Étude sonore pour l'exploitation du Parc éolien Canton MacNider

Parc éolien Canton MacNider S.E.C.

No. de document : 10457696-HOU-R-01
Version : D, **Statut :** Final
Date : 29 juillet 2024

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 DNV Canada Ltd. (DNV), émetteur dudit document. Dans la mesure prévue par la loi ni DNV 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 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, 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 assujetti 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 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. Une classification permettant au client de redistribuer le présent document ne doit pas impliquer que DNV 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 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 prévisions, estimations ou prédictions faites dans le présent document sont à la date du présent document et sont sujettes à changement en raison de facteurs indépendants de la portée du mandat ou échappant au contrôle ou aux connaissances de DNV. Rien dans ce document n'est une garantie ou une assurance d'une condition particulière.

Nom du parc éolien :	Parc éolien Canton MacNider	DNV Canada Ltd.
Titre du rapport :	Étude sonore pour l'exploitation du Parc éolien Canton MacNider	4100 Rue Molson, Suite 100, Montréal, QC, H1Y 3N1 CANADA
Client :	Parc éolien Canton MacNider S.E.C. 354 Davis Road, Suite 100, Oakville, Ontario L6J 2X1	Tel: +1 514 272 2175
Points de contact :	Kristy Ramkissoon, Alberto Prina, Gaétan Mercier	
Date d'émission :	29 juillet 2024	
Numéro du document :	10457696-HOU-R-01	
Statut du document :	D/Final	

Tâches et objectifs:

Ce rapport présente les résultats d'une simulation acoustique menée pour le Parc éolien Canton MacNider.

Aren Nercessian

Auteur(s):	Vérification:	Approbation:
Aren Nercessian Analyste de projets Environnement et permis	Frédéric Gagnon Scientifique senior Environnement et permis	Gabriel Constantin Directeur, Environnement et permis

☐ 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 seulement	Ne peut être divulgué qu'à des employés de DNV.
☒ 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 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).

© 2024 DNV Canada Ltd. Tous droits réservés. Aucune référence à une partie du présent rapport pouvant entrainer une mauvaise interprétation n'est permise.

Version	Date	Description de la version	Auteur(s)	Vérification	Approbation
A	31 janvier 2024	Préliminaire	A. Nercessian	F. Gagnon	G. Constantin
B	2 février 2024	Final	A. Nercessian	F. Gagnon	G. Constantin
C	26 juillet 2024	Ajout de St Damase	A. Nercessian	F. Gagnon	G. Constantin
D	29 juillet 2024	Révisions mineures	A. Nercessian	F. Gagnon	G. Constantin

Table des matières

1 INTRODUCTION 1

2 GÉNÉRALITÉS 2

3 RÈGLEMENTATION APPLICABLE 3

4 DESCRIPTION DU PROJET 5
4.1 Zone d'étude 5
4.2 Configuration du Projet 5
4.3 Récepteurs sensibles 5

5 SIMULATION SONORE 6
5.1 Description des sources sonores 6
5.2 Méthodologie 7

6 RÉSULTATS 9
6.1 Niveaux sonores cumulatifs aux récepteurs 9
6.2 Termes correctifs 13

7 CONCLUSION 15

8 RÉFÉRENCES 16

Liste des tableaux

Tableau 3-1 Niveaux sonores maximaux permis en fonction de la catégorie de zonage 3
Tableau 4-1 Coordonnées des éoliennes et du poste électrique du Projet 5
Tableau 5-1 Niveau de puissance sonore des éoliennes Enercon E175 6,0 MW [dBA] 6
Tableau 5-2 Niveaux de puissance sonore du transformateur 167 MVA - 230 kV [dBA] 6
Tableau 5-3 Niveau de puissance sonore des éoliennes Enercon E92 2,35 MW [dBA] 7
Tableau 6-1 Niveaux sonores calculés 9
Tableau 6-2 Critères pour l'application d'une correction au bruit à caractère tonal 13
Tableau 6-3 Évaluation de potentiel de bruit à basse fréquence 14

Liste des figures

Figure 6-1 Niveaux sonores modélisés pour le Projet 12

1 INTRODUCTION

Parc éolien Canton MacNider S.E.C. (le « Client ») a demandé à DNV Canada Ltd. (« DNV ») de réaliser une simulation acoustique pour le Parc éolien Canton MacNider (le « Projet ») situé dans les municipalités de Saint-Damase et Saint-Noël, dans la municipalité de comté de la Matapédia.

La configuration du Projet utilisée pour la simulation acoustique comprend 22 sites d'éolienne, ainsi qu'une sous-station. Le modèle d'éolienne retenue pour la simulation sonore est la Enercon E175 6,0 MW dont la hauteur au moyeu est de 109,6 m. Ce modèle d'éolienne est le plus bruyant parmi ceux qui sont considérés pour le projet (sans considérer les modes de bruit réduits). Selon le modèle actuel, quatre des 22 éoliennes opèreront en mode de bruit réduit pour la période de nuit. L'impact acoustique cumulatif du Projet et du parc éolien adjacent Saint-Damase (« SDI ») est évalué dans ce rapport.

L'objectif de cette simulation acoustique est de prédire les niveaux sonores générés par le Projet et les éoliennes existantes du projet SDI à tous les récepteurs dans un rayon de deux kilomètres des éoliennes et de la sous-station électrique en utilisant le modèle de propagation sonore de la norme 9613-2 de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) [1]. Les résultats sont ensuite comparés avec la règlementation applicable de la Note d'instruction 98-01 [2].

