

Étude d'impact sur l'environnement déposée au ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

VOLUME 3 - DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE ET ÉTUDES DE RÉFÉRENCE (PARTIE 6)



Numéro de dossier :
3211-12-268

Nom de l'Initiateur :
Parc éolien Broughton s.e.c.

Nom du Projet :
Projet éolien Broughton

Lieu de réalisation :
Saint-Pierre-de-Broughton, Sacré-Cœur-de-Jésus et
Thetford Mines dans la MRC des Appalaches

Consultant principal :
Stratégie PEG inc. (« PEG »)



Date : 19 décembre 2025

Index des Annexes de l'étude d'impact sur l'environnement

Volume 1 – Rapport principal

Annexe A - Méthode d'analyse des impacts du Projet

Volume 2 – Cartes et simulations visuelles

Partie 1

Annexe B – Cartes – Partie I

1. Localisation du projet
2. Autres parcs éoliens
3. Vitesse du vent
4. Relief et hydrographie
5. Contraintes à l'implantation des éoliennes - Milieu physique
6. Contraintes à l'implantation des éoliennes - Milieu biologique
7. Contraintes à l'implantation des éoliennes - Milieu humain

Partie 2

Annexe B – Cartes – Partie II

8. Milieu agricole
9. Milieu acéricole
10. Systèmes de télécommunication
11. Télédiffusion numérique
12. Unités de paysage et vues valorisées
13. Nombre d'éoliennes du Projet visibles
14. Covisibilité des éoliennes
15. Niveaux sonores simulés
16. Battement d'ombre
17. Aire disponible à l'implantation des éoliennes

Partie 3

Annexe C – Simulations visuelles – Partie I

- Simulation 1 - 11e rang (PVV55)
- Simulation 2 - 12e rang (PVV56)
- Simulation 3 - 7e rang sud (PVV52)
- Simulation 4 - 3e rang (PVV53)
- Simulation 5 - Intersection 9e rang et route du 8e rang (PVV54)
- Simulation 6 - Rampe de mise à l'eau du Lac du Huit (PVV07)
- Simulation 7 - Thetford Mines | Secteur Robertsonville (PVV19)
- Simulation 8 - Route 216 (chemin Craig) (PVV48)
- Simulation 9 - Route 271 (PVV42)

Partie 4

Annexe C – Simulations visuelles – Partie II

- Simulation 10 - Intersection route 271 et 3e rang (PVV41)
- Simulation 11 - Route 276 (PVV29)
- Simulation 12 - Route des Laughrea (PVV57)
- Simulation 13 - Route du Lac Huit (PVV58)
- Simulation 14 - Saint-Pierre-de-Broughton (PVV25)
- Simulation 15 - East Broughton (PVV24)
- Simulation 16 - Grand Morne (PVV46)
- Simulation 17 - Centre historique de la mine King - K3B (PVV44)
- Simulation 18 - Station récréotouristique du Mont-Adstock (PVV13)

Volume 3 – Documentation complémentaire et études de référence

Partie 1

Annexe D - Plan de consultation et autres documents

Annexe E – Inventaire des espèces floristiques en situation précaire

Annexe F - Inventaire de l'avifaune

Annexe G – Inventaire des cavités de nidification du grand pic

Annexe H – Inventaire des chiroptères

Partie 2

Annexe I – Caractérisation écologique du milieu récepteur – Partie I

Partie 3

Annexe I - Caractérisation écologique du milieu récepteur – Partie II

Partie 4

Annexe I - Caractérisation écologique du milieu récepteur – Partie III

Partie 5

Annexe J - Évaluation environnementale de site phase 1

Partie 6

Annexe K - Étude sonore pour l'exploitation du Parc éolien Broughton

Annexe L - Étude de potentiel archéologique

Annexe M - Estimation des émissions de gaz à effet de serre

Annexe N – Plan préliminaire de gestion des matières résiduelles

Annexe K – Étude sonore pour l'exploitation du Parc éolien Broughton

Étude sonore pour l'exploitation du Parc éolien Broughton

Parc éolien Broughton S.E.C.

No. de document : 10574321-HOU-R-01
Version : A, **Statut** : Final
Date : 10 décembre 2025



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 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 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 Broughton	DNV Canada Ltd.
Titre du rapport :	Étude sonore pour l'exploitation du Parc éolien Broughton	4100 Rue Molson, Suite 100, Montréal, QC, H1Y 3N1 CANADA
Client :	Parc éolien Broughton S.E.C. MZ400-1000 Rue de la Gauchetière O. Montréal (Québec) H3B 0A2 Canada NEQ : 3379583316	Tel: +1 514 272 2175
Point de contact :	Devyn Richardson Gestionnaire des ressources naturelles devyn.richardson@patternenergy.com	
Date d'émission :	10 décembre 2025	
Numéro du document :	10574321-HOU-R-01	
Statut du document :	A/Final	

Tâches et objectifs:

Ce rapport présente les résultats d'une simulation acoustique menée pour le Parc éolien Broughton S.E.C.

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

<input type="checkbox"/> Strictement confidentiel	Ne peut être divulgué qu'aux personnes nommées au sein de l'organisation du client.
<input type="checkbox"/> Privé et confidentiel	Ne peut être divulgué qu'aux personnes directement concernées par l'objet du document au sein de l'organisation du client.
<input type="checkbox"/> Commercial confidentiel	Ne peut pas être divulgué à l'extérieur de l'organisation du client.
<input type="checkbox"/> DNV seulement	Ne peut être divulgué qu'à des employés de DNV.
<input checked="" type="checkbox"/> 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).
<input type="checkbox"/> 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).

© 2025 DNV Canada Ltd. Tous droits réservés. Aucune référence à une partie du présent rapport pouvant entraîner une mauvaise interprétation n'est permise.

Version	Date	Description de la version	Auteur(s)	Vérification	Approbation
A	10 décembre 2025	Final	A. Necessian	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.....	19
7	CONCLUSION	22
8	RÉFÉRENCES.....	23

Liste des tableaux

Tableau 3-1	Niveaux sonores maximum 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 de l'éolienne Nordex N163 7,0 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 Siemens SWT 113 3,2 MW [dBA]	7
Tableau 5-4	Niveau de puissance sonore des éoliennes Enercon E82 2,3 MW [dBA]	7
Tableau 6-1	Niveaux sonores calculés	10
Tableau 6-2	Critères pour l'application d'une correction au bruit à caractère tonal.....	19
Tableau 6-3	Évaluation de potentiel de bruit à basse fréquence	20

Liste des figures

Figure 6-1	Niveaux de bruit modélisés pour le Projet (vue générale)	14
Figure 6-2	Niveaux de bruit modélisés pour le Projet (Carte 1)	15
Figure 6-3	Niveaux de bruit modélisés pour le Projet (Carte 2)	16
Figure 6-4	Niveaux de bruit modélisés pour le Projet (Carte 3)	17
Figure 6-5	Niveaux de bruit modélisés pour le Projet (Carte 4)	18

1 INTRODUCTION

Parc éolien Broughton S.E.C. (le « Client ») a demandé à DNV Canada Ltd. (« DNV ») de réaliser une simulation acoustique pour le Parc éolien Broughton (le « Projet » ou « BRW ») situé dans la municipalité régionale de comté (MRC) des Appalaches.

La configuration du Projet utilisée pour la simulation acoustique comprend 29 sites d'éolienne, ainsi qu'un poste électrique (ou une « sous-station »).

Le modèle d'éolienne retenue pour la simulation sonore actuelle est la Nordex N163 7,0 MW dont la hauteur au moyeu est de 118 m. Selon le modèle actuel, toutes les éoliennes opéreront en mode de bruit standard pour la période de jour. Six des 29 éoliennes opéreront en mode de bruit réduit (mode 3) la nuit. Le poste électrique comprend un transformateur de 167 MVA et 230 kV qui est inclus dans la modélisation sonore.

L'impact acoustique cumulatif du Projet et des parcs éoliens adjacents Mont Sainte-Marguerite (« MSM ») et Des Moulins (« DM ») 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 à tous les récepteurs dans un rayon de deux kilomètres des éoliennes et de la sous-station électrique du Projet, et jusqu'à 5 km d'une éolienne du Projet pour les zones à moins de 5 km d'une éolienne d'un parc existant, 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 réglementation 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 à la vie, à la santé, à la sécurité, au bien-être ou au confort de l'être humain » (L.R.Q. 2024, article 20). 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 maximum 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 2025 par DNV, déposée avec l'étude d'impact sur l'environnement, indiquent des niveaux sonores minimums inférieurs.

Finalement, la directive inclut une condition sur l'impact cumulatif sonore des projets existants qui se résume comme suit:

pour tout récepteur sensible situé à la fois à l'intérieur d'une distance de 5 km d'une éolienne du projet présenté et d'une éolienne d'un autre projet existant ou projeté, l'initiateur devra démontrer que le critère sera respecté en considérant l'impact cumulatif de l'ensemble des projets.

Ainsi, ce rapport inclut l'impact sonore cumulatif du Projet et des parcs éoliens existants Mont Sainte-Marguerite et Des Moulins.

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, et jusqu'à 5 km d'une éolienne du Projet pour les zones à moins de 5 km d'une éolienne d'un parc éolien existant. Le secteur est essentiellement composé de zones agricoles, forestières ou agroforestières. La topographie est formée de collines basses variant entre environ 300 m à 620 m au-dessus du niveau de la mer.

4.2 Configuration du Projet

La configuration du Projet à l'étude consiste en 29 sites d'éoliennes de modèle Nordex N163 7,0 MW dont la hauteur au moyeu de 118 m, ainsi que d'un poste électrique. 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)
BTransf	326072	5119136
BT-001	330208	5129948
BT-002	332026	5129148
BT-003	333216	5129818
BT-004	334435	5130069
BT-005	334794	5129190
BT-006	335589	5129731
BT-007	335244	5128274
BT-008	335945	5127729
BT-009	336148	5126703
BT-010	336863	5127085
BT-011	336463	5126170
BT-012	333149	5125036
BT-013	331207	5116680
BT-014	328283	5121123

Identifiant	Coordonnées UTM Zone 19	
	X (m)	Y (m)
BT-015	328253	5120218
BT-016	332766	5122670
BT-017	333564	5121870
BT-018	332867	5120841
BT-019	334170	5121077
BT-020	333863	5120316
BT-021	335215	5119460
BT-022	331636	5117564
BT-023	331073	5117176
BT-024	329974	5116076
BT-025	329744	5115623
BT-026	332198	5123252
BT-027	327265	5121872
BT-028	335517	5124669
BT-029	330232	5125758

4.3 Récepteurs sensibles

Un total de 1 015 récepteurs situés dans la zone d'étude de l'analyse sonore a été considéré dans l'analyse. Les récepteurs ont été identifiés par PEG à l'aide de photos aériennes de la région, puis validés lors de visites de la zone d'étude de mai 2024 à septembre 2025, ainsi que par des communications avec la MRC.

La zone d'étude de l'analyse sonore a été définie afin d'inclure tout récepteur sensible dans un rayon de 2 km des éoliennes du Projet ainsi que pour tout récepteur sensible situé à la fois à l'intérieur d'une distance de 5 km d'une éolienne du Projet et d'une éolienne d'un parc éolien existant, conformément à la directive du MELCCFP.

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

Le niveau de puissance sonore totale et à bande d'octave pour l'éolienne Nordex N163 7,0 MW, avec pales à bruit réduit (« serrated trailing edge (STE)»), est spécifié dans la documentation du fabricant [4]. Le niveau de puissance sonore maximum est de 107,4 dBA en mode standard (mode 0). Le niveau de puissance sonore maximal utilisé dans l'analyse correspond à une vitesse de vent à hauteur de moyeu de 7 m/s et plus. De plus, un mode de bruit réduit (mode 3 STE), avec un niveau maximal de 106,3 dBA, aussi à une vitesse de vent de 7 m/s et plus, est considéré pour certaines éoliennes pendant les heures de nuit.

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 de l'éolienne Nordex N163 7,0 MW [dBA]

Mode	Fréquence [Hz]									Total
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Mode 0 STE	81,2	88,6	96,2	98,3	99,5	101,3	102,0	96,4	82,0	107,4
Mode 3 STE	80,1	87,5	95,1	97,2	98,4	100,2	100,9	95,3	80,9	106,3

Dans la simulation actuelle, toutes les éoliennes opèrent en mode de bruit maximal pendant le jour, et six des 29 éoliennes opèrent en mode de bruit réduit (mode 3) la nuit.

5.1.2 Poste électrique

Le poste électrique du Projet prévoit un transformateur de haut voltage (167 MVA 230 kV). DNV a modélisé un transformateur avec un niveau de puissance sonore de ≤95 dBA. DNV a aussi inclus 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 [5] 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

5.1.3 Parc Éolien Mont Sainte-Marguerite (MSM)

Le parc éolien MSM de 143 MW, appartenant à Parc Éolien Mont Sainte-Marguerite S.E.C (filiale de Pattern), est opérationnel depuis 2017 et comprend 46 éoliennes Siemens SWT 113, avec capacité nominale de 3,2 MW chacune, et hauteur de moyeu de 92,5 m [6].

Les niveaux sonores par bande d'octave avec les modes de gestion du bruit sont présentés dans le Tableau 5-3. Le niveau de puissance sonore maximum est de 106,0 dBA en mode standard (pleine puissance) et de 105,0 dBA et 104,0 dBA respectivement pour les modes de bruit réduit. Ces données proviennent directement de l'analyse effectuée par DNV lors de l'étude d'impact du projet MSM [6].

Tableau 5-3 Niveau de puissance sonore des éoliennes Siemens SWT 113 3,2 MW [dBA]

Éolienne	Fréquence [Hz]								Total
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Mode standard	91,9	94,5	97,8	98,4	100,0	99,1	95,7	86,8	106,0
Mode -1 dB	91,5	94,0	96,7	97,3	98,9	98,0	94,6	85,7	105,0
Mode -2 dB	91,3	93,6	95,6	96,2	97,8	96,9	93,5	84,6	104,0

Le poste électrique du parc MSM a été modélisé selon les bandes d'octaves utilisées dans l'étude sonore de MSM [6]. Cependant, son impact cumulé est négligeable parce qu'il se trouve à près de 7 km de l'éolienne BRW la plus proche.

5.1.4 Parc Éolien Des Moulins (DM)

Le parc éolien DM de 135,7 MW, appartenant à Énergie Éolienne Des Moulins S.E.C (filiale de Boralex), est opérationnel depuis 2013 et comprend 59 éoliennes Enercon E82, avec capacité nominale de 2,3 MW chacune, et hauteur de moyeu de 98 m.

Les données détaillées de l'étude sonore ne sont pas incluses dans l'étude d'impact du projet DM [7]. DNV a donc utilisé des niveaux acoustiques par bande d'octave dans sa base de données interne fournies par Enercon pour l'éolienne E82 2,3 MW [8]. Les niveaux de puissance sonore utilisés dans l'analyse sont présentés dans le Tableau 5-4.

Tableau 5-4 Niveau de puissance sonore des éoliennes Enercon E82 2,3 MW [dBA]

Éolienne	Fréquence [Hz]								Total
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
E82 Mode standard	87,4	95,4	95,1	97,7	99,5	94,6	82,3	74,2	104,0

Dû à l'insuffisance de données dans l'étude d'impact de DM, le poste électrique du projet DM a été modélisé selon les bandes d'octaves utilisées dans l'étude sonore de MSM [6].

5.2 Méthodologie

Le niveau sonore 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 118 m. Le transformateur du poste électrique a été modélisé à une hauteur de 4,5 m. Les éoliennes des projets existants ont aussi été incluses dans l'analyse.

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'octaves (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 éoliennes).

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: 10° C
- Pression atmosphérique ambiante : 101,32 kPa
- Humidité : 70%
- Coefficient d'absorption du sol : 0,5 global, sauf :
 - Aire du poste électrique : 0
- 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 éolienne et un récepteur sonore ;
- Aucune atténuation pour les obstacles n'a été prise en compte ;
- La direction du vent préconisée dans le modèle ISO 9613-2 est modélisée de façon à ce que la position des récepteurs soit toujours en aval des éoliennes ;
- Une correction a été appliquée pour la réflexion sonore additionnelle causée par les profils de terrain concave, s'il y a lieu, entre une éolienne et un récepteur, conformément au standard ISO 9613-2.
 - Cette même méthode avait été employée pour l'étude sonore du Projet Mont Sainte-Marguerite [6].
- 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 ;

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

6 RÉSULTATS

6.1 Niveaux sonores cumulatifs aux récepteurs

Le niveau de bruit diurne et nocturne le plus élevé serait de 42 dBA dans un à une habitation sommaire (ID 452). Le niveau de bruit le plus élevé à des habitations permanentes serait de 39,5 dBA au récepteur 29, proche du poste électrique. Les niveaux de bruit calculés pour les récepteurs dont le niveau de bruit est de 35 dBA ou plus sont présentés au Tableau 6-1. Ces niveaux de bruit incluent une correction pour des profils de terrain concaves, selon le standard ISO 9613-2, où applicable. Des niveaux sonores de moins de 35 dBA sont prévus à tous les autres récepteurs.

Des cartes détaillées illustrant les contours isophones des niveaux de pression acoustique prévus aux récepteurs situés à proximité du Projet sont présentées aux Figure 6-1, Figure 6-2, Figure 6-3, Figure 6-4, Figure 6-5. Ces contours n'incluent pas la correction de concavité du terrain, qui a été appliquée uniquement aux emplacements exacts des récepteurs dans le tableau ci-dessous, si nécessaire.

Tableau 6-1 Niveaux sonores calculés

Identifiant du récepteur	Niveau sonore à 1,5 m du sol avec pénalité de concavité appliquée (dBA)		Coordonnées en UTM Zone 19		Éolienne (BRW) ou transformateur le plus proche	
	Jour (7 h 00 à 19 h 00)	Nuit (19 h 00 à 7 h 00)	X (m)	Y (m)	(m)	ID
452*	42,0	41,9	337733	5129554	2151	T-006
450*	39,9	39,7	337157	5128174	1128	T-010
451*	40,1	39,6	337890	5127710	1202	T-010
29	39,5	39,5	325959	5118823	333	Transf
449*	39,5	39,0	338041	5127048	1178	T-010
28	39,0	39,0	326006	5118789	354	Transf
430	38,8	38,8	328868	5132125	2556	T-001
676	38,5	38,5	331104	5134005	4155	T-001
829	39,0	38,4	339681	5127063	2818	T-010
830	39,0	38,4	339677	5127088	2814	T-010
454	39,1	38,4	334750	5131889	1848	T-004
677	38,4	38,3	331093	5134037	4183	T-001
831	38,9	38,3	339689	5127109	2826	T-010
27	38,1	38,1	325951	5118745	410	Transf
756	38,8	38,0	334574	5132849	2784	T-004
753	38,8	37,9	334572	5132817	2752	T-004
273	38,0	37,9	330408	5117550	762	T-023
432	37,9	37,9	328950	5132188	2569	T-001
680	37,9	37,9	331040	5134121	4255	T-001
681	37,9	37,9	331015	5134138	4267	T-001
94	38,8	37,9	333138	5123317	746	T-016
749	38,6	37,8	334561	5132779	2713	T-004
758	38,6	37,8	334563	5132881	2815	T-004
33	37,9	37,8	325914	5119536	430	Transf
832*	38,4	37,8	339743	5127124	2880	T-010
682	37,8	37,7	330963	5134175	4294	T-001
679	37,8	37,7	331054	5134114	4251	T-001
760	38,4	37,7	334550	5132908	2842	T-004
285*	37,6	37,6	331753	5118299	744	T-022
678	37,6	37,6	331107	5134088	4236	T-001
95	38,4	37,5	333253	5123259	765	T-016
448*	37,7	37,4	337652	5126644	903	T-010
674	37,4	37,4	331369	5133820	4042	T-001
234	37,8	37,4	327350	5121015	861	T-027
31	37,4	37,4	325512	5119275	577	Transf
675	37,4	37,4	331216	5133968	4145	T-001
746	38,2	37,4	334539	5132753	2686	T-004
790	37,7	37,4	336044	5134313	4539	T-004
17	37,7	37,4	335375	5126201	922	T-009
15	38,1	37,4	335808	5125635	846	T-011
274*	37,3	37,3	330421	5117681	824	T-023
752	38,0	37,3	334520	5132832	2765	T-004

Identifiant du récepteur	Niveau sonore à 1,5 m du sol avec pénalité de concavité appliquée (dBA)		Coordonnées en UTM Zone 19		Éolienne (BRW) ou transformateur le plus proche	
	Jour (7 h 00 à 19 h 00)	Nuit (19 h 00 à 7 h 00)	X (m)	Y (m)	(m)	ID
13	38,1	37,3	335681	5125452	800	T-028
26*	37,2	37,2	325491	5118571	810	Transf
683	37,2	37,2	330858	5134240	4341	T-001
743	37,9	37,2	334513	5132721	2653	T-004
748	37,9	37,2	334507	5132789	2721	T-004
18	37,4	37,2	335171	5126561	987	T-009
25	37,2	37,2	334173	5128232	1072	T-007
763	37,9	37,1	334509	5132966	2898	T-004
32	37,1	37,1	325215	5119545	949	Transf
761	37,9	37,1	334528	5132939	2872	T-004
745	37,8	37,0	334490	5132764	2696	T-004
14	37,7	37,0	335702	5125589	938	T-028
16	37,8	36,9	336351	5125377	801	T-011
765	37,6	36,9	334487	5133005	2937	T-004
30	36,9	36,9	325631	5118964	473	Transf
24	37,0	36,9	334135	5128222	1110	T-007
12	37,3	36,9	331065	5129408	995	T-002
275	36,9	36,8	330731	5118055	943	T-023
759	37,4	36,7	334470	5132927	2858	T-004
233	36,9	36,7	327347	5120764	1003	T-014
453*	36,8	36,6	337147	5130381	1688	T-006
11*	36,6	36,5	331745	5128423	777	T-002
836	36,9	36,5	339878	5127649	3067	T-010
750	37,2	36,5	334440	5132851	2782	T-004
272	36,4	36,4	330194	5117460	924	T-023
835	36,9	36,4	339871	5127630	3057	T-010
278	36,5	36,4	330905	5118248	1001	T-022
733	37,1	36,4	334452	5132661	2592	T-004
741	37,1	36,4	334433	5132721	2653	T-004
747	37,1	36,4	334428	5132822	2753	T-004
754	37,2	36,4	334442	5132877	2809	T-004
834	36,8	36,3	339885	5127595	3065	T-010
439	36,3	36,3	328134	5133623	4220	T-001
684	36,3	36,3	330592	5134335	4404	T-001
711	37,0	36,3	334364	5132241	2173	T-004
837	36,7	36,3	339895	5127655	3085	T-010
731	36,8	36,2	334408	5132618	2549	T-004
742	36,9	36,2	334397	5132766	2698	T-004
757	36,9	36,2	334424	5132924	2855	T-004
766	36,9	36,2	334442	5133058	2989	T-004
277	36,1	36,1	330784	5118225	1078	T-022
722	36,8	36,1	334335	5132551	2484	T-004
762	36,8	36,1	334431	5132997	2928	T-004

Identifiant du récepteur	Niveau sonore à 1,5 m du sol avec pénalité de concavité appliquée (dBA)		Coordonnées en UTM Zone 19		Éolienne (BRW) ou transformateur le plus proche	
	Jour (7 h 00 à 19 h 00)	Nuit (19 h 00 à 7 h 00)	X (m)	Y (m)	(m)	ID
93	36,2	36,1	334718	5121849	947	T-019
276	36,1	36,0	330733	5118199	1077	T-023
46	36,1	36,0	333732	5125584	800	T-012
720	36,7	36,0	334324	5132472	2406	T-004
725	36,6	36,0	334364	5132581	2513	T-004
787	37,1	36,0	337260	5133435	4064	T-006
280	36,0	36,0	330906	5118323	1053	T-022
279	36,0	36,0	330876	5118306	1062	T-022
271	36,0	36,0	330127	5117455	986	T-023
23	36,0	35,9	333937	5128009	1334	T-007
723	36,5	35,9	334294	5132582	2517	T-004
734	36,6	35,9	334366	5132708	2640	T-004
455*	36,2	35,9	337254	5131530	2451	T-006
710	36,4	35,8	334263	5132261	2199	T-004
728	36,4	35,8	334325	5132615	2549	T-004
764	36,4	35,8	334308	5133084	3018	T-004
47	35,8	35,7	333424	5125806	817	T-012
783	36,6	35,7	337448	5133103	3851	T-006
786	36,8	35,7	337265	5133384	4019	T-006
792	35,8	35,7	339352	5132343	4581	T-006
217*	36,5	35,7	326559	5121621	749	T-027
779	36,3	35,7	337757	5132715	3689	T-006
22	35,8	35,7	334271	5127649	1157	T-007
97	36,1	35,7	334007	5122735	972	T-017
75	35,7	35,7	330591	5125024	818	T-029
38	36,4	35,7	334702	5124271	907	T-028
281	35,7	35,7	331018	5118424	1059	T-022
782	36,5	35,6	337445	5133051	3803	T-006
789	35,8	35,6	339197	5132385	4479	T-006
65	35,6	35,6	329871	5126444	774	T-029
685	35,5	35,5	330486	5134388	4448	T-001
712	36,0	35,5	334190	5132339	2283	T-004
92	35,6	35,4	334530	5122009	975	T-017
713	36,0	35,4	334173	5132351	2297	T-004
791	35,6	35,4	339380	5132302	4580	T-006
41	36,0	35,3	334523	5124568	999	T-028
785	35,7	35,3	338429	5132567	4014	T-006
686	35,3	35,3	330454	5134399	4458	T-001
718	35,9	35,3	334180	5132494	2439	T-004
719	35,9	35,3	334185	5132525	2469	T-004
833	35,8	35,3	340041	5126830	3188	T-010
751	35,9	35,3	334208	5132962	2902	T-004
129	35,4	35,3	332240	5120197	899	T-018

Identifiant du récepteur	Niveau sonore à 1,5 m du sol avec pénalité de concavité appliquée (dBA)		Coordonnées en UTM Zone 19		Éolienne (BRW) ou transformateur le plus proche	
	Jour (7 h 00 à 19 h 00)	Nuit (19 h 00 à 7 h 00)	X (m)	Y (m)	(m)	ID
283	35,3	35,3	331253	5118567	1074	T-022
282*	35,3	35,3	331110	5118537	1105	T-022
43	36,1	35,2	335741	5123851	847	T-028
778	36,0	35,2	337036	5133111	3677	T-006
90	35,3	35,2	335193	5121071	1023	T-019
703	35,7	35,2	334146	5133277	3221	T-004
755	35,9	35,2	334219	5132994	2933	T-004
100	35,9	35,2	333674	5123156	1030	T-016
788	35,4	35,2	339116	5132331	4382	T-006
714	35,7	35,2	334137	5132386	2336	T-004
881	35,5	35,2	339601	5125818	3017	T-010
773	35,7	35,2	337621	5132463	3405	T-006
715	35,6	35,1	333866	5132514	2511	T-004
784	35,5	35,1	338361	5132530	3939	T-006
840	35,6	35,1	340132	5127549	3301	T-010
44	35,4	35,1	334095	5125218	964	T-012
99	35,4	35,1	334282	5122542	983	T-017
776	35,6	35,1	337786	5132450	3496	T-006
716	35,6	35,1	334121	5132410	2362	T-004
48	35,2	35,1	333938	5125517	924	T-012
128*	35,1	35,1	332631	5119770	1096	T-018
270*	35,1	35,1	329734	5117237	1186	T-024
771	35,5	35,1	337704	5132399	3405	T-006
106	35,0	35,0	335761	5120142	873	T-021
135	35,1	35,0	331989	5120643	900	T-018
21	35,2	35,0	334424	5127448	1164	T-007
687	35,0	35,0	330510	5134444	4506	T-001

* Catégorie Zone II : Habitation sommaire, sans infrastructure permanente.

Les résultats sont arrondis au décibel près.

