cette valeur finale sera utilisée pour évaluer la conformité de chaque point d'évaluation avec la Norme. Les différences calculées (ou simulées) entre les points de mesures et l'emplacement de leurs récepteurs correspondants sont présentées dans le Tableau 3-2.

**Tableau 3-2 Différences entre la contribution éolienne simulée au point de mesure et au récepteur**

Point de mesure	Récepteur	Différence entre les niveaux sonores simulés (Récepteur moins point de mesure) [dB]
M02	R288	-0,3
M03	N/A	0
M04	R54	-0,1
M05	R147	-0,5
M06	R363	0,4
M07	R452	-0,3
M08	R160	-0,2

Le Tableau 3-3 au Tableau 3-8 présentent le nombre d'échantillons valides, les niveaux sonores moyennés de façon logarithmique, les déviations standard, et la contribution éolienne résultante au point de mesure et au récepteur correspondant pour chaque vitesse de vent aux points M02 à M08, à l'exception du point M07 (voir explication ci-bas), pour **une seule nuit donnée ayant un pire impact typique**.

Pour chaque point, la nuit avec la meilleure qualité de données pour les mesures sonores totales et ambiantes, pendant des conditions représentatives du pire impact typique, a été conservée pour cet exercice. Les facteurs environnementaux contribuant au niveau de bruit ne varient pas de façon significative pendant une seule nuit, et produisent donc une incertitude du niveau sonore plus basse comparée à la série entière des données recueillies pendant toute la campagne de 5 semaines.

Notes relatives au contenu de ces tableaux:

- Les groupes de vitesse de vent sont centrés sur la vitesse nominale, c'est-à-dire, les vitesses regroupées sont à  $\pm 0,5$  m/s de la valeur présenté dans le tableau;
- Pour les cas où le bruit ambiant (OFF) est supérieur au bruit total (ON), il est présumé que la contribution éolienne est inférieure à 40 dBA;
- Les vitesses avec données insuffisantes ne sont pas présentées, cependant, les valeurs qui sont incluses considèrent toujours les conditions représentatives du pire impact typique;
- M03 n'a pas de récepteur correspondant et est jugé représentatif du domaine récréatif Le Radar; et
- M07 n'a pas produit assez de données valides et le résultat est jugé inconcluant. Cet emplacement avait deux ruisseaux actifs à très haut débit, adjacents au récepteur, ce qui a produit des niveaux de bruit ambiant très élevés et supérieurs à 40 dBA (voir Section 4.2.1).

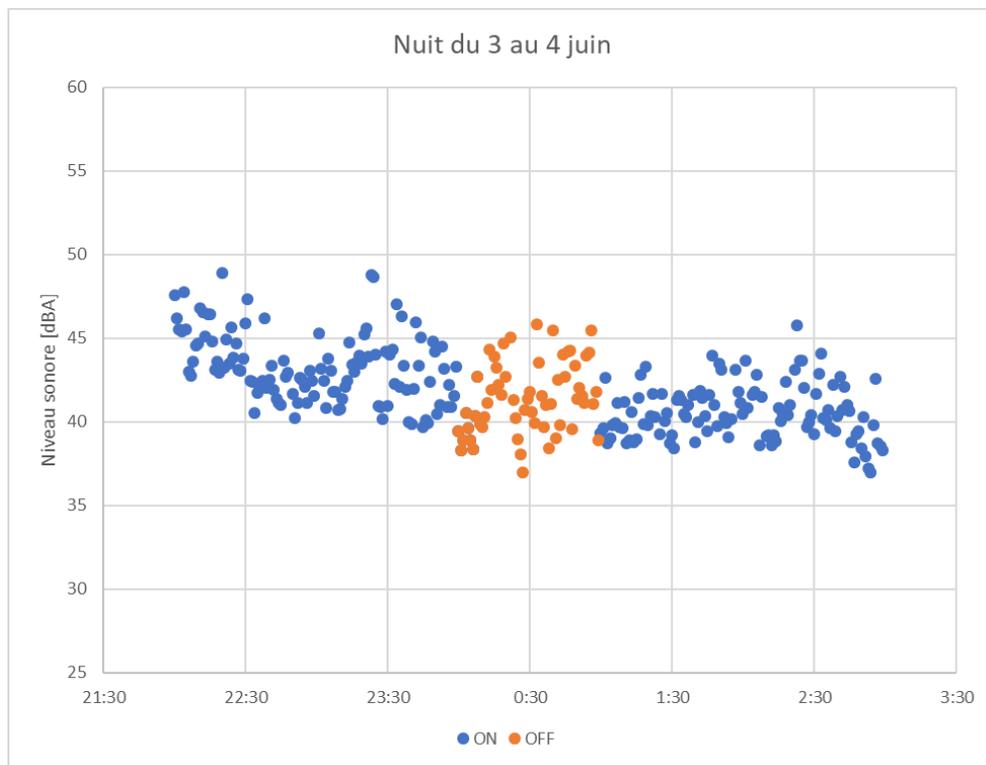
**Tableau 3-3 M02 Résultats d'une nuit (3 au 4 juin 2019)**

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent (m/s)	Opérationnel (total)			Ambiant			Contribution éolienne	
		Échantillons valides 1-minute	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Échantillons valides 1-minute	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Point de mesure (dBA)	Centre du récepteur (dBA)
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	2	119	41,2	1,8	17	39,8	1,1	35,4	35,1
	3	109	43,3	2,1	32	41,9	1,9	37,5	37,2
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	11	48	40,7	1,4	20	42,4	2,2	<40	<40*
	12	20	40,5	1,5	39	41,7	2,1	<40	<40*

Notes:

L'humidité relative était entre 82,9% et 85,2%, et la température a varié entre 5,2 °C à 5,3 °C.

\*Pour les vitesses avec niveau ambiant supérieur au niveau total, il est jugé que la contribution éolienne est inférieure à 40 dBA.



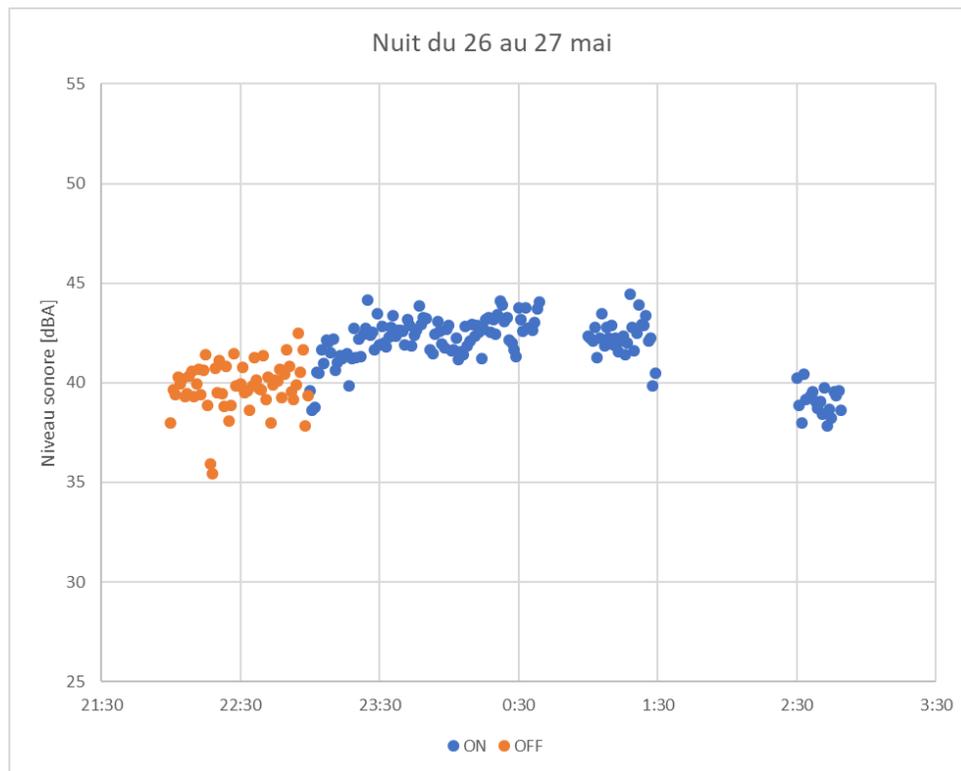
**Figure 3-1 M02 Niveaux sonores totaux (ON) et ambiants (OFF) temporels**  
(pas regroupé par vitesse de vent)

**Tableau 3-4 M03 Résultats d'une nuit (26 au 27 mai 2019)**

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent (m/s)	Opérationnel (total)			Ambiant			Contribution éolienne	
		Échantillons valides 1-minute	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Échantillons valides 1-minute	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Point de mesure (dBA)	Centre du récepteur (dBA)
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	1	65	41,6	1,5	53	39,9	1,3	36,6	N/A
	2	77	42,4	1,2	7	40,0	0,5	38,6	N/A
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	100	41,8	1,7	50	39,8	1,2	37,4	N/A
	10	50	42,5	0,7	10	40,5	1,4	38,2	N/A

Notes:

L'humidité relative était entre 61,6% et 80,4%, et la température a varié entre 7,1 °C et 14,9 °C.