2 GÉNÉRALITÉS

Les niveaux sonores sont exprimés en décibels et quantifiés sur une échelle logarithmique pour tenir compte de la large gamme de pressions acoustiques auxquelles l'oreille humaine est exposée. Un décibel (dB) est utilisé pour quantifier les niveaux sonores par rapport à une référence de 0 dB. Le niveau de référence de 0 dB est défini comme un niveau de pression acoustique (SPL) de 20 micropascals (µPa), ce qui correspond au seuil inférieur d'audition typique pour les humains.

Les niveaux sonores peuvent être présentés à la fois en large bande (c'est-à-dire l'énergie sonore additionnée sur l'ensemble du spectre de fréquences audibles) et en spectres de bandes d'octave (c'est-à-dire le spectre de fréquences audibles divisé en bandes). La fréquence est exprimée en unité Hertz (Hz), mesurant les cycles par seconde des ondes de pression acoustique. La plage auditive humaine s'étend de 20 à 20 000 Hz. Étant donné que l'oreille humaine ne perçoit pas toutes les fréquences avec la même intensité sonore, les sons sont souvent ajustés à l'aide d'un filtre de pondération. Le filtre de pondération A est appliqué pour se rapprocher de la réponse de l'oreille humaine. Cette échelle est couramment utilisée en matière de son environnemental et industriel. Ce rapport utilise donc l'échelle pondérée A, ou dBA.

Une source sonore a un certain niveau de puissance acoustique, qui décrit la quantité d'énergie sonore par unité de temps. Il s'agit d'une mesure de base de la quantité d'énergie acoustique du son qui est indépendante de son environnement. La pression acoustique est créée lorsque l'énergie sonore s'éloigne de la source. Le SPL mesuré en un point donné dépend non seulement de la puissance nominale de la source et de la distance entre la source et le point de mesure (divergence géométrique), mais également de la quantité d'énergie sonore absorbée par les éléments environnementaux entre la source et le point de mesure (atténuation). Les facteurs d'atténuation acoustique comprennent les conditions météorologiques telles que la direction du vent, la température et l'humidité, l'interaction sonore avec le sol, l'absorption atmosphérique, les effets du terrain, la diffraction du son autour des objets et des caractéristiques topographiques, ainsi que la végétation.

3 RÈGLEMENTATION APPLICABLE

L'article 20 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* du Québec stipule que nul ne doit émettre de contaminant dont la présence dans l'environnement est « susceptible de porter atteinte au bienêtre ou au confort de l'être humain » (L.R.Q. 2004, article 20, alinéa 2). Au sens de cette loi, le bruit est donc un type de contaminant.

Afin de guider l'évaluation d'un impact sonore, le Gouvernement du Québec s'est doté de la Note d'instruction 98-01 qui recommande des niveaux maximums de bruit de sources fixes pour des zones considérées « sensibles ». Ces niveaux varient en fonction de la période du jour et du milieu récepteur (Tableau 3-1).

Tableau 3-1 Niveaux sonores maximaux permis en fonction de la catégorie de zonage

Zone réceptrice	Nuit - 19 h 00 à 7 h 00 (dBA)	Jour - 7 h 00 à 19 h 00 (dBA)
I	40	45
II	45	50
III	50	55
IV	70	70

Zones sensibles

I : Territoire destiné à des habitations unifamiliales isolées ou jumelées, à des écoles, hôpitaux ou autres établissements de services d'enseignement, de santé ou de convalescence. Terrain d'une habitation existante en zone agricole.

II : Territoire destiné à des habitations en unités de logements multiples, des parcs de maisons mobiles, des institutions ou des campings.

III : Territoire destiné à des usages commerciaux ou à des parcs récréatifs. Toutefois, le niveau de bruit prévu pour la nuit ne s'applique que dans les limites de propriété des établissements utilisés à des fins résidentielles. Dans les autres cas, le niveau maximal de bruit prévu le jour s'applique également la nuit.

Zones non sensibles

IV : Territoire zoné pour fins industrielles ou agricoles. Toutefois, sur le terrain d'une habitation existante en zone industrielle et établie conformément aux règlements municipaux en vigueur au moment de sa construction, les critères sont de 50 dBA la nuit et 55 dBA le jour.

La catégorie de zonage est établie en vertu des usages permis par le règlement de zonage municipal. Lorsqu'un territoire ou une partie de territoire n'est pas zoné tel que prévu, à l'intérieur d'une municipalité, ce sont les usages réels qui déterminent la catégorie de zonage. Ces critères ne s'appliquent pas à une source de bruit en mouvement sur un chemin public.

Selon cette catégorisation et l'usage du territoire, la zone d'étude périphérique du parc éolien correspond à la zone réceptrice I.