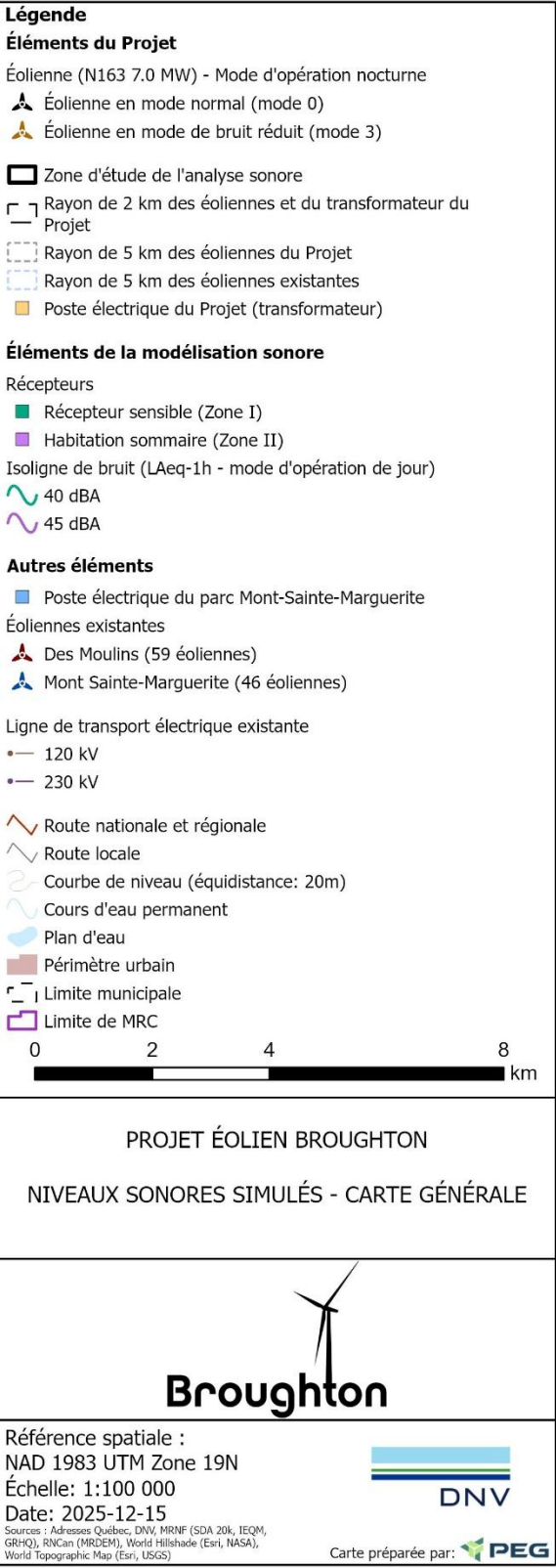
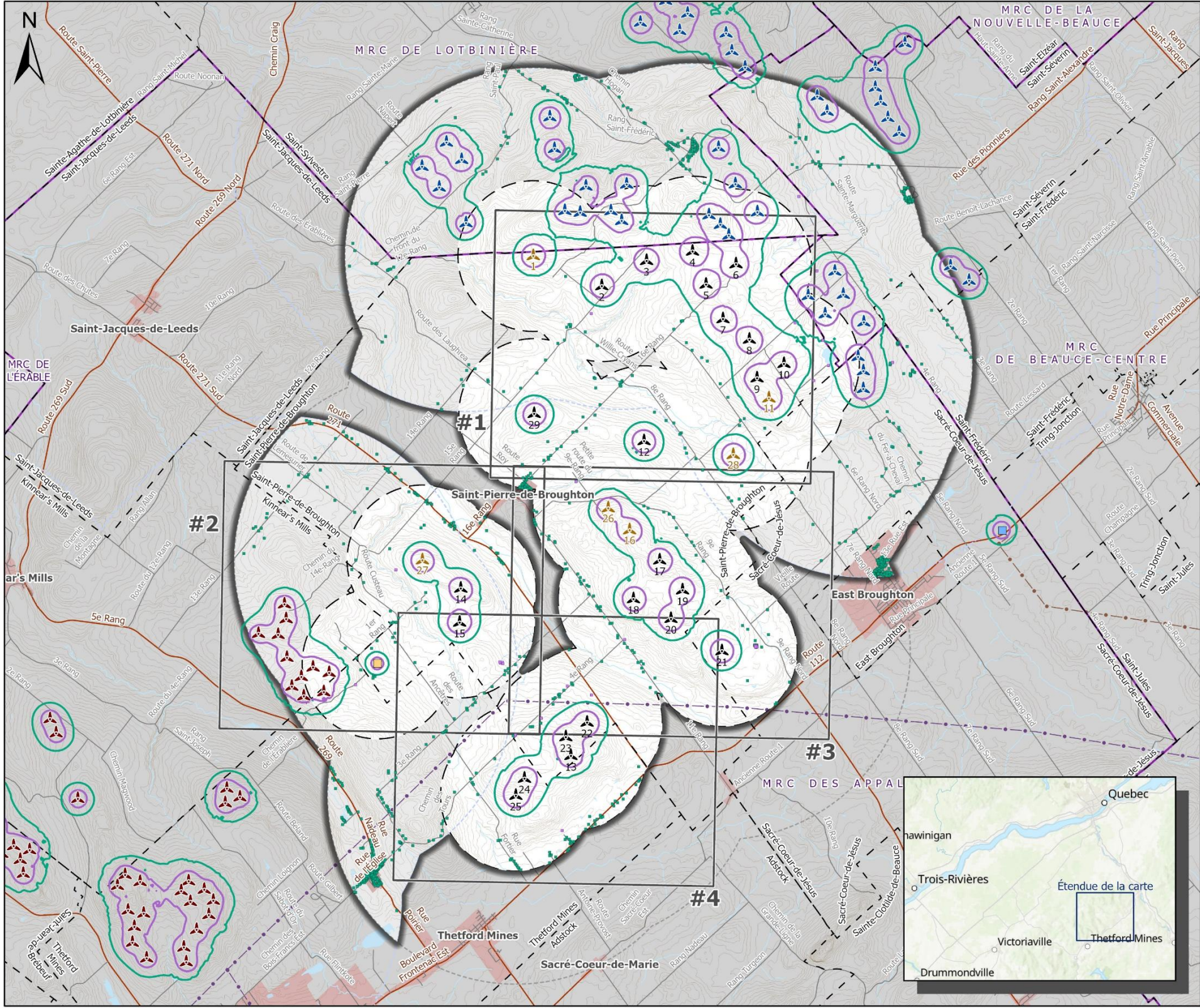
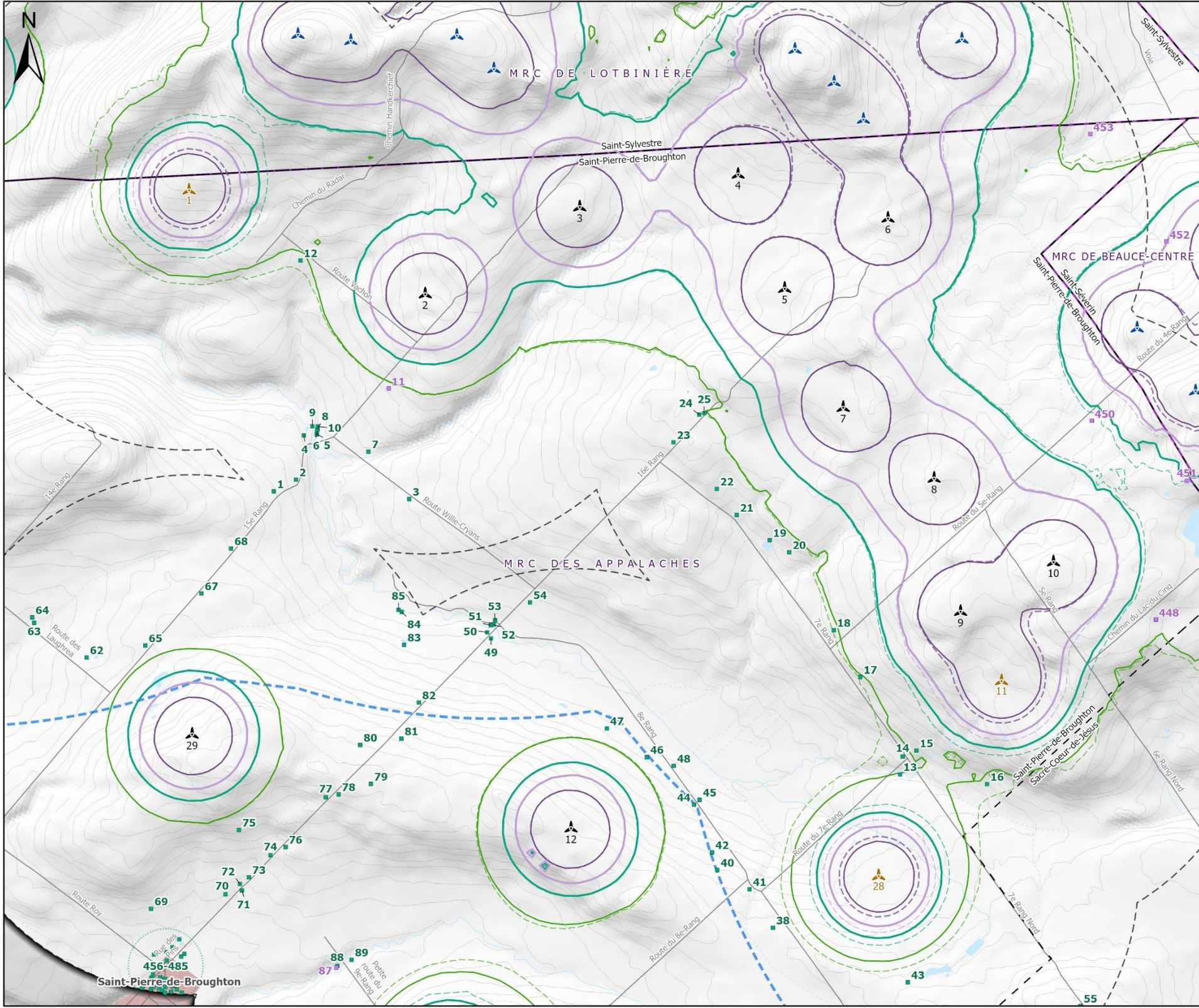


Figure 6-1 Niveaux de bruit modélisés pour le Projet (vue générale)



Légende
Éléments de Projet
Zone d'étude de l'analyse sonore
Rayon de 2 km des éoliennes et du transformateur
Rayon de 5 km des éoliennes
Éolienne (modes d'opération)
Mode 0 STE
Mode 3 STE (nuit)
Éoliennes existantes
Mont Sainte-Marguerite (46 éoliennes)
Éléments de la modélisation sonore
Récepteurs
Récepteur sensible (Zone I)
Habitation sommaire (Zone II)
Isoligne de bruit (LAeq-1h - mode d'opération de jour)
37 dBA
40 dBA
42 dBA
45 dBA
Isoligne de bruit (LAeq-1h - mode d'opération de nuit)
37 dBA
40 dBA
42 dBA
45 dBA
Autres éléments
Ligne de transport électrique existante
120 kV
230 kV
Route locale
Courbe de niveau (équidistance: 20m)
Cours d'eau permanent
Cours d'eau intermittent
Plan d'eau
Périmètre urbain
Limite municipale
Limite de MRC
0 0,5 1 2 km

PROJET ÉOLIEN BROUGHTON

NIVEAUX SONORES SIMULÉS - PAGE 1 DE 4




Référence spatiale :
NAD 1983 UTM Zone 19N
Échelle: 1:29 000
Date: 2025-12-15
Sources : Adresses Québec, DNV, MRNF (SDA 20k, IEQM, GRHQ), RNCAN (MRDEM), World Hillshade (Esri, NASA), World Topographic Map (Esri, USGS)

Carte préparée par: PEG

Figure 6-2 Niveaux de bruit modélisés pour le Projet (Carte 1)

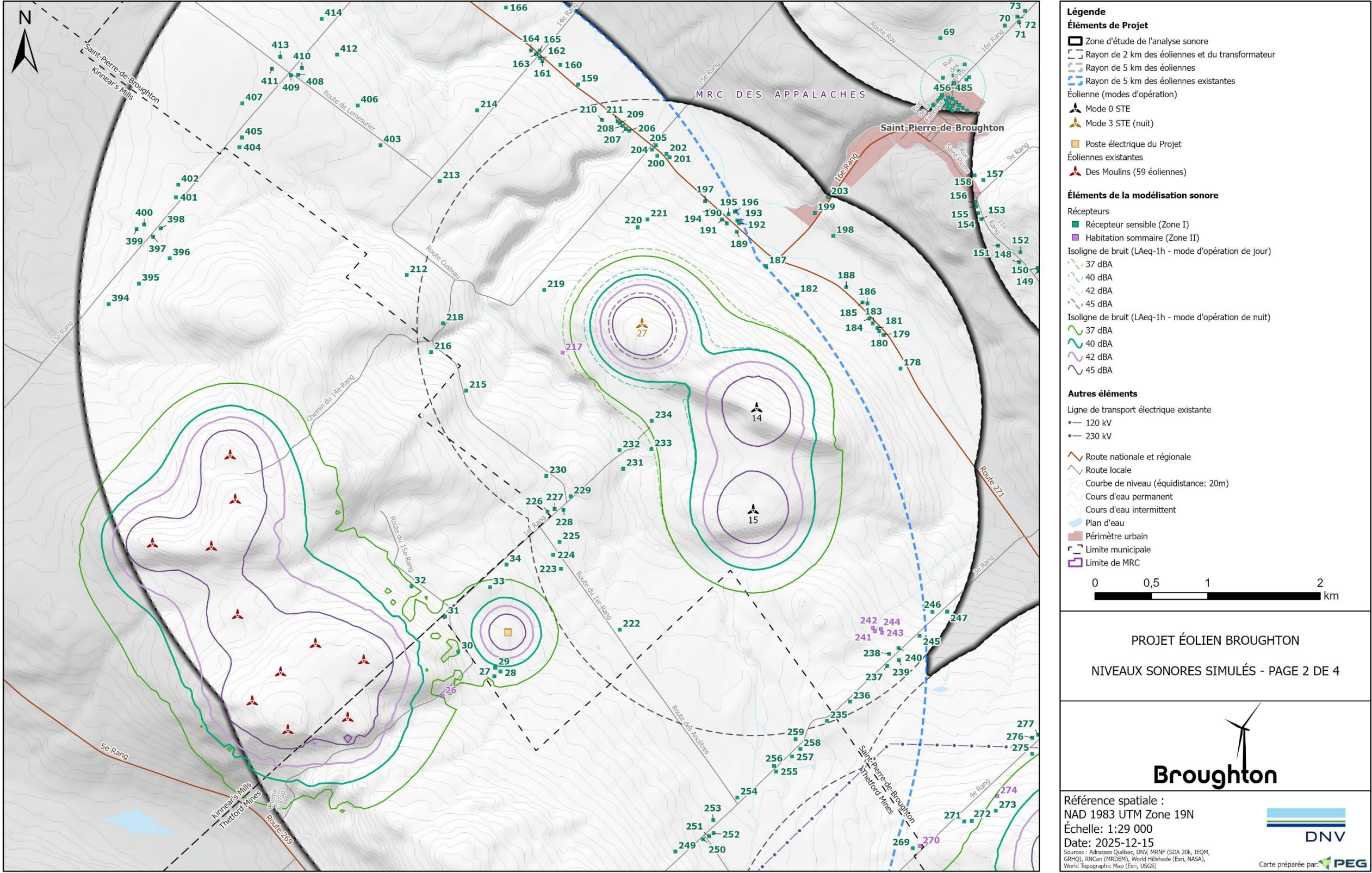
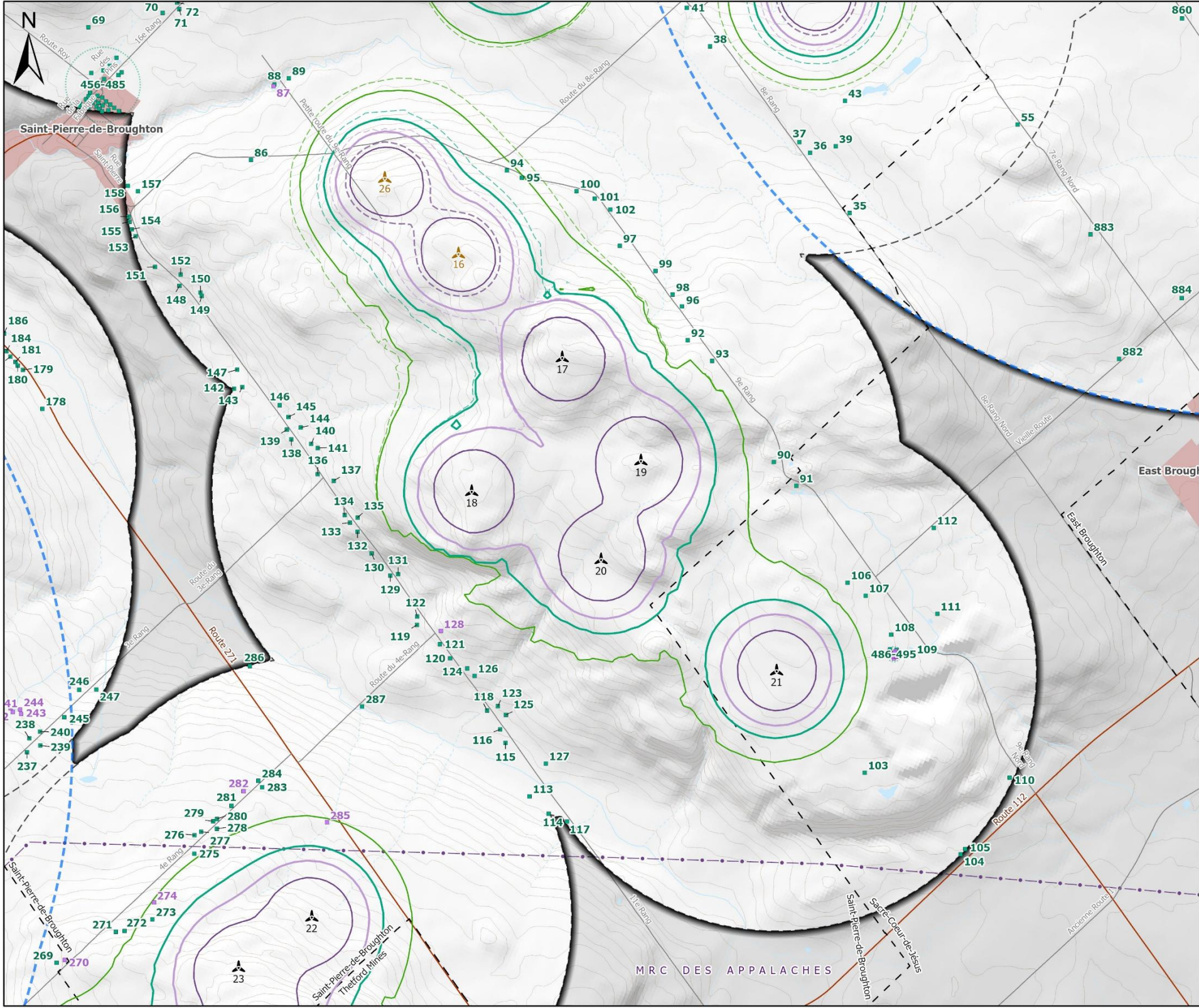


Figure 6-3 Niveaux de bruit modélisés pour le Projet (Carte 2)



Légende

Éléments de Projet

- Zone d'étude de l'analyse sonore
- Rayon de 2 km des éoliennes et du transformateur
- Rayon de 5 km des éoliennes
- Rayon de 5 km des éoliennes existantes
- Éolienne (modes d'opération)
- Mode 0 STE
- Mode 3 STE (nuit)

Éléments de la modélisation sonore

Récepteurs

- Récepteur sensible (Zone I)
- Habitation sommaire (Zone II)

Isoligne de bruit (L_{Aeq}-1h - mode d'opération de jour)

- 37 dBA
- 40 dBA
- 42 dBA
- 45 dBA

Isoligne de bruit (L_{Aeq}-1h - mode d'opération de nuit)

- 37 dBA
- 40 dBA
- 42 dBA
- 45 dBA

Autres éléments

Ligne de transport électrique existante

- 120 kV
- 230 kV

Route nationale et régionale

Route locale

Courbe de niveau (équidistance: 20m)

Cours d'eau permanent

Cours d'eau intermittent

Plan d'eau

Périmètre urbain

Limite municipale

Limite de MRC

0 0,5 1 2 km

PROJET ÉOLIEN BROUGHTON

NIVEAUX SONORES SIMULÉS - PAGE 3 DE 4

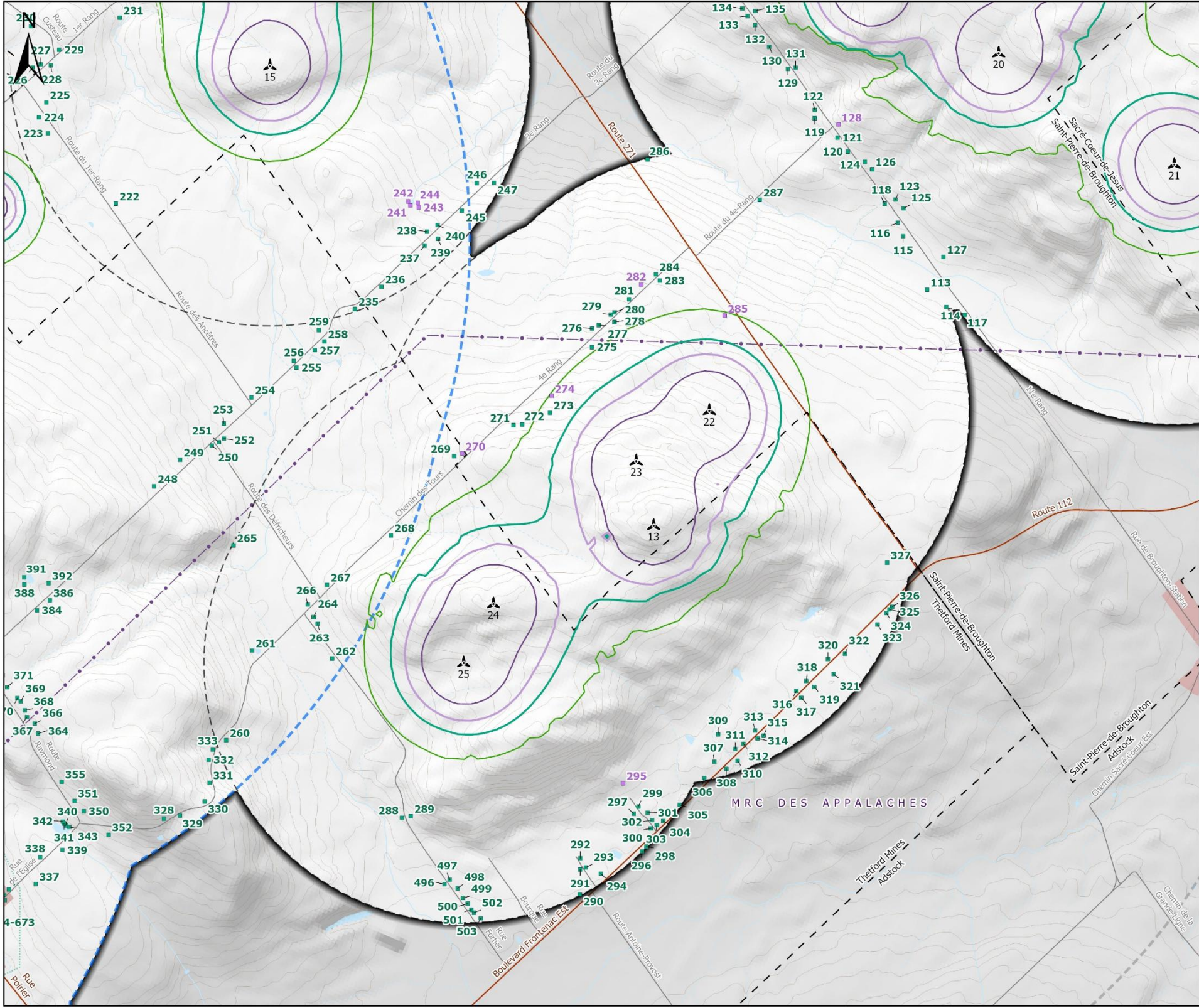
Broughton

Référence spatiale :
NAD 1983 UTM Zone 19N
Échelle: 1:29 000
Date: 2025-12-15

Sources : Adresses Québec, DNV, MRNF (SDA 20k, IEQM, GRHQ), RNCAN (MRDEM), World Hillshade (Esri, NASA), World Topographic Map (Esri, USGS)

Carte préparée par: PEG

Figure 6-4 Niveaux de bruit modélisés pour le Projet (Carte 3)



Légende

Éléments de Projet

- Zone d'étude de l'analyse sonore
- Rayon de 2 km des éoliennes et du transformateur
- Rayon de 5 km des éoliennes
- Rayon de 5 km des éoliennes existantes
- Éolienne (modes d'opération)
- Mode 0 STE

Éléments de la modélisation sonore

Récepteurs

- Récepteur sensible (Zone I)
- Habitation sommaire (Zone II)

Isoligne de bruit (L_{Aeq}-1h - mode d'opération de jour)

- 37 dBA
- 40 dBA
- 42 dBA
- 45 dBA

Isoligne de bruit (L_{Aeq}-1h - mode d'opération de nuit)

- 37 dBA
- 40 dBA
- 42 dBA
- 45 dBA

Autres éléments

Ligne de transport électrique existante

- 120 kV
- 230 kV

Route nationale et régionale

Route locale

Courbe de niveau (équidistance: 20m)

Cours d'eau permanent

Cours d'eau intermittent

Plan d'eau

Périmètre urbain


Limite municipale

Limite de MRC

0 0,5 1 2 km

PROJET ÉOLIEN BROUGHTON

NIVEAUX SONORES SIMULÉS - PAGE 4 DE 4



Référence spatiale :
NAD 1983 UTM Zone 19N
Échelle: 1:29 000
Date: 2025-12-15

Sources : Adresses Québec, DNV, MRNF (SDA 20k, IEQM, GRHQ), RNCAN (MRDEM), World Hillshade (Esri, NASA), World Topographic Map (Esri, USGS)


Carte préparée par: 

Figure 6-5 Niveaux de bruit modélisés pour le Projet (Carte 4)

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. KI : Terme correctif pour les bruits d’impact
2. KT : Terme correctif pour le bruit à caractère tonal
3. KS : Terme correctif pour les bruits de basse fréquence

Cette section discute les détails de chacun de ces termes.

6.2.1 KI

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 KT

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

DNV a également examiné la présence de toute tonalité distincte aux sources à partir des données disponibles en bandes de tiers d’octave fournies par le Client. Il a été constaté qu’aucune tonalité distincte audible n’est présente pour les éoliennes. Par contre, le transformateur au poste électrique du Projet a été modélisé avec un KT de +5 dB pour tenir compte de la tonalité du transformateur (voir section 5.1.2).

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 pour les éoliennes.

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 dBA 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 équivalente.

DNV a évalué le niveau L_{Ceq} nocturne pour tous les récepteurs et a comparé ces résultats au L_{Aeq}. Le sommaire des 20 plus hautes différences L_{Ceq}-L_{Aeq}, arrondis au dixième de décibel, pour les récepteurs ayant un niveau sonore cumulatif 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 L _{Ceq} -L _{Aeq}
23	21,1
22	20,8
24	20,5
455	20,5
25	20,4
281	20,4
18	20,3
779	20,2
785	20,2
279	20,2
280	20,2
453	20,2
276	20,2
277	20,1
100	20,1
90	20,0
278	20,0
97	19,9
788	19,9
47	19,9

Ces résultats sont basés sur les niveaux sonores cumulatifs du Projet et des projets existants. On observe que 15 récepteurs dépassent légèrement le seuil de 20 dB. L'éolienne modélisée (N163) a une composante sonore significative à 31,5 Hz, ce qui expliquerait ces dépassements. Par contre, le niveau maximum absolu en dBC pour ces 15 récepteurs est de 57,3 dBC au récepteur 25, et de 59,8 dBC globalement pour l'ensemble des récepteurs dans l'analyse (à une habitation

sommaire). Selon Broner (2011)², des niveaux sonores extérieures sous le seuil de 60 dBC sont acceptables et ne causerait pas de nuisance.

Il n'y a présentement aucune « *démonstration que le bruit de basse fréquence est la cause de nuisance accrue à l'intérieur de bâtiment à vocation résidentielle ou équivalente* ».

Donc :

Aucun terme correctif KS n'a été appliqué.

Dans l'éventualité où une plainte de bruit de basse fréquence s'accompagnerait d'une mesure sonore à un de ces récepteurs qui démontrerait qu'une nuisance accrue à l'intérieur du bâtiment est bel et bien causée par les éoliennes, il serait possible d'opérer les éoliennes fautives en mode de bruit réduit, afin de rendre le projet conforme à la limite prescrite, même en incluant un terme correctif KS.

Cependant, tel qu'expliqué ci-haut, puisqu'aucun niveau sonore cumulatif excède le seuil de 60 dBC absolu, ce risque est jugé bas.

² https://www.acoustics.asn.au/journal/2011/2011_39_1_Broner.pdf

7 CONCLUSION

DNV a effectué une analyse pour déterminer les niveaux sonores cumulatifs maximaux de jour et de nuit attendus aux récepteurs à proximité du Projet. La simulation a été réalisée avec 29 positions d'éoliennes Nordex N163 7,0 MW avec une hauteur au moyeu de 118 m. Six des 29 éoliennes opéreront en mode de bruit réduit (mode 3 STE).

Un transformateur haut voltage (167 MVA 230 kV) a été considéré au poste électrique.

La simulation inclut également les éoliennes et postes électriques des deux parcs éoliens existants adjacents : Mont Sainte-Marguerite et Des Moulins.

Le niveau sonore diurne et nocturne le plus élevé dans une habitation permanente est 39,5 dBA au récepteur 29, proche du poste électrique.

Le niveau de pression acoustique cumulé diurne et nocturne le plus fort est de 42 dBA à une habitation sommaire (ID 452).

155 récepteurs ont un niveau sonore simulé nocturne 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 du Projet respectera les niveaux permisibles de jour et de nuit applicables (voir section 3).

De plus, l'impact cumulatif pour tout récepteur sensible situé à la fois à l'intérieur d'une distance de 5 km d'une éolienne du projet présenté et d'une éolienne d'un autre parc éolien existant demeure sous la limite de bruit prescrite par la norme NI 98-01.

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 climatiques, de la Faune et des Parcs, Directive pour la réalisation d'une étude d'impacts sur l'environnement, Projet du Broughton sur le territoire de la municipalité régionale de comté des Appalaches, Dossier 3211-12-268, 17 février 2025.
<https://www.ree.environnement.gouv.qc.ca/dossiers/3211-12-268/3211-12-268-2.pdf>
- [4] Nordex. *Octave sound power levels -Nordex N163/6.X*. Doc.: 2017735EN. Révision 10. 01-22-2025
- [5] *Handbook of Acoustics*. Edited by Malcolm J. Crocker. John Wiley & Sons. 1998.
- [6] DNV. *Étude d'impact sur l'environnement Volume 7 – Rapport complémentaire*. 14 octobre 2015.
https://patternenergy.com/wp-content/uploads/2021/09/Mont_Ste-Marguerite_vol_7_Report.pdf
- [7] SNC Lavalin. *Rapport d'analyse environnementale pour le projet d'aménagement du parc éolien Des Moulins sur le territoire de la ville de Thetford Mines ainsi que des municipalités de Saint-Jean-de-Brébeuf et de Kinnear's Mills par Énergie Éolienne Des Moulins S.E.C.* <https://www.environnement.gouv.qc.ca/evaluations/decret/2010/857-2010.pdf>
- [8] Enercon. *Sound Power Level of the Enercon E-82 E2 Operational Mode I*. avril 2010.
- [9] 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.

Annexe L – Étude de potentiel archéologique

PROJET ÉOLIEN BROUGHTON 2025

ÉTUDE DE POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE



Québec, juillet 2025

RÉSUMÉ

Cette étude de potentiel archéologique s'inscrit à l'intérieur d'une démarche entreprise par Stratégie PEG afin d'évaluer les impacts sur ce patrimoine qui pourraient découler du projet de construction du parc éolien Broughton en Chaudière-Appalaches.

Ce document a pris en considération les renseignements les plus récents des bases de données du ministère de la Culture et des Communications du Québec. De même, la recherche a intégré des informations environnementales et historiques.

À ce jour, aucun site archéologique n'a été répertorié à l'intérieur du milieu en observation.

L'analyse des conditions environnementales et des modes d'occupation du territoire à l'époque historique en arrive à la conclusion que le potentiel d'occupation autochtone se résume à 38 zones principalement réparties le long des rives des rivières Perry et Palmer, incluant sa branche ouest.

Le parcours de la littérature et la revue de la cartographie ancienne ont permis de retenir 115 zones de potentiel d'occupation eurocanadienne. À nombre d'entre elles correspondent des établissements agricoles ou agroforestiers (maisons et/ou granges) abandonnés. On y compte également de nombreuses écoles de rang, des mines et leurs bâtiments associés, un cimetière et une fromagerie.