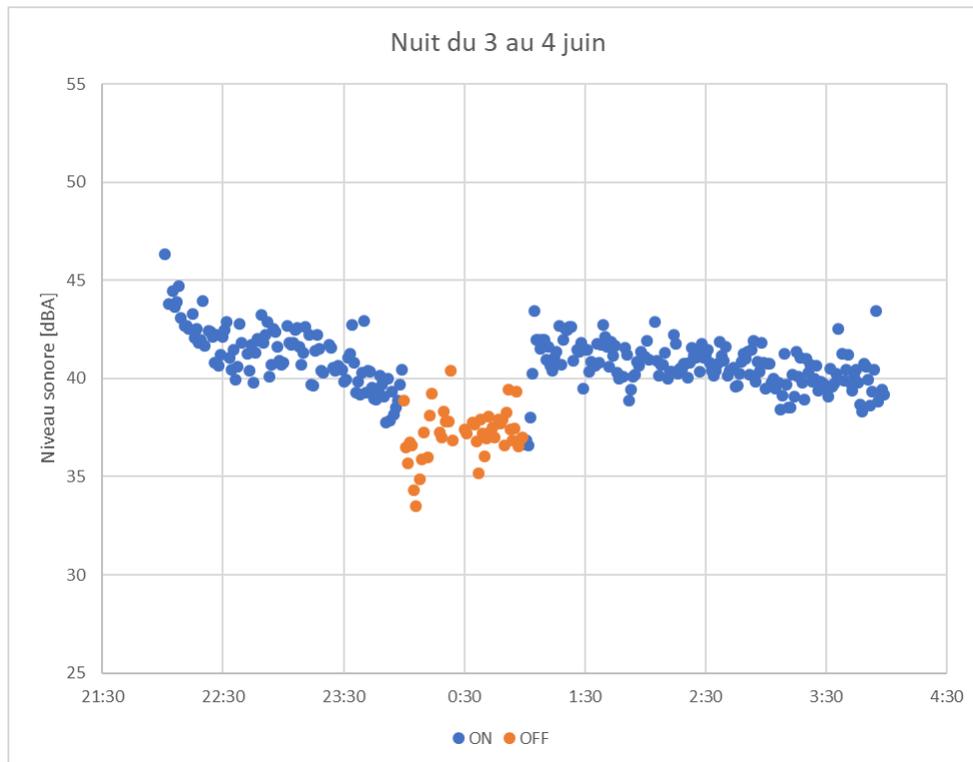
**Figure 3-2 M03 Niveaux sonores totaux (ON) et ambiants (OFF) temporels**  
(pas regroupé par vitesse de vent)

**Tableau 3-5 M04 Résultats d'une nuit (3 au 4 juin 2019)**

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent (m/s)	Opérationnel (total)			Ambiant			Contribution éolienne	
		Échantillons valides 1-minute	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Échantillons valides 1-minute	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Point de mesure (dBA)	Centre du récepteur (dBA)
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	1	172	40,8	1,3	33	37,1	1,2	38,3	38,2
	2	104	41,3	1,1	14	37,9	1,5	38,7	38,6
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	170	40,7	1,2	31	37,2	1,4	38,2	38,1
	10	76	41,4	1,3	16	37,7	1,0	39,0	38,9

Notes:

L'humidité relative était entre 85,1% et 86,7%, et la température a varié entre 5,3 °C et 5,4 °C.



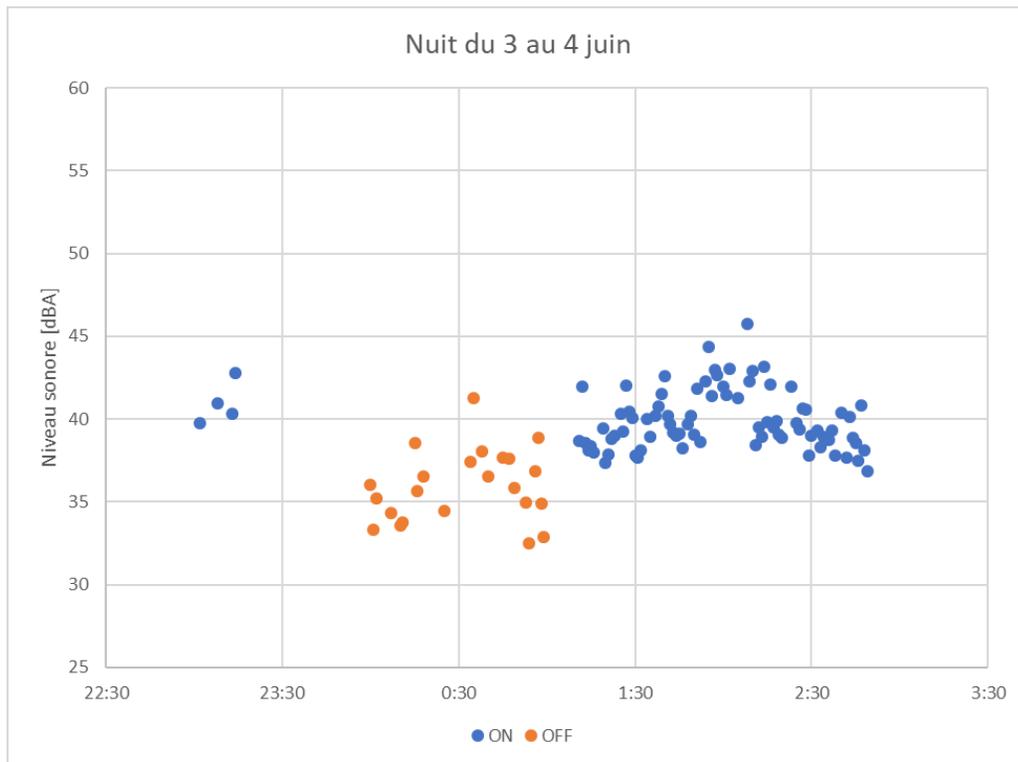
**Figure 3-3 M04 Niveaux sonores totaux (ON) et ambiants (OFF) temporels**  
(pas regroupé par vitesse de vent)

**Tableau 3-6 M05 Résultats d'une nuit (3 au 4 juin 2019)**

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent (m/s)	Opérationnel (total)			Ambiant			Contribution éolienne	
		Échantillons valides 1-minute	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Échantillons valides 1-minute	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Point de mesure (dBA)	Centre du récepteur (dBA)
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	3	15	38,3	0,9	10	34,3	1,1	36,1	35,6
	4	61	40,3	1,5	13	37,7	1,7	36,9	36,4
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	33	39,4	1,4	7	35,6	2,2	37,0	36,5
	10	31	40,1	1,4	16	36,8	2,1	37,4	36,9

Notes:

L'humidité relative était entre 79% et 85%, et la température a varié entre 5,9 °C à 6,5 °C.