La Directive [3] émise dans le cadre du Projet définit un récepteur sensible comme suit :

> ***Récepteurs sensibles*** *: les habitations, les établissements de santé et de services sociaux (hôpitaux, CHSLD, résidences pour personnes âgées, etc.), les établissements d'éducation (écoles, garderies, centres de la petite enfance, etc.), les établissements touristiques (bureaux d'information touristique, musées, centres de ski, colonies de vacances, bases de plein air et de loisirs, campings, etc.), les espaces récréatifs (terrains de loisirs, parcs urbains, parcs et aires de conservation, etc.).*

Par contre, selon l'Annexe I de la Directive :

> *Dans le cas de baux de villégiature, pour les habitations sommaires (habitations non reliées à un système d'alimentation en eau potable et de traitement des eaux usées et permettant le coucher), la catégorie de zonage (partie 1 de la NI 98-01) à utiliser est celle de type II avec le niveau acoustique de référence de 45 dBA indiqué au tableau.*

Ainsi, les niveaux sonores produits par le parc éolien, à un point de réception donné, ne doivent pas excéder 45 dBA le jour et 40 dBA la nuit pour les habitations permanentes en Zone I, et 50 dBA le jour et 45 dBA la nuit et 50 dBA le jour pour les habitations sommaires, tel que définis ci-haut.

Il est à noter que, lorsque la moyenne horaire du bruit résiduel dans un secteur est plus élevée que les limites permises, cette moyenne de bruit résiduel devient le niveau à respecter, selon la Note d'instruction 98-01. Toutefois, les résultats de la campagne de mesure du bruit résiduel réalisée à l'automne 2023, déposée avec l'étude d'impact sur l'environnement en février 2024, indiquent des niveaux sonores minimums inférieurs [4].

Finalement, la question QC-105 dans la liste de questions et commentaires du ministère[1] se résume comme suit:

> *Le parc éolien Canton MacNider à l'étude se trouve dans la même zone d'étude que le parc éolien SDI. Or, comme le premier est imbriqué dans le second, et non pas adjacent au second, le MELCCFP considère que le bruit spécifique (tel que défini dans la Note d'instruction 98-01) doit inclure le parc éolien de SDI.*

Ainsi, ce rapport inclut l'impact sonore cumulatif des deux projets.

[1] PR5.1 - MELCCFP. Questions et commentaires, avril 2024, 54 pages. (Publié le 2024-05-03)
https://www.ree.environnement.gouv.qc.ca/dossiers/3211-12-259/3211-12-259-17.pdf

4 DESCRIPTION DU PROJET

4.1 Zone d'étude

La zone à l'étude s'étend jusqu'à 2 km autour des éoliennes et du poste électrique. Le secteur est essentiellement composé de zones agricole, forestière ou agroforestière. La topographie est formée de collines basses variant entre environ 200 m à 310 m au-dessus du niveau de la mer.

4.2 Configuration du Projet

La configuration du Project à l'étude consiste en 22 sites d'éoliennes de modèle Enercon E175 6,0 MW dont la hauteur au moyeu de 109,6 m, ainsi que d'un poste électrique, tel que présenté dans l'étude d'impact sur l'environnement [5]. Les coordonnées des éoliennes et du transformateur principal au poste électrique ont été fournies par le Client et sont incluses dans la modélisation. Elles sont présentées au Tableau 4-1.

Tableau 4-1 Coordonnées des éoliennes et du poste électrique du Projet

Identifiant	Coordonnées UTM Zone 19	
	X (m)	Y (m)
Transformateur	582810	5387553
CM11	581353	5386264
CM12	583215	5388626
CM13	583575	5389042
CM14	584540	5387400
CM15	585891	5388239
CM16	585760	5386981
CM17	586081	5385225
CM18	583605	5385857
CM19	583536	5385281
CM20	583985	5384508
CM21	582600	5384164

Identifiant	Coordonnées UTM Zone 19	
	X (m)	Y (m)
CM22	581952	5382939
CM23	581580	5381887
CM24	582113	5383506
CM25	586309	5386213
CM26	582409	5385349
CM27	581930	5382358
CM28	586480	5388311
CM29	585520	5384712
CM30	583077	5382230
CM31	582013	5384656
CM32	586640	5385536

4.3 Récepteurs sensibles

Un total de 158 récepteurs situés dans un rayon de 2 km d'une éolienne ou du poste électrique a été considéré dans l'analyse. Les récepteurs ont été identifiés à l'aide de photos aériennes de la région, puis validés lors d'une visite de l'aire du Project en juillet 2023, et par des rencontres avec les municipalités. Les coordonnées des récepteurs ayant un niveau de bruit simulé de >35 dBA sont présentées au Tableau 6-1.

5 SIMULATION SONORE

5.1 Description des sources sonores

5.1.1 Éoliennes

Les niveaux de puissance sonore totale et à bande d'octave pour l'éolienne Enercon E175 6,0 MW, avec modes de bruit réduit, sont spécifiés dans la documentation du fabricant [5]. Le niveau de puissance sonore maximum est de 106,5 dBA en mode standard (pleine puissance), et 105,5 dBA, 104,5 dBA et 102,0 dBA respectivement pour les modes de bruit réduit NR01, NR02 et NR05. Les niveaux de puissance sonore utilisés dans l'analyse étaient pour des vitesses de vent à hauteur de moyeu de 5,5 à 8,5 m/s, selon le mode opérationnel.

Dans la simulation actuelle, quatre éoliennes opèrent en mode de gestion de bruit pendant les heures de nuit. Les éoliennes CM12 et CM26 opèreront avec une puissance acoustique maximale de 102,0 dBA en mode NR05. L'éolienne CM17 opèrera avec une puissance acoustique maximale de 105,5 dBA en mode NR01, et finalement, l'éolienne CM11 opèrera avec une puissance acoustique maximale de 104,5 dBA en mode NR02, selon les informations fournies par le manufacturier [7][8][9]. Ces éoliennes opèreront à pleine puissance pendant les heures de jour.