Comme mesure d'atténuation, il est recommandé de réaliser un inventaire préalable au terrain des zones de potentiel, si ces dernières sont appelées à être touchées par les aménagements envisagés (base d'éoliennes, chemins d'accès, réseaux de raccordement, etc.). Si cela s'avère nécessaire, cette prospection, qui implique une inspection visuelle systématique ainsi que la pratique de sondages manuels, doit être effectuée bien avant le début des opérations de construction. Cela permettra aux archéologues de mener à bien leur travail et, éventuellement, de procéder à la fouille des sites susceptibles d'être découverts.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	1
1.0 LA MÉTHODE.....	3
1.1 Le potentiel d'occupation au cours de la période paléohistorique.....	3
1.2 Le potentiel d'occupation au cours de la période historique.....	5
2.0 LA DESCRIPTION DU SECTEUR À L'ÉTUDE	6
2.1 Le paysage actuel	6
2.1.1 La géologie et les sources de matières premières lithiques.....	9
2.1.2 Les dépôts de surface	10
2.1.3 L'hydrographie.....	13
2.1.4 La végétation.....	13
2.2 La déglaciation et l'évolution des conditions environnementales	15
3.0 LA CHRONOLOGIE DE L'OCCUPATION HUMAINE.....	17
3.1 La période paléohistorique	17
3.2 La période historique.....	19
3.2.1 L'occupation autochtone.....	19
3.2.2 Le peuplement eurocanadien.....	20
4.0 LES RECHERCHES ANTÉRIEURES	27
4.1 Bilan des connaissances	27
4.1.1 Immeuble patrimonial	27
4.1.2 Étude de potentiel archéologique.....	28
4.1.3 Inventaire archéologique.....	28
4.1.4 Sites archéologiques connus	29
5.0 LE POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE DU PROJET ÉOLIEN BROUGHTON....	30
5.1 Le potentiel autochtone	30
5.2 Le potentiel eurocanadien	33
CONCLUSION	37
OUVRAGES DE RÉFÉRENCE.....	38

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Localisation du secteur à l'étude.....	1
Figure 2	Localisation sur photo aérienne du secteur à l'étude	2
Figure 3	Modèle numérique de terrain ombré du secteur à l'étude.....	7
Figure 4	Modèle numérique de terrain Lidar (dégradé) du secteur à l'étude	7
Figure 5	Pentes Lidar du secteur à l'étude	8
Figure 6	Courbes de niveau Lidar du secteur à l'étude	8
Figure 7	Géologie du secteur à l'étude.....	9
Figure 8	Dépôts meubles du secteur à l'étude.....	11
Figure 9	Indice d'humidité topographique du secteur à l'étude.....	12
Figure 10	Les principales formations sableuses et les carrières de granulats actives ou fermées dans ou à proximité du secteur à l'étude.....	12
Figure 11	Les principaux cours d'eau du secteur à l'étude	13
Figure 12	Le couvert forestier du secteur à l'étude	14
Figure 13	Les principales étapes de la déglaciation et de l'évolution de la végétation.....	16
Figure 14	Le secteur à l'étude sur une carte de 1815	21
Figure 15	Le secteur à l'étude sur une carte de 1831	21
Figure 16	Le secteur à l'étude sur une carte de 1858	22
Figure 17	Une partie du secteur à l'étude sur une carte de 1908	23
Figure 18	Le secteur à l'étude sur des cartes de 1926 et 1927	24
Figure 19	Le secteur à l'étude dans les années 1950.....	25
Figure 20	Le secteur à l'étude dans les années 1970.....	26
Figure 21	Bâtiments ou lieux d'intérêt patrimonial dans ou à proximité du secteur à l'étude.....	28
Figure 22	Zones ayant fait l'objet d'un inventaire archéologique dans ou à proximité du secteur à l'étude	29
Figure 23	Localisation des zones de potentiel d'occupation autochtone	32
Figure 24	Localisation des zones de potentiel d'occupation eurocanadienne.....	36

TABLEAU

Tableau I : Critères génériques d'évaluation du potentiel archéologique autochtone	4
Tableau II : Liste des bâtiments ou lieux d'intérêt patrimoniaux dans ou à proximité du secteur à l'étude	27
Tableau III : Caractéristiques des zones de potentiel d'occupation autochtone	31
Tableau IV : Caractéristiques des zones de potentiel d'occupation eurocanadienne.....	33

RÉALISATION

Archéologue

Jean-Yves Pital, M. Sc. Rédaction et cartographie

Jean Yves Pital

INTRODUCTION

La production de cette étude de potentiel archéologique découle d'un mandat obtenu de la part de Stratégie PEG. Son objectif consiste à évaluer les impacts sur ce patrimoine qui pourraient résulter du projet éolien Broughton en Chaudière-Appalaches (figures 1 et 2).

Ce document s'ouvre sur une description de la méthode utilisée, ce qui inclut un portrait des paramètres supportant les modèles prédictifs d'établissement. Il brosse ensuite un tableau du paysage actuel et des principales phases de sa mise en place au cours des derniers millénaires. Les chapitres subséquents synthétisent les données sur l'occupation humaine et présentent le potentiel. Finalement, la conclusion passe en revue les points pertinents et elle contient des recommandations relatives à la protection de ce patrimoine.

On entend par « secteur à l'étude » les limites du terrain en observation, telles qu'elles apparaissent aux figures 1 et 2. Aucune infrastructure n'est prévue à même le territoire de la municipalité de Saint-Pierre-de-Broughton.

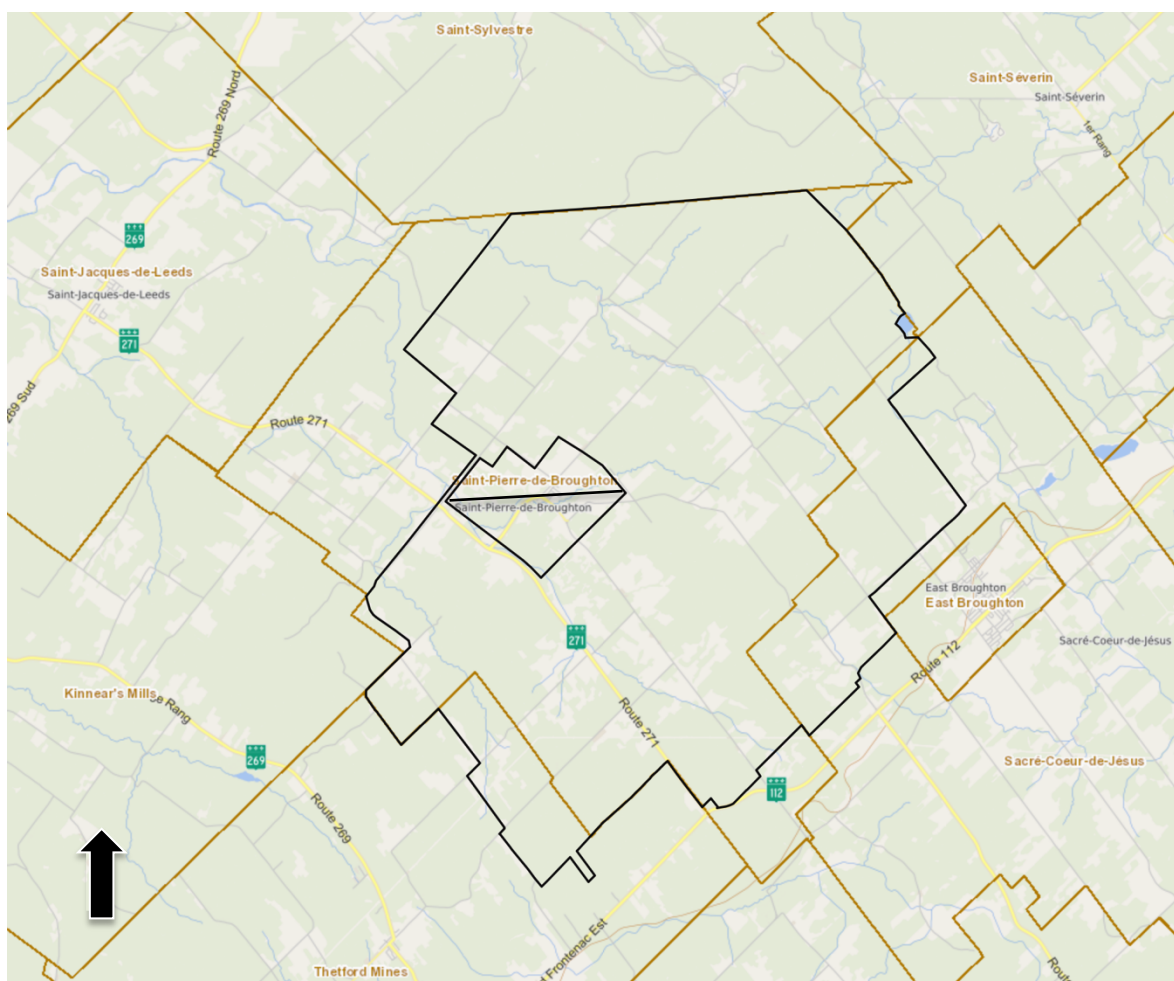


Figure 1 Localisation du secteur à l'étude (polygone noir) (Forêt ouverte 2025, Stratégie PEG 2025)



Figure 2 Localisation sur photo aérienne du secteur à l'étude (polygone rouge) (Bing Aerial 2025, Stratégie PEG 2025)

1.0 LA MÉTHODE

L'étude de potentiel archéologique est une démarche théorique dont les conclusions peuvent changer selon l'état d'avancement des connaissances tant en ce qui concerne les modes d'utilisation d'un territoire par les humains, les sujets d'intérêt scientifique qu'au niveau des informations environnementales. Dans ce cas-ci, elle traite de la probabilité qu'il y ait, à l'intérieur des limites du projet éolien Broughton, des vestiges ou des artefacts témoignant d'une occupation autochtone (paléohistorique et historique) ou eurocanadienne.

En ce qui a trait à la présence de sites paléohistoriques, les paramètres servant à démontrer l'existence d'un potentiel proviennent de l'analyse de données géographiques et culturelles qui datent d'avant l'arrivée des Européens en Amérique du Nord. Dans le cas des sites historiques (autochtones et eurocanadiens), divers documents d'archives permettent parfois de localiser des bâtiments ou des infrastructures de cette période. Des méthodes de recherche distinctes, mais complémentaires, sont donc utilisées pour traiter ces volets.

La notion de potentiel réfère à la probabilité de découvrir des traces d'établissement dans un secteur précis. Le postulat fondamental de ce type d'analyse se résume ainsi : les humains ne s'installent pas sur un territoire au hasard, la sélection des emplacements est influencée par un ensemble de paramètres culturels et environnementaux. Les modèles prédictifs permettent de faire ressortir certaines récurrences multivariées (nombre de sites, sol, aspect du paysage, vecteur de déplacement, etc.) qui mènent à l'identification de zones qui, au meilleur des connaissances, ont pu être utilisées.

1.1 Le potentiel d'occupation au cours de la période paléohistorique

Lorsque vient le temps d'évaluer les ressources patrimoniales possibles d'une région, les archéologues se trouvent régulièrement confrontés au fait que les informations disponibles sont peu abondantes. La plupart du temps, seuls quelques restes de campements sont connus pour des millénaires d'occupation. Ce maigre échantillon ne permet pas d'apprécier adéquatement l'importance que chaque groupe a pu accorder à un milieu spécifique au cours des siècles. Puisque la présence autochtone doit être traitée comme un tout, sans nécessairement distinguer des modes de vie différents (ex. bandes locales bien établies versus premiers arrivants), les chercheurs ont plutôt recours aux données environnementales afin de soupeser l'attrait ou l'habitabilité d'un endroit. Habituellement, ces paramètres encadrent davantage la localisation des sites artisanaux et domestiques.

On reconnaît ainsi les difficultés inhérentes à la découverte de certains sites générés par les humains (lieux sacrés, carrières lithiques, cimetières, arts rupestres, etc.), ceux pour lesquels on dispose de trop peu d'informations pour en modéliser l'emplacement. Mentionnons ici que les données historiques permettent en partie de corriger ce biais, puisqu'elles font parfois état de portages, de campements ou de cimetières, autant d'éléments qui facilitent la démonstration du potentiel archéologique.

Lorsque cela est possible, une des premières étapes de l'étude consiste à cerner les paramètres environnementaux qui caractérisent la localisation des différents types d'établissements auxquels ont recours habituellement les Autochtones dans des milieux écologiquement similaires à ceux analysés.

Une fois ceux-ci définis, il devient concevable de morceler un territoire, souvent assez vaste, en zones propices à la présence de vestiges. Au Québec, des critères génériques ont été proposés au fil des ans (tableau I). Ces critères sont appliqués depuis des décennies, ils ont permis de découvrir des centaines de sites. Ils doivent être employés avec discernement, selon que l'on se trouve dans des milieux nettement distincts (bord de mer/intérieur des terres ; Moyen-Nord versus sud du Québec ; etc.).

Les données utilisées pour la rédaction de cette étude ont été compilées en tenant compte d'un rayon de 1 000 m autour du projet (SNRC 21L03 et 21L06) ou encore elles émanent des districts écologiques concernés. Elles ont été obtenues en consultant des sources telles que :

- l'Inventaire des sites archéologiques du Québec (MCC 2025a) ;
- la Cartographie des sites et des zones d'interventions archéologiques du Québec (MCC 2025b) ;
- le Répertoire du patrimoine culturel du Québec du ministère de la Culture et des Communications (MCC 2025c) ;
- le répertoire québécois des études de potentiel archéologique (Association des archéologues du Québec 2005) ;
- les divers rapports et les différentes publications disponibles.

Tableau I : Critères génériques d'évaluation du potentiel archéologique autochtone (modifié de Gauvin et Duguay 1981)

Facteurs environnementaux	Potentiel	
	Fort et moyen	Faible
Géologie	Proximité d'une source de matière première	Pas de pierre utile
Géographie	Plages, îles, pointes, anses, baies, points de vue dominants, détroits Secteurs élevés et plus ou moins éloignés des plans d'eau	Falaises Portion longiligne des plans d'eau
Dépôts et sédiments	Sable, gravier, loam, till Terrains plats (5 à 15 %) Terrasses marines et fluviales	Affleurements rocheux, tourbières Pentes abruptes (15° et +) Terrains accidentés
Hydrographie	Hydrographie primaire, secondaire Proximité de cours d'eau et lacs Confluence de cours d'eau Zone de rapides ; eau potable Axe de circulation Distance de la rive = de 0 à 100 m	Hydrographie tertiaire, Marais/tourbières Extrémité de ruisseau, lacs isolés Distance rive 100 m et plus
Végétation	Ressources végétales comestibles Bois de chauffage Bonne visibilité sur le territoire	Aucune protection Pas de bois
Faune	Proximité de lieux propices à la chasse et à la pêche	Lieux peu fréquentés par la faune
Accessibilité	Accessibilité à des territoires giboyeux ; Circulation facile ; Sentiers de portage	Accès difficile en tout temps
Occupation humaine	Données historiques et contemporaines relatives à l'occupation des lieux	Aucune ou rares données

1.2 Le potentiel d'occupation au cours de la période historique

La méthode se base sur l'analyse critique de données archivistiques, de publications à caractère historique, de cartes, de photos et de plans. L'étude vise d'abord à cerner les ensembles connus pouvant être présents dans le milieu en observation, puis à les évaluer en fonction de leur ancienneté, de leur importance et de la qualité de leur conservation. Des recommandations sont formulées concernant la planification ou non d'une intervention avant les excavations. À cet effet, les trois étapes décrites ci-dessous sont considérées.

La première est la revue de la littérature et des connaissances. Elle comprend la cueillette des informations pertinentes dans le but d'avoir une bonne conception du secteur et ainsi d'en définir les caractéristiques spécifiques. Les principales sources documentaires utilisées sont :

- les monographies régionales ;
- les textes spécialisés en histoire ;
- l'Inventaire des sites archéologiques du Québec (MCC 2025a) ;
- la Cartographie des sites et des zones d'interventions archéologiques du Québec (MCC 2025b) ;
- le Répertoire du patrimoine culturel du Québec (MCC 2025c) ;
- le Répertoire québécois des études de potentiel archéologique (Association des archéologues du Québec 2005) ;
- des cartes, des plans et des carnets d'arpentage ;
- des photographies aériennes ;
- l'iconographie en général.

La deuxième étape correspond à la revue de ces documents. Toutes les traces de bâti doivent être retenues. Les éléments semblables, mais chronologiquement distincts, illustrent l'évolution polyphasée du mode d'usage du milieu en observation. Les édifices anciens isolés ou les regroupements rendent possible l'identification des zones.

La troisième étape consiste à analyser et à évaluer la valeur actuelle des lieux. Le potentiel correspond à la forte probabilité que des vestiges ou des sols archéologiques soient encore en place. Les zones peuvent dépasser les limites du bâti, l'espace entourant ces éléments pouvant contenir des jardins, des cours, des latrines, des constructions secondaires, des dépôts d'artefacts, etc. L'étude doit aussi prendre en considération la possibilité que certains milieux aient pu être transformés à des degrés divers par des aménagements récents ou modernes (remblais, déblais, etc.). On doit également tenir compte du fait que certains sont toujours occupés.

2.0 LA DESCRIPTION DU SECTEUR À L'ÉTUDE

Le milieu en observation couvre une superficie de 133,3 km² et il est situé sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent entre les rivières Chaudière et Bécancour. Il s'étend principalement au nord-est, à l'est et au sud de la municipalité de Saint-Pierre-de-Broughton, le territoire de celle-ci ne faisant pas partie de cette recherche.

Toutes les composantes de ce projet occupent l'ensemble physiographique des « Collines de Saint-Malachie – Sainte-Perpétue », qui lui-même s'inscrit dans la région naturelle du « Plateau d'Etrie-Beauce », ce dernier s'embouvetant dans la province des « Appalaches » (CERQ 2018). L'idée ici n'est pas de décrire exhaustivement ce milieu environnemental, mais bien de s'en tenir aux paramètres les plus susceptibles d'avoir agi sur la fréquentation humaine.

2.1 Le paysage actuel

En regard du découpage écologique provincial, le secteur à l'étude s'insère dans l'unité de paysage « Thetford Mines » :

« Le relief est vallonné et formé de coteaux caractérisés par de larges sommets et des versants en pente généralement faible et régulière. L'altitude moyenne est intermédiaire entre la plaine du Saint-Laurent et les hauteurs des Appalaches ». (Robitaille et Saucier 1998)

Le milieu en observation recouvre quelques-uns de ces coteaux qui ont une orientation nord-ouest/sud-est et qui sont séparés par des vallées plus ou moins étroites. Les cimes les plus élevées culminent à environ 625 m au-dessus du niveau actuel moyen de la mer (NMM). Quant aux zones les plus basses, elles atteignent les 275 m NMM (figures 3 et 4).

Les lacs sont rares et ce milieu est à la fois agricole et forestier. Les sites archéologiques occupent habituellement des terrains ayant +/- 15° de pente ou moins, ce qui est commun dans cet environnement (figures 3 à 6).

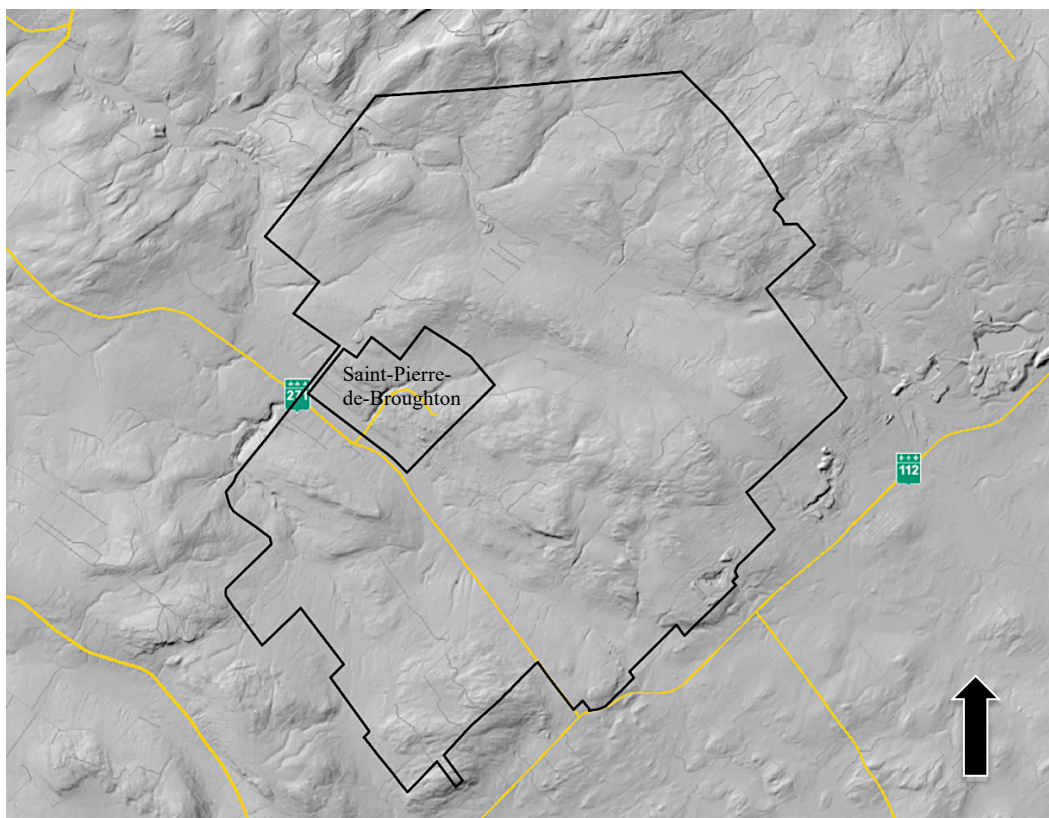


Figure 3 Modèle numérique de terrain ombré du secteur à l'étude (Forêt ouverte 2025)

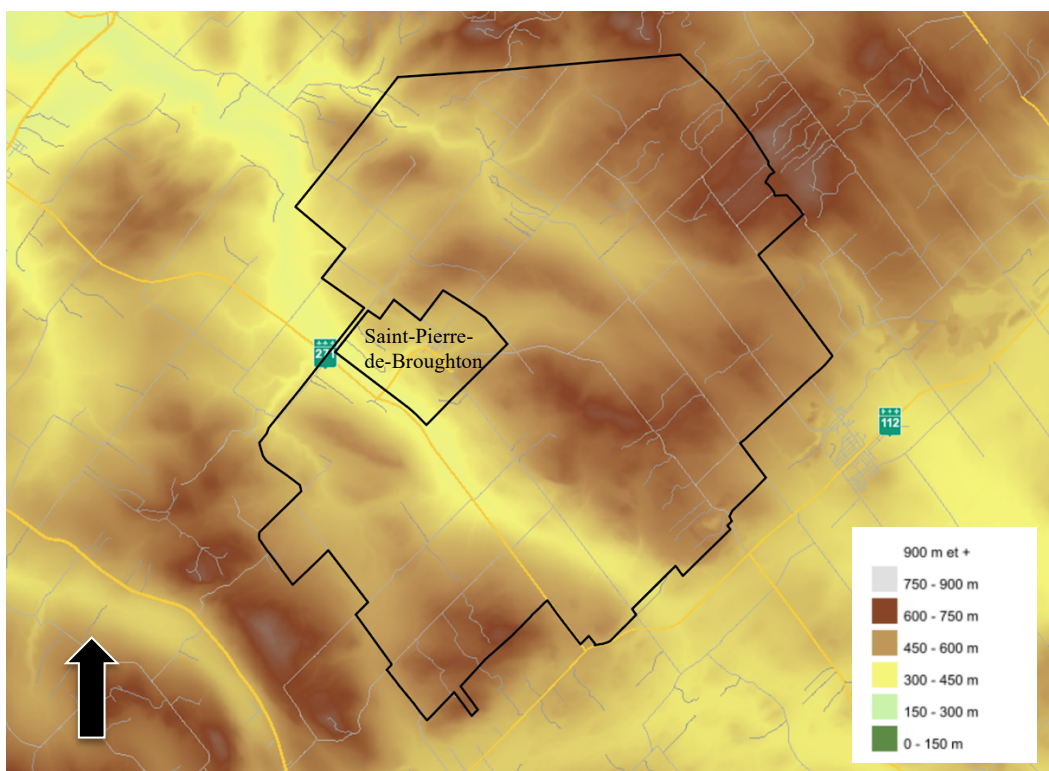


Figure 4 Modèle numérique de terrain Lidar (dégradé) du secteur à l'étude (Forêt ouverte 2025)

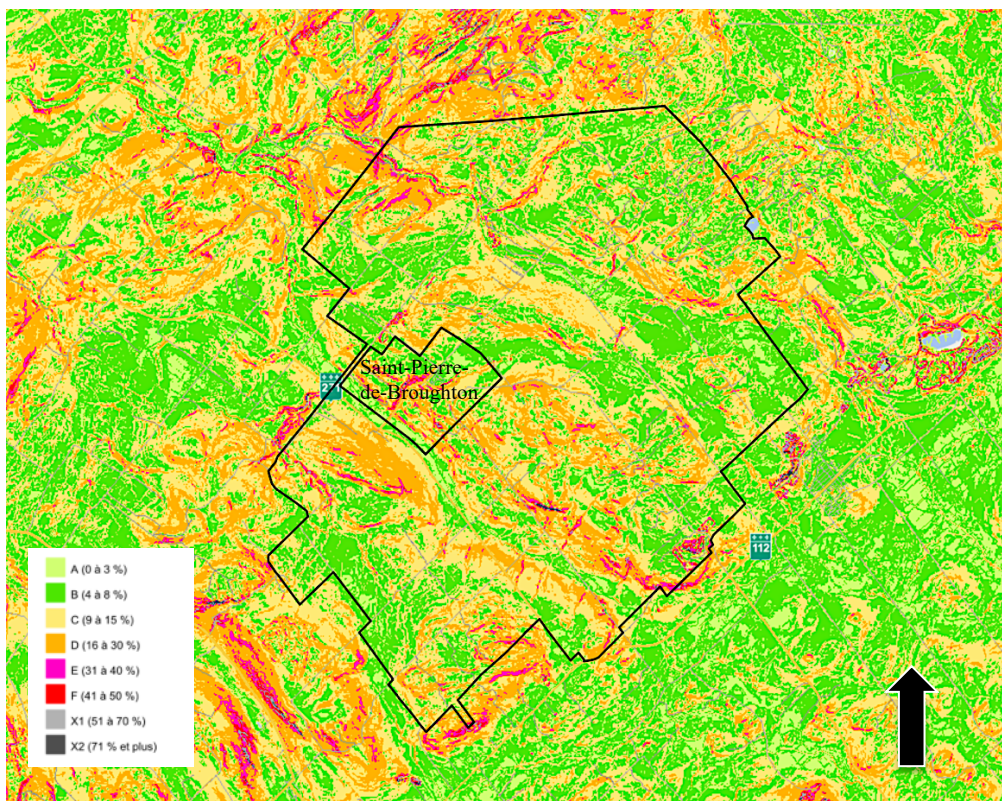


Figure 5 Pentres Lidar du secteur à l'étude (Forêt ouverte 2025)

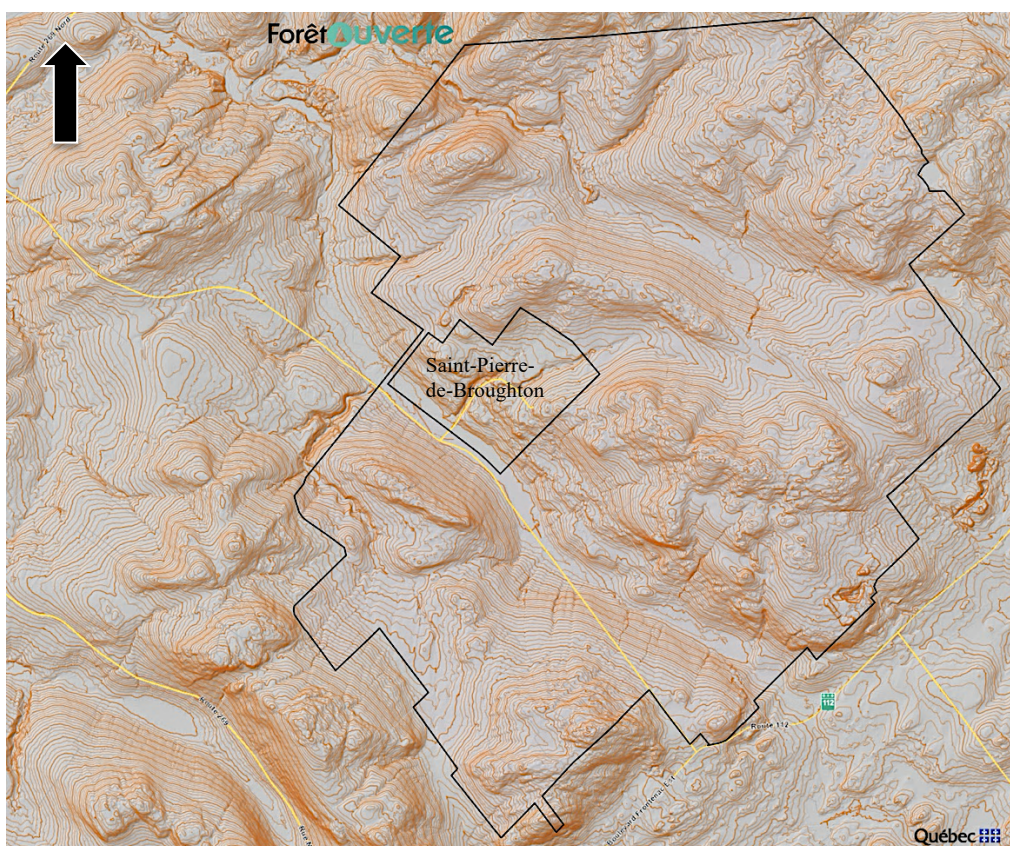


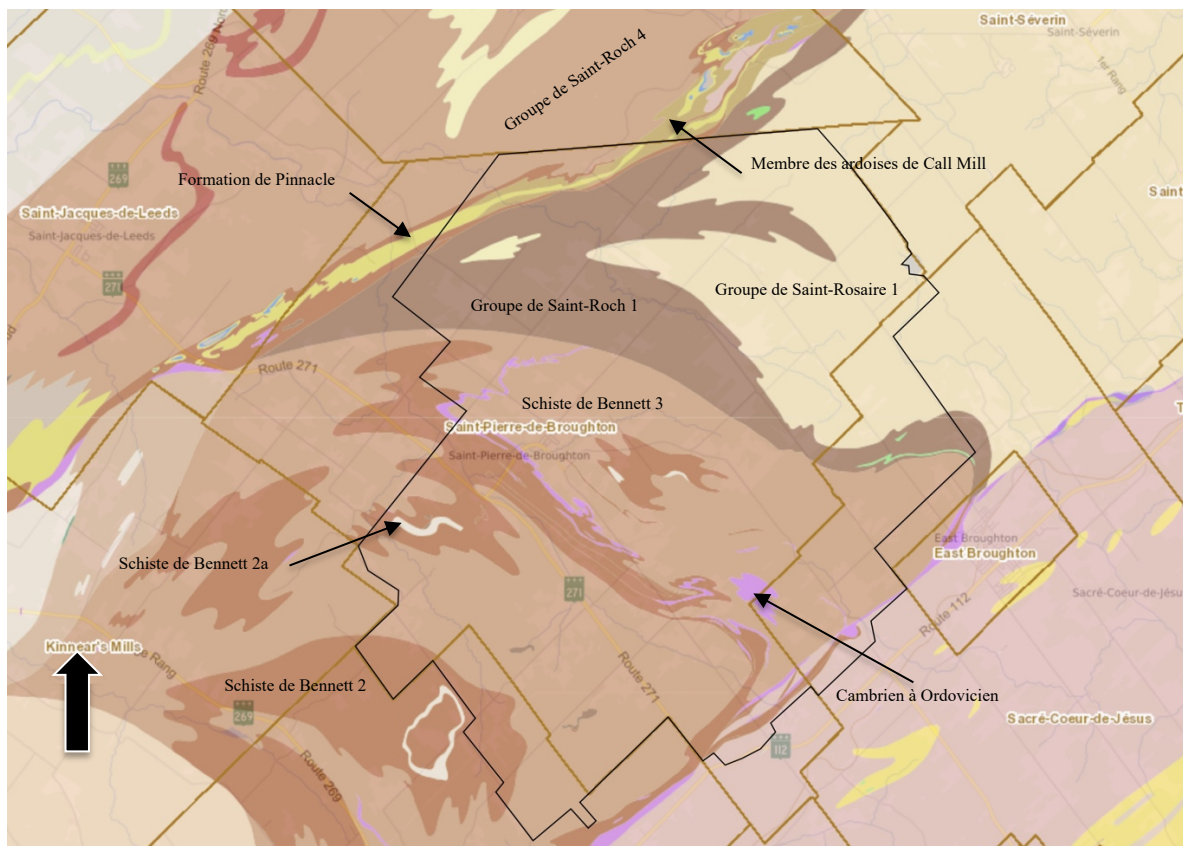
Figure 6 Courbes de niveau Lidar du secteur à l'étude (Forêt ouverte 2025)

2.1.1 La géologie et les sources de matières premières lithiques

L'assise rocheuse date du Néoprotérozoïque (1 000 à 542 millions d'années), du Cambrien (542 à 485 millions d'années) et de l'Ordovicien inférieur (485 à 470 millions d'années) (Sigéom à la carte 2025). On y trouve plusieurs Groupes et Formations qui sont principalement constitués de schiste, de phyllade (ardoise), de serpentinite, de grès, de quartzite et de quartz (figure 7).