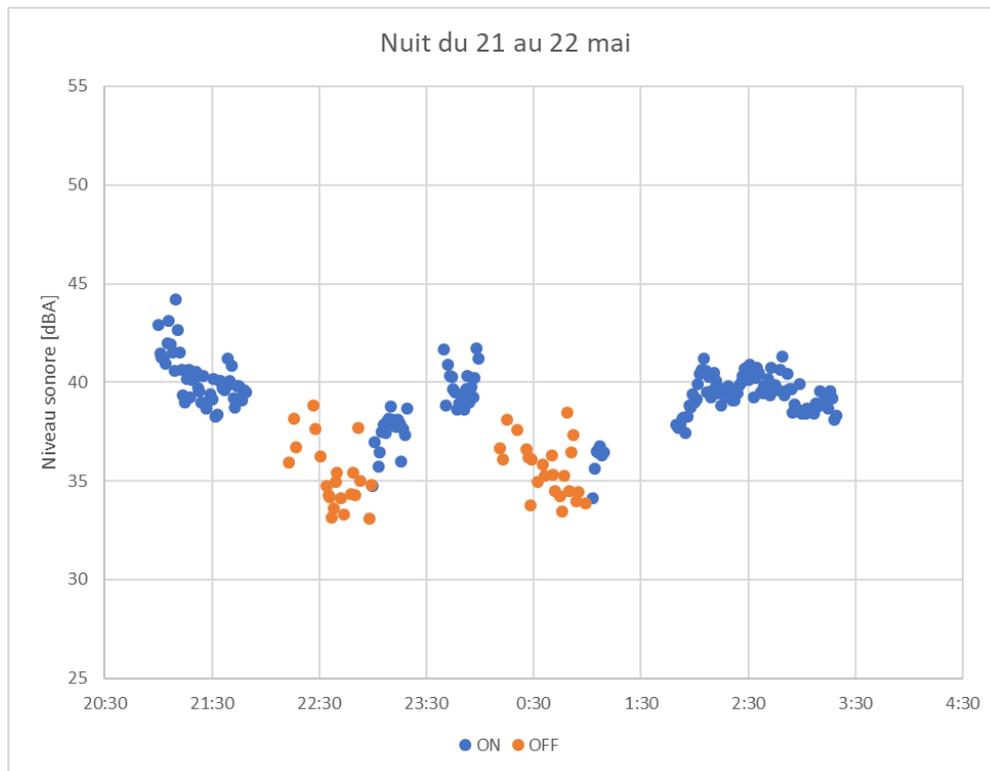
**Figure 3-4 M05 Niveaux sonores totaux (ON) et ambiants (OFF) temporels**  
(pas regroupé par vitesse de vent)

**Tableau 3-7 M06 Résultats d'une nuit (21 au 22 mai 2019)**

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent (m/s)	Opérationnel (total)			Ambiant			Contribution éolienne	
		Échantillons valides 1-minute	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Échantillons valides 1-minute	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Point de mesure (dBA)	Centre du récepteur (dBA)
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	1	169	39,5	1,4	41	35,5	1,4	37,3	37,7
	2	14	40,7	1,6	5	37,5	0,6	37,8	38,2
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	126	39,2	1,6	7	34,5	1,0	37,4	37,8
	10	29	39,8	0,6	5	34,6	0,9	38,2	38,6
	11	30	40,6	1,1	26	35,9	1,6	38,9	39,3

Notes:

L'humidité relative était entre 78 % et 89%, et la température a varié entre 1,3 °C et 4,4 °C.



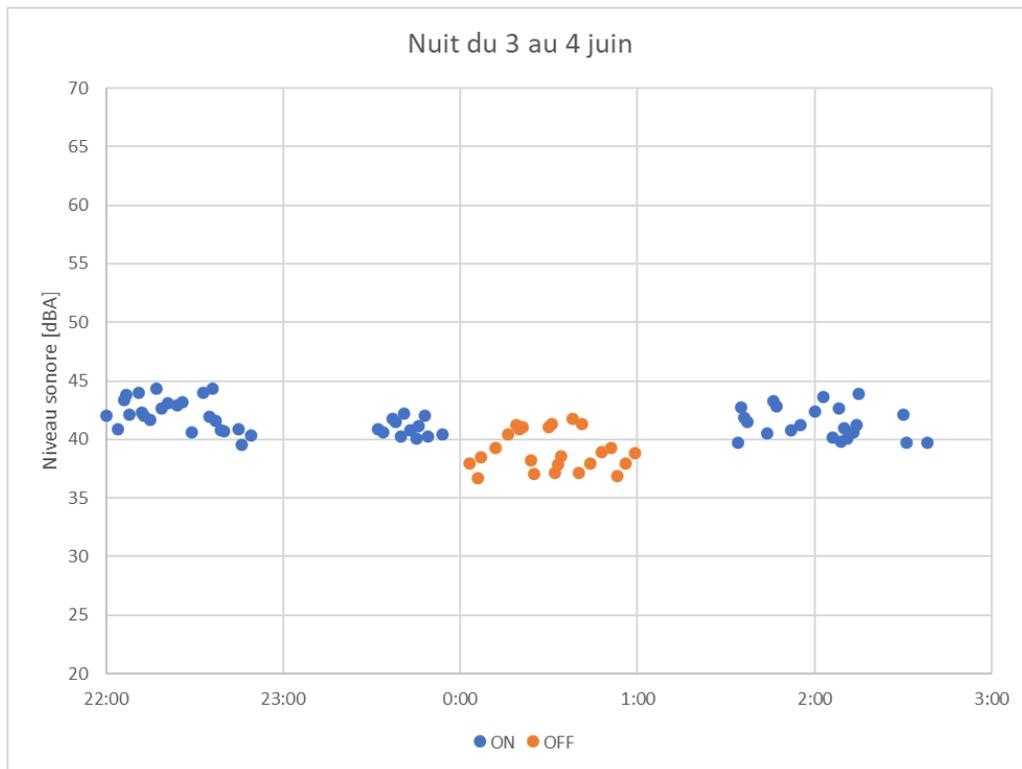
**Figure 3-5 M06 Niveaux sonores totaux (ON) et ambiants (OFF) temporels**  
(pas regroupé par vitesse de vent)

**Tableau 3-8 M08 Résultats d'une nuit (3 au 4 juin 2019)**

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent (m/s)	Opérationnel (total)			Ambiant			Contribution éolienne	
		Échantillons valides 1-minute	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Échantillons valides 1-minute	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Point de mesure (dBA)	Centre du récepteur (dBA)
Hauteur du transmetteur météo (10 m)	1	78	40,3	0,9	19	37,9	1,5	36,5	36,3
	2	52	41,7	1,3	20	39,2	1,6	38,2	38,0
	3	6	42,9	1,0	4	40,3	1,7	39,5	39,3
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	38	40,8	1,3	21	38,8	1,7	36,6	36,4
	10	73	40,8	1,2	22	38,8	1,8	36,6	36,4

Notes:

L'humidité relative était entre 84,8% et 89,9%, et la température a varié entre 5,4 °C et 5,8 °C.



**Figure 3-6 M08 Niveaux sonores totaux (ON) et ambiants (OFF) temporels**  
(pas regroupé par vitesse de vent)

Voir la section 4.2.1 pour une discussion détaillée des résultats.

### 3.1.2 Résultats de la campagne entière

De plus, les données valides de bruit total et de bruit ambiant pour la période de mesure entière ont été filtrées pour les conditions de pire impact typique et ont été regroupées par vitesse de vent pour chaque point de mesure, à l'exception de M07. Les vitesses ayant une quantité de données insuffisante ne sont pas présentées. Les résultats de la campagne entière sont présentés dans l'Annexe C.

Il est à noter que le regroupement de données acoustiques *valides* pour la période de mesure entière est la méthodologie typiquement préconisée pour un audit sonore de parc éoliens. Toutefois, afin de se conformer au Décret et du aux complexités du site pour fin d'audit sonore, les résultats d'une nuit de pire impact typique sont présentés à la Section 3.1. Les résultats de campagnes entières sont présentés en Annexe C. Par ailleurs, la constance des résultats entre les méthodes indique que les résultats sont concluants avec l'une ou l'autre des méthodes.

### 3.2 Comparaison avec les niveaux sonores simulés

Selon le Protocole, et pour le suivi sonore, tout écart entre les niveaux sonores réels (mesurés) et prévus (simulés) [5] supérieurs à 3 dB doit être expliqué pour chacun des récepteurs. Le Tableau 3-9 au Tableau 3-14 présentent cet écart pour chaque récepteur. Les écarts supérieurs à 3 dB (en valeur absolue) sont présentés en caractère **gras**. Les vitesses ayant une quantité de données insuffisante ne sont pas présentées.

**Tableau 3-9 Comparaison du niveau sonore mesuré et simulé à M02 / R288**

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent [m/s]	Contribution sonore éolienne mesurée au récepteur [dBA]	Contribution sonore éolienne simulée au récepteur [dBA]	Différence avec la simulation (mesuré moins simulé) [dB]
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	2	35,1	35,5	-0,4
	3	37,2		1,7
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	11	<40		N/A
	12	<40		N/A

**Tableau 3-10 Comparaison du niveau sonore mesuré et simulé à M03**

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent [m/s]	Contribution sonore éolienne mesurée au récepteur [dBA]	Contribution sonore éolienne simulée au point de mesure [dBA]	Différence avec la simulation (mesuré moins simulé) [dB]
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	1	36,6	35,5	1,1
	2	38,6		<b>3,1</b>
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	37,4		1,9
	10	38,2		2,7

Note : La valeur simulée est au point de mesure M03, et ne correspond pas à un récepteur en particulier.