Le tableau 5-1 montre les niveaux de puissance acoustique par bande d'octave associée aux éoliennes utilisées dans cette analyse.

Tableau 5-1 Niveau de puissance sonore des éoliennes Enercon E175 6,0 MW [dBA]

Mode	Fréquence [Hz]									Total
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Standard	77,7	86,9	92,6	97,2	100,7	101,4	99,8	92,6	76,2	106,5
Mode NR01	76,7	90,0	91,6	96,3	101,2	100,7	95,0	85,4	66,2	105,5
Mode NR02	75,7	90,3	90,6	95,8	100,2	99,6	93,3	82,4	62,7	104,5
Mode NR05	73.2	82.4	88.0	93.8	96.9	97.1	93.5	85.0	68.7	102.0

Note : la valeur correspondante pour 31.5 Hz n'est pas fournie par le manufacturier Enercon pour les modes NR01, NR02 et NR05. DNV a appliqué un ajustement de -1 dB,-2 dB et 4,5 dB relatifs au mode standard, pour ces trois modes respectivement.

5.1.2 Poste électrique

La sous-station du Projet prévoit un transformateur de haut voltage (167 MVA 230 kV), mais sa capacité sera limitée à 133 MVA en fonction de la capacité totale du Projet. Selon les informations fournies par le Client, DNV a modelisé un transformateur de marque GE, avec un niveau de puissance sonore de ≤95 dBA, correspondant à une capacité maximale de 133 MVA, confirmé par le manufacturier (GE) par écrit le 10 juin 2024. DNV a aussi inclut une correction de +5 dB pour tenir compte de la tonalité audible des transformateurs à haute tension, pour un niveau de puissance acoustique maximum globale de 100.0 dBA. Les niveaux de puissance acoustique par bande d'octave du transformateur [11] utilisé dans la simulation sont indiqués dans le Tableau 5-2.

Tableau 5-2 Niveaux de puissance sonore du transformateur 167 MVA - 230 kV [dBA]

Fréquence [Hz]									Total
31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
57.2	76.4	88.5	91.0	96.4	93.6	89.8	84.6	75.5	100.0

La modélisation prévoit également l'installation d'une barrière acoustique de 5,5 m de hauteur sur 3 façades (est, sud, et ouest) autour du transformateur. Une fois le modèle du transformateur choisi, l'Initiateur s'engage à produire une nouvelle modélisation sonore qui permettra d'évaluer si cette barrière est toujours nécessaire ou si ses dimensions doivent être modifiées.

5.1.3 Projet Saint Damase I (SDI)

Le projet SDI de 23,5 MW, appartenant à la Société en Commandite – S.E.C. – Fleur de Lis Éoliennes Saint-Damase (Algonquin Power et la Municipalité de Saint-Damase), est opérationnel depuis 2014 et comprend dix éoliennes Enercon E92 de 2,35 MW chacune [12].

Les niveaux sonores par bande d'octave de la E92 [13] sont présentés dans le Tableau 5-3.

Tableau 5-3 Niveau de puissance sonore des éoliennes Enercon E92 2,35 MW [dBA]

Éolienne	Fréquence [Hz]									Total
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
E92 2,35 MW	75.7	88.1	94.0	96.2	97.9	99.2	99.2	91.4	73.0	105.0

Le poste électrique du projet SDI a été modélisé selon les bandes d'octave fournies dans l'étude sonore de SDI [12].

5.2 Méthodologie

Le SPL à chaque récepteur identifié a été calculé à l'aide du logiciel de modélisation acoustique CadnaA basé sur la méthode ISO 9613-2 [1]. La simulation a été réalisée en utilisant le niveau de puissance acoustique maximum des éoliennes correspondant à chaque mode d'opération et du transformateur au poste électrique. Les éoliennes du projet ont été modélisées avec une hauteur au moyeu de 109,6 m. Le transformateur du poste électrique a été modélisé à une hauteur de 4,2 m.

La norme ISO 9613-2 fournit une prédiction du SPL continu équivalent à distance d'une ou plusieurs sources ponctuelles. La méthode consiste en des algorithmes de bande d'octave (c'est-à-dire avec des fréquences moyennes nominales de 31,5 Hz à 8 kHz) pour calculer l'atténuation du son émis. L'algorithme prend en compte les effets physiques suivants :

- Divergence géométrique – atténuation due à la propagation sphérique de la source sonore ;
- Absorption atmosphérique – atténuation due à l'absorption par l'atmosphère ; et
- Absorption du sol – atténuation due aux propriétés acoustiques du sol.

La norme ISO 9613-2 permet de calculer l'atténuation « dans des conditions météorologiques favorables à la propagation des sources d'émission sonore ». Ces conditions météorologiques sont pour « une propagation sous le vent ou, de manière équivalente, une propagation sous une inversion modérée de température au sol bien développée, comme celle qui se produit généralement la nuit ». En d'autres termes, bien que cela soit matériellement impossible, la norme ISO 9613-2 traite chaque récepteur comme étant sous le vent de chaque source d'émission sonore (c'est-à-dire les transformateurs et les turbines).