Ces roches abondent dans la région et elles sont, en général, de peu d'utilité pour les artisans tailleurs de pierre qui préfèrent des matériaux plus siliceux afin de produire leurs habituels pointes de projectile, couteaux, grattoirs, etc.

Ce qui ne veut pas dire que les autres pierres n'étaient pas employées. Bien au contraire, il est notoire que certaines d'entre elles pouvaient servir à fabriquer des outils polis, comme des polissoirs, des ulus, des haches, etc. Cela étant dit, les informations relatives à leur usage dans la région sont absentes. Les quartz et les quartzites n'ayant pas été cartographiés précisément, on ne sait pas s'ils sont faciles d'accès. Il est probable que les Autochtones en profitaient si ces matériaux affleuraient en bordure des cours d'eau.



Groupe de Saint-Roch 1 : Phyllade, grès, quartzite, schiste ;
 Groupe de Saint-Roch 4 : Mudslate, silstone, grès ;
 Formation de Pinnacle : Quartzite, schiste, quartz ;
 Membre des ardoises de Call Mill : Phyllade et schiste ;
 Groupe de Saint-Rosaire 1 : Quartzite schisteux et phyllade ;

Schiste de Bennett 2 : Schiste ;
 Schiste de Bennett 2a : Schiste ;
 Schiste de Bennett 3 : Schiste, quartz et quartzite
 Cambrien à Ordovicien : Serpentinite et schiste
 Formation de Tibbitt Hill : Schiste

Figure 7 Géologie du secteur à l'étude (Sigéom à la carte 2025)

Certaines de ces pierres peuvent être exploitées par les Eurocanadiens pour la construction, comme le grès, la stéatite, le phyllade, etc. Une carrière pour cet usage est en utilisation à East Broughton.

Une carrière de stéatite (pierre à savon) a été implantée dans la région en 1924 par la « Robertson Soapstone Quarry ». Par la suite, la « Broughton Soapstone Co » déplaça ces activités entre Saint-Pierre-de-Broughton et Broughton Station, à l'intérieur de l'emprise en observation (Lapointe 1942). Une mine similaire était en activité à Rumpelville en 1944, un peu au sud-ouest du milieu à l'étude. La pierre à savon peut être utilisée par les Autochtones pour fabriquer des outils ou des ustensiles.

Par ailleurs, à la suite de la découverte d'amiante à Thetford Mines, il y eut de nombreuses campagnes de prospection dans la région. Celles-ci menèrent à l'identification, entre autres, de gisements de cuivre, comme celui de la colline Harvey, localisé à l'intérieur du secteur à l'étude, au nord de Saint-Pierre-de-Broughton. C'est aussi le cas pour la mine Montréal-Broughton au nord d'East Broughton (RPCE 2025). Outre les mines, de nombreuses haldes à minerai parsèment leurs alentours. Par ailleurs, plusieurs forages ont été faits dans ou à proximité du domaine examiné (De Blois 1959).

2.1.2 Les dépôts de surface

La roche mère est apparente en certains endroits, mais elle est surtout recouverte (figure 8) :

- de dépôts glaciaires (till : farine de roche et blocs de toute taille) d'épaisseur moyenne (de 25 à 50 cm) ou faible (< 25 cm) ;
- de sédiments fluvio-glaciaires d'épandage (sable, gravier et caillou émoussé) dans les vallées des principaux cours d'eau ;
- de dépôts fluviatiles anciens en bordure des cours d'eau (gravier, sable, limon) ;
- de quelques habitats humides (Forêt ouverte 2025).

Les dépôts glaciaires, les sédiments fluvio-glaciaires ou fluviatiles anciens sont à même d'accueillir des campements ou des établissements, pourvu qu'ils occupent des zones relativement planes et bien drainées. En général, le milieu en observation est à la fois sec, là où les collines dominent, et humide aux abords des cours d'eau (figure 9).

Conséquence de la présence de sol sableux et graveleux, plusieurs carrières de granulats ont été ou sont encore en usage dans la région (figure 10).

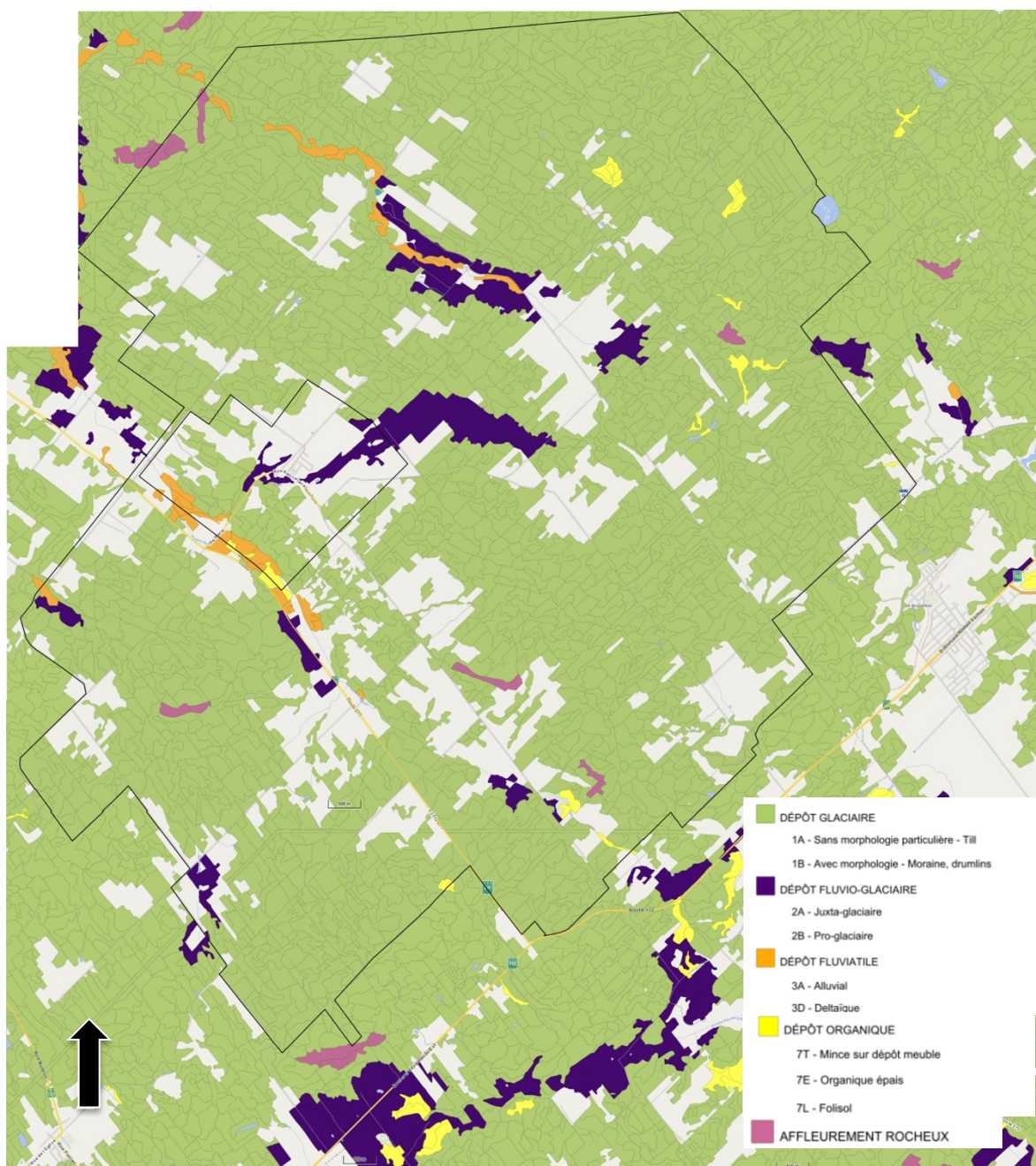


Figure 8 Dépôts meubles du secteur à l'étude (Forêt ouverte 2025)

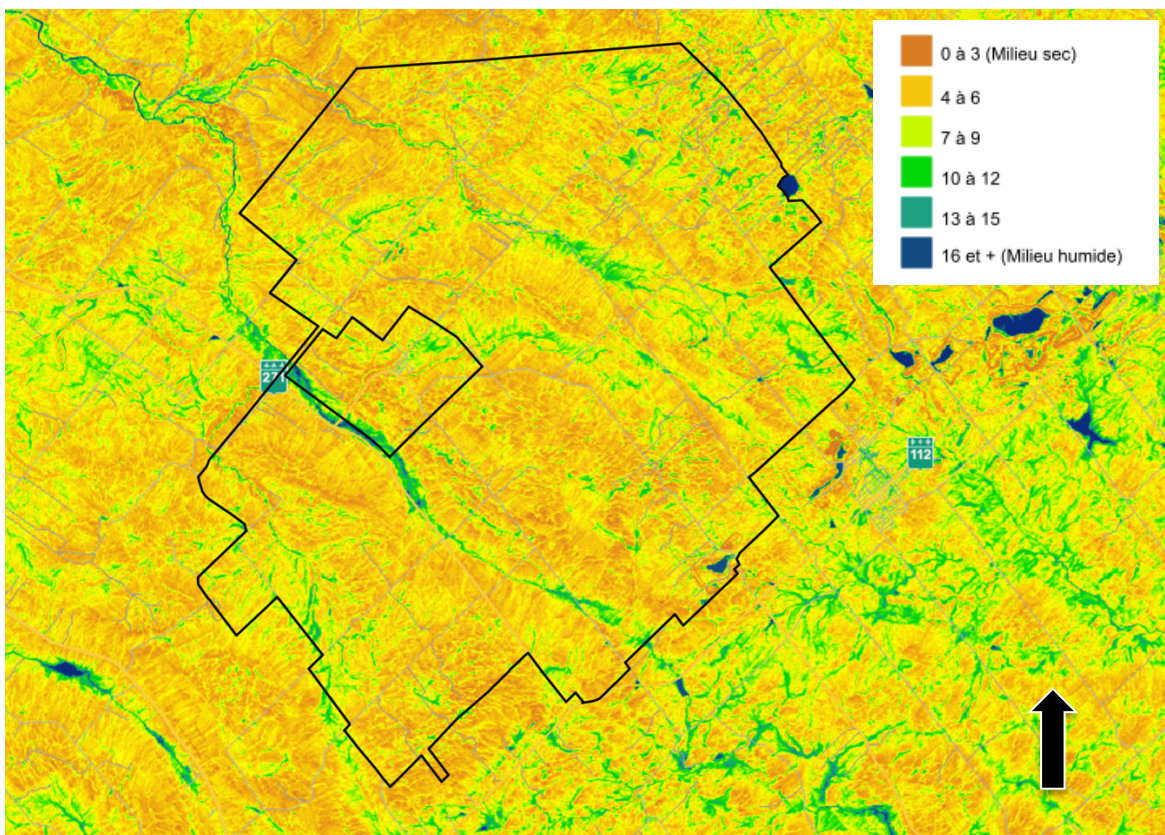


Figure 9 Indice d'humidité topographique du secteur à l'étude (Forêt ouverte 2025)

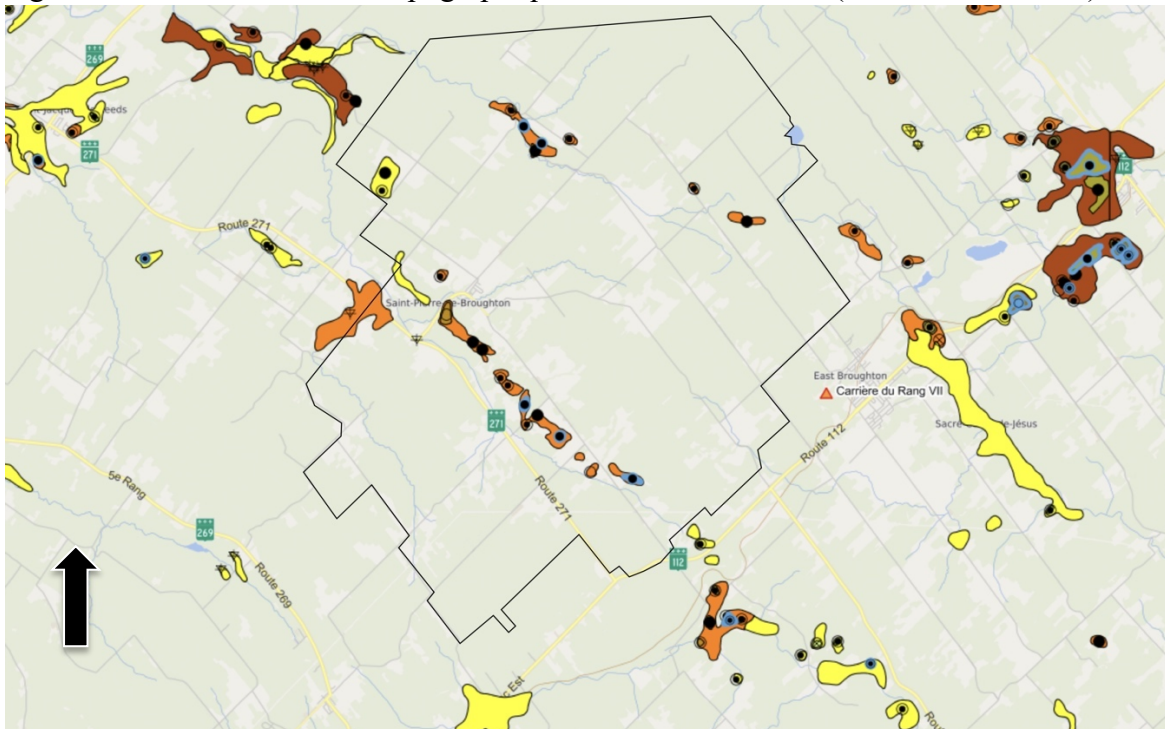


Figure 10 Les principales formations sableuses (en jaune ou brun) et les carrières de granulats actives ou fermées dans ou à proximité du secteur à l'étude (Sigéom à la carte 2025)

2.1.3 L'hydrographie

Le secteur à l'étude s'insère principalement dans le bassin versant de la rivière Bécancour, quoiqu'il chevauche en partie, le long de ses limites est et sud, celui de la Chaudière. Plusieurs rivières, dont la Palmer, la Whetstone, la Perry, la Nadeau et la du Cinq drainent ce territoire vers la rivière Bécancour, pour les trois premières, ou la Chaudière pour les deux autres (figure 11). Le tracé de certaines portions de ces cours d'eau a été modifié à des fins agricoles ou dans le cadre de l'aménagement des réseaux routiers et ferroviaires. Des barrages ont parfois été construits afin de créer des réservoirs susceptibles d'approvisionner des moulins, ils se trouvent à l'extérieur de l'emprise.

Les rivières et les ruisseaux correspondent à une importante source d'eau potable. Ils abritent également une diversité de poissons, ces derniers constituent un apport de nourriture pour cette région. Le réseau, principalement de nature secondaire et tertiaire, est très ramifié, il témoigne en cela de la présence de nombreuses collines.

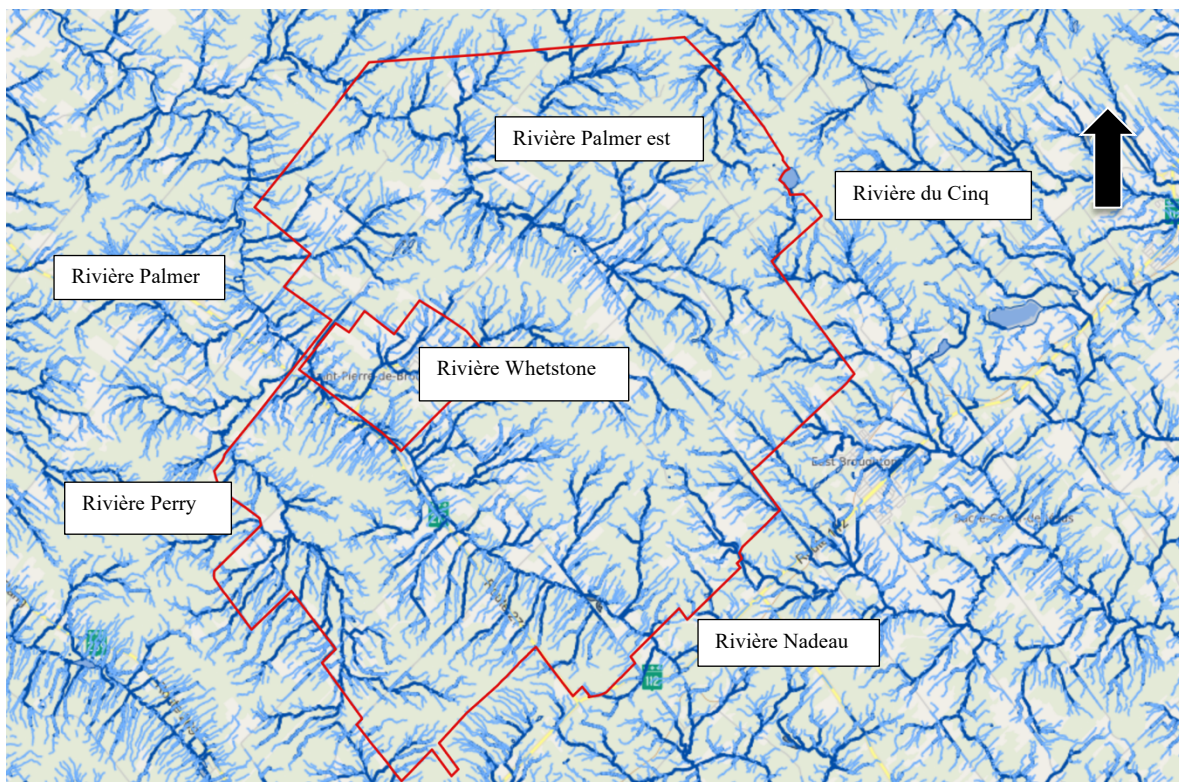


Figure 11 Les principaux cours d'eau du secteur à l'étude (Forêt ouverte 2025)

2.1.4 La végétation

Le secteur en observation bénéficie d'un climat de type tempéré nordique. Il abrite une forêt décidue constituée principalement d'une érablière à bouleau jaune (Forêt ouverte 2025). Tout dépendants des conditions de sol, d'exposition au soleil, de l'altitude, des emplacements et de l'histoire des coupes forestières, la composition de cette sylvie variera (figure 12). À l'intérieur de l'emprise, plusieurs terrains ont été déboisés dès le début du 19^e siècle. Les érablières y sont encore abondantes, de même que divers résineux.



Figure 12 Le couvert forestier du secteur à l'étude (Forêt ouverte 2025)

Sur le plan de la végétation, cette région offre une large gamme de matériaux ligneux apte à satisfaire les exigences des groupes de chasseurs-cueilleurs ou des colons. C'est ainsi que cette forêt est dense et diversifiée et, par le fait même, elle est susceptible de combler amplement les besoins des gens en matière de combustible et de bois de construction. Cet environnement est aussi à même de fournir un apport en nourriture non négligeable (petits fruits, eau d'érable, plantes médicinales, etc.), tout en abritant une faune variée (orignal, castor, lièvre, etc.).

Le climat qui règne dans la région est favorable à l'agriculture, bien que les sols puissent parfois être un peu ingrats sans amendements ou machineries adéquates. Il apparaît peu probable que les Autochtones se soient adonnés à cette activité à cet endroit.

2.2 La déglaciation et l'évolution des conditions environnementales

Il y a environ 22 000 ans, une calotte glaciaire de plus d'un kilomètre d'épaisseur recouvrait toute la province. Puis, un réchauffement global du climat provoqua sa fonte graduelle. Vers 14 000 - 13 500 ans AA, le littoral du Bas-Saint-Laurent, de la Gaspésie et de l'estuaire du Saint-Laurent, de même que l'extrême sud du Québec sont libres de leur gangue (Fulton et Andrews 1987). Le glacier a subsisté un peu plus longtemps à la hauteur de Warwick. Ce verrou empêchait les eaux salées de la mer de Goldthwait, à l'est, de se mêler à celles plus douces du lac Vermont/Candona à l'ouest, un vaste plan d'eau qui reliait à l'époque les lacs Champlain et Ontario.

La fonte continue du glacier a permis le dégagement de ce goulot. Il s'ensuivit la vidange du lac Vermont/Candona. Cette immense masse d'eau douce en amont de Québec a à ce moment-là été remplacée par de l'eau salée jusqu'à la hauteur de Gatineau. Cette phase marine, celle de la mer de Champlain (figure 13), a débuté aux alentours de 13 000 ans AA pour durer jusqu'à vers 9 800 ans AA. Le niveau des eaux a alors atteint une altitude approximative de 200 m plus haute que la cote actuelle du fleuve.

En ce qui concerne le secteur à l'étude, le glacier a quitté ces lieux il y a 12 500 ans. La mer de Champlain n'a jamais envahi cette région étant donné que cette dernière se dresse à plus de 275 m NMM. Par contre, il est possible que le niveau des diverses rivières ait été plus élevé qu'aujourd'hui, puisqu'elles recevaient une importante quantité d'eau à même la fonte des glaciers. Toutefois, les données actuelles tendent à suggérer que ces cours d'eau se sont vidangés très rapidement après le dégel final. Le secteur à l'étude est devenu habitable vers 12 000 ans AA quoique les conditions environnementales demeuraient contraignantes.

Après une période où la toundra arbustive dominait le paysage (12 500 ans AA), une toundra forestière a envahi les lieux (12 000 ans AA). Elle a été suivie par une forêt boréale (11 000 ans AA) qui a perduré jusqu'à vers 8 500 ans AA. Elle a par la suite été remplacée par une forêt mixte, semblable à celle que l'on peut apercevoir de nos jours.

On qualifie l'intervalle de 6 000 à 5 000 ans AA d'hypsithermal parce que le climat était alors un peu plus chaud et plus sec qu'aujourd'hui. Au cours de cette période, le niveau général des lacs et des cours d'eau du Québec était plus bas (Hétu 2008). C'est après cette phase, soit à partir d'environ 5 000 ans AA, que l'on a commencé à observer des caractéristiques environnementales similaires aux valeurs existantes (Richard et Grondin 2009).

Dans l'état actuel des connaissances, il est considéré que le secteur à l'étude est devenu habitable vers 11 000 ans AA.

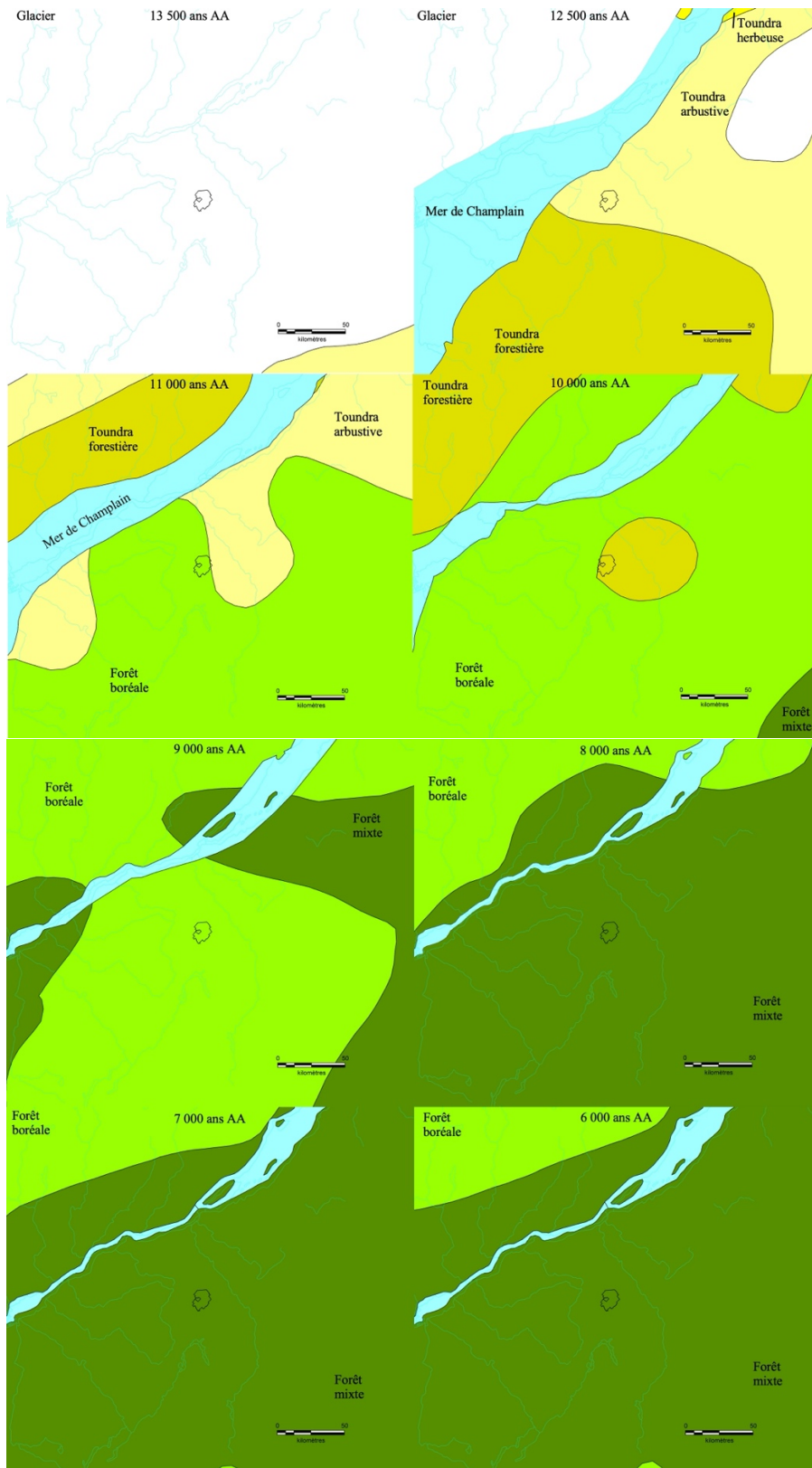


Figure 13 Les principales étapes de la déglaciation et de l'évolution de la végétation (le secteur à l'étude est représenté par le polygone noir au centre) (Dyke et coll. 2004)

3.0 LA CHRONOLOGIE DE L'OCCUPATION HUMAINE

Les archéologues du Nord-Est américain scindent la trame culturelle de l'occupation autochtone en quatre grandes périodes : le Paléoindien, l'Archaïque, le Sylvicole et l'historique. Celles-ci se distinguent les unes des autres par des traits matériels, comme la présence ou non de poterie, d'une forme particulière d'outils ou encore par des vestiges qui témoignent d'activités socioéconomiques diverses : agriculture, chasse et pêche, habitation, etc. La reconstitution de l'histoire des Premières Nations, surtout pour la période paléohistorique, est une démarche évolutive qui change régulièrement selon l'avancement des connaissances.

Pour ce qui est de la période historique (eurocanadienne et autochtone), on la divise également en quatre ères : les explorateurs (de 1500 à 1608 AD), le Régime français (de 1608 à 1760), le Régime anglais (de 1760 à 1867) et la Confédération canadienne (après 1867). Celles-ci font référence à des contextes géopolitiques et socioculturels différents qui s'expriment archéologiquement par des objets distincts et par un usage varié du territoire (poste de traite, de pêche, établissement agroforestier, moulin, etc.).

En général, il est considéré que les sites plus récents que 1950 (après l'introduction généralisée des matériaux composites) ne présentent qu'un faible intérêt archéologique.