**Tableau 3-11 Comparaison du niveau sonore mesuré et simulé à M04 / R54**

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent [m/s]	Contribution sonore éolienne mesurée au récepteur [dBA]	Contribution sonore éolienne simulée au récepteur [dBA]	Différence avec la simulation (mesuré moins simulé) [dB]
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	1	38,2	38,8	-0,6
	2	38,6		-0,2
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	38,1		-0,7
	10	38,9		0,1

**Tableau 3-12 Comparaison du niveau sonore mesuré et simulé à M05 / R147**

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent [m/s]	Contribution sonore éolienne mesurée au récepteur [dBA]	Contribution sonore éolienne simulée au récepteur [dBA]	Différence avec la simulation (mesuré moins simulé) [dB]
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	3	35,6	36,4	-0,8
	4	36,4		0
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	36,5		0,1
	10	36,9		0,5

**Tableau 3-13 Comparaison du niveau sonore mesuré et simulé à M06 / R363**

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent [m/s]	Contribution sonore éolienne mesurée au récepteur [dBA]	Contribution sonore éolienne simulée au récepteur [dBA]	Différence avec la simulation (mesuré moins simulé) [dB]
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	1	37,7	38,0	-0,3
	2	38,2		0,2
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	37,8		-0,2
	10	38,6		0,6
	11	39,3		1,3

**Tableau 3-14 Comparaison du niveau sonore mesuré et simulé à M08 / R160**

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent [m/s]	Contribution sonore éolienne mesurée au récepteur [dBA]	Contribution sonore éolienne simulée au récepteur [dBA]	Différence avec la simulation (mesuré moins simulé) [dB]
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	1	36,3	38,5	-2,2
	2	38,0		-0,5
	3	39,3		0,8
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	36,4		-2,1
	10	36,4		-2,1



Les tableaux ci-dessus démontrent que les résultats mesurés s'alignent assez bien à la simulation. Un seul écart de plus de 3 dB est observé à M03. Cet emplacement était celui ayant la contribution éolienne simulée la plus basse parmi tous les points selon les résultats dans [5]. Une contribution sonore si basse (dans l'ordre de 35 dBA) peut produire de grandes fluctuations dans les mesures et cet emplacement ne serait pas typiquement assujettis à des campagnes de suivi de climat sonore.

### 3.3 Résultats au point M01 (Sous-station)

Pendant la période de mesure de 17-heures, 213 échantillons de 1-minute ont démontrés un niveau sonore LAeq total inférieur à 40 dBA au récepteur. Ceci représente approximativement 20% de la période entière, constituée de 1,056 échantillons. Le niveau LAeq le plus bas mesuré pendant cette période est de 21,8 dBA, à 1h26, le 2 mai 2019.

Il est à noter que la plupart des mesures supérieures à 40 dBA ont été causées par le trafic routier à proximité du point.

Une mesure à courte distance a aussi été effectuée près du transformateur, basé sur le standard IEEE C57.12.90, tel que mentionné dans le Protocole, et dans la section 2.3.2 de ce rapport. Comme indiqué dans la section 2.3.2, deux séries de mesures ont été recueillies:

1. Ventilateurs éteints (ONAN); et
2. Tous les ventilateurs opérant à pleine puissance (ONAF2).

Des photos de la configuration des instruments de mesure sont présentées dans l'Annexe A.

Le but des mesures à courte distance est d'établir la contribution acoustique des ventilateurs afin d'appliquer une correction aux résultats mesurés au point M01, pour estimer le niveau sonore réel, quand le transformateur émet son niveau de bruit maximal, incluant les ventilateurs à pleine puissance.

Le niveau de puissance sonore à courte-distance était de 64,6 dBA en mode ONAN et 69,5 dBA en mode ONAF2. Conséquemment, la correction correspondante à appliquer aux mesures du point M01 est de +4,9 dB.

Lorsque la correction de 4,9 dBA est ajoutée aux échantillons de 1-minute mentionnés plus haut, le nombre total d'échantillons inférieurs à 40 dBA passe de 213 à 182. Ceci démontre que, même quand le transformateur émet sa puissance sonore maximale avec les ventilateurs en mode ONAF2, les niveaux de bruit total mesurés sont inférieurs à la limite de 40 dBA au récepteur.

## 4 ANALYSE DE CONFORMITÉ AUX LIMITES DE BRUIT

### 4.1 Exigences

Les limites de bruit à respecter sont définies dans la Norme et mentionnées dans [5]. Tous les récepteurs sont catégorisés "Zone I" et la limite de bruit nocturne qui s'applique à la contribution éolienne provenant du Projet est de 40 dBA.

Pour le point se trouvant proche du transformateur (M01), selon la section 2.2.1 du Protocole, si au moins un seul enregistrement de LAeq 1-minute est inférieur à 40 dBA avec le transformateur produisant son niveau maximal de bruit, le récepteur peut être considéré conforme à la Norme (Voir la section 2.3.2 et 3.3 de ce rapport pour plus de détails).

### 4.2 Conformité aux points M02 à M08

Le Tableau 4-1 au Tableau 4-6 présentent la contribution sonore des éoliennes mesurée à chaque récepteur à différentes vitesses de vent, arrondie au décibel, et les comparent à la limite de nuit de 40 dBA prescrite dans la Norme. Le point M07 (voir Section 4.2.1) et les vitesses avec une quantité de données valides insuffisantes ne sont pas présentés.

**Tableau 4-1 Analyse de conformité à M02 / R288**

<b>Hauteur de référence pour la vitesse de vent</b>	<b>Vitesse de vent [m/s]</b>	<b>Contribution sonore éolienne au récepteur [dBA]</b>	<b>Conforme à la limite de 40 dBA? [Oui/Non]</b>
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	2	35	Oui
	3	37	Oui
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	11	<40	Oui
	12	<40	Oui

**Tableau 4-2 Analyse de conformité à M03**

<b>Hauteur de référence pour la vitesse de vent</b>	<b>Vitesse de vent [m/s]</b>	<b>Contribution sonore éolienne au point de mesure [dBA]</b>	<b>Conforme à la limite de 40 dBA? [Oui/Non]</b>
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	1	37	Oui
	2	39	Oui
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	37	Oui
	10	38	Oui

**Tableau 4-3 Analyse de conformité à M04 / R54**

<b>Hauteur de référence pour la vitesse de vent</b>	<b>Vitesse de vent [m/s]</b>	<b>Contribution sonore éolienne au récepteur [dBA]</b>	<b>Conforme à la limite de 40 dBA? [Oui/Non]</b>
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	1	38	Oui
	2	39	Oui
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	38	Oui
	10	39	Oui

**Tableau 4-4 Analyse de conformité à M05 / R147**

<b>Hauteur de référence pour la vitesse de vent</b>	<b>Vitesse de vent [m/s]</b>	<b>Contribution sonore éolienne au récepteur [dBA]</b>	<b>Conforme à la limite de 40 dBA? [Oui/Non]</b>
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	3	36	Oui
	4	36	Oui
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	37	Oui
	10	37	Oui

**Tableau 4-5 Analyse de conformité à M06 / R363**

<b>Hauteur de référence pour la vitesse de vent</b>	<b>Vitesse de vent [m/s]</b>	<b>Contribution sonore éolienne au récepteur [dBA]</b>	<b>Conforme à la limite de 40 dBA? [Oui/Non]</b>
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	1	38	Oui
	2	38	Oui
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	38	Oui
	10	39	Oui
	11	39	Oui

**Tableau 4-6 Analyse de conformité à M08 / R160**

<b>Hauteur de référence pour la vitesse de vent</b>	<b>Vitesse de vent [m/s]</b>	<b>Contribution sonore éolienne au récepteur [dBA]</b>	<b>Conforme à la limite de 40 dBA? [Oui/Non]</b>
Hauteur du transmetteur météo (10 m)	1	36	Oui
	2	38	Oui
	3	39	Oui
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	36	Oui
	10	36	Oui

## 4.2.1 Discussion

Les résultats de la Section 4.2, ainsi que ceux de la campagne entière dans l'Annexe C, sont filtrés pour être représentatifs des conditions du pire impact typique. Les résultats démontrent que le parc éolien est conforme avec la limite de 40 dBA, pour tous les points de mesures et récepteurs correspondants qui ont suffisamment de données valides.

Comme indiqué dans les sections précédentes de ce rapport, la complexité du terrain, la végétation et les bruits naturels sont à tenir compte pour l'analyse et peuvent rendre difficile la production de résultats concluants. Cependant, à l'aide d'instrumentation de haut de gamme, des mâts plus hauts lorsque requis et une combinaison de quatre techniques de regroupement par vitesse de vent a produit des résultats adéquats pour démontrer la conformité.