La norme ISO 9613-2 tient compte de l'absorption sonore du sol en attribuant un coefficient numérique (G) avec une valeur allant de 0 à 1. Une valeur G = 0 représente un sol dur (par exemple : pavé, eau, glace, béton, sol damé, et autres surfaces au sol à faible porosité), tandis qu'une valeur G = 1 représente un sol poreux (par exemple : un sol couvert d'herbe, d'arbres ou d'autres végétaux, et d'autres surfaces au sol adaptées à la croissance de la végétation telle que des terres agricoles). Bien que l'utilisation du sol sur et autour de la zone à l'étude soit principalement forestier avec des secteurs agricoles, un facteur de sol global mixte (c'est-à-dire semi-réfléchissant) de G = 0,5 a été utilisé dans cette évaluation.

De plus, les paramètres de température, de pression barométrique et d'humidité ont été sélectionnés pour représenter les moyennes annuelles locales typiques, et des informations topographiques représentant avec précision le terrain en trois dimensions ont été incluses dans cette évaluation. Plus précisément, les paramètres ISO 9613-2 ont été définis comme suit :

- Température de l'air ambiante: 10º C
- Pression atmosphérique ambiante : 101,32 kPa
- Humidité : 70%
- Coefficient d'absorption du sol : 0,5 global, sauf :
  - Étendues d'eau : 0
  - Aire du poste électrique : 0
  - Contribution sonore combinée du poste électrique SDI et l'éolienne SD#9 aux récepteurs avoisinants (136, 151,152)[2] : 1
- Topographie à intervalles d'élévation de 10 m

Les paramètres utilisés pour la modélisation sont prudents pour les raisons suivantes :

- Aucune atténuation pour le feuillage n'a été considérée, ce qui implique que des niveaux sonores plus faibles sont attendus dans les zones où du feuillage est présent dans la ligne de mire entre une turbine et un récepteur sonore ;
- Aucune atténuation pour les obstacles n'a été prise en compte ;
- La direction du vent préconisée dans le modelé ISO 9613-2 est modélisée de façon à ce que la position des récepteurs soit toujours en aval des éoliennes ;
- Les niveaux sonores émis par les éoliennes sont déterminés par leur condition d'émission sonore maximale, c'est-à-dire, à la vitesse de vent pour laquelle le bruit produit sera le plus élevé ;
- Le modèle d'éolienne dans l'analyse (Enercon E175 6,0 MW) est le plus bruyant parmi ceux qui sont considérés pour le projet (sans considérer les modes de bruit réduits);

De même, étant donné que le modèle suppose que chaque récepteur se trouve à tout moment sous le vent de chaque source sonore, des niveaux sonores plus faibles sont attendus lorsqu'un récepteur se trouve sous le vent d'une source sonore.

Finalement, il faut signaler que les résultats de la simulation représentent les niveaux sonores à l'extérieur des habitations, tel que suggéré par la Note d'instruction 98-01. Une atténuation supplémentaire est nécessaire pour évaluer les intensités sonores à l'intérieur des bâtiments. Cette valeur d'atténuation se situe aux alentours de 10 dBA à 15 dBA (Norme ISO/R 1996-1971) [13].

[2] Ce calcul est un cas particulier dans lequel la contribution sonore de deux sources de bruit appartenant au projet SDI aux récepteurs 136, 151,152 ont été modélisés avec le coefficient d'absorption du sol de 1,0 qui était utilisé dans l'étude sonore du projet SDI en 2012. Puisque DNV applique une approche plus conservatrice (G=0,5 pour le sol poreux), cette région particulière, influencée majoritairement par le poste électrique SDI et l'éolienne immédiatement au nord (SD#9), dépasserait la limite permise. Donc, l'ancienne méthode a été préconisée à cet endroit seulement.

6 RÉSULTATS

6.1 Niveaux sonores cumulatifs aux récepteurs

Le niveau de bruit le plus élevé la nuit serait de 45 dBA à une habitation sommaire (ID 12). Le niveau de bruit le plus élevé la nuit à des habitations permanentes serait de 40 dBA pour plusieurs maisons ou chalets. Les niveaux de bruit calculés, de jour et de nuit, pour les récepteurs dont le niveau de bruit est de 35 dBA ou plus sont présentés au Tableau 6-1. Des niveaux sonores de moins de 35 dBA sont prévus à tous les autres récepteurs.

Une carte détaillée illustrant les niveaux de pression acoustique prévus aux récepteurs situés à proximité du Projet est présentée à la Figure 6-1, à 1,5 m de hauteur. Les contours isophoniques pour le poste électrique ne sont pas illustrés mais ont été ajoutés d'une façon mathématique aux résultats des 3 récepteurs les plus proches (voir section précédente).