3.1 La période paléohistorique

Des Autochtones vivent au Québec depuis environ 12 000 ans AA. Bien que toujours assez rares, on connaît plusieurs sites datant de l'ère paléoindienne (12 000 à 10 000 ans AA) en Outaouais, en Estrie, dans la région de Québec, au Bas-Saint-Laurent et en Gaspésie (Pintal et coll. 2015, Plourde 2006). Ils occupent habituellement des replats localisés sur les bords du fleuve, de lacs et de rivières (réseau hydrographique primaire et secondaire).

Les sites de la période archaïque (10 000 à 3 000 ans AA), en particulier ceux des stades moyen et récent (6 000 à 3 000 ans AA), sont particulièrement abondants dans la région de Chaudière-Appalaches et de la Capitale-Nationale. S'ils sont relativement nombreux en bordure du Saint-Laurent, ils demeurent plutôt rares à l'intérieur des terres, sauf autour des grands lacs. Vers la fin de l'Archaïque, certaines Premières Nations ont recouru à une forme de sylviculture et d'horticulture (Prévost 2015).

Les informations recueillies dans la région de Québec font état d'une certaine continuité culturelle entre l'Archaïque récent et le Sylvicole ancien (3 000 à 2 400 ans AA) (Chrétien 2006). Des sites de ces périodes sont souvent découverts aux mêmes endroits, les matériaux lithiques utilisés sont similaires, bien que leurs proportions dans les assemblages peuvent varier.

Au cours du Sylvicole ancien, les modes de vie ne sont pas sensiblement différents de ceux qui prévalaient auparavant. On a déjà remarqué que les ressources végétales (noix et autres plantes comestibles) sont exploitées au cours de l'Archaïque récent, il semble que la part des poissons augmente à partir du Sylvicole ancien, de vastes établissements étant trouvés à proximité de rapides.

Deux phases culturelles sont associées à cet intervalle, le Meadowood et le Middlesex. Les deux sont quasi contemporaines, le Middlesex étant à peine plus jeune que le Meadowood.

Pour ce qui est de cette dernière, elle se caractérise, entre autres, par un culte funéraire élaboré (crémation et offrandes) et la production quasi industrielle de lames foliacées en pierre taillée, plus particulièrement en chert Onondaga. Cet épisode a d'abord été défini dans l'État de New York, mais de nombreuses manifestations ont par la suite été mises au jour en Ontario et dans le sud-ouest du Québec (Tâché 2010).

En ce qui concerne le Middlesex, on y associe principalement des pratiques funéraires complexes (enfouissement des défunts avec offrande, comme des objets en cuivre natif). Un des rares cas connus est celui du boulevard Champlain à Québec (Clermont 1990). Il arrive que des artefacts de type Middlesex (pointe Adena) soient trouvés sans sépulture.

On distingue également deux périodes dans la phase suivante, le Sylvicole moyen : l'ancienne, qui s'étend de 2 400 à 1 500 ans AA, et la récente, de 1 500 à 1 000 ans AA. On les démarque en fonction de l'esthétique et des méthodes de fabrication des vases (Gates Saint-Pierre 2010). Ceux du moyen ancien sont pour la plupart décorés à l'aide d'empreintes ondulantes repoussées (Laurel) ou basculés (Saugéen, Pointe Péninsule), tandis que ceux du récent sont ornés d'empreintes dentelées ou à la cordelette sigillée.

La plupart des vases de la région de Québec présentent certaines similitudes avec ceux découverts en amont dans la vallée du Saint-Laurent (idem). Cela étant dit, d'autres artefacts mis au jour dans les établissements de cette période semblent signaler une sphère interactive davantage tournée vers le sud (ex. Maine, Chrétien 2006).

Au cours du Sylvicole supérieur (1 000 à 500 AA), la céramique devient abondante dans les sites archéologiques du sud du Québec, plus particulièrement du Haut-Saint-Laurent jusqu'à la région de Trois-Rivières, de là, on en trouve encore en quantité vers l'estuaire du Saint-Laurent. La forme générale des vases est globulaire, le col est étranglé et la partie élevée est la plupart du temps marquée d'un parement bien net.

Dans la vallée du Saint-Laurent, le Sylvicole supérieur est divisé en trois phases : l'ancienne ou tradition Saint-Maurice (Owascoïde) (1000 à 1200 AD) ; la médiane ou Saguenay (1200 à 1350 AD) ; la récente ou Iroquoïens du Saint-Laurent (1350 à 1600 AD) (Tremblay 2006). Les chercheurs n'y perçoivent pas de rupture majeure entre elles, y voyant plutôt un continuum évolutif qui, à tout le moins pour les Basses-Terres, caractériserait l'émergence des Iroquoïens du Saint-Laurent en tant que peuple distinct, tel que décrit par Cartier lors de ses voyages.

Ces gens résidaient dans des hameaux plus ou moins vastes et ils étaient des agriculteurs. Il est considéré que les Iroquoïens de la région de Québec (Province de Canada, bourg principal Stadaconé) occupaient l'extrémité orientale du territoire usuel de fréquentation de ce peuple. Comme les conditions environnementales y étaient limitées pour la pratique de l'agriculture, il a été suggéré que leur mode de vie incluait l'exploitation des ressources de l'estuaire, tant en Côte-Nord qu'au Bas-Saint-Laurent-Gaspésie.

Si les données archéologiques abondent en ce sens, on notera cependant qu'elles restent pour ainsi dire muettes en ce qui concerne l'usage de l'intérieur des terres. Tout se passe comme si les Iroquoïens du Saint-Laurent préféraient le littoral. Les indices de leur présence sur la rive sud de Québec sont plutôt rares.

Parallèlement, à l'occupation des rives du fleuve Saint-Laurent par les Iroquoïens, d'autres Nations fréquentaient le reste du Québec. Il s'agit principalement de chasseurs-cueilleurs,

quoique certains d'entre eux pouvaient recourir à une certaine forme d'agriculture. Ces gens exploitaient les ressources de leur territoire sur une base plus ou moins extensive, ce qui pouvait les mener vers un semi-nomadisme saisonnier.

3.2 La période historique

3.2.1 L'occupation autochtone

Lorsque Jacques Cartier remonte le fleuve Saint-Laurent en 1534, il rencontre, dans la région de Québec, des groupes associés aux Iroquoiens du Saint-Laurent. Quelques années plus tard, quand Champlain navigue le long du fleuve au début des années 1600, ceux-ci sont absents de ces rives ; ils ont été remplacés par des nations algonquiennes, notamment des Innus/Montagnais dans la région de Québec et des Algonquins dans la région de Montréal. D'autres nations semblent également exploiter le Saint-Laurent, comme les Etchemins/Malécites, les W8banakis, les Agniers/Mohawks et les Wendats/Hurons.

En ce qui concerne les W8banakis, même s'ils sont surtout installés le long de la côte atlantique des États de la Nouvelle-Angleterre, on sait qu'ils fréquentent les abords de la rivière Chaudière au cours de la première moitié du 17^e siècle. Une mission, celle de Saint-François-de-Sales, sera aménagée à son embouchure dans les années 1680. Puis, le fait qu'ils aient demandé que des lots leur soient aussi concédés sur les berges des rivières Saint-François et Bécancour dès le début des années 1700 n'est pas étranger à leur bonne connaissance de la rive sud, notamment les bassins versants des rivières Saint-François, Bécancour, Nicolet et Chaudière (Charland 2005, Maurault 1866, Paré 1985, Provost 1983, Savoie 2003, Sévigny 1976).

Cela dit, aucune donnée relative à l'usage spécifique de la région de Broughton à cette époque par les W8banakis n'est disponible. Cette rareté vient probablement du fait que, durant tout le Régime français, les territoires situés à l'arrière des seigneuries de la rive sud du Saint-Laurent ne sont pas octroyés. Par conséquent, ils ne sont pas occupés sinon, outre les Autochtones, par quelques explorateurs et voyageurs de commerce qui laissent peu de témoignages écrits. Néanmoins, il est connu l'on y pratique la traite des fourrures et que celle-ci demeurera importante jusqu'au début du 19^e siècle (Barry 2003).

On sait aussi que des W8banakis ont guidé les premiers colons venus s'établir dans les Bois-Francs (Savoie 2003) et que des réserves devaient leur être accordées dans les secteurs de Victoriaville et de Thetford Mines. Tout au cours du 19^e siècle, des récits font état de la présence de nombreuses familles w8banakises entre Bécancour et Mégantic, plusieurs d'entre elles participant à la traite des fourrures (Barry 2003 : 94). On rapporte l'existence de leurs campements aux lacs William et à la Truite (Maple Grove, Saint-Ferdinand), aux chutes Lysander (Glenn Murray) et à Inverness au début du 19^e siècle (idem). Ces lacs et rivières font partie d'un important axe de communication qui relie le fleuve Saint-Laurent et l'intérieur des terres.

Il est probable que les W8banakis, qui disposaient de plusieurs villages plus au sud, notamment au Maine, au Vermont et au New Hampshire, en aient établi quelques-uns dans la région (Sévigny 1976). Les Malécites et les Hurons-Wendats (Paul 1999, Vincent 1829) pouvaient également chasser dans les environs à l'occasion.

En ce qui concerne le secteur à l'étude, il semble qu'il y ait eu un accrochage entre certains colons vivant à Leeds et des Autochtones. C'est ainsi que la famille Ferguson, une des premières à s'installer dans le canton, aurait été assassinée par des W8banakis en 1811 (Lapointe 1942).

La colonisation constante des rives de la rivière Bécancour fit en sorte que les W8banakis se retirèrent dans des secteurs moins habités à cette époque, comme autour du Petit lac Saint-François et du lac Aylmer (Barry 2003).

Cela étant dit, si l'arrivée de nombreux eurocanadiens modifie considérablement cet environnement, nuisant en cela aux activités des chasseurs-cueilleurs, cela n'empêche pas certains d'entre eux de vivre dans la région. C'est ainsi que Peter Mountain, un W8banaki, titulaire d'un doctorat en botanique, aurait vécu à Leeds en 1861, et peut-être même à Saint-Pierre-de-Broughton en 1865 (idem). À la suite de la mise en activité de plusieurs mines, de l'extension de l'agriculture et de la sylviculture, le gibier s'y fit de plus en plus rare, poussé par les autorités les Autochtones se dirigèrent vers des milieux plus accueillants, notamment les réserves aménagées sur les rives du fleuve Saint-Laurent.

3.2.2 Le peuplement eurocanadien

Le secteur à l'étude n'a pas été occupé durant le Régime français, les seigneuries se concentrant en marge du fleuve Saint-Laurent ou le long de la rivière Chaudière. Après la Conquête, les autorités britanniques reconnaissent le caractère stratégique des territoires situés au sud de la ville de Québec à la suite de la déclaration d'indépendance des colonies américaines (1776). C'est pourquoi on veut y établir une population prête à défendre la nouvelle frontière en cas d'incursions venant du sud.

Afin de favoriser la colonisation, on y définit des cantons, dont celui de Broughton, au début des années 1790 (Baily 1795, Legendre 1793). Avant même qu'il ne devienne officiel, il est loti et déjà en partie assigné. En 1800, il a été octroyé en bonne et due forme à William Hall, Henry Juncken et à leurs associés. Ces derniers se désistèrent aussitôt en faveur de Hall (Lapointe 1942). Celui-ci s'installa sur le 12^e lot du 4^e rang, soit au nord-est d'East Broughton, le long de la Vieille Route.

Le premier colon, dans ce qui deviendra Saint-Pierre-de-Broughton, est William Moore. Il s'est implanté au sud-est du canton de Leeds en 1825 (idem). En 1832, la population totale du canton de Broughton s'élevait à moins de 75 âmes. La partie ouest de Broughton accueille ses premiers résidents vers 1845. C'est en 1848 que Louis Mercier s'installe à l'emplacement actuel de la municipalité (idem). Par la suite, de nombreuses familles s'établissent dans les environs et la population s'accrut rapidement, passant de 612 personnes en 1856 à plus de 2 000 en 1865. Il faudra attendre un certain temps avant que les cartes officielles représentent tous ces nouveaux îlots de peuplement (figures 14 à 16). C'est ainsi qu'en 1858, seuls les hameaux de Leeds et d'East Broughton sont cartographiés. Celui de Saint-Pierre-de-Broughton est probablement encore trop petit pour attirer l'attention des arpenteurs.

La sylviculture, la production de potasse et l'agriculture constituent les bases économiques initiales de cette région. Quelques industries et services se mettent en place dans les années 1850, notamment des moulins à grains et des magasins. C'est à cette époque que la fabrique aménage la première chapelle dans le village de Saint-Pierre-de-Broughton.

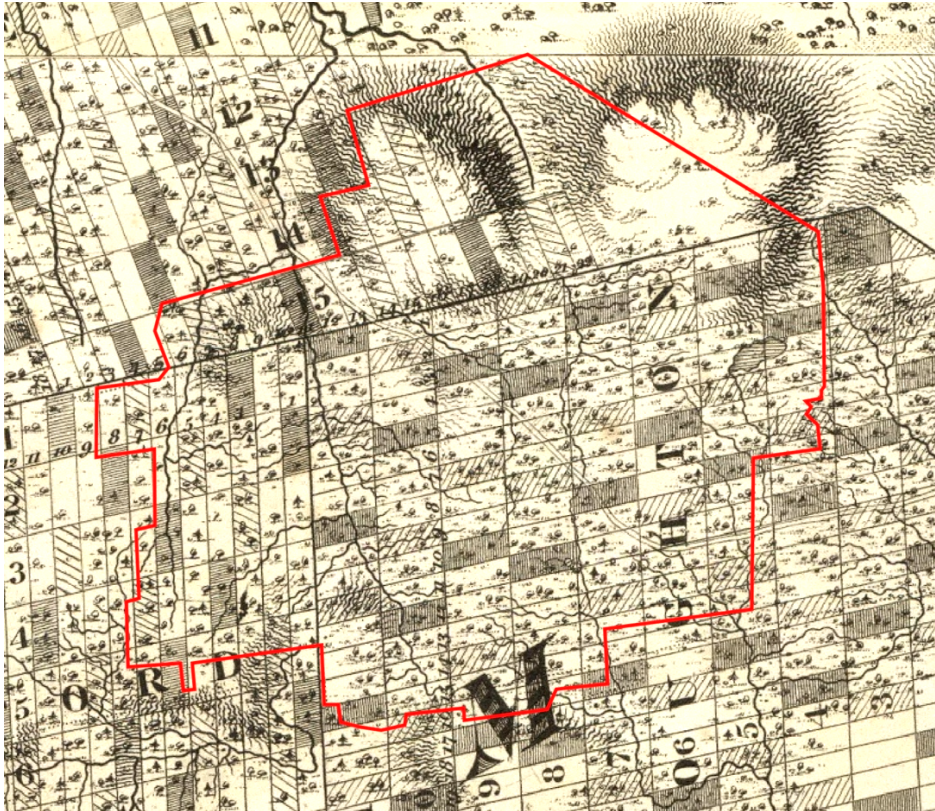


Figure 14 Le secteur à l'étude sur une carte de 1815 (Bouchette 1815)

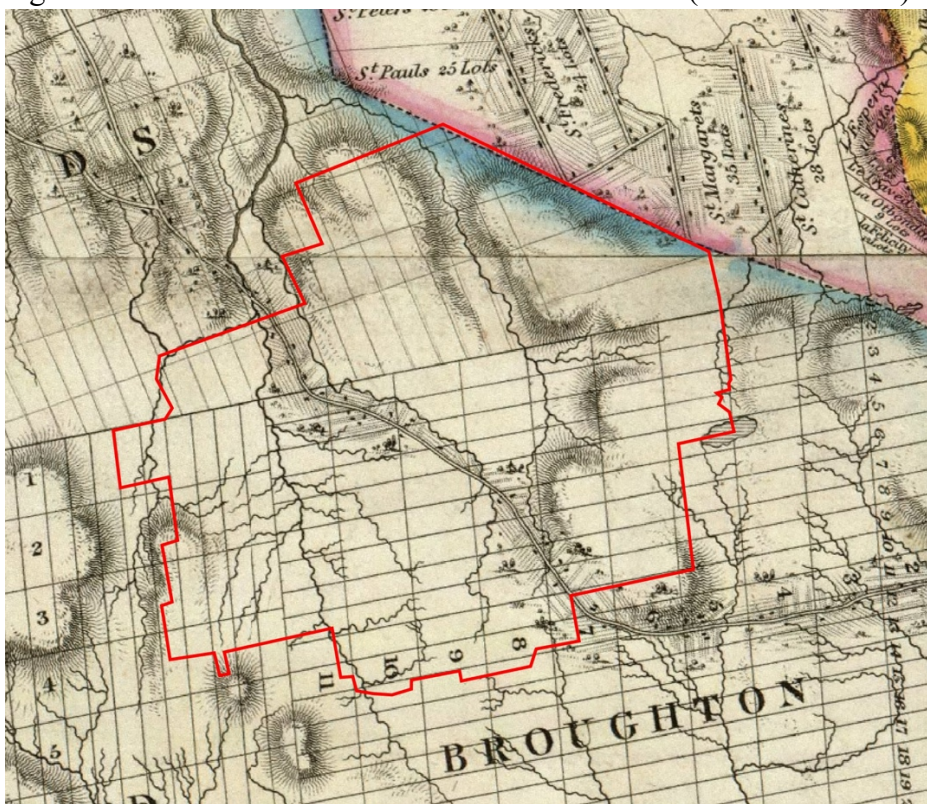


Figure 15 Le secteur à l'étude sur une carte de 1831 (Bouchette 1831)

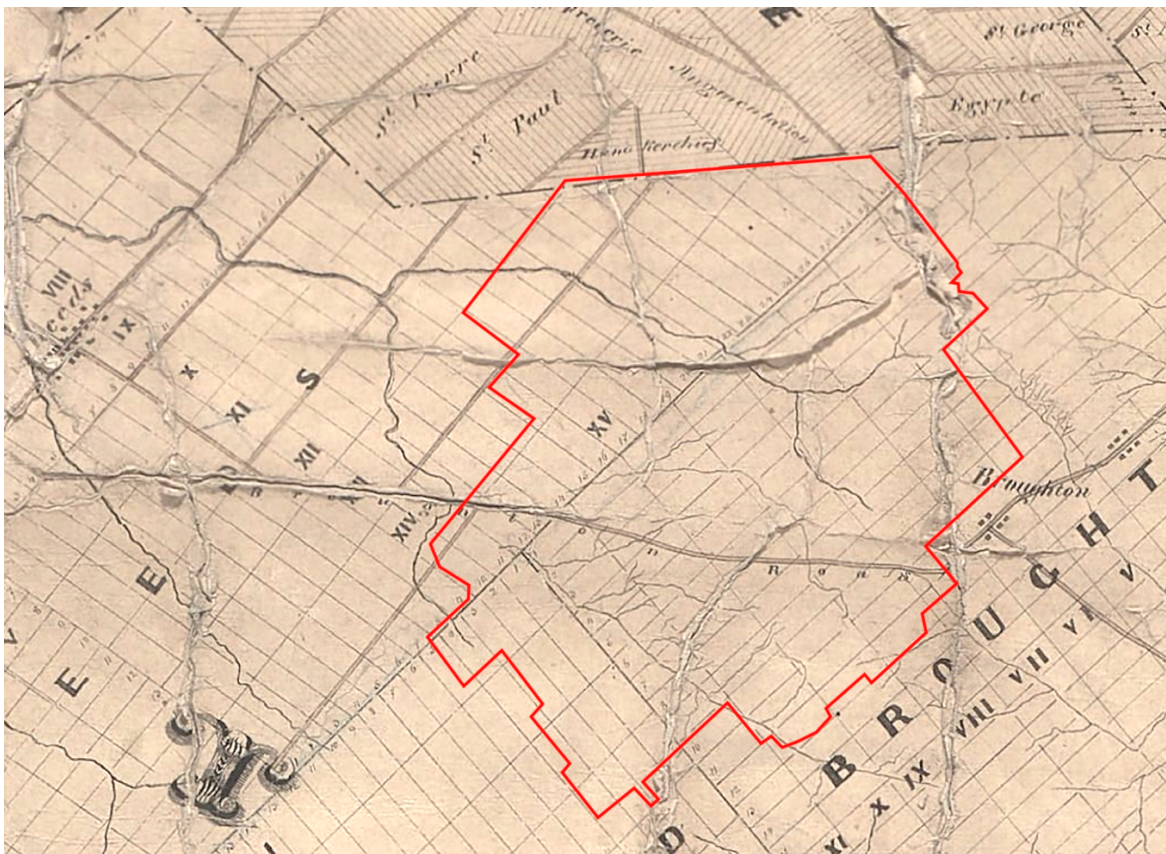


Figure 16 Le secteur à l'étude sur une carte de 1858 (Bouchette 1858)

Jusque-là, la croissance de Saint-Pierre-de-Broughton s'était plutôt limitée à la partie nord de la municipalité. À la suite de la construction du chemin de fer « Québec Central » au début des années 1880, une gare a été bâtie un peu au sud de la commune. La présence de cette gare (Broughton station), qui démontra son utilité pour les commerçants locaux (exportation des produits du bois, d'animaux, de sucre d'érable, etc.), encouragea le développement d'un petit hameau constitué d'abord de quelques fermes, puis de services. L'édification de la chapelle Sainte-Anne en 1891 attira de nombreux visiteurs, ce qui favorisa l'essor du patelin de Broughton Station (ex. hôtel, école) (Courville et coll. 2003).

Par ailleurs, et à la suite de la découverte d'amiante en 1876 à Thetford Mines, il y eut une importante vague d'exploration minière dans la région. La plupart des mines ont été établies autour de Thetford Mines et d'East Broughton, en dehors du secteur à l'étude, sauf celles de pierre à savon (Broughton Soapstone Quarry), de cuivre (Mine Broughton) et d'amiante (mine Montréal-Broughton) (figure 17).

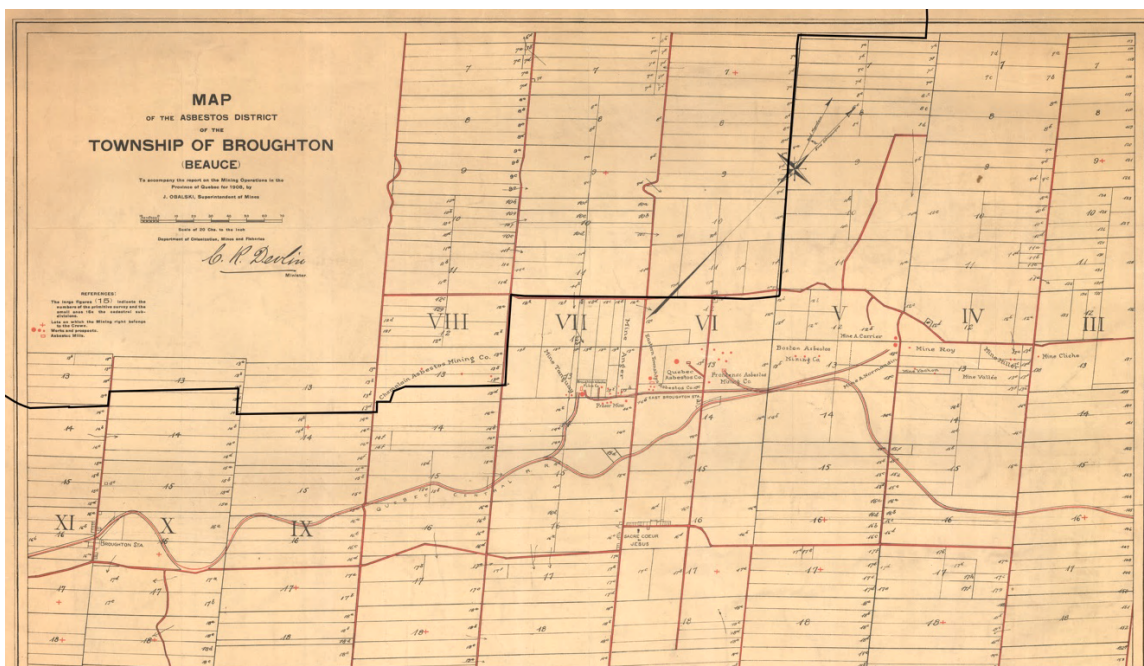


Figure 17 Une partie du secteur à l'étude sur une carte de 1908 (O'Balski 1908)

En ce qui concerne le canton de Leeds, il fut érigé en 1802. Les premiers résidents profitèrent du chemin Craig pour s'établir le long des cinq premiers rangs, soit un peu au nord-est de l'actuelle municipalité de Leeds (Lapointe 1942). Ce développement favorisa la construction d'une première route reliant le nord-ouest du canton de Broughton à Saint-Joseph-de-Beauce via East Broughton. À la suite de nombreux efforts de colonisation, Leeds connut un essor remarquable à partir de 1829, si bien qu'à peine trois ans plus tard, la plupart des lots sont octroyés (Rodrigue 2016). La section de ce canton qui est touchée par le projet éolien Broughton gravite davantage sous l'influence de la municipalité de Saint-Pierre-de-Broughton.

Finalement, le canton de Thetford n'a été officialisé qu'en 1875. Sa colonisation initiale traîna et elle se fit principalement par un débordement des cantons avoisinants (anonyme 1910). À la suite de la découverte d'amiante (1876), le peuplement s'accéléra et des villages de travailleurs surgirent à proximité des principales carrières. Ce fut le cas de Robertsonville, au sud-est du secteur à l'étude, en 1883.

Pour ce qui est de ce dernier, il n'apparaît pas ou peu habité dans les années 1815. Par la suite, les abords de la route menant de Leeds à Saint-Joseph-de-Beauce, via East Broughton (route de Broughton Station / Ancienne route 1), apparaissent rapidement occupés au cours de l'intervalle 1830-1850. Le développement des activités de sciage, plus particulièrement à partir des années 1850, eut comme pour conséquence l'ouverture de chemins dans des milieux plus montagneux. La construction du chemin de fer dans les années 1880, qui favorisa l'accès à la région, encouragea encore plus l'établissement de colons dans les environs, ces derniers disposant alors d'un moyen pour exporter leur production vers les grands centres. Au même moment, l'essor de l'industrie minière provoqua l'arrivée de nouveaux travailleurs. Au tournant du 20^e siècle, le secteur à l'étude présente une configuration similaire au niveau des chemins, des rangs et des îlots de peuplement à celle qui prévaut aujourd'hui (figure 18).

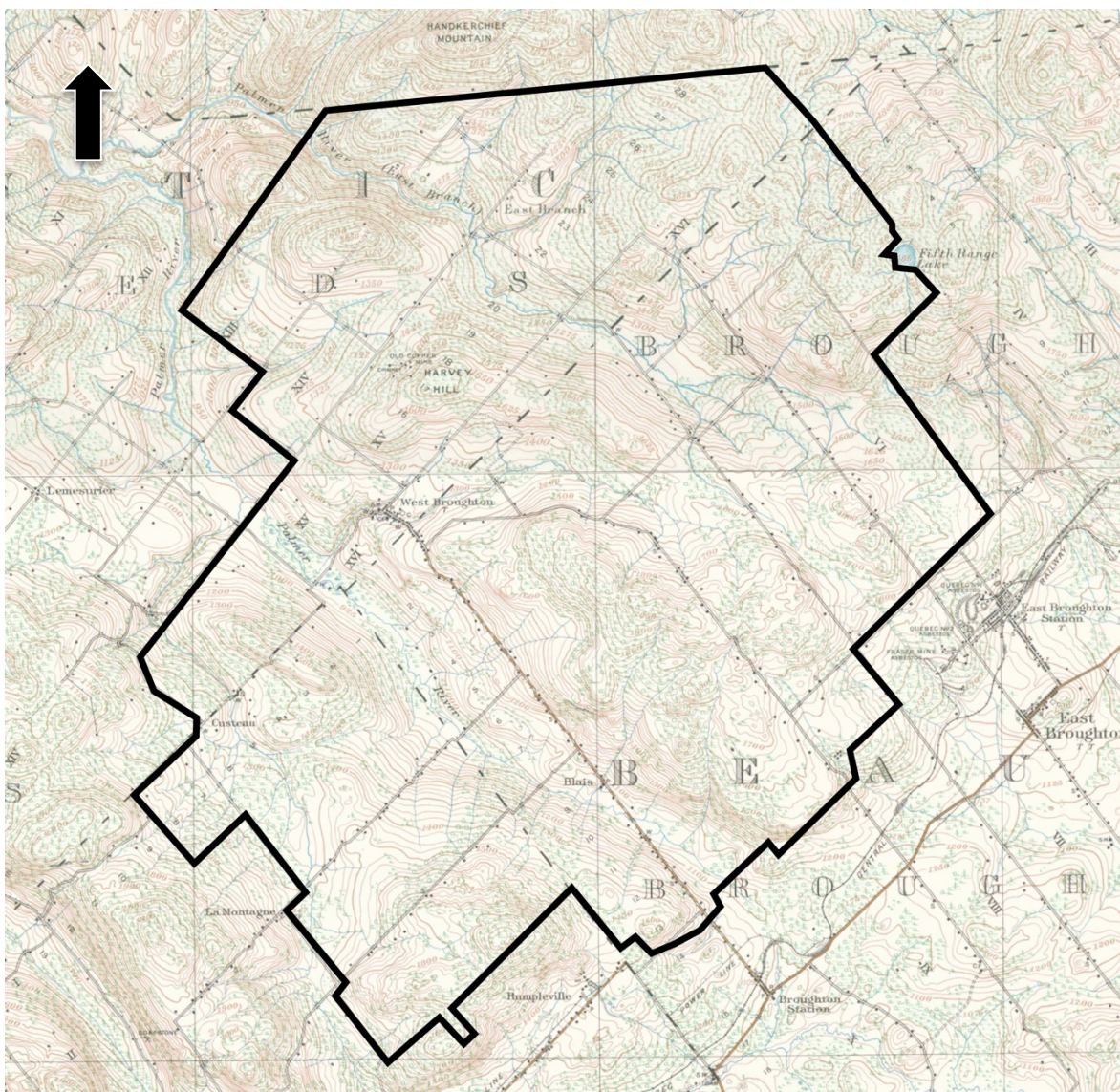


Figure 18 Le secteur à l'étude sur des cartes de 1926 et 1927 (Department of National Defence 21L06 – 1926, 21L03 - 1927)

À en croire les cartes des années 1950, la situation reste quasiment la même (figure 19). Il faut dire qu'à cette époque, les cartographes reprennent souvent les plans des décennies antérieures afin de produire les nouvelles. Par contre, à partir des années 1960-1970, on constate qu'il y a plus d'édifices en certains endroits, mais, qu'en d'autres, des bâtiments ont été abandonnés (figure 20). C'est là le résultat d'un phénomène d'urbanisation et de concentration des établissements agricoles.