Dans ce type d'environnement de mesure, il est typique d'avoir des variations dans les résultats à différentes vitesses de vents et entre les différentes techniques de regroupement par vitesse de vent. Ce n'est pas hors du commun d'avoir un résultat plus bas à une vitesse plus haute. C'est bien connu dans le domaine acoustique que l'oreille humaine ne peut percevoir un changement de niveau de bruit de  $< \sim 3$  dB; conséquemment, dans le contexte de mesures sonores environnementales de longue portée, des variations de  $< \sim 3$  dB peuvent généralement être considérés comme étant mineurs, et des variations de  $< 1$  dB sont négligeables.

Pour M07, suite à la fonte de neige excessif pendant le printemps, ce qui a causé un débit d'eau dans les ruisseaux plus élevé que la normale, le bruit ambiant était élevé pendant la période de mesure. Les niveaux sonores totaux mesurés variaient entre 42,6 et 52,6 dBA, avec les critères de filtration appliqués. Les niveaux de bruit totaux et ambiant pour une même vitesse de vent étaient très semblables, et grandement impactés pas le bruit d'écoulement des ruisseaux. Des résultats conclusifs n'ont pas pu être calculés à cet endroit.

## 4.3 Conformité au point M01

Selon le Protocole, et tel que décrit dans la section 3.3, le LAeq 1-minute le plus bas mesuré à M01 était de 21,8 dBA avec le transformateur opérant à pleine capacité.

Cependant, puisque les ventilateurs n'étaient pas en opération pendant la période de mesure, ce niveau a été ajusté en ajoutant une correction de 4,9 dB pour tenir compte de la contribution sonore additionnelle des ventilateurs opérant à pleine puissance (voir la section 3.3).

Le LAeq 1-minute corrigé est de 26,7 dBA, ce qui est inférieur à la limite de 40 dBA, et peut donc être considéré conforme avec la Norme. Il est aussi nettement inférieur au niveau sonore simulé de 39,2 dBA dans [5].

En appliquant la correction à la série entière de données, on se retrouve avec 182 échantillons LAeq 1-minute inférieurs à 40 dBA, ce qui représente 17% de toutes les données à M01. Il faut noter que la plupart des enregistrements supérieurs à 40 dBA étaient causés par le trafic routier sur l'autoroute avoisinante.

De plus, des mesures de bruit à courte distance ont été effectuées avec une méthode très semblable au standard IEEE C57.12.90. Le niveau de bruit audible du transformateur a été calculé comme étant 69,5 dBA avec les ventilateurs opérant à pleine vitesse, ce qui est plus de 5 dB plus bas que le niveau de bruit audible



garanti initialement par le fabricant (75 dBA) et qui a été utilisé dans les simulations acoustiques préconstruction.

## 5 CONCLUSION

DNV GL a complété une campagne de suivi de climat sonore approfondie (dans l'année suivant la mise en service du parc éolien) au Parc Éolien Mont Sainte-Marguerite, pendant le printemps de 2019, conformément aux exigences du Décret [1], du Protocole [3], et de la Norme [4]. La campagne de mesure a été effectuée aux huit points d'évaluation identifiés dans le Protocole. La campagne a duré plus de 5 semaines, avec des conditions météorologiques variées, avec toutes les éoliennes en opération normale et avec un sous-ensemble des éoliennes éteintes pendant certaines périodes planifiées, afin d'isoler la contribution sonore éolienne.

Une quantité suffisante de données valides a été recueillie, pour des conditions représentatives du pire impact typique, pour conclure que sept des huit points d'évaluation sont conformes à la limite de 40 dBA prescrite dans la Norme. Les résultats étaient inconcluants pour le point M07, à cause des hauts niveaux de bruit ambiant provenant de ruisseaux à proximité de la maison.

## 6 RÉFÉRENCES

- [1] Gouvernement du Québec, *Décret 900-2016*, 19 octobre 2016.
- [2] MDDELCC, *Parc Mont Sainte Marguerite, Certificat d'autorisation*, 26 janvier 2016.
- [3] PESCA Environnement, *Parc éolien Mont Sainte-Marguerite - Programme de suivi environnemental - Climat sonore - Phase exploitation*. 29 août 2017.
- [4] Note d'instructions 98-01 sur le bruit (note révisée en date du 9 juin 2006).
- [5] Parc éolien Mont Sainte-Marguerite, *Présentation de la mise à jour de l'analyse des impacts sur le paysage, du climat sonore et du battement d'ombre - Projet de parc éolien Mont Sainte-Marguerite (Dossier 3211-12-212)*, 1 février 2017.
- [6] DNV GL, *800553-CAMO-R01-A\_Parc Éolien Mont Sainte-Marguerite-Mesure sonore environnementale (préconstruction)*. 9 octobre 2014.
- [7] IEC 61400-11 Édition 3, *Éoliennes - Partie 11: Techniques de mesure de bruit acoustique*, 2012.

## ANNEXE A – PHOTOS DES POINTS DE MESURE



**Point de mesure M02**



**Point de mesure M03**



**Point de mesure M04**



**Point de mesure M05**



**Point de mesure M06**



**Point de mesure M07**



**Point de mesure M08**



**Point de mesure M01 – Près de la sous station**



**Transformateur à la sous-station**



## **ANNEXE B – CERTIFICATS DE CALIBRATION**

---

# Calibration Certificate

Certificate Number 2019003978

**Customer:**

The Modal Shop  
3149 East Kemper Road  
Cincinnati, OH 45241, United States

<b>Model Number</b>	831C	<b>Procedure Number</b>	D0001.8378
<b>Serial Number</b>	10398	<b>Technician</b>	Ron Harris
<b>Test Results</b>	<b>Pass</b>	<b>Calibration Date</b>	2 Apr 2019
<b>Initial Condition</b>	AS RECEIVED same as shipped	<b>Calibration Due</b>	
<b>Description</b>	Larson Davis Model 831C Class 1 Sound Level Meter Firmware Revision: 03.3.0R3	<b>Temperature</b>	23.66 °C ± 0.25 °C
		<b>Humidity</b>	49.2 %RH ± 2.0 %RH
		<b>Static Pressure</b>	85.56 kPa ± 0.13 kPa

**Evaluation Method** Tested electrically using Larson Davis PRM831 S/N 029590 and a 12.0 pF capacitor to simulate microphone capacitance. Data reported in dB re 20 µPa assuming a microphone sensitivity of 50.0 mV/µPa.

**Compliance Standards** Compliant to Manufacturer Specifications and the following standards when combined with Calibration Certificate from procedure D0001.8384:

IEC 60651:2001 Type 1	ANSI S1.4-2014 Class 1
IEC 60804:2000 Type 1	ANSI S1.4 (R2006) Type 1
IEC 61260:2014 Class 1	ANSI S1.11-2014 Class 1
IEC 61672:2013 Class 1	ANSI S1.43 (R2007) Type 1

Issuing lab certifies that the instrument described above meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure (unless otherwise noted). It has been calibrated using measurement standards traceable to the International System of Units (SI) through the National Institute of Standards and Technology (NIST), or other national measurement institutes, and meets the requirements of ISO/IEC 17025:2005. Test points marked with a ‡ in the uncertainties column do not fall within this laboratory's scope of accreditation.

The quality system is registered to ISO 9001:2015.

This calibration is a direct comparison of the unit under test to the listed reference standards and did not involve any sampling plans to complete. No allowance has been made for the instability of the test device due to use, time, etc. Such allowances would be made by the customer as needed.

The uncertainties were computed in accordance with the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). A coverage factor of approximately 2 sigma (k=2) has been applied to the standard uncertainty to express the expanded uncertainty at approximately 95% confidence level.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the organization issuing this report.

Correction data from Larson Davis SoundAdvisor Model 831C Reference Manual, I831C.01 Rev B, 2017-03-31

Calibration Check Frequency: 1000 Hz; Reference Sound Pressure Level: 114 dB re 20 µPa; Reference Range: 0 dB gain

Periodic tests were performed in accordance with procedures from IEC 61672-3:2013 / ANSI/ASA S1.4-2014/Part3.