Tableau 6-1 Niveaux sonores calculés

Identifiant du récepteur	Niveau sonore à 1,5 m du sol (dBA)		Coordonnées en UTM Zone 19		Éolienne (CM) ou transformateur le plus proche	
	Nuit (19 h à 7 h)	Jour (7 h à 19 h)	X (m)	Y (m)	(m)	ID
12*	45	46	585732	5385056	388	CM17
9*	42	42	585239	5385370	716	CM29
11*	42	42	585375	5385498	757	CM17
100*	41	41	584624	5384469	640	CM20
2	40	41	582502	5388226	711	Tr1
54	40	40	586474	5386959	715	CM16
98	40	40	583877	5383906	611	CM20
99	40	40	583546	5383955	705	CM20
104	40	41	581897	5385902	654	CM11
114	40	40	584445	5388007	615	CM14
122	40	40	582873	5383093	865	CM24
123	40	40	584603	5386086	1024	CM18
124	40	40	583742	5387300	803	CM14
136	40	41	582799	5386832	742	Tr1
137	40	40	581755	5387095	923	CM11
151	40	41	582378	5386347	998	CM26
152	40	41	582357	5386383	1011	CM11
153	40	40	583362	5387131	726	Tr1
164	40	41	581979	5385899	698	CM26
3*	39	39	582519	5389193	898	CM12
101	39	39	581512	5386989	742	CM11
102*	39	39	580651	5385847	817	CM11
103	39	40	581687	5385607	737	CM11

Identifiant du récepteur	Niveau sonore à 1,5 m du sol (dBA)		Coordonnées en UTM Zone 19		Éolienne (CM) ou transformateur le plus proche	
	Nuit (19 h à 7 h)	Jour (7 h à 19 h)	X (m)	Y (m)	(m)	ID
125	39	39	583448	5383665	984	CM21
126	39	39	583232	5383435	966	CM21
133	39	39	581394	5384139	806	CM31
138	39	40	583204	5387144	600	Tr1
139	39	40	583294	5387174	646	Tr1
140	39	40	583195	5387230	534	Tr1
41	38	38	586953	5387707	767	CM28
47	38	38	585313	5388753	774	CM15
53	38	38	586685	5387406	927	CM28
107	38	39	584725	5388267	887	CM14
111	38	38	584910	5388443	1002	CM15
115	38	38	583855	5390238	1229	CM13
142	38	38	582184	5387659	608	Tr1
26	37	37	587255	5388233	779	CM28
27	37	37	585445	5388979	864	CM15
31	37	37	585487	5388989	852	CM15
52	37	37	586695	5389132	849	CM28
108	37	37	585201	5388707	834	CM15
4	36	36	581742	5389058	1535	CM12
20	36	36	585629	5389151	949	CM15
30	36	37	585528	5388998	841	CM15
33	36	36	585580	5389042	862	CM15
34	36	36	585571	5389032	855	CM15
35	36	36	587243	5388106	790	CM28
37	36	36	585593	5389055	869	CM15
39	36	36	585548	5389011	845	CM15
40	36	36	585628	5389175	973	CM15
42	36	36	585617	5389097	901	CM15
45	36	36	585619	5389117	920	CM15
51	36	36	587266	5388623	846	CM28
64	36	36	587207	5384092	1551	CM32
74	36	36	587139	5384187	1438	CM32
87	36	36	587097	5384234	1379	CM32
95	36	36	587198	5384124	1518	CM32
148	36	36	582182	5381107	986	CM23
149*	36	36	581986	5381065	917	CM23

Identifiant du récepteur	Niveau sonore à 1,5 m du sol (dBA)		Coordonnées en UTM Zone 19		Éolienne (CM) ou transformateur le plus proche	
	Nuit (19 h à 7 h)	Jour (7 h à 19 h)	X (m)	Y (m)	(m)	ID
213	36	36	584755	5389149	1185	CM13
36	35	36	585650	5389274	1063	CM15
43	35	35	587432	5388410	956	CM28
46	35	35	585645	5389206	997	CM15
62	35	35	587272	5384009	1653	CM32
65	35	35	587486	5384878	1071	CM32
67	35	35	587253	5384031	1625	CM32
75	35	35	586962	5384292	1284	CM17
79	35	35	586809	5384214	1246	CM17
81	35	35	587208	5384485	1195	CM32
83	35	35	587286	5383995	1671	CM32
84	35	35	587556	5384899	1115	CM32
88	35	35	587485	5384843	1093	CM32
94	35	35	587244	5384070	1585	CM32
110	35	35	584030	5390418	1450	CM13
134*	35	35	580862	5384874	1172	CM31
145	35	35	582101	5381013	1017	CM23
146	35	35	582051	5380997	1006	CM23
147	35	35	581901	5380969	972	CM23

* Catégorie Zone II : Habitation sommaire, sans infrastructure permanente.
Les résultats sont arrondis au décibel près.