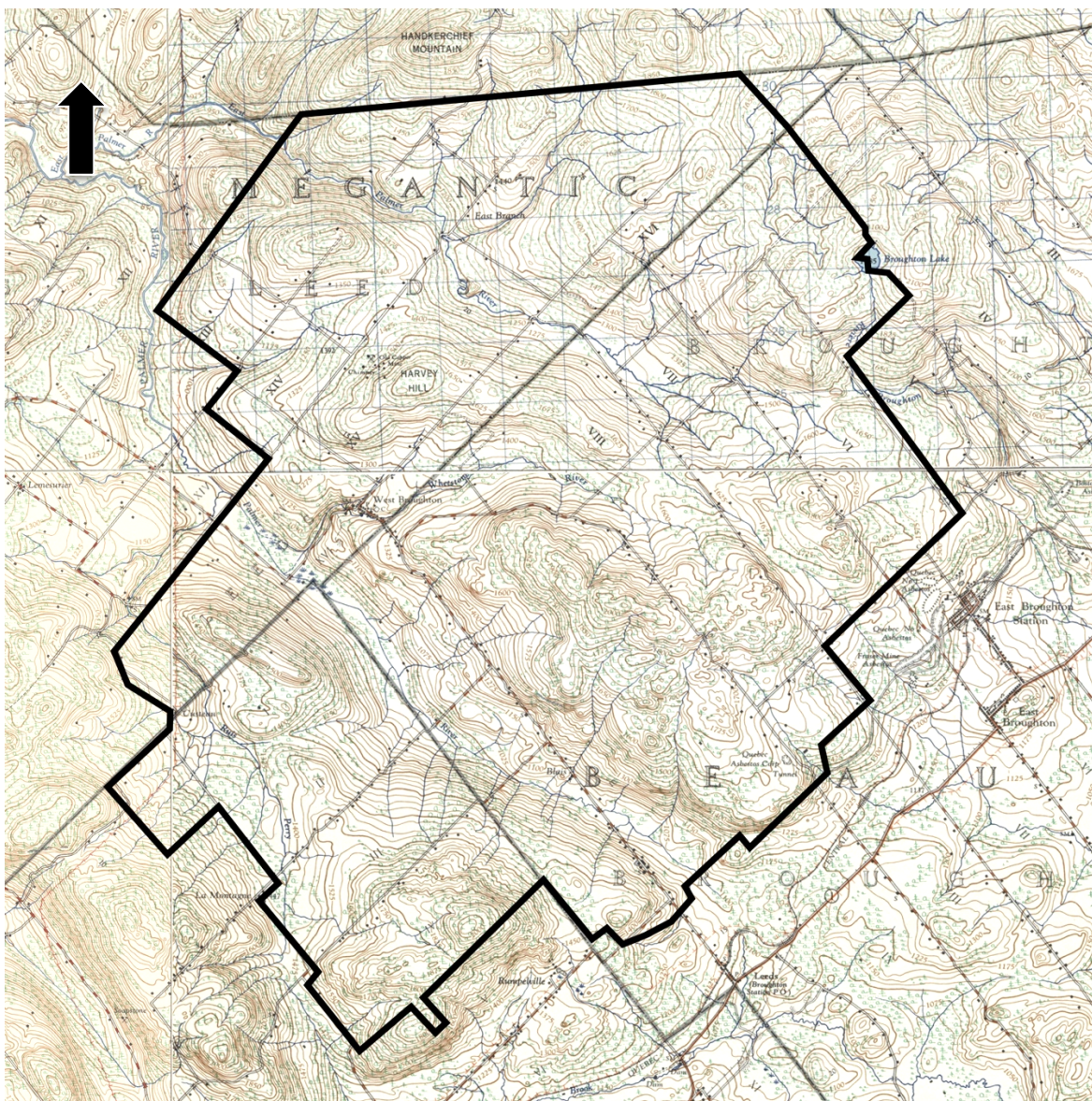
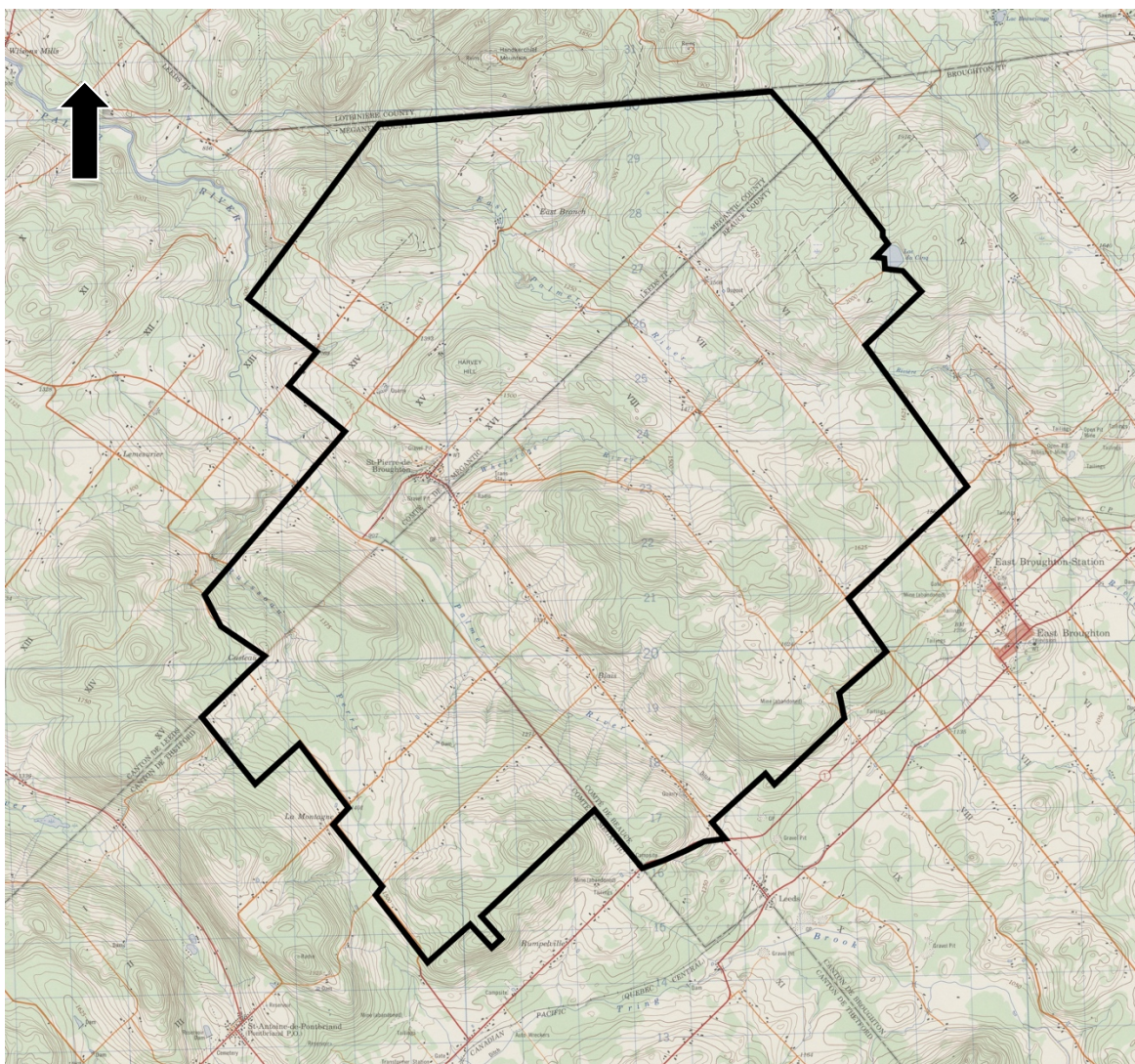


Figure 19 Le secteur à l'étude dans les années 1950 (Department of National Defence 21L03E, 21L03W, 21L06E et 21L06W, 1954)



4.0 LES RECHERCHES ANTÉRIEURES

4.1 Bilan des connaissances

4.1.1 Immeuble patrimonial

Douze bâtiments ou lieux d'intérêt apparaissent actuellement dans le répertoire du patrimoine culturel du Québec (tableau II, figure 21, RPCQ 2025). Parmi eux, un seul est inscrit au registre, il s'agit du bureau de la « Broughton Soapstone Quarry Co. ». Les autres ne font l'objet d'aucune mesure de protection.

Tableau II : Liste des bâtiments ou lieux d'intérêt patrimoniaux dans ou à proximité du secteur à l'étude (Bouchard 1978, RPCQ 2015)

Nom	LatY	LongX	Note
Bureau Broughton Soapstone Quarry Co.	46.193094	-71.150944	Inscrit au registre RPCQ
Maison 29 Broughton station	46.175833	-71.132222	
Maison 30 Broughton station	46.176389	-71.132778	
Maison 32 Broughton station	46.176944	-71.133056	
Maison 35 Broughton station	46.176111	-71.1325	
Maison 39 Broughton station	46.177222	-71.133611	
Maison 52 Broughton station	46.182222	-71.133889	
Calvaire, cimetière Saint-Pierre-de-Broughton	46.244167	-71.206111	
Église, cimetière Saint-Pierre-de-Broughton	46.244167	-71.206111	
Mine Broughton	46.259306	-71.218919	
Mine Cyr-Broughton	46.192564	-71.151256	
Mine Montréal-Broughton	46.207403	-71.120783	
Chapelle Sainte-Anne, Broughton Station	46.17525	-71.130694	

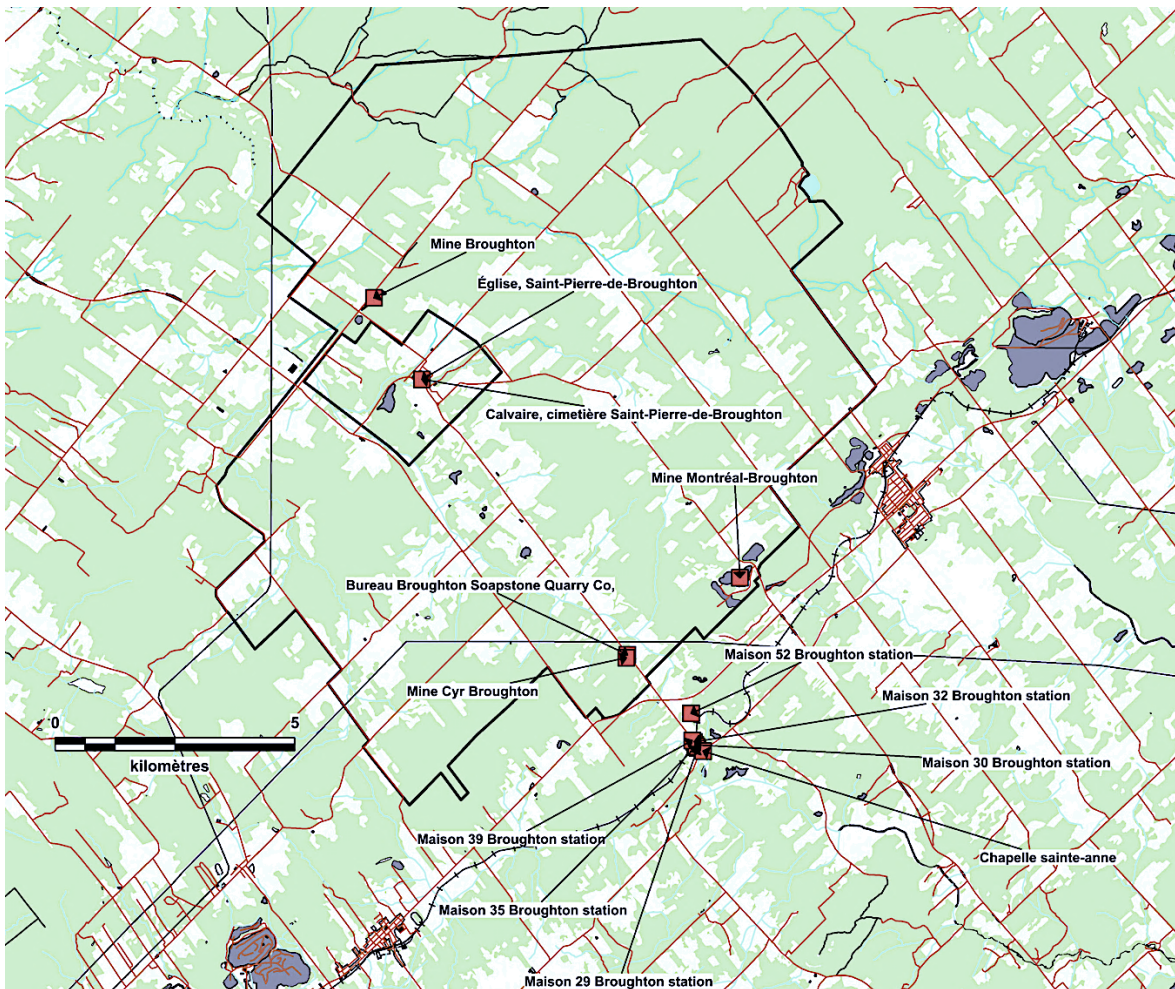


Figure 21 Bâtiments ou lieux d'intérêt patrimonial dans ou à proximité du secteur à l'étude (RPCQ 2025)

4.1.2 Étude de potentiel archéologique

Au meilleur de nos connaissances, aucune étude de potentiel couvrant le secteur en observation n'a été effectuée jusqu'à présent.

4.1.3 Inventaire archéologique

À ce jour, un seul inventaire a été effectué à l'intérieur des limites du secteur à l'étude (figure 22). Celui-ci a été accompli pour le ministère des Transports du Québec dans le cadre d'un programme d'amélioration du réseau routier (Pintal 2001).

D'autres prospections se sont tenues dans un rayon de 2 km aux alentours. Elles ont été réalisées soit pour le MTQ (Artefactuel 2015, Pintal 2011), soit préalablement à la construction d'un parc éolien (Pintal 2014, 2015, 2016).

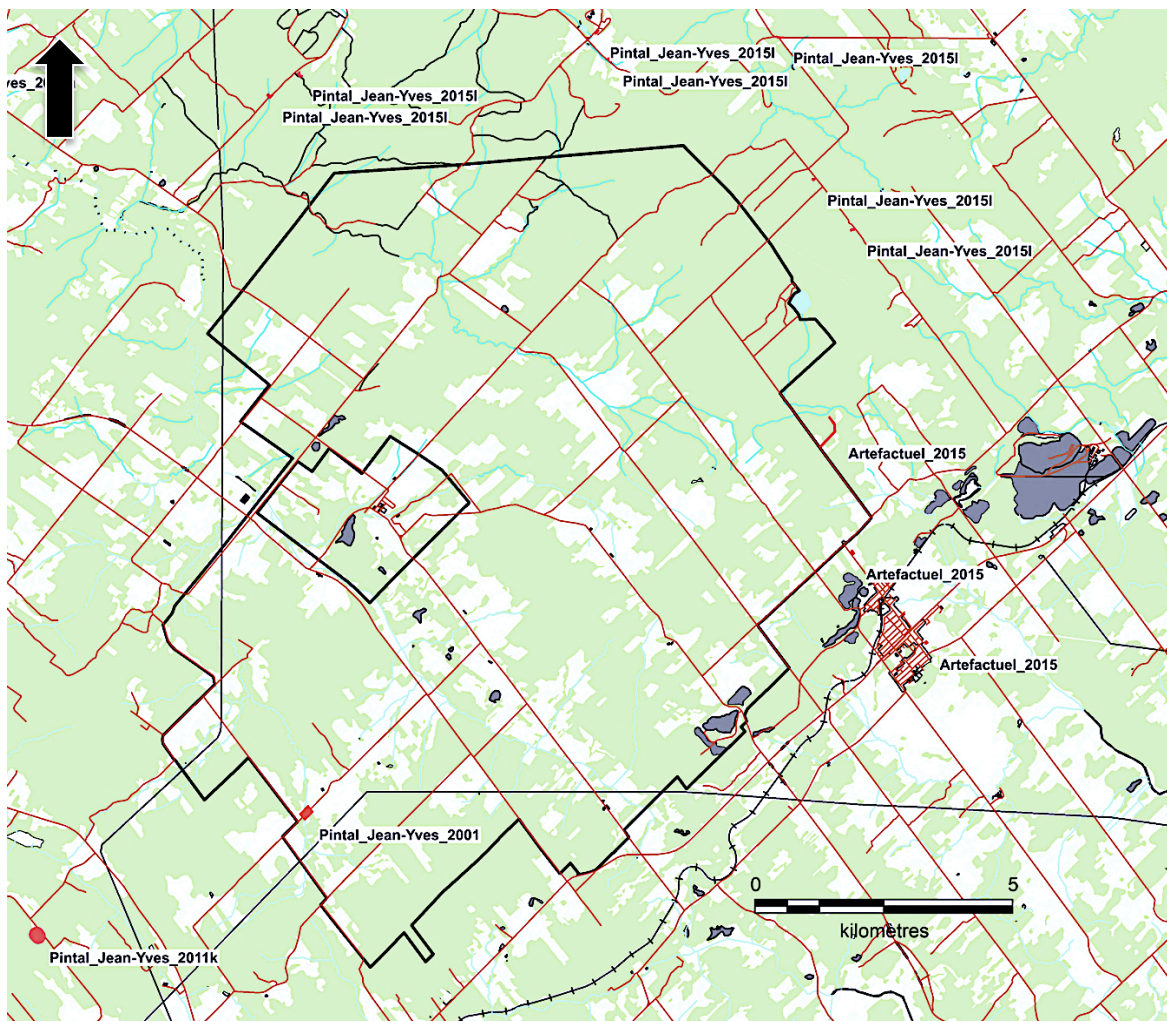


Figure 22 Zones ayant fait l'objet d'un inventaire archéologique dans ou à proximité du secteur à l'étude (MCC 2025)

4.1.4 Sites archéologiques connus

Aucun site archéologique n'est actuellement connu dans le secteur en observation (MCC 2025a et b). Les plus rapprochés se trouvent au mont Radar (3 km, CbEs-4, base militaire du mont radar, Corriveau 2015), à Kinnear's Mills (8 km, CbEu-1, ancienne chapelle catholique, Artefactuel 2018, CbEu-2 et -3, fours à potasse 1 et 2, à venir), Saint-Frédéric-de-Beauce (8 km, CbEr-1, ancien cimetière, Fiset à venir). Des sites agroforestiers datant du 20^e siècle ont été localisés au nord de la zone à l'étude dans le cadre d'un projet éolien (de 1,5 à 5 km CbEt-1, CcEt-2, CbEs-2, CbEs-3, CcEs-4, Pintal 2015).

5.0 LE POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE DU PROJET ÉOLIEN BROUGHTON

5.1 Le potentiel autochtone

Le secteur en observation s'inscrit à l'intérieur d'un seul district écologique, celui des « Moyennes collines de Saint-Jean-de-Brébeuf – Saint-Séverin » (CERQ 2018). Aucun site d'occupation autochtone n'a été trouvé dans ce district jusqu'à présent.

Devant le manque de données comparables au niveau de la région, il faut se référer aux critères génériques présentés dans le tableau I pour mesurer ce potentiel.

Pour délimiter ces zones, un fond de carte numérique à l'échelle 1 : 20 000 a été utilisé. Les dépôts de surface (figure 7 et les cartes pédologiques de l'IRDA) ont servi afin d'évaluer l'habitabilité des sols et leur drainage. Les courbes de niveau Lidar au 1 m, ainsi que les modèles numériques de terrain ombré (Forêt ouverte 2025), ont, quant à eux, permis d'estimer l'horizontalité des terrains. Les cours d'eau sont localisés avec les informations topographiques ou les courbes Lidar. Les autres paramètres ont été discutés au point 2.

Les données de l'usage du territoire par les Autochtones présentées au point 3.2.1 permettent de faire ressortir certains éléments. Ainsi, il semble que les W8banaki s'installaient régulièrement sur les rives des lacs et en marge des chutes ou des rapides.

En fonction de ce qui vient d'être dit et des paramètres apparaissant au tableau I, le potentiel d'occupation autochtone est considéré comme élevé :

- sur les replats ou terrasses bordant les plans d'eau ;
- sur les pointes s'avancant dans ces plans d'eau ;
- quand il y a des lacs et des axes de circulation (rivières) ;
- quand il y a présence de rapides, de chutes ou de rupture dans le paysage (décharge ou confluence rivière) ;
- sur des dépôts fluviatiles anciens, des deltas fluvioglaciers et des dépôts marins d'eau peu profonde ;
- lorsque l'on trouve des sables et des loams.

Si ces zones sont plus susceptibles de receler des sites archéologiques, on considère que le potentiel d'occupation de certaines autres est faible. Par conséquent, ces dernières n'ont pas été cartographiées ici :

- Les zones référant aux extrémités des réseaux hydriques tertiaires (petits ruisseaux, lacs isolés ou lacs encaissés) ;
- Les milieux éloignés de tout cours d'eau douce (50 à 100 mètres de distance et plus) ;
- Les segments littoraux rectilignes des lacs et des rivières ;
- Les interfluves, à moins qu'ils aient pu servir de portage ;
- Les aires marécageuses et leur pourtour ;
- Les bords de rivière et de lacs bosselés et accidentés ;
- Les replats constitués de till mince ou de till sur roc ;
- Les piémonts de falaise ou de montagnes aux flancs abrupts ;
- Les sommets des crêtes rocheuses ou ceux recouverts de minces dépôts meubles.

Le secteur à l'étude est montueux et, par endroits, les cours d'eau sont encaissés. Il n'y a qu'un seul lac, celui du Cinq, et il est petit. Pour ces raisons, le potentiel archéologique d'occupation autochtone apparaît plutôt d'ordre moyen. Il est considéré que seules les rives des rivières Perry et Palmer, incluant sa branche ouest, proposent des milieux avec un certain pouvoir d'attraction. En tout, 38 zones de potentiel ont été retenues (tableau III, figure 23).

Tableau III : Caractéristiques des zones de potentiel d'occupation autochtone

Zone	Géographie	Dépôt	Superficie	Drainage	Pente
1	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	739,165	30	D
2	Rivière, jonction avec une autre rivière	3AN	4189,37	40	A
3	Rivière, jonction avec une autre rivière	2BE	8404,4	40	B
4	Rivière, jonction avec une autre rivière	2BE	7175,06	40	A
5	Rivière, jonction avec une autre rivière	2BE	3424,96	40	A
6	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	4825,03	40	C
7	Rivière, jonction avec une autre rivière	2BE	4557,44	40	A
8	Rivière, jonction avec une autre rivière	2BE	2719,19	40	A
9	Rivière, jonction avec une autre rivière	2BE	5074,72	40	B
10	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	2591,06	40	A
11	Rivière, jonction avec une autre rivière	3AN	1339,28	50	A
12	Rivière, jonction avec une autre rivière	3AN	946,209	50	A
13	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	2715,65	40	B
14	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	852,754	31	C
15	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	483,063	31	C
16	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	802,119	31	B
17	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	950,568	31	B
18	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	1479,15	40	B
19	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	622,468	40	B
20	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	1272,23	40	B
21	Rivière, jonction avec une autre rivière	2BE	2094,39	40	A
22	Rivière, jonction avec une autre rivière	2BE	1302,6	40	A
23	Rivière, jonction avec une autre rivière	2BE	2366,46	40	A
24	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	3514,81	30	C
25	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	6000,12	40	A
26	Rivière, jonction avec une autre rivière	2BE	3554,31	30	A
27	Rivière, jonction avec une autre rivière	2BE	3014,95	30	A
28	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	4309,15	40	A
29	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	4120,05	40	A
30	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	4069,12	31	A
31	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	2669,23	31	A
32	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	3803	31	A
33	Rivière, jonction avec une autre rivière	2BE	2721,07	30	A
34	Lac, pointe, baie, rivière	1A	12 876,52	30	A
35	Rivière, jonction avec une autre rivière	3AN	3132,24	40	A
36	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	1638,13	30	A
37	Rivière, jonction avec une autre rivière	1A	1611,68	30	A
38	Rivière, axe de déplacement	1A	2840,36	31	C

Classe de pente

Désignation	Taux d'inclinaison	Aire minimale pour les cartes de pente (ha)	Aire minimale pour la photo-interprétation (ha)	Classe
Nulle	0 % à 3 %	20	8	A
Faible	3 % à 8 %	20	8	B
Douce	8 % à 15 %	8	8	C
Moderée	15 % à 30 %	8	8	D
Fortie	30 % à 40 %	4	8	E
Abrupte	40 % et plus	4	2	F ⁽¹⁾
Sommet	Superficies entourées de pentes de 40 % et plus	4	2	S ⁽¹⁾

Classe de drainage

Désignation	Code
Excessif	0
Rapide	1
Bon	2
Modéré	3
Imparfait	4
Mauvais	5
Très mauvais	6
Drainage complexe	16

Désignation	Code
Aucun modificateur	0
Drainage latéral	1
Horizon gelé	2
Amélioration d'origine anthropique	3
Ralentissement d'origine anthropique	4

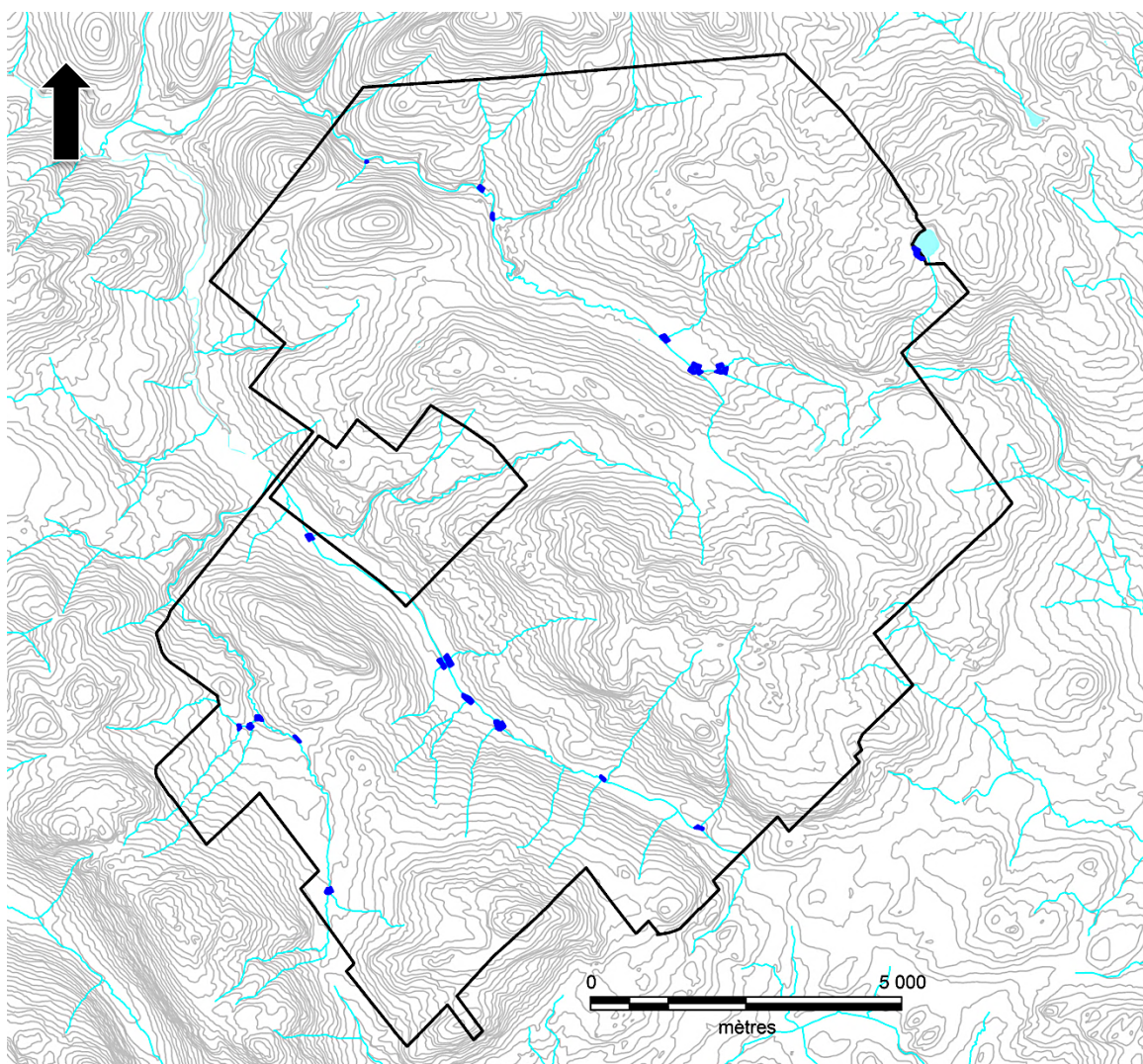


Figure 23 Localisation des zones de potentiel d'occupation autochtone (en bleu)

5.2 Le potentiel eurocanadien

En ce qui concerne le potentiel d'occupation eurocanadienne, les zones retenues représentent :

- des endroits où l'on signale la présence d'édifices dans les rapports d'intervention, les documents historiques ou les synthèses régionales ;
- des bâtiments qui apparaissent sur les cartes anciennes à partir du 19^e siècle jusqu'aux plans cadastraux officiels des années 1870 et les cartes topographiques des années 1920-1950. Il faut que ces bâtiments soient abandonnés depuis les années 1950 pour être reconnus comme site archéologique. Toutefois, les informations dont on dispose n'ont pas toujours ce degré d'exactitude, c'est pourquoi certaines constructions un peu plus récentes (1960-1970) ont parfois pu se glisser dans la base de données.

Les limites cadastrales anciennes et actuelles ont été utilisées afin de préciser la localisation de certains immeubles dont il est fait référence dans les documents ou qui sont sur les cartes des années 1920. La plupart des zones identifiées, et elles sont au nombre de 115, correspondent à des établissements agricoles ou agroforestiers qui ont été abandonnés pour diverses raisons (maisons et granges). On compte aussi plusieurs écoles de rangs (N. : 6), des mines dont il est fait mention dans le RPCQ (N. : 3), une fromagerie et un cimetière au nord d'East Broughton (tableau IV). Le noyau villageois de Saint-Pierre-de-Broughton ne fait pas partie du secteur à l'étude.

Les cartes anciennes n'ont pas la précision des modernes, un certain degré d'inexactitude surgit quand on les chevauche. Ainsi, il est parfois difficile de localiser parfaitement certains bâtiments délaissés, même en modifiant le calage des plus vieilles sur les nouvelles. Nous avons essayé de réduire le plus possible ce flou en ne superposant que de petites sections des cartes anciennes à la fois, mais un écart persistera toujours (figure 24).