LARSON DAVIS - A PCB PIEZOTRONICS DIV.  
1681 West 820 North  
Provo, UT 84601, United States  
716-684-0001



**LARSON DAVIS**  
A PCB PIEZOTRONICS DIV.

2019-4-2T10:05:19

Page 1 of 24

D0001.8407 Rev C

# Calibration Certificate

Certificate Number 2019004195

**Customer:**

The Modal Shop  
3149 East Kemper Road  
Cincinnati, OH 45241, United States

<b>Model Number</b>	831C	<b>Procedure Number</b>	D0001.8378
<b>Serial Number</b>	10750	<b>Technician</b>	Ron Harris
<b>Test Results</b>	<b>Pass</b>	<b>Calibration Date</b>	5 Apr 2019
<b>Initial Condition</b>	As Manufactured	<b>Calibration Due</b>	
<b>Description</b>	Larson Davis Model 831C Class 1 Sound Level Meter Firmware Revision: 03.3.0R3	<b>Temperature</b>	23.56 °C ± 0.25 °C
		<b>Humidity</b>	49.8 %RH ± 2.0 %RH
		<b>Static Pressure</b>	85.84 kPa ± 0.13 kPa

**Evaluation Method** Tested electrically using Larson Davis PRM831 S/N 058512 and a 12.0 pF capacitor to simulate microphone capacitance. Data reported in dB re 20 µPa assuming a microphone sensitivity of 50.0 mV/Pa.

**Compliance Standards** Compliant to Manufacturer Specifications and the following standards when combined with Calibration Certificate from procedure D0001.8384:

IEC 60651:2001 Type 1	ANSI S1.4-2014 Class 1
IEC 60804:2000 Type 1	ANSI S1.4 (R2006) Type 1
IEC 61260:2014 Class 1	ANSI S1.11-2014 Class 1
IEC 61672:2013 Class 1	ANSI S1.43 (R2007) Type 1

Issuing lab certifies that the instrument described above meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure (unless otherwise noted). It has been calibrated using measurement standards traceable to the International System of Units (SI) through the National Institute of Standards and Technology (NIST), or other national measurement institutes, and meets the requirements of ISO/IEC 17025:2005. Test points marked with a ‡ in the uncertainties column do not fall within this laboratory's scope of accreditation.

The quality system is registered to ISO 9001:2015.

This calibration is a direct comparison of the unit under test to the listed reference standards and did not involve any sampling plans to complete. No allowance has been made for the instability of the test device due to use, time, etc. Such allowances would be made by the customer as needed.

The uncertainties were computed in accordance with the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). A coverage factor of approximately 2 sigma (k=2) has been applied to the standard uncertainty to express the expanded uncertainty at approximately 95% confidence level.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the organization issuing this report.

Correction data from Larson Davis SoundAdvisor Model 831C Reference Manual, I831C.01 Rev B, 2017-03-31

Calibration Check Frequency: 1000 Hz; Reference Sound Pressure Level: 114 dB re 20 µPa; Reference Range: 0 dB gain

LARSON DAVIS - A PCB PIEZOTRONICS DIV.  
1681 West 820 North  
Provo, UT 84601, United States  
716-684-0001



2019-4-5T09:56:42

Page 1 of 10

D0001.8407 Rev C

# Calibration Certificate

Certificate Number 2019004222

**Customer:**

The Modal Shop  
3149 East Kemper Road  
Cincinnati, OH 45241, United States

<b>Model Number</b>	831C	<b>Procedure Number</b>	D0001.8378
<b>Serial Number</b>	10755	<b>Technician</b>	Ron Harris
<b>Test Results</b>	<b>Pass</b>	<b>Calibration Date</b>	5 Apr 2019
<b>Initial Condition</b>	As Manufactured	<b>Calibration Due</b>	
<b>Description</b>	Larson Davis Model 831C Class 1 Sound Level Meter Firmware Revision: 03.3.0R3	<b>Temperature</b>	23.75 °C ± 0.25 °C
		<b>Humidity</b>	48.6 %RH ± 2.0 %RH
		<b>Static Pressure</b>	85.85 kPa ± 0.13 kPa

**Evaluation Method** Tested electrically using Larson Davis PRM831 S/N 058517 and a 12.0 pF capacitor to simulate microphone capacitance. Data reported in dB re 20 µPa assuming a microphone sensitivity of 50.0 mV/Pa.

**Compliance Standards** Compliant to Manufacturer Specifications and the following standards when combined with Calibration Certificate from procedure D0001.8384:

IEC 60651:2001 Type 1	ANSI S1.4-2014 Class 1
IEC 60804:2000 Type 1	ANSI S1.4 (R2006) Type 1
IEC 61260:2014 Class 1	ANSI S1.11-2014 Class 1
IEC 61672:2013 Class 1	ANSI S1.43 (R2007) Type 1

Issuing lab certifies that the instrument described above meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure (unless otherwise noted). It has been calibrated using measurement standards traceable to the International System of Units (SI) through the National Institute of Standards and Technology (NIST), or other national measurement institutes, and meets the requirements of ISO/IEC 17025:2005. Test points marked with a ‡ in the uncertainties column do not fall within this laboratory's scope of accreditation.

The quality system is registered to ISO 9001:2015.

This calibration is a direct comparison of the unit under test to the listed reference standards and did not involve any sampling plans to complete. No allowance has been made for the instability of the test device due to use, time, etc. Such allowances would be made by the customer as needed.

The uncertainties were computed in accordance with the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). A coverage factor of approximately 2 sigma (k=2) has been applied to the standard uncertainty to express the expanded uncertainty at approximately 95% confidence level.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the organization issuing this report.

Correction data from Larson Davis SoundAdvisor Model 831C Reference Manual, I831C.01 Rev B, 2017-03-31

Calibration Check Frequency: 1000 Hz; Reference Sound Pressure Level: 114 dB re 20 µPa; Reference Range: 0 dB gain

LARSON DAVIS - A PCB PIEZOTRONICS DIV.  
1681 West 820 North  
Provo, UT 84601, United States  
716-684-0001



**LARSON DAVIS**  
A PCB PIEZOTRONICS DIV.

2019-4-ST12:46:04

Page 1 of 10

D0001.8407 Rev C

# Calibration Certificate

Certificate Number 2018006435

**Customer:**

The Modal Shop  
3149 East Kemper Road  
Cincinnati, OH 45241, United States

<b>Model Number</b>	831C	<b>Procedure Number</b>	D0001.8378
<b>Serial Number</b>	10466	<b>Technician</b>	Ron Harris
<b>Test Results</b>	<b>Pass</b>	<b>Calibration Date</b>	27 Jun 2018
<b>Initial Condition</b>	As Manufactured	<b>Calibration Due</b>	
<b>Description</b>	Larson Davis Model 831C Class 1 Sound Level Meter Firmware Revision: 03.1.0R21	<b>Temperature</b>	23.68 °C ± 0.25 °C
		<b>Humidity</b>	50 %RH ± 2.0 %RH
		<b>Static Pressure</b>	86.25 kPa ± 0.13 kPa

**Evaluation Method** Tested electrically using Larson Davis PRM831 S/N 051311 and a 12.0 pF capacitor to simulate microphone capacitance. Data reported in dB re 20 µPa assuming a microphone sensitivity of 50.0 mV/Pa.

**Compliance Standards** Compliant to Manufacturer Specifications and the following standards when combined with Calibration Certificate from procedure D0001.8384:

IEC 60651:2001 Type 1	ANSI S1.4-2014 Class 1
IEC 60804:2000 Type 1	ANSI S1.4 (R2006) Type 1
IEC 61260:2014 Class 1	ANSI S1.11-2014 Class 1
IEC 61672:2013 Class 1	ANSI S1.43 (R2007) Type 1

Issuing lab certifies that the instrument described above meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure (unless otherwise noted). It has been calibrated using measurement standards traceable to the International System of Units (SI) through the National Institute of Standards and Technology (NIST), or other national measurement institutes, and meets the requirements of ISO/IEC 17025:2005. **Test points marked with a ‡ in the uncertainties column do not fall within this laboratory's scope of accreditation.**

The quality system is registered to ISO 9001:2008.

This calibration is a direct comparison of the unit under test to the listed reference standards and did not involve any sampling plans to complete. No allowance has been made for the instability of the test device due to use, time, etc. Such allowances would be made by the customer as needed.

The uncertainties were computed in accordance with the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). A coverage factor of approximately 2 sigma (k=2) has been applied to the standard uncertainty to express the expanded uncertainty at approximately 95% confidence level.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the organization issuing this report.