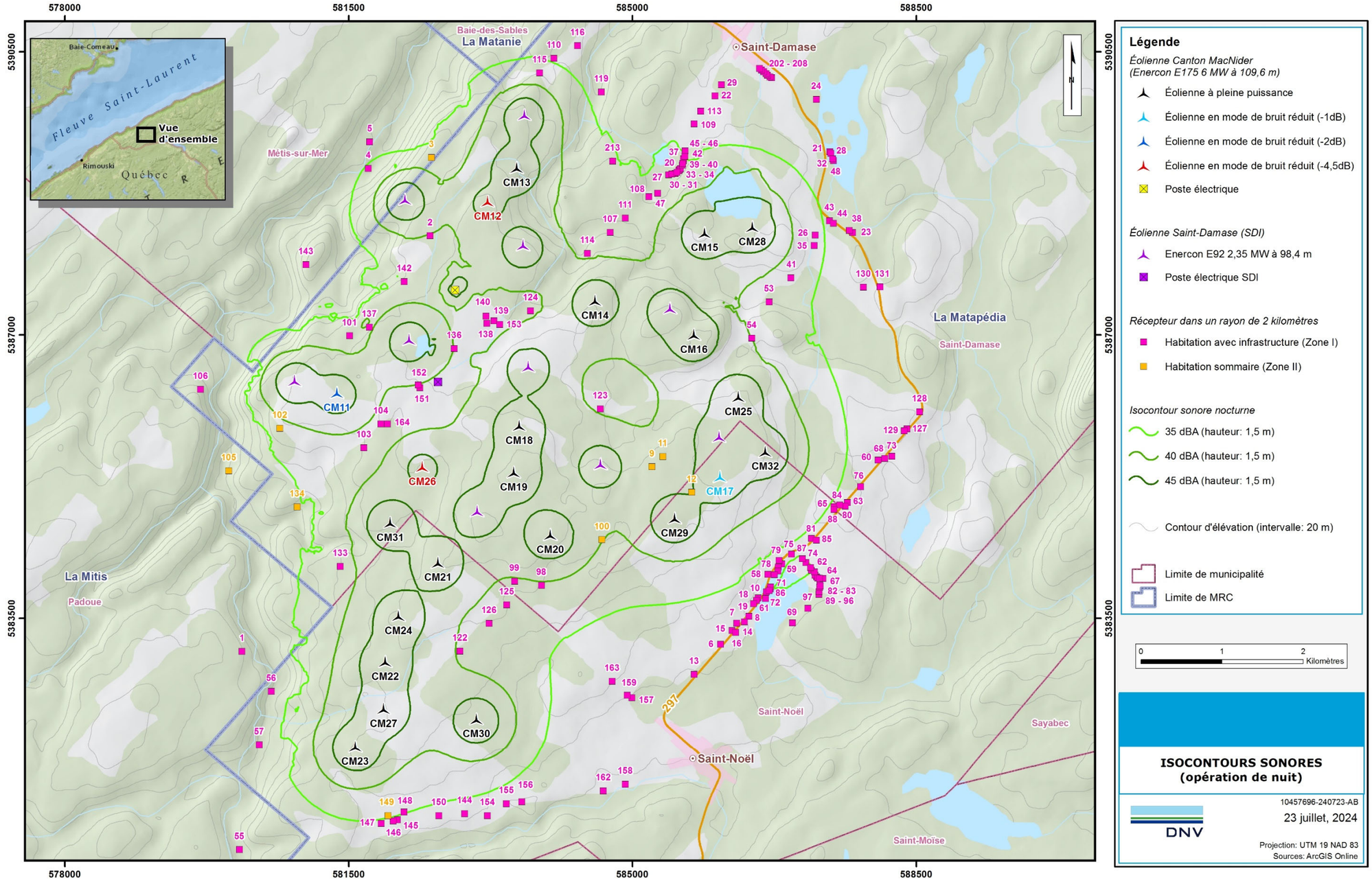

Figure 6-1 Niveaux sonores modélisés pour le Projet

6.2 Termes correctifs

Selon les modalités prévues à la partie 2 de la Note d'Instruction sur le bruit 98-01, trois phénomènes justifieraient l'application d'un terme correctif. Soit :

1. K*I* : Terme correctif pour les bruits d'impact
2. K*T* : Terme correctif pour le bruit à caractère tonal
3. K*S* : Terme correctif pour les bruits de basse fréquence

Cette section discute les détails de chacun de ces termes.

6.2.1 K*I*

Un bruit d'impact se caractérise comme un bruit fort et impulsif de très courte durée, nettement supérieur au bruit ambiant (exemple : un marteau sur un clou).

Les éoliennes ne produisent typiquement aucun bruit d'impact. Le bruit causé par des éoliennes augmente et diminue graduellement avec la vitesse de vent.

Ce terme correctif ne s'applique typiquement pas aux mesures de bruit provenant de parcs éoliens.

Aucun terme correctif KI n'a été appliqué.

6.2.2 K*T*

Un bruit tonal se caractérise par une fréquence particulière étant plus clairement audible par rapport aux autres. La NI-98-01 propose les seuils suivants pour déterminer si le bruit est de caractère tonal.

Tableau 6-2 Critères pour l'application d'une correction au bruit à caractère tonal

Fréquence émergente en Hz	141 Hz ou moins	141 à 440 Hz	440 Hz et plus
Bande passante de tiers d'octave	125 Hz et moins	160 à 400 Hz	500 Hz et plus
Dépassement des bandes adjacentes (dB linéaire)	15 dB et plus	8 dB et plus	5 dB et plus

Une analyse de tiers d'octave n'a pas été effectuée puisque les données acoustiques fournies dans les spécifications techniques de cette éolienne sont en bandes d'octaves entières. Aucune donnée en tiers d'octave n'est disponible pour cette éolienne à ce stade.

Malgré ceci, DNV tient à souligner que les éoliennes modernes sont typiquement conçues de façon à ne pas avoir de problèmes de tonalités. Dans le cas peu probable où une tonalité est détectée, et mesurée lors de la campagne de suivi sonore, les solutions seraient d'opérer l'éolienne en mode de bruit réduit ou d'apporter des corrections et modifications à l'éolienne pour éliminer la source de la tonalité.

Aucun terme correctif KT n'a été appliqué.