Tableau IV : Caractéristiques des zones de potentiel d'occupation eurocanadienne

Zone	Descriptif	Note	Référence
1	Bâtiment		DND 1926-1927
2	Bâtiment		DND 1926-1927
3	Bâtiment		DND 1926-1927
4	Bâtiment		DND 1926-1927
5	Bâtiment		DND 1926-1927
6	École		DND 1926-1927
7	Bâtiment		DND 1926-1927
8	Bâtiment		DND 1926-1927
9	Bâtiment		DND 1926-1927
10	Bâtiment		DND 1926-1927
11	Bâtiment		DND 1926-1927
12	Bâtiment		DND 1926-1927
13	Bâtiment		DND 1926-1927
14	Bâtiment		DND 1926-1927
15	Bâtiment		DND 1926-1927
16	Bâtiment		DND 1926-1927
17	Bâtiment		DND 1926-1927
18	Bâtiment		DND 1926-1927
19	Bâtiment		DND 1926-1927

Zone	Descriptif	Note	Référence
20	Bâtiment		DND 1926-1927
21	Bâtiment		DND 1926-1927
22	Bâtiment		DND 1926-1927
23	École		DND 1926-1927
24	Bâtiment		DND 1926-1927
25	Bâtiment		DND 1926-1927
26	Bâtiment		DND 1926-1927
27	Bâtiment		DND 1926-1927
28	Bâtiment		DND 1926-1927
29	Bâtiment		DND 1926-1927
30	Bâtiment		DND 1926-1927
31	Bâtiment		DND 1926-1927
32	Bâtiment		DND 1926-1927
33	Bâtiment		DND 1926-1927
34	Bâtiment		DND 1926-1927
35	Bâtiment		DND 1926-1927
36	Bâtiment		DND 1926-1927
37	Bâtiment		DND 1926-1927
38	Bâtiment		DND 1926-1927
39	Bâtiment		DND 1926-1927
40	Bâtiment		DND 1926-1927
41	Bâtiment		DND 1926-1927
42	Bâtiment		DND 1926-1927
43	Bâtiment		DND 1926-1927
44	École		DND 1926-1927
45	Bâtiment		DND 1926-1927
46	Bâtiment		DND 1926-1927
47	Bâtiment		DND 1926-1927
48	Mine Broughton, de cuivre, plusieurs bâtiments, cheminée	Inscrit au RPCQ	DND 1926-1927
49	Bâtiment		DND 1926-1927
50	Bâtiment		DND 1926-1927
51	Bâtiment		DND 1926-1927
52	Bâtiment		DND 1926-1927
53	Bâtiment		DND 1926-1927
54	Bâtiment		DND 1926-1927
55	Bâtiment		DND 1926-1927
56	Bâtiment		DND 1926-1927
57	Bâtiment		DND 1926-1927
58	Bâtiment		DND 1926-1927
59	Bâtiment		DND 1926-1927
60	Bâtiment		DND 1926-1927
61	Bâtiment		DND 1926-1927
62	Bâtiment		DND 1926-1927
63	École		DND 1926-1927
64	Bâtiment		DND 1926-1927
65	Bâtiment		DND 1926-1927
66	Bâtiment		DND 1926-1927
67	Bâtiment		DND 1926-1927
68	Bâtiment		DND 1926-1927
69	Bâtiment		DND 1926-1927
70	Bâtiment		DND 1926-1927
72	Bâtiment		DND 1926-1927

Zone	Descriptif	Note	Référence
73	Bâtiment		DND 1926-1927
74	Bâtiment		DND 1926-1927
75	Fromagerie		DND 1926-1927
76	Bâtiment		DND 1926-1927
77	Bâtiment		DND 1926-1927
78	Bâtiment		DND 1926-1927
79	Bâtiment		DND 1926-1927
80	Bâtiment		DND 1926-1927
81	Bâtiment		DND 1926-1927
82	École		DND 1926-1927
83	Bâtiment		DND 1926-1927
85	Mine Montréal-Broughton, amiante, bâtiment associé à la mine	Inscrit au RPCA, En partie perturbée par route	DND 1926-1927
86	Mine Montréal-Broughton, amiante, plusieurs bâtiments, camps de travailleurs ?	Inscrit au RPCA, En partie perturbée par route	DND 1926-1927
87	Bâtiment		DND 1926-1927
88	École		DND 1926-1927
89	Bâtiment		DND 1926-1927
90	Bâtiment		DND 1926-1927
91	Bâtiment		DND 1926-1927
92	Bâtiment		DND 1926-1927
93	Bâtiment		DND 1926-1927
94	Bâtiment		DND 1926-1927
95	Bâtiment		DND 1926-1927
96	Bâtiment		DND 1926-1927
97	Bâtiment		DND 1926-1927
98	Bâtiment		DND 1926-1927
99	Bâtiment		DND 1926-1927
100	Bâtiment		DND 1926-1927
101	Bâtiment		DND 1926-1927
102	Bâtiment		DND 1926-1927
103	Bâtiment		DND 1926-1927
104	Bâtiment		DND 1926-1927
105	Bâtiment		DND 1926-1927
106	Cimetière		DND 1926-1927, De Blois 1959
107	Broughton Soapstone Quarry Co. mine stéatite, bâtiments, moulin	Site inscrit au RPCQ. Dont un bâtiment inscrit au Registre du RPCQ	DND 1926-1927
108	Bâtiment		DND 1926-1927
109	Bâtiment		DND 1926-1927
110	Bâtiment		DND 1926-1927
111	Bâtiment		DND 1926-1927
112	Bâtiment		DND 1926-1927
113	Bâtiment		DND 1926-1927
114	Bâtiment		DND 1926-1927
115	Bâtiment		DND 1926-1927

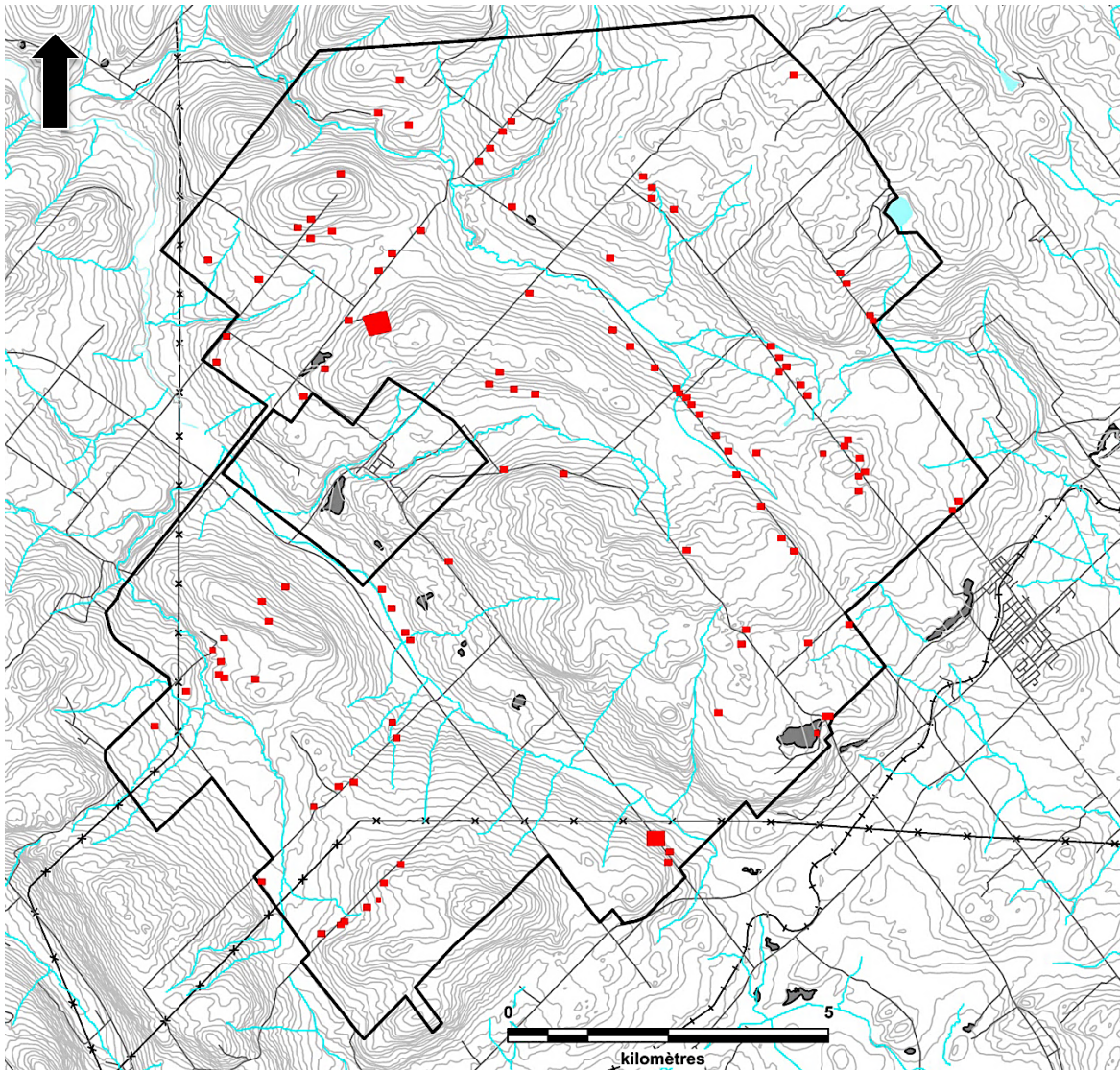


Figure 24 Localisation des zones de potentiel d'occupation eurocanadienne (en rouge)

CONCLUSION

Cette étude s'est intéressée à la probabilité que le projet éolien Broughton ait des répercussions sur le patrimoine archéologique de la région. La méthode utilisée pour évaluer le potentiel a d'abord été explicitée. Ensuite, le secteur en observation a été décrit (principales composantes environnementales actuelles et leur mise en place depuis la déglaciation). Puis, le cadre chronologique de l'occupation humaine a été présenté. Une synthèse des travaux effectués à ce jour dans les alentours a été proposée. La dernière section, quant à elle, s'est attardée plus particulièrement à la définition des zones de potentiel.

Aucun site archéologique n'est actuellement connu à l'intérieur de l'emprise à l'étude.

L'analyse des conditions environnementales et des modes d'occupation du territoire à l'époque historique en arrive à la conclusion que le potentiel d'occupation autochtone se résume à 38 zones principalement réparties le long des rives des rivières Perry et Palmer, incluant sa branche ouest.

Le parcours de la littérature historique et la revue de la cartographie ancienne ont permis de retenir 115 zones de potentiel d'occupation eurocanadienne. À nombre d'entre elles correspondent des établissements agricoles ou agroforestiers (maisons, granges, cabanes à sucre) abandonnés. On y compte également plusieurs écoles de rang, des mines et leurs bâtiments associés, un cimetière et une fromagerie.

Comme mesure d'atténuation, il est recommandé de réaliser un inventaire préalable au terrain des zones de potentiel si ces dernières sont appelées à être touchées par les aménagements envisagés (base d'éoliennes, chemins d'accès, réseaux de raccordement, etc.). Si cela s'avère nécessaire, l'inventaire, qui implique une inspection visuelle systématique ainsi que la pratique de sondages manuels, doit être effectué bien avant le début des travaux de construction. Cela permettra aux archéologues de mener à bien leur travail et, éventuellement, de procéder à la fouille des sites susceptibles d'être découverts.

OUVRAGES DE RÉFÉRENCE

BAC	Bibliothèques et archives Canada
BANQ	Bibliothèques et archives nationales du Québec
FORÊT OUVERTE	Site internet
GAGQ	Greffé de l'arpenteur général du Québec
IRDA	Institut de recherche et de développement en agroenvironnement
MCC	Ministère de la Culture et des Communications
NTS	National Topographic System
SIGEOM	Système d'information géominière, site internet
SNRC	Système national de référence cartographique

Anonyme, 1910 : Historique de la ville de Thetford Mines depuis sa fondation jusqu'à nos jours, 1876-1910. Québec, L'Action Sociale Ltée.

Artefactuel, 2015 : Direction Chaudière-Appalaches. Inventaires archéologiques. Rapport remis au MCC, Québec.

-, 2018 : Ancienne chapelle catholique des cinq cantons, CbEu-1. Interventions archéologique 2017. Rapport déposé au MCC, Québec.

-, 2018 : Ancienne chapelle catholique des cinq cantons, Kinnear's Mills. Fouilles archéologique 2018. Rapport déposé au MCC, Québec.

Association des archéologues du Québec, 2005 : Répertoire québécois des études de potentiel archéologique, Québec.

Baily, C., 1795 : The Township of Broughton. GAGQ, PL01B030.

Barry, G., 2003 : La « piste Bécancour » : des campements abénaquis dans l'arrière-pays. Recherches amérindiennes au Québec, vol. XXXIII, no 2, p. 93-100.

Bouchard, R., 1978 : Macro-inventaire (ethnologie). Rapport de synthèse sur le comté de Beauce. MCC, Québec).

Bouchette, J., 1815 : Carte topographique de la province de Bas-Canada. Éditions Élysée, Montréal.

-, 1831 : Map of the Provinces of Lower & Upper Canada. Joseph Jun. ; Wyld, James from 1831.

-, 1858 : Map of part of the province of Canada from Quebec to Anticosti. BANQ, [E21,S555,SS1,SSS8,P15](#)

Cadre écologique de référence du Québec (CERQ), 2018 : Données ouvertes. Gouvernement du Québec.

Charland, P., 2005 : Définition et reconstitution de l'espace territorial du Nord-Est américain : la reconstruction de la carte W8banaki par la toponymie abénakise au Québec. AIn8baïwi Kgakina – notre monde à la manière abénakise. Thèse présentée au décanat des études supérieures et postdoctorales remplissant partiellement les critères de l'obtention du titre de docteur en philosophie. Université McGill.

Chrétien, Y., 2006 : Occupation millénaire dans le bassin de la Chaudière. Intervention de sauvetage au site Désy (CeEt-622) à Saint-Romuald, automne 2002-été 2003. Rapport remis au MCC, Québec.

Clermont, N., 1990 : Le Sylvicole inférieur au Québec. Recherches amérindiennes au Québec XX (1) : 5-18.

Comité des fêtes du centenaire de St-Pierre de Broughton, 1956 : Album souvenir, À l'occasion des fêtes du centenaire de Saint-Pierre-de-Broughton. Québec

Commission de toponymie, 1994 : Noms et lieux du Québec, Les Publications du Québec.

Corriveau, P.-A., 2015 : Visite du Domaine du Radar (ancienne base militaire), Rapport déposé au MCC, Québec.

Courville, S., P. C. Poulin et B. Rodrigue, 2003 : Histoire de Beauce-Etchemin. Institut québécois de recherche sur la culture. Collection Les Régions du Québec 16. Les Presses de l'Université Laval.

De Blois, J., 1959 : Levée de chemins dans le comté de Beauce. GAGQ, PL2386_D.

Department of National Defence, 1926 Topographic, St. Sylvester Sheet. Gouvernement du Canada (BANQ).

-, 1927 : Thetford Sheet. Gouvernement du Canada (BANQ).

-, 1954 : 21L03E, 21L03W. Gouvernement du Canada (BANQ).

-, 1954 : 21L06E, 21L06W. Gouvernement du Canada (BANQ).

Dyke, A. S., Giroux, D., Robertson, L., 2004 : Paleovegetation maps of northern North America, 18 000 to 1000 BP. Commission géologique du Canada, dossier public 4682.

Fiset, R., à venir : Saint-Frédéric-de-Beauce, CbEr-1, ancien cimetière.

Fulton, R. J. et J. T. Andrews, 1997 : La calotte glaciaire laurentidienne, Géographie physique et quaternaire, vol XLI, 2

Gates Saint-Pierre, C., 2010 : Le patrimoine archéologique amérindien du Sylvicole moyen au Québec. Étude remise au ministère de la Culture, des Communications et de la Condition féminine, Québec.

Gauvin, H. et F., Duguay (éds.), 1981 : Méthodologies d'acquisition des données, actes du colloque sur les interventions archéologiques dans les projets hydroélectriques. Rapport inédit, Direction de l'environnement, Hydro-Québec, Montréal.

Grondin, J. et C. Boucher, 2020 : Les paysages adstockois : Connaître, comprendre, préserver, intervenir, Adstock, Municipalité d'Adstock.

Hétu, B., 2008 : Paléohydrologie à l'Holocène supérieur dans l'est du Québec (Canada) : l'apport des petits cônes alluviaux. <http://geomorphologie.revues.org/index5533.html>.

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, 2025 : Carte 21L03. <http://www.irda.qc.ca/fr/Etudes-pedologiques>.

Lapointe, J. A., 1942 : Saint-Pierre de Broughton : esquisse historique. Comité de l'orgue, Saint-Pierre-de-Broughton.

Legendre, F. 1793 : Lignes extérieures des cantons de Shenly, Tring et Broughton, et ligne de division des seigneuries de Aubert-Galion, Rigaud-de-Vaudreuil et Saint-Joseph-de-Beauce (Fleury). GAGQ, PL07A001_B.

Maurault, J. A., 1866 : Histoire des Abénaquis. La Gazette de Sorel.

Ministère de la Culture et des Communications, 2025a : Inventaire des sites archéologiques du Québec (ISAQ, cartes 21L03 et 21L06). Gouvernement du Québec, Québec.

-, 2025 b : Cartographie des sites et des zones d'intervention archéologiques du Québec, cartes 21L03 et 21L06. Gouvernement du Québec, Québec.

-, 2025c : Répertoire du patrimoine culturel du Québec (RPCQ). Gouvernement du Québec, Québec.

Obalski, J., 1908 : Map of the Asbestos district of the Township of Broughton (Beauce). Sigéom examine.

Paré, P., 1985 : La toponymie des Abénaquis. Dossiers toponymiques, 20. Commission de toponymie du Québec, Québec.

Paul, J. T., 1999 : Le territoire de chasse des Hurons de Lorette. Recherches amérindiennes au Québec, vol. XXX, no 3, p. 5-20.

Pintal, 2001 : Direction Chaudière-Appalaches. Inventaires archéologiques. Rapport remis au MCC, Québec.

-, 2011 : Direction Chaudière-Appalaches. Inventaires archéologiques. Rapport remis au MCC, Québec.

-, 2014 : Projet éolien du mont Saint-Marguerite. Étude de potentiel archéologique. Étude remise à DNV GL. Montréal.

- , 2015 : Projet éolien du mont Saint-Marguerite. Étude de potentiel archéologique. Mise à jour. Étude remise à DNV GL. Montréal.
- , 2015 : Projet de parc éolien Mont Sainte-Marguerite. Inventaire archéologique. Automne 2015. Rapport remis au MCC, Québec.
- , 2016 : Projet de parc éolien Mont Sainte-Marguerite. Relevés archéologiques. Automne 2015. Rapport remis au MCC, Québec.
- Pintal, J. - Y., J. Provencher et G. Piédalue, 2015 : Air. Territoire et peuplement. Les Éditions de l'Homme, Montréal.
- Plourde, M., 2006 : Participation du Québec au projet de répertoire canadien des lieux patrimoniaux — volet archéologie - étude sur les sites archéologiques caractéristiques de l'occupation amérindienne du territoire. Rapport final remis au MCC, Québec.
- Prévost, M. A., 2015 : Noix et petits fruits au menu. In Pintal et coll. 2015 : 77.
- Provost, H., 1983 : Les Abénaquis sur la Chaudière. Éditions de la Nouvelle-Beauce, Séminaire de Québec.
- Richard, P. J. H. et P. Grondin, 2009 : Histoire postglaciaire de la végétation. In Manuel de foresterie. Ordre des ingénieurs du Québec, Québec.
- Robitaille, A. et J. - P. Saucier, 1998 : Paysages régionaux du Québec méridional. Les Publications du Québec, Québec.
- Rodrique, J., 2016 : Le peuplement du Canton de Leeds au début du XIX^e siècle. Des pionniers de passage. Cap-aux-Diamants. La revue d'histoire du Québec, no. 124 : 8-11.
- Savoie, S., 2003 : Les Abénaquis de Bécancour (Wôlinak) et les terres d'Arthabaska (1829-1850). Recherches amérindiennes au Québec, vol. XXXIII, no 2, p. 101-108.
- Sévigny, P. - A., 1976 : Les Abénaquis : habitat et migrations (17^e et 18^e siècles). Bellarmin, Montréal.
- SNRC, 1971 : 21L03, 21L06. Gouvernement du Canada (BANQ).
- Tâché, K., 2010 : Le sylvicole inférieur et la participation à la sphère d'interaction Meadowood au Québec. Rapport remis au ministère de la Culture, des Communications et de la Condition féminine, Québec.
- Tremblay, R., 2006 : Les Iroquoiens du Saint-Laurent. Les éditions de l'Homme, Montréal.
- Vincent, N. (Tsa8enhohi), 1829 : Devant la Chambre d'Assemblée du Bas-Canada en 1829. XXVIII^e volume des Journaux de la Chambre d'assemblée, 1828-1829, appendice V.

Annexe M – Estimation des émissions de gaz à effet de serre

Étude d'impact sur l'environnement déposée au ministre de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

ESTIMATION DES ÉMISSIONS GAZ À EFFET DE SERRE

Numéro de dossier :
3211-12-268

Nom de l'Initiateur :
Parc éolien Broughton s.e.c.

Nom du Projet :
Projet éolien Broughton

Consultant principal de l'ÉIE :
Stratégie PEG Inc. (« PEG »)



Date : 19 novembre 2025

Signatures

Préparé par :



Théofil Colle

Chargé de Projet, Biologiste



19 novembre 2025

Date

Révisé par :



Francis Langelier

Directeur, Services environnement et géomatique

19 novembre 2025

Date

Équipe de réalisation

Équipe PEG	
Michaël Roberge	Directeur de Projet
Francis Langelier	Directeur, Services environnement et géomatique
Théofil Colle	Biologiste et chargé de Projet
Alexis Ortega-Sheehy	Biologiste et chargé de Projet
Laurent Roy-Trudeau	Biologiste

Registre des versions

Date	Version
2025-10-31	Préliminaire
2025-12-19	Finale

Client

PARC ÉOLIEN BROUGHTON S.E.C.

Adresse : MZ400-1000 Rue de la Gauchetière O.

Montréal (Québec)

H3B 0A2 Canada

NEQ : 3379583316

Contact :

Nom : Devyn Richardson

Titre : Gestionnaire des ressources naturelles

Courriel : devyn.richardson@patternenergy.com

Citation :

Stratégie PEG Inc. 2025. Estimation des émissions de gaz à effet de serre. Projet éolien Broughton.

Table des matières

1. INTRODUCTION	6
1.1. MISE EN CONTEXTE	6
1.2. OBJECTIFS	6
2. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE	6
3. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE.....	6
3.1. PERSONNE COMPÉTENTE EN QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DE GES.....	6
3.2. LES GES À CONSIDÉRER	7
3.3. ÉTAPES DE LA DÉMARCHE GÉNÉRALE DE QUANTIFICATION	7
3.4. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS ET POTENTIELS DE RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE	8
4. RÉSULTATS ET DISCUSSION	8
4.1. PHASE DE CONSTRUCTION.....	8
4.1.1. <i>Équipement de combustion fixe</i>	8
4.1.2. <i>Équipement de combustion mobile</i>	9
4.1.3. <i>Explosifs</i>	10
4.1.4. <i>Émissions de carbone noir</i>	12
4.1.5. <i>Déboisement</i>	14
4.1.6. <i>Perte de milieux humides</i>	16
4.2. PHASE D'EXPLOITATION.....	16
4.2.1. <i>Consommation d'énergie électrique</i>	16
4.2.2. <i>Équipement de combustion fixe</i>	17
4.2.3. <i>Équipement de combustion mobile</i>	18
4.2.4. <i>Émissions de carbone noir</i>	18
4.2.5. <i>Émissions fugitives d'hexafluorure de soufre et de perfluorocarbures</i>	20
4.3. PHASE DE DÉMANTÈLEMENT	20
5. MESURES D'ATTÉNUATION ET DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES	21
5.1. PHASE DE CONCEPTION ET DE CONSTRUCTION	21
5.2. PHASE D'EXPLOITATION	22
5.3. PHASE DE DÉMANTÈLEMENT	22
6. PLAN DE SURVEILLANCE DES ÉMISSIONS DE GES	23
7. CONCLUSION	24
GLOSSAIRE	26
RÉFÉRENCES	27

Liste des tableaux

Tableau 3-1 – Expérience et formation de l'équipe de rédaction du rapport de quantification	7
Tableau 4-1 – Consommation totale estimée des équipements mobiles et fixes requis durant la construction du Projet	9
Tableau 4-2 – Quantité d'explosif estimé pour le Projet	12
Tableau 4-4 – Infrastructures susceptibles de contenir du SF ₆ et la quantité en kg	20
Tableau 6-1 – Données qui seront récoltées dans le cadre du plan de surveillance d'émissions de GES pour les véhicules	23
Tableau 7-1 – Bilan des émissions estimées de GES pour la phase de construction	24
Tableau 7-2 – Bilan des émissions estimées annuelles et totales de GES pour la phase d'exploitation	25

Liste des figures

Aucune figure.

Liste des annexes

Annexe A – Carte de localisation du projet	28
--	----

1. Introduction

1.1. Mise en contexte

Parc éolien Broughton s.e.c. (l'« Initiateur ») entend développer le projet éolien Broughton (le « Projet ») dans la région administrative de la Chaudière-Appalaches, sur le territoire de la municipalité de Saint-Pierre-de-Broughton, de Sacré-Cœur-de-Jésus et la ville de Thetford Mines dans la municipalité régionale de comté (MRC) des Appalaches. Sélectionné par Hydro-Québec le 26 janvier 2024 dans le cadre de l'appel d'offres 2023-01 d'Hydro-Québec (A/O 2023-01), le Projet prévoit l'installation de 29 éoliennes.

Dans le cadre du projet éolien Broughton, Stratégie PEG Inc a été mandaté pour la réalisation du rapport de quantification des émissions de gaz à effet de serre (« GES ») attribuables aux activités du Projet en question.

1.2. Objectifs

Afin de répondre aux directives de l'étude d'impact sur l'environnement du projet éolien Broughton, le rapport ci-présent a comme objectif de :

- Quantifier les émissions de GES attribuables à toutes les sources d'émission du Projet;
- Présenter des mesures d'atténuations et de réductions d'émissions de GES adaptées au contexte du Projet et les manières dont elles seront mises en œuvre;
- Présenter un plan de surveillance des émissions de GES post-construction.

2. Description de la zone d'étude

Le Projet est localisé dans la région administrative de Chaudière-Appalaches, sur le territoire de la MRC des Appalaches. La zone d'étude du Projet couvre une superficie d'environ 134 km² et touche trois territoires, soit les municipalités de Saint-Pierre-de-Broughton et de Sacré-Cœur-de-Jésus, ainsi que la ville de Thetford Mines. Le territoire de la région est caractérisé par l'alternance de hautes collines et de vallées offrant un potentiel intéressant au développement de projets éoliens.

Ces collines ont une altitude moyenne de 450 mètres avec des monts culminants à plus de 600 mètres. La zone d'étude du Projet est majoritairement composée de terres privées à vocation agroforestière et acéricole. La carte de localisation du Projet est présentée à l'annexe A du présent document.

3. Approche méthodologique

3.1. Personne compétente en quantification des émissions de GES

Le rapport de quantification des GES attribuables au Projet a été réalisé par une équipe compétente en la matière. Le Tableau 3-1 ci-dessous présente les membres de l'équipe responsable de la rédaction du présent rapport ainsi que leur expérience et leur formation dans le domaine :

Tableau 3-1 – Expérience et formation de l'équipe de rédaction du rapport de quantification

Prénom et nom	Titre	Expérience et formation
Théofil Colle	Biologiste, Chargé de Projet	ISO 14064-1:2018 Inventaires des gaz à effet de serre et mesure de l'empreinte carbone
Francis Langelier	Directeur, Services environnement et géomatique	ISO 14064-1:2018 Inventaires des gaz à effet de serre et mesure de l'empreinte carbone
Michaël Roberge	Président de Stratégie PEG Inc. et directeur de Projet	Plus de 15 ans d'expérience dans le secteur des énergies renouvelables et de la réalisation d'études d'impact environnementales
Laurent Roy-Trudeau	Biologiste	Maîtrise en gestion durable des écosystèmes forestiers

3.2. Les GES à considérer

Les GES qui ont été considérés lors de la quantification des émissions de GES attribuables à toutes les sources d'émission du Projet sont ceux qu'utilise le règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère (RDOCECA), soit :

- Le dioxyde de carbone (CO₂);
- Le méthane (CH₄);
- L'oxyde nitreux (N₂O);
- L'hexafluorure de soufre (SF₆);
- Le trifluorure d'azote (NF₃);
- La famille des hydrofluorocarbures (HFC);
- La famille des perfluorocarbures (PFC).

3.3. Étapes de la démarche générale de quantification

Le rapport de quantification des émissions de GES attribuables à toutes les sources d'émissions du Projet présent a été réalisé en suivant les cinq grandes étapes du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025). Les étapes de quantification des émissions de GES attribuables aux différentes activités du Projet sont les suivantes :

1. Identifier les sources d'émissions de GES;
2. Examiner si des exigences réglementaires particulières s'appliquent aux émissions de GES;
3. Quantifier les impacts des émissions de GES;
4. Élaborer un plan des mesures d'atténuation des impacts;
5. Élaborer un plan de surveillance et de suivi des émissions de GES.

3.4. Présentation des résultats et potentiels de réchauffement planétaire

Conformément aux exigences du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025), les résultats du rapport sont présentés :

- En unité métrique;
- Sur une base annuelle;
- Individuellement par GES;
- Additionnés pour tous les GES et exprimés en tonnes d'équivalent dioxyde de carbone (t éq. CO₂);
- En distinguant chacune des phases applicables du Projet (construction et exploitation);
- En distinguant les différentes catégories de sources d'émissions applicables (combustion mobile, combustion fixe, procédé, autre);
- En distinguant les émissions non biogéniques des émissions biogéniques de CO₂.

4. Résultats et discussion

4.1. Phase de construction

4.1.1. Équipement de combustion fixe

Les émissions de GES attribuables aux équipements de combustion fixe en phase de construction du Projet ont été estimées à partir de l'équation 2 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025). Dans le contexte du Projet en phase de construction, seulement un équipement de combustion fixe est prévu, soit un groupe électrogène destiné à l'alimentation électrique de l'usine temporaire de production de béton et de ciment. La quantité de combustible consommé pour cet équipement a été estimée selon l'expertise de l'Initiateur. Les facteurs d'émission associés aux équipements de combustion mobiles ont été pris au tableau 5 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (ECC, 2024; MELCCFP, 2025).