Correction data from Larson Davis SoundAdvisor Model 831C Reference Manual, I831C.01 Rev B, 2017-03-31

Calibration Check Frequency: 1000 Hz; Reference Sound Pressure Level: 114 dB re 20 µPa; Reference Range: 0 dB gain

Larson Davis, a division of PCB Piezotronics, Inc  
1681 West 820 North  
Provo, UT 84601, United States  
716-684-0001



2018-6-27T11:50:27

Page 1 of 10

D0001.8407 Rev B

# Calibration Certificate

Certificate Number 2018006434

**Customer:**

The Modal Shop  
3149 East Kemper Road  
Cincinnati, OH 45241, United States

<b>Model Number</b>	831C	<b>Procedure Number</b>	D0001.8378
<b>Serial Number</b>	10464	<b>Technician</b>	Ron Harris
<b>Test Results</b>	<b>Pass</b>	<b>Calibration Date</b>	27 Jun 2018
<b>Initial Condition</b>	As Manufactured	<b>Calibration Due</b>	
<b>Description</b>	Larson Davis Model 831C Class 1 Sound Level Meter Firmware Revision: 03.1.0R21	<b>Temperature</b>	23.56 °C ± 0.25 °C
		<b>Humidity</b>	49.3 %RH ± 2.0 %RH
		<b>Static Pressure</b>	86.25 kPa ± 0.13 kPa

**Evaluation Method** Tested electrically using Larson Davis PRM831 S/N 051309 and a 12.0 pF capacitor to simulate microphone capacitance. Data reported in dB re 20 µPa assuming a microphone sensitivity of 50.0 mV/Pa.

**Compliance Standards** Compliant to Manufacturer Specifications and the following standards when combined with Calibration Certificate from procedure D0001.8384:

IEC 60651:2001 Type 1	ANSI S1.4-2014 Class 1
IEC 60804:2000 Type 1	ANSI S1.4 (R2006) Type 1
IEC 61260:2014 Class 1	ANSI S1.11-2014 Class 1
IEC 61672:2013 Class 1	ANSI S1.43 (R2007) Type 1

Issuing lab certifies that the instrument described above meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure (unless otherwise noted). It has been calibrated using measurement standards traceable to the International System of Units (SI) through the National Institute of Standards and Technology (NIST), or other national measurement institutes, and meets the requirements of ISO/IEC 17025:2005. **Test points marked with a ‡ in the uncertainties column do not fall within this laboratory's scope of accreditation.**

The quality system is registered to ISO 9001:2008.

This calibration is a direct comparison of the unit under test to the listed reference standards and did not involve any sampling plans to complete. No allowance has been made for the instability of the test device due to use, time, etc. Such allowances would be made by the customer as needed.

The uncertainties were computed in accordance with the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). A coverage factor of approximately 2 sigma (k=2) has been applied to the standard uncertainty to express the expanded uncertainty at approximately 95% confidence level.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the organization issuing this report.

Correction data from Larson Davis SoundAdvisor Model 831C Reference Manual, I831C.01 Rev B, 2017-03-31

Calibration Check Frequency: 1000 Hz; Reference Sound Pressure Level: 114 dB re 20 µPa; Reference Range: 0 dB gain

Larson Davis, a division of PCB Piezotronics, Inc  
1681 West 820 North  
Provo, UT 84601, United States  
716-684-0001



**LARSON DAVIS**  
A PCB PIEZOTRONICS DIV.

2018-6-27T11:42:36

Page 1 of 10

D0001.8407 Rev B

# Calibration Certificate

Certificate Number 2019004211

**Customer:**

The Modal Shop  
3149 East Kemper Road  
Cincinnati, OH 45241, United States

<b>Model Number</b>	831C	<b>Procedure Number</b>	D0001.8378
<b>Serial Number</b>	10754	<b>Technician</b>	Ron Harris
<b>Test Results</b>	<b>Pass</b>	<b>Calibration Date</b>	5 Apr 2019
<b>Initial Condition</b>	As Manufactured	<b>Calibration Due</b>	
<b>Description</b>	Larson Davis Model 831C Class 1 Sound Level Meter Firmware Revision: 03.3.0R3	<b>Temperature</b>	23.7 °C ± 0.25 °C
		<b>Humidity</b>	50.2 %RH ± 2.0 %RH
		<b>Static Pressure</b>	85.86 kPa ± 0.13 kPa

**Evaluation Method** Tested electrically using Larson Davis PRM831 S/N 058516 and a 12.0 pF capacitor to simulate microphone capacitance. Data reported in dB re 20 µPa assuming a microphone sensitivity of 50.0 mV/Pa.

**Compliance Standards** Compliant to Manufacturer Specifications and the following standards when combined with Calibration Certificate from procedure D0001.8384:

IEC 60651:2001 Type 1	ANSI S1.4-2014 Class 1
IEC 60804:2000 Type 1	ANSI S1.4 (R2006) Type 1
IEC 61260:2014 Class 1	ANSI S1.11-2014 Class 1
IEC 61672:2013 Class 1	ANSI S1.43 (R2007) Type 1

Issuing lab certifies that the instrument described above meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure (unless otherwise noted). It has been calibrated using measurement standards traceable to the International System of Units (SI) through the National Institute of Standards and Technology (NIST), or other national measurement institutes, and meets the requirements of ISO/IEC 17025:2005. Test points marked with a ‡ in the uncertainties column do not fall within this laboratory's scope of accreditation.

The quality system is registered to ISO 9001:2015.

This calibration is a direct comparison of the unit under test to the listed reference standards and did not involve any sampling plans to complete. No allowance has been made for the instability of the test device due to use, time, etc. Such allowances would be made by the customer as needed.

The uncertainties were computed in accordance with the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). A coverage factor of approximately 2 sigma (k=2) has been applied to the standard uncertainty to express the expanded uncertainty at approximately 95% confidence level.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the organization issuing this report.

Correction data from Larson Davis SoundAdvisor Model 831C Reference Manual, I831C.01 Rev B, 2017-03-31

Calibration Check Frequency: 1000 Hz; Reference Sound Pressure Level: 114 dB re 20 µPa; Reference Range: 0 dB gain

LARSON DAVIS - A PCB PIEZOTRONICS DIV.  
1681 West 820 North  
Provo, UT 84601, United States  
716-684-0001



**LARSON DAVIS**  
A PCB PIEZOTRONICS DIV.

# Calibration Certificate

Certificate Number 2018005752

**Customer:**

The Modal Shop  
3149 East Kemper Road  
Cincinnati, OH 45241, United States

<b>Model Number</b>	831C	<b>Procedure Number</b>	D0001.8378
<b>Serial Number</b>	10433	<b>Technician</b>	Ron Harris
<b>Test Results</b>	<b>Pass</b>	<b>Calibration Date</b>	7 Jun 2018
<b>Initial Condition</b>	As Manufactured	<b>Calibration Due</b>	
<b>Description</b>	Larson Davis Model 831C Class 1 Sound Level Meter Firmware Revision: 03.1.0R20	<b>Temperature</b>	23.86 °C ± 0.25 °C
		<b>Humidity</b>	48.7 %RH ± 2.0 %RH
		<b>Static Pressure</b>	85.94 kPa ± 0.13 kPa

**Evaluation Method** Tested electrically using Larson Davis PRM831 S/N 051283 and a 12.0 pF capacitor to simulate microphone capacitance. Data reported in dB re 20 µPa assuming a microphone sensitivity of 50.0 mV/Pa.

**Compliance Standards** Compliant to Manufacturer Specifications and the following standards when combined with Calibration Certificate from procedure D0001.8384:

IEC 60651:2001 Type 1	ANSI S1.4-2014 Class 1
IEC 60804:2000 Type 1	ANSI S1.4 (R2006) Type 1
IEC 61260:2014 Class 1	ANSI S1.11-2014 Class 1
IEC 61672:2013 Class 1	ANSI S1.43 (R2007) Type 1

Issuing lab certifies that the instrument described above meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure (unless otherwise noted). It has been calibrated using measurement standards traceable to the International System of Units (SI) through the National Institute of Standards and Technology (NIST), or other national measurement institutes, and meets the requirements of ISO/IEC 17025:2005. Test points marked with a ‡ in the uncertainties column do not fall within this laboratory's scope of accreditation.

The quality system is registered to ISO 9001:2008.

This calibration is a direct comparison of the unit under test to the listed reference standards and did not involve any sampling plans to complete. No allowance has been made for the instability of the test device due to use, time, etc. Such allowances would be made by the customer as needed.

The uncertainties were computed in accordance with the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). A coverage factor of approximately 2 sigma (k=2) has been applied to the standard uncertainty to express the expanded uncertainty at approximately 95% confidence level.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the organization issuing this report.