6.2.3 KS

La NI 98-01 propose la définition suivante pour les bruits de basse fréquence :

Un terme correctif peut être appliqué face à certaines situations spéciales notamment :

> *5 dB_A pour tout bruit de basse fréquence, c'est-à-dire un bruit dont les caractéristiques fréquentielles font que le $L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T} \geq 20$ dB; toutefois cette correction est applicable exceptionnellement si la mesure est accompagnée d'une démonstration que le bruit de basse fréquence est la cause de nuisance accrue à l'intérieur de bâtiment à vocation résidentielle ou équivalent.*

DNV a évalué le LCeq pour tous les récepteurs et a comparé ces résultats au LAeq. Le sommaire des 15 plus hautes différences LCeq-LAeq, arrondis au dixième de décibel, pour les récepteurs ayant un niveau global de 35 dBA ou plus, sont présentés au Tableau 6-3.

Tableau 6-3 Évaluation de potentiel de bruit à basse fréquence

Identifiant du récepteur	Différence LCeq-LAeq
134	18.8
84	18.8
81	18.8
88	18.7
75	18.7
65	18.7
213	18.6
79	18.4
110	18.3
36	18.3
138	18.3
46	18.2
140	18.2
164	18.2
104	18.2

Ces résultats sont basés sur les niveaux sonores cumulatifs des deux projets (SDI et Canton MacNider). On observe qu'aucune valeur ne dépasse le seuil de 20 dB. Donc :

Aucun terme correctif KS n'a été appliqué.

7 CONCLUSION

DNV a effectué une analyse pour déterminer les niveaux sonores nocturnes cumulatifs maximaux prévus au niveau des récepteurs à proximité du Projet. La simulation a été réalisé avec 22 positions d'éoliennes Enercon E175 6,0 MW avec une hauteur au moyeu de 109,6 m. La simulation inclut également un transformateur au poste électrique et les dix éoliennes existantes du projet SDI. Un transformateur haut volage (167 MVA 230 kV) a été considéré, mais la capacité réelle sera limitée à 133 MVA, selon la capacité du parc.

Le niveau de pression acoustique cumulé le plus fort est de 45 dBA à une habitation sommaire (ID 12). Le niveau de bruit le plus élevé la nuit à une habitation permanente est de 40 dBA pour plusieurs maisons ou chalets. Soixante-dix-huit des 158 récepteurs situés dans un rayon de 2 km d'une éolienne ou du poste électrique ont un niveau sonore simulé de 35 dBA ou plus.

L'analyse prévoit que le niveau de bruit simulé à tous les récepteurs à moins de 2 km d'une éolienne ou du poste électrique respectera les niveaux permissibles applicables.

8 RÉFÉRENCES

[1] *International Organization for Standardization. ISO 9613-2: Acoustics – Attenuation of Sound During Propagation Outdoors – Part 2: General Method of Calculation*.

[2] Ministère de l'Environnement, de la lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, Traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent, juin 2006. https://www.environnement.gouv.qc.ca/publications/note-instructions/98-01/note-bruit.pdf

[3] Ministère de l'Environnement, de la lutte contre les changements climatique, de la Faune et des Parcs, Directive pour la réalisation d'une étude d'impacts sur l'environnement, Projet du Parc éolien Canton MacNider sur le territoire de la municipalité régionale de comté de La Matapédia, Dossier 3211-12-259, 28 juillet 2023. https://www.ree.environnement.gouv.qc.ca/dossiers/3211-12-259/3211-12-259-2.pdf

[4] Yockell Associés Inc. Projet éolien Canton MacNider, Climat sonore de référence, Rapport acoustique, janvier 2024.

[5] Conseil UDA, Project éolien Canton MacNider, Étude d'impact sur l'environnement déposée au MELCCFP, Février 2024.

[6] *Technical data sheet-Octave band level operating mode OM-0-ENERCON E-175 EP5 / 6000 kW wind energy converter.* 2023-05-11

[7] *Technical data sheet-Octave band level operating mode OM-NR-01-0-ENERCON E-175 EP5 / 6000 kW wind energy converter.* 2023-07-04

[8] *Technical data sheet-Octave band level operating mode OM-NR-02-0-ENERCON E-175 EP5 / 6000 kW wind energy converter*. 2023-08-30

[9] *Technical data sheet-Octave band level operating mode OM-NR-05-0-ENERCON E-175 EP5 / 6000 kW wind energy converter*. 2023-07-04

[10] C57.12.90-2021 *IEEE Standard Test Code for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers*. 9 novembre 2021.

[11] *Handbook of Acoustics. Edited by Malcolm J. Crocker. John Wiley & Sons*. 1998.

[12] Genivar, *Étude sonore pour l'exploitation du parc éolien situé à Saint-Damase*, Rapport final révisé (2), Septembre 2012.

[13] Enercon - *Technical data sheet - One-third octave band levels operating mode 0 s and power-reduced operation - ENERCON E-92 / 2350 kW wind energy converter with TES (Trailing Edge Serrations),* 6 septembre 2021.

[14] *International Organization for Standardization. ISO 1996-2: Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise -Part 2: Determination of sound pressure levels*. Juillet 2017

À PROPOS DE DNV

Motivée par son objectif de sauvegarder la vie, la propriété et l'environnement, DNV permet aux organismes 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 maritime, pétrolière et gazière ainsi qu'énergétique. 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.