Correction data from Larson Davis SoundAdvisor Model 831C Reference Manual, I831C.01 Rev B, 2017-03-31

Calibration Check Frequency: 1000 Hz; Reference Sound Pressure Level: 114 dB re 20 µPa; Reference Range: 0 dB gain

Larson Davis, a division of PCB Piezotronics, Inc  
1681 West 820 North  
Provo, UT 84601, United States  
716-684-0001



2018-6-7T16:45:46

Page 1 of 10

D0001.8407 Rev B

# Calibration Certificate

Certificate Number 2019002762

**Customer:**

The Modal Shop  
3149 East Kemper Road  
Cincinnati, OH 45241, United States

**Model Number** CAL200

**Serial Number** 16593

**Test Results** Pass

**Initial Condition** As Manufactured

**Description** Larson Davis CAL200 Acoustic Calibrator

**Procedure Number** D0001.8386

**Technician** Scott Montgomery

**Calibration Date** 5 Mar 2019

**Calibration Due**

**Temperature** 24 °C ± 0.3 °C

**Humidity** 28 %RH ± 3 %RH

**Static Pressure** 101.2 kPa ± 1 kPa

**Evaluation Method** The data is acquired by the insert voltage calibration method using the reference microphone's open circuit sensitivity. Data reported in dB re 20 µPa.

**Compliance Standards** Compliant to Manufacturer Specifications per D0001.8190 and the following standards:  
IEC 60942:2017 ANSI S1.40-2006

Issuing lab certifies that the instrument described above meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure (unless otherwise noted). It has been calibrated using measurement standards traceable to the SI through the National Institute of Standards and Technology (NIST), or other national measurement institutes, and meets the requirements of ISO/IEC 17025:2005.

Test points marked with a ‡ in the uncertainties column do not fall within this laboratory's scope of accreditation.

The quality system is registered to ISO 9001:2015.

This calibration is a direct comparison of the unit under test to the listed reference standards and did not involve any sampling plans to complete. No allowance has been made for the instability of the test device due to use, time, etc. Such allowances would be made by the customer as needed.

The uncertainties were computed in accordance with the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). A coverage factor of approximately 2 sigma (k=2) has been applied to the standard uncertainty to express the expanded uncertainty at approximately 95% confidence level.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the organization issuing this report.

Standards Used			
Description	Cal Date	Cal Due	Cal Standard
Agilent 34401A DMM	09/06/2018	09/06/2019	001021
Larson Davis Model 2900 Real Time Analyzer	04/10/2018	04/10/2019	001051
Microphone Calibration System	03/07/2018	03/07/2019	005446
1/2" Preamplifier	09/20/2018	09/20/2019	006506
Larson Davis 1/2" Preamplifier 7-pin LEMO	08/07/2018	08/07/2019	006507
1/2 inch Microphone - RI - 200V	05/10/2018	05/10/2019	006510
Pressure Transducer	07/18/2018	07/18/2019	007368

LARSON DAVIS - A PCB PIEZOTRONICS DIV.  
1681 West 820 North  
Provo, UT 84601, United States  
716-684-0001



3/12/2019 12:32:55PM

Page 1 of 3

D0001.8410 Rev B

## ANNEXE C – RÉSULTATS COMPLETS DE LA CAMPAGNE

Cette annexe montre les résultats de la campagne entière regroupés par vitesse de vent pour chaque point de mesure, avec les données de bruit total et ambiant valides (c'est-à-dire, filtré avec des critères représentatifs du pire impact typique), à l'exception de M07. Ces résultats sont considérés comme complémentaires à ceux de la Section 3.

### M02 Résultats

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent (m/s)	Opérationnel (total)			Ambiant			Contribution éolienne	
		Échantillons 1-minute valides	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Échantillons 1-minute valides	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Point de mesure (dBA)	Récepteur (dBA)
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	1	51	37,3	1,0	217	30,5	3,6	36,3	36,0
	2	87	39,1	1,7	334	33,8	3,1	37,6	37,3
	3	71	41,5	1,7	96	38,3	3,8	38,6	38,3
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	8	302	35,2	4,6	45	36,6	0,5	<40	<40
	9	256	35,4	3,8	94	33,1	0,4	31,5	31,2
	10	119	38,9	3,1	37	34,7	0,9	36,8	36,5

### M03 Résultats

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent (m/s)	Opérationnel (total)			Ambiant			Contribution éolienne	
		Échantillons 1-minute valides	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Échantillons 1-minute valides	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Point de mesure (dBA)	Récepteur (dBA)
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	1	470	39,1	2,4	557	34,8	2,9	37,1	N/A
	2	159	41,1	2,7	165	36,8	2,0	39,0	N/A
	3	19	40,0	3,0	52	37,9	1,0	35,9	N/A
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	220	40,5	2,1	14	37,3	3,6	37,6	N/A
	10	112	41,2	1,5	7	37,6	4,1	38,8	N/A
	11	16	39,1	1,4	8	34,0	1,4	37,5	N/A

### M04 Résultats

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent (m/s)	Opérationnel (total)			Ambiant			Contribution éolienne	
		Échantillons 1-minute valides	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Échantillons 1-minute valides	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Point de mesure (dBA)	Récepteur (dBA)
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	1	399	38,6	3,2	262	29,9	4,7	38,0	37,9
	2	121	41,1	1,7	38	34,5	3,3	40,1	40,0
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	8	248	35,6	2,2	21	28,7	1,1	34,6	34,5
	9	232	40,2	2,3	54	34,0	3,3	39,0	38,9
	10	76	41,4	1,3	15	37,1	2,5	39,3	39,2

### M05 Résultats

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent (m/s)	Opérationnel (total)			Ambiant			Contribution éolienne	
		Échantillons 1-minute valides	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Échantillons 1-minute valides	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Point de mesure (dBA)	Récepteur (dBA)
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	2	32	39,4	1,3	296	28,7	2,4	39,0	38,5
	3	96	39,3	1,8	61	32,7	2,0	38,3	37,8
	4	109	39,6	1,8	57	37,2	2,3	35,9	35,4
	5	108	40,6	1,0	72	41,7	2,7	<40	<40
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	47	39,9	2,2	17	32,9	1,6	39,0	38,5
	10	71	40,9	2,1	36	34,7	2,2	39,7	39,2
	11	102	39,8	1,5	11	37,9	3,9	35,2	34,7

### M06 Résultats

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent (m/s)	Opérationnel (total)			Ambiant			Contribution éolienne	
		Échantillons 1-minute valides	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Échantillons 1-minute valides	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Point de mesure (dBA)	Récepteur (dBA)
Hauteur du transmetteur météo (1,5 m)	1	1119	39,2	1,8	708	32,2	3,6	38,3	38,7
	2	95	40,3	1,4	81	36,9	3,0	37,6	38,0
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	9	461	39,3	1,8	12	34,8	0,8	37,3	37,7
	10	272	40,0	1,6	29	33,7	1,5	38,8	39,2
	11	174	40,3	1,2	74	34,2	2,8	39,0	39,4
	12	57	40,1	3,0	18	35,3	2,8	38,4	38,8

### M08 Résultats

Hauteur de référence de la vitesse de vent	Vitesse de vent (m/s)	Opérationnel (total)			Ambiant			Contribution éolienne	
		Échantillons 1-minute valides	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Échantillons 1-minute valides	LAeq (dBA)	Déviati on standard (dB)	Point de mesure (dBA)	Récepteur (dBA)
Hauteur du transmetteur météo (10 m)	1	270	39,6	1,2	312	33,5	2,9	38,4	38,2
	2	158	40,7	1,4	143	36,0	3,0	38,9	38,7
	3	87	40,8	0,8	98	38,9	2,8	36,3	36,1
	4	49	41,1	0,8	37	40,3	1,5	33,3	33,1
Hauteur de moyeu de l'éolienne (92,5 m)	7	201	37,8	1,7	6	34,1	0,7	35,3	35,1
	8	339	39,0	1,4	1	35,7	N/A	N/A*	N/A*
	9	153	40,1	1,4	45	36,7	3,0	37,3	37,1
	10	120	40,6	1,1	37	37,3	3,1	37,9	37,7

\*quantité insuffisante de données à 8 m/s pour calculer la contribution éolienne



## À PROPOS DE DNV GL

Motivée par son objectif de sauvegarder la vie, la propriété et l'environnement, DNV GL permet à ses clients de faire progresser la sécurité et la viabilité de leurs entreprises. Nous offrons des services de classification et d'assurance technique de même que des logiciels et des services consultatifs d'experts indépendants aux industries maritimes, pétrolières et gazières ainsi qu'énergétiques. Nous fournissons en outre des services de certification à des clients œuvrant dans un large éventail de secteurs. Présents dans plus d'une centaine de pays, nos professionnels se consacrent à aider nos clients à créer un monde plus sûr, plus intelligent et plus vert.