Équation 1 - Émissions de GES attribuables à des sources de combustion fixes

$$\text{Émissions de GES} = \sum_{i=1}^{i=n} \text{Quantité de combustible } i \text{ consommé} \times \text{Facteur d'émission } i$$

Où :

Émissions de GES : Émissions de CO₂ attribuables à la combustion de chaque type de combustible, en tonnes métriques;

Type de combustible : Diesel;

Consommation estimée de diesel : 45 000,00 L;

Facteurs d'émission en CO₂ éq pour le diesel (équipement fixe) : 2,689 kg éq. de CO₂/L de combustible.

Ainsi, les émissions de GES attribuables aux équipements de combustion fixes pour la construction du Projet sont estimées à **121,01 t éq. CO₂**.

4.1.2. Équipement de combustion mobile

Les émissions de GES attribuables aux équipements de combustion mobile en phase de construction du Projet ont été estimées à partir de l'équation 3 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025). Les équipements requis ainsi que la durée d'utilisation et la consommation totale estimée pour les véhicules à essence ont été estimés selon l'expertise de l'Initiateur. Les facteurs d'émission associés aux équipements de combustion mobiles ont été pris au tableau 6 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (ECC, 2024; MELCCFP, 2025). La liste des équipements de combustion mobile ainsi que leur consommation totale estimée pour la phase de construction du Projet est présentée au Tableau 4-1.

Afin de calculer la consommation totale estimée pour les véhicules alimentés au diesel, l'équation ci-dessous a été utilisée. La consommation de diesel des équipements mobiles a été estimée en considérant le facteur de 0,367 livre/hp/heure (EPA, 2002) et la masse volumique du diesel à température ambiante, soit 15 °C (ISDE, 2018).

Équation II - Consommation totale des équipements de combustion mobiles

$$\text{Consommation totale} = \frac{\text{Nombre de livres de diesel}}{\text{Masse volumique du diesel}}$$

Où :

Puissance de l'équipement : spécifique au type d'équipement, exprimé en puissance (hp);

Durée de l'utilisation : Estimée selon l'expérience de l'Initiateur, exprimée en heures;

Nombre de livres de diesel : 0,367 x Puissance de l'équipement x durée de l'utilisation, exprimé en livres;

Masse volumique du diesel à 15 °C : 1,848 livres/L.

Tableau 4-1 - Consommation totale estimée des équipements mobiles et fixes requis durant la construction du Projet

Équipement	Catégorie de la source d'émission	Type de carburant	Puissance estimée de l'équipement (hp)	Durée de l'utilisation estimée (h)	Nombre de livres	Consommation totale estimée (L)
Abatteuses multifonctionnelles	Mobile	Diesel	300	2 300	253 230	137 029
Bétonnières	Mobile	Diesel	500	8 200	1 504 700	814 232
Bouteurs	Mobile	Diesel	300	1 000	110 100	59 578
Camionnettes	Mobile	Essence				350 000
Camions de services	Mobile	Diesel	300	500	55 050	29 789
Camions tombereaux	Mobile	Diesel	500	1 500	275 250	148 945
Camions-citernes	Mobile	Diesel	500	300	55 050	29 789
Compacteurs	Mobile	Diesel	200	750	55 050	29 789
Excavatrices	Mobile	Diesel	300	1 250	137 625	74 472
Foreuse	Mobile	Diesel	400	400	58 720	31 775
Grues	Mobile	Diesel	300	2 000	220 200	119 156
Niveleuses	Mobile	Diesel	300	200	22 020	11 916
Porteurs forestiers	Mobile	Diesel	300	2 000	220 200	119 156
Rétrocaveuses	Mobile	Diesel	300	50	5 505	2 979
Semi-remorques	Mobile	Diesel	500	2 200	403 700	218 452

Équipement	Catégorie de la source d'émission	Type de carburant	Puissance estimée de l'équipement (hp)	Durée de l'utilisation estimée (h)	Nombre de livres	Consommation totale estimée (L)
Véhicule d'escorte des semi-remorques	Mobile	Essence				125 000
Totale essence						475 000
Total diesel						1 827 056

Équation III - Émissions de GES attribuables à l'utilisation d'équipements mobiles

$$\text{Émissions de GES} = \sum_{i=1}^{i=n} \text{Quantité de carburant}_i \text{ consommé} \times \text{Facteur d'émission}_i$$

Où :

Émissions de GES : Émissions de CO₂ attribuables à la combustion de chaque type de combustible, en tonnes métriques;

Type de carburant : Essence;

Consommation totale estimée d'essence : 475 000 L;

Facteurs d'émission en CO₂ éq pour l'essence (équipement mobile) : 2,317 kg éq. de CO₂/L de carburant;

Type de carburant : Diesel;

Consommation totale estimée de diesel: 1 827 056 L;

Facteurs d'émission en CO₂ éq pour le diesel (équipement mobile) : 2,707 kg éq. de CO₂/L de combustible.

Ainsi, les émissions de GES attribuables aux équipements de combustion mobiles pour la construction du Projet sont estimées à **6 046,42 t éq. CO₂**.

4.1.3. Explosifs

Les émissions de GES attribuables à l'utilisation d'explosifs en phase de construction du Projet ont été estimées à partir de l'équation 6 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025). La quantité d'explosifs requise pour la phase de construction du Projet a été estimée en fonction des superficies des aires de travail des éoliennes ainsi qu'en fonction des chemins d'accès existants et à aménager. Les superficies totales par type d'infrastructure ont été estimées selon les équations 4 et 5 du présent document. Le volume de roc à sauter et la quantité d'explosif requis ont été estimés selon les équations 6 et 7. La quantité d'explosif requis par m³ de roc a été estimée en considérant le facteur de chargement indiqué dans le Projet minier aurifère à Malartic (MDDEP, 2009). Les facteurs d'émissions de CO₂ par type d'explosif considérés pour l'estimation ont été pris au tableau 9 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025). La quantité d'explosif estimée pour la phase de construction du Projet est présentée au Tableau 4-2.

Équation IV - Estimation de la superficie totale des aires de travail des éoliennes du Projet

$$\text{Superficie totale}_{\text{éolienne}} = \text{Superficie des aires de travail} \times \text{Nombre d'éoliennes}$$

Où :

Superficie totale pour les éoliennes : Superficie exprimée en m²;

Nombres d'éoliennes : 29 éoliennes;

Superficie des aires de travail : 16 800 m² par éolienne.

Équation V - Estimation de la superficie totale des chemins d'accès du Projet

$$\text{Superficie totale}_{\text{Chemins d'accès}} = \text{Longueur des chemins d'accès} \times \text{Largeur des chemins d'accès}$$

Où :

Superficie totale pour les chemins d'accès : Superficie exprimée en m²;

Longueur de chemins d'accès prévue : 35 005 m;

Emprise des chemins d'accès considérée : 25 m.

Équation VI - Estimation du volume de roc à sauter pour le Projet

$$\text{Volume de roc à sauter}_i = \sum_{i=1}^{i=n} \text{Superficie totale}_i \times \text{Profondeur moyenne du roc à sauter}_i$$

Où :

Volume de roc à sauter par type d'infrastructure : Volume exprimé en m³;

Superficie totale (éolienne) = 487 200 m²;

Superficie totale (chemin d'accès) = 875 125 m²;

Profondeur moyenne du roc à sauter (éolienne) = 1 m;

Profondeur moyenne du roc à sauter (chemin d'accès) = 0,1 m.

Équation VII - Estimation de la quantité d'explosifs requise pour le Projet

$$\text{Quantité d'explosif estimée}_i = \sum_{i=1}^{i=n} \text{Volume de roc à sauter}_i \times \text{Facteur de chargement}_i$$

Où :

Volume de roc à sauter (éolienne) : 487 200 m³;

Volume de roc à sauter (chemin d'accès) : 87 512 m³;

Facteur de chargement : 0,8 kg d'explosif/m³.

Tableau 4-2 – Quantité d'explosif estimé pour le Projet

Infrastructures	Superficie totale prévue (m ²)	Volume de roc à sauter (m ³)	Quantité d'explosif requis par m ³ de roc en kg	Quantité d'explosif estimée (kg)	Quantité d'explosif estimée (t)
Éolienne	487 200	487 200	0,8	389 760	389,76
Chemin d'accès	875 125	87 512	0,8	70 010	70,01
Total	1 362 325	574 713		459 770	459,77

Le type d'explosifs Heavy ANFO (matière explosive constituée de nitrate d'ammonium et de mazout) est considéré pour le Projet. Le facteur d'émission de CO₂ pour ce type d'explosif est connu et correspond à 0,178 t de CO₂/t d'explosif (AGO, 2025). Puisque le facteur d'émission de l'explosif est connu, l'estimation des GES attribuables à l'utilisation d'explosifs a été réalisée à partir de l'équation 6 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025).

Équation VIII – Émissions de GES attribuables à l'utilisation d'explosifs avec facteur d'émission spécifique

$$E_{CO_2_Exp} = \text{Masse d'explosif totale}_i \times \text{Facteur d'émission de CO}_2 \text{ de l'explosif}$$

Où :

$E_{CO_2_Exp}$: Émissions de CO₂ dues à la consommation de combustibles fossiles utilisés dans les explosifs, exprimées en tonnes;

Masse d'explosif totale (M_{Exp}) : 459,77 tonnes;

Facteur d'émission de CO₂ de l'explosif (FE_{Exp}) : 0,178 t de CO₂/t d'explosifs (AGO, 2025).

Ainsi, les émissions de GES attribuables à l'utilisation d'explosifs pour la construction du Projet sont estimées à **81,84 t éq. CO₂**.

4.1.4. Émissions de carbone noir

Les émissions de GES attribuables aux émissions de carbone noir ont été estimées selon les équipements de combustion fixes et les équipements de combustion mobiles. Les directives du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025) ont été considérées.

4.1.4.1. Équipement de combustion fixe

Les émissions de GES attribuables aux émissions de carbone noir des systèmes de combustion fixes ont été estimées à partir de l'équation 46 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025). Les facteurs d'émissions et de spéciation PM_{2,5} ont été déterminés à partir des lignes directrices pour l'estimation des émissions de carbone noir en Amérique du Nord de la Commission de coopération environnementale (CEC, 2015).

Équation IX – Émissions de carbone noir attribuables à des sources de combustion fixes (niveau 1)

$$E_{CN} = \sum_{i,j} (Q_{i,j} \times FE_{i,j,PM_{2,5}} \times FS_{i,j,CN/PM_{2,5}}) \times 0,001$$

Où :

Émissions de carbone noir attribuables à la combustion de combustibles (E_{CN}) : Exprimées en tonnes de carbone noir;

Type de combustible : Diesel à faible contenu en soufre;

Type d'industrie : Production d'électricité;

Consommation estimée de diesel : 45 000 L;

Facteur d'émission de $PM_{2,5}$ associés au diesel pour la production d'électricité ($FE_{i,j,PM_{2,5}}$) : 0,030 kg $PM_{2,5}/m^3$;

Facteur de spéciation à appliquer pour convertir les $PM_{2,5}$ en carbone noir pour le diesel ($FS_{i,j,CN/PM_{2,5}}$) : 10 % de carbone élémentaire;

Facteur de conversion de kilogrammes à tonnes : 0,001.

Ainsi, les émissions de carbone noir attribuables aux équipements de combustion fixe pour la construction du Projet sont estimées à **0,14 t de carbone noir**.

Le potentiel de réchauffement planétaire du carbone noir est évalué à 900. Ainsi, les émissions de GES attribuables aux équipements de combustion fixe pour la construction du Projet sont estimées à **121,50 t éq. CO₂**.

4.1.4.2. Équipement de combustion mobile

Les émissions de GES attribuables aux émissions de carbone noir des systèmes de combustion mobiles ont été estimées à partir de l'équation 49 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025). Les facteurs d'émissions associés au carbone élémentaire pour l'essence et le diesel ont été déterminés à partir des lignes directrices pour l'estimation des émissions de carbone noir en Amérique du Nord de la Commission de coopération environnementale (CEC, 2015)

Équation X - Émissions de carbone noir attribuables aux sources mobiles routières (niveau 1)

$$E_{CN} = \sum_i (Q_i \times FE_{i,CE}) \times 0,001$$

Où :

Émissions de carbone noir attribuables aux sources mobiles routières (E_{CN}) : Exprimées en tonnes de carbone noir;

Type de carburant : Essence;

Consommation estimée d'essence : 475 000 L;

Facteur d'émission associé au carbone élémentaire pour l'essence (équipement mobile) : 0,000132 kg de carbone noir/L de carburant;

Type de carburant : Diesel

Consommation estimée de diesel : 1 827 056 L;

Facteur d'émission associé au carbone élémentaire pour le diesel (équipement mobile): 0,000391 kg de carbone noir/L de carburant;

Facteur de conversion de kilogrammes à tonnes : 0,001.

Ainsi, les émissions de carbone noir attribuables aux sources mobiles routières pour la construction du Projet sont estimées à **0,78 t** de carbone noir.

Le potentiel de réchauffement planétaire du carbone noir est évalué à 900. Ainsi, les émissions de GES attribuables aux sources mobiles routières pour la construction du Projet sont estimées à **699,37 t éq. CO₂**.

4.1.5. Déboisement

4.1.5.1. Émissions de GES attribuables à la perte de stocks de carbone des terres forestières

Les superficies des peuplements forestiers intersectant l'emprise du Projet ont été divisées en deux catégories soient les peuplements de 20 ans et plus correspondant au bois marchand et les peuplements de moins de 20 ans correspondant au bois non marchand. La superficie correspondant au bois marchand, soit le bois récoltable et potentiellement commercialisable dont le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) est supérieur à 10 cm, représente environ 87,38 % de la superficie totale des terres forestières impactées par le Projet. Les émissions de GES associées à la perte de stocks de carbone des terres forestières ont été estimées à partir de l'équation 10 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025). Les paramètres de l'équation ont été déterminés à partir des tableaux 4.4 et 4.7 du raffinement de 2019 des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2019) pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre.

Équation XI – Émissions de CO₂ attribuables à la perte de stocks de carbonnes des terres forestières

$$\text{Émissions de GES (tonnes CO}_2\text{)} = \sum_{i=1}^{i=n} (N_{Hi} \times t_{MSHi} \times (1 + T_{xi}) \times CC \times \frac{44}{12})$$

Où :

Émissions de CO₂ attribuables à la perte de stocks de carbone due au déboisement (Émissions de GES) : exprimées en tonnes de CO₂;

Superficie déboisée de bois marchand (N_{H1}) : 110,19 hectares;

Nombre de tonnes de matières sèches par hectare de bois marchand (t_{MSH1}) : 185,90 tonnes/ha (valeur associée aux forêts tempérées d'au moins 20 ans qui sont localisées dans les systèmes montagneux d'Amérique du Nord);

Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne de bois marchand (T_{x1}) : 0,277 tonne de matière sèche souterraine/tonne de matière sèche aérienne (valeur associée aux forêts tempérées d'Amérique du Nord, en zone continentale, d'origines naturelles et avec un t_{MSH} ≥ 125);

Superficie déboisée de bois non marchand (N_{H2}) : 21,88 hectares;

Nombre de tonnes de matières sèches par hectare de bois non marchand (t_{MSH2}) : 57,90 tonnes/ha (valeur associée aux forêts tempérées de moins de 20 ans qui sont localisées dans les systèmes montagneux d'Amérique du Nord);

Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne de bois non marchand (T_{x2}) : 0,481 tonne de matière sèche souterraine/tonne de matière sèche aérienne (valeur associée aux forêts tempérées d'Amérique du Nord, en zone continentale, d'origines naturelles et avec un $t_{MSH} \leq 125$);

Contenu en carbone du bois (CC) : 0,470 tonne de carbone / tonne de matière sèche (valeur par défaut pour un arbre entier);

Ratio de masse moléculaire de CO_2 par rapport à la masse moléculaire de C : 44/12.

Ainsi, les émissions de GES attribuables à la perte de stocks de carbone due au déboisement pour la construction du Projet sont estimées à **48 313,11 t éq. CO_2** .

Il est estimé que les peuplements de bois marchand sont responsables d'environ 93,31% des émissions de GES attribuables à la perte de stockage du carbone, soit 45 079,78 t éq. CO_2 sur les 48 313,11 t éq. CO_2 totales estimées pour le déboisement de l'ensemble du Projet.

4.1.5.2. Perte de capacité de séquestration de carbone attribuable au déboisement

La perte nette de séquestration de CO_2 sur 100 ans due au déboisement a été estimée à partir de l'équation 11 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025). Les paramètres de l'équation ont été déterminés à partir des tableaux 4.3, 4.4 et 4.9 du raffinement de 2019 des lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2019) pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre.

Équation XII – Perte nette de séquestration de CO_2 sur 100 ans.

$$P_{SEQ} = \sum_{i=1}^{i=n} (N_{Hi} \times CBA_i \times (1 + T_{xi}) \times CC \times \frac{44}{12} \times 100)$$

Où :

Perte de capacité de séquestration de CO_2 sur une période de 100 ans (P_{SEQ}) : exprimée en tonnes de CO_2 ;

Superficie déboisée de bois marchand (N_{H1}) : 110,19 hectares;

Taux annuel de croissance de la biomasse aérienne de bois marchand (CBA_1) : 2,09 tonnes de matières sèches par hectare et par an (valeur associée aux forêts tempérées d'au moins 20 ans qui sont localisés dans les systèmes montagneux d'Amérique du Nord);

Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne de bois marchand (T_{x1}) : 0,277 tonne de matière sèche souterraine/tonne de matière sèche aérienne (valeur associée aux forêts tempérées d'Amérique du Nord, en zone continentale, d'origines naturelles et avec un $t_{MSH} \geq 125$);

Superficie déboisée de bois non marchand (N_{H2}) : 21,88 hectares;

Taux annuel de croissance de la biomasse aérienne de bois non marchand (CBA_2) : 1,38 tonnes de matières sèches par hectare et par an (valeur associée aux forêts tempérées de moins de 20 ans qui sont localisés dans les systèmes montagneux d'Amérique du Nord);

Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne de bois non marchand (T_{x2}) : 0,481 tonne de matière sèche souterraine/tonne de matière sèche aérienne (valeur associée aux forêts tempérées d'Amérique du Nord, en zone continentale, d'origines naturelles et avec un $t_{MSH} \leq 125$);

Contenu en carbone du bois (CC) : 0,47 tonne de carbone / tonne de matière sèche (valeur par défaut pour un arbre entier);

Ratio de la masse moléculaire du CO₂ par rapport à la masse moléculaire de C : 44/12.

Ainsi, la perte de capacité de séquestration annuelle du carbone à la suite de la construction du Projet est estimée à **583,88 t éq. CO₂ par année**, ce qui correspond à **58 387,79 t éq. CO₂** sur une période de 100 ans.

Il est estimé que les peuplements de bois marchand sont responsables d'environ 86,80% de la perte de capacité de séquestration annuelle du carbone, soit 506,81 t éq. CO₂ sur les 583,88 t éq. CO₂ perdues annuellement pour l'ensemble du Projet.

4.1.6. Perte de milieux humides

Les milieux humides contribuent activement à l'atténuation des émissions de GES puisqu'ils sont d'importants puits de carbone et que leur disparition libère dans l'atmosphère des quantités significatives de CO₂, de CH₄ et de N₂O (MELCCFP, 2025). Les émissions de GES attribuables à la perte de milieux humides ont été estimées à partir de l'équation 12 du *Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (GES)* (MELCCFP, 2025) et les valeurs de stock moyen de carbone par type de milieu humide proviennent du tableau 19 du même guide.

Équation XIII – Émissions de CO₂ attribuables à la perte de milieux humides

$$E_{CO_2} = \sum_{i=1}^{i=n} (P_{MHi} \times SC_{MHi} \times \frac{44}{12})$$

Où :

Émissions de CO₂ attribuables à la perte de milieux humides (E_{CO₂}) : exprimée en tonnes de CO₂;

Perte de tourbière ouverte minérotrophe (P_{MH1}) : 0,000798 ha;

Stock de carbone d'une tourbière ouverte minérotrophe (SC_{MH1}) : 1 154 tonnes/ha;

Perte de tourbière boisée (P_{MH2}) : 0,197 ha;

Stock de carbone d'une tourbière boisée (SC_{MH2}) : 1 133 tonnes/ha;

Perte de marécage (P_{MH3}) : 1,30 ha;

Stock de carbone d'un marécage (SC_{MH3}) : 61 tonnes/ha;

Perte de marais d'eau douce (P_{MH4}) : 0,314 ha;

Stock de carbone d'un marais d'eau douce (SC_{MH4}) : 48 tonnes/ha.

Ainsi, les émissions de CO₂ attribuables à la perte des milieux humides pour la construction du Projet sont estimées à **1 165,80 t éq. CO₂**.

4.2. Phase d'exploitation

4.2.1. Consommation d'énergie électrique

Les émissions de GES indirectes attribuables à la consommation d'énergie électrique en phase d'exploitation du Projet ont été estimées à partir des directives du Guide de quantification des émissions de gaz à effet

de serre (MELCCFP, 2025). La quantité d'électricité consommée annuellement pour le projet a été estimée selon l'expertise de l'Initiateur. Les émissions annuelles de GES indirectes attribuables à la consommation électrique (en réseau) ont été déterminées à partir de la consommation annuelle d'électricité et du facteur d'émission de GES associé à la production d'électricité au Québec. Les grammes d'équivalent CO₂ émis par kilowattheure d'électricité générée au Québec proviennent du tableau A13-6 du Rapport d'inventaire national d'Environnement et Changement climatique Canada le plus récent, soit celui de 2025 (ECC, 2025).

Équation XIV - Émissions de GES indirectes attribuables à la consommation d'énergie électrique

$$\text{Émissions de GES} = \text{Quantité d'électricité consommée} \times \text{intensité de CO}_2 \text{ en g/kWh}$$

Où :

Émissions de GES : Émissions de CO₂ attribuables à la consommation d'énergie électrique en phase d'exploitation du Projet, en tonnes métriques;

Quantité d'électricité consommée annuellement : 841 215 kWh;

Intensité de CO₂ associée à la production d'électricité au Québec : 1,5 g CO₂/kWh.

Ainsi, les émissions de GES annuelles attribuables à la consommation d'énergie électrique en phase d'exploitation du Projet sont estimées à **1,26 t éq. CO₂ par année**.

4.2.2. Équipement de combustion fixe

Les émissions de GES attribuables aux équipements de combustion fixe en phase d'exploitation du Projet ont été estimées à partir de l'équation 2 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025). Dans le contexte du Projet en phase d'exploitation, deux équipements de combustion fixe sont prévus, soit une génératrice alimentée au propane pour la sous-station du Projet et une génératrice alimentée au diesel pour le bâtiment de service. La quantité de combustible consommé pour ces équipements a été estimée selon l'expertise de l'Initiateur. Les facteurs d'émission associés aux équipements de combustion mobiles ont été pris au tableau 5 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (ECC, 2024; MELCCFP, 2025).

Équation I - Émissions de GES attribuables à des sources de combustion fixes

$$\text{Émissions de GES} = \sum_{i=1}^{i=n} \text{Quantité de combustible } i \text{ consommé} \times \text{Facteur d'émission } i$$

Où :

Émissions de GES : Émissions de CO₂ attribuables à la combustion de chaque type de combustible, en tonnes métriques;

Type de combustible : Diesel;

Consommation annuelle estimée de diesel: 3 174 L;

Facteurs d'émission en CO₂ éq pour le diesel (équipement fixe) : 2,689 kg éq. de CO₂/L de combustible;

Type de combustible : Propane;

Consommation annuelle estimée de propane: 1 315 L;

Facteurs d'émission en CO₂ éq pour le propane (équipement fixe) : 1,544 kg éq. de CO₂/L de combustible.

Ainsi, les émissions de GES annuelles attribuables aux équipements de combustion fixes pour l'exploitation du Projet sont estimées à **10,57 t éq. CO₂**.

4.2.3. Équipement de combustion mobile

Les émissions de GES attribuables aux équipements de combustion mobile en phase d'exploitation du Projet ont été estimées à partir de l'équation 3 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025). La consommation totale estimée pour les équipements de combustion mobile en phase d'opération a été estimée selon l'expertise de l'Initiateur. Les facteurs d'émission associés aux équipements de combustion mobiles ont été pris au tableau 6 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (ECC, 2024; MELCCFP, 2025).

Équation XV - Émissions de GES attribuables à l'utilisation d'équipements mobiles

$$\text{Émissions annuelles de GES} = \sum_{i=1}^{i=n} \text{Consommation annuelle estimée de carburant}_i \times \text{Facteur d'émission}_i$$

Où :

Émissions annuelles de GES : Émissions de CO₂ attribuables à la combustion de chaque type de combustible, en tonnes métriques;

Type de carburant : Essence

Consommation annuelle estimée d'essence : 52 000 L;

Facteurs d'émission en CO₂ éq pour l'essence (équipement mobile) : 2,317 kg éq. de CO₂/L de combustible.

Ainsi, les émissions de GES annuelles attribuables aux équipements de combustion mobiles pour la phase d'exploitation du Projet sont estimées à **120,48 t éq. CO₂ par année**.

4.2.4. Émissions de carbone noir

4.2.4.1. Équipement de combustion fixe

Les émissions de GES attribuables aux émissions de carbone noir des systèmes de combustion fixes ont été estimées à partir de l'équation 46 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025).

Équation IX- Émissions de carbone noir attribuables à des sources de combustion fixes (niveau 1)

$$E_{CN} = \sum_{i,j} (Q_{i,j} \times FE_{i,j,PM2,5} \times FS_{i,j,CN/PM2,5}) \times 0,001$$

Où :

Émissions de carbone noir attribuables à la combustion de combustibles (E_{CN}) : Exprimées en tonnes de carbone noir

Type de combustible (i) : Diesel à faible contenu en soufre;

Type d'industrie (j) : Production d'électricité;

Consommation annuelle estimée de diesel ($Q_{1,1}$) : 3 174 L;

Facteur d'émission de $PM_{2,5}$ associés au diesel et à la production d'électricité ($FE_{1,1,PM_{2,5}}$) : 0,030 kg $PM_{2,5}/m^3$;

Facteur de spéciation à appliquer pour convertir les $PM_{2,5}$ en carbone noir pour le diesel ($FS_{1,1,CN/PM_{2,5}}$) : 10 % de carbone élémentaire;

Type de combustible (i) : Propane;

Type d'industrie (j) : Production d'électricité;

Consommation annuelle estimée de propane : 1 315 L;

Facteur d'émission de $PM_{2,5}$ associés au propane et à la production d'électricité ($FE_{2,1,PM_{2,5}}$) : 0,10 kg $PM_{2,5}/m^3$;

Facteur de spéciation à appliquer pour convertir les $PM_{2,5}$ en carbone noir pour le propane ($FS_{2,1,CN/PM_{2,5}}$) : 38 % de carbone élémentaire;

Facteur de conversion de kilogrammes à tonnes : 0,001.

Ainsi, les émissions de carbone noir attribuables aux équipements de combustion fixe pour l'exploitation du Projet sont estimées à **0,06 t de carbone noir**.

Le potentiel de réchauffement planétaire du carbone noir est évalué à 900. Ainsi, les émissions de GES attribuables aux équipements de combustion fixe pour la l'exploitation du Projet sont estimées à **53,54 t éq. CO₂**.

4.2.4.2. Équipement de combustion mobile

Les émissions de GES attribuables aux émissions de carbone noir des systèmes de combustion mobiles en phase d'exploitation ont été estimées à partir de l'équation 49 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025).

Équation X - Émissions de carbone noir attribuables aux sources mobiles routières (niveau 1)

$$E_{CN} = \sum_i (Q_i \times FE_{i,CE}) \times 0,001$$

Où :

Émissions de carbone noir annuelles attribuables aux sources mobiles routières (E_{CN}) : Exprimées en tonnes de carbone noir par année;

Type de carburant (i) : Essence;

Consommation annuelle estimée d'essence (Q_1): 52 000 L;

Facteur d'émission associé au carbone élémentaire pour l'essence ($FE_{1,CE}$): 0,000132 kg de carbone noir/L de carburant;

Facteur de conversion de kilogrammes à tonnes : 0,001.

Ainsi, les émissions de carbone noir attribuables aux sources mobiles routières pour la phase d'exploitation du Projet sont estimées à **0,0067 t de carbone noir par année**.

Le potentiel de réchauffement planétaire du carbone noir est évalué à 900. Ainsi, les émissions de GES attribuables aux sources mobiles routières pour la phase d'exploitation du Projet sont estimées à **6,18 t éq. CO₂ par année**.

4.2.5. Émissions fugitives d'hexafluorure de soufre et de perfluorocarbures

Les émissions de GES attribuables aux émissions fugitives d'hexafluorure de soufre et de perfluorocarbures en phase d'exploitation ont été estimées à partir de l'équation 7 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre (MELCCFP, 2025). Les infrastructures du Projet susceptibles de contenir du SF₆ sont les éoliennes et le disjoncteur du poste électrique. Les charges totale et initiale de SF₆ de ces infrastructures ont été estimées selon l'expertise de l'Initiateur (voir Tableau 4-3) puisque les détails techniques ne sont pas encore connus. Les valeurs de potentiel de réchauffement planétaire (PRP) du SF₆ proviennent du résumé du GIEC pour les décideurs et du Sommaire technique du Groupe de travail I Rapport (GIEC, 1995). Aucune infrastructure prévue à ce stade n'est susceptible de contenir du CF₄. Pour cette raison, les émissions attribuables aux PFC n'ont pas été calculées.

Tableau 4-3 – Infrastructures susceptibles de contenir du SF₆ et la quantité en kg

Infrastructures	Quantité	Quantité de SF ₆ par infrastructures (kg)	Quantité de SF ₆ totale (kg)
Éoliennes	29	10,50 ¹	304,53
Disjoncteur	1	34,10	34,10
Total	30	-	338,63

¹Cette valeur provient de l'évaluation du cycle de vie des éoliennes V162-6.2 de Vestas **Erreur! Source du renvoi introuvable.**

Équation XVI - Estimation des émissions annuelles de GES attribuables aux équipements contenant du SF₆

$$E_{SF_6} = 0,01 \times Cht_{SF_6} \times PRP_{SF_6} \times 0,001$$

Où :

Émissions annuelles de GES attribuables à l'utilisation de SF₆ (E_{SF₆}) : exprimées en tonnes éq. CO₂;

Charge totale de SF₆ dans les équipements existants pendant l'année (Cht_{SF₆}) : 338,63 kg;

Potentiel de réchauffement planétaire du SF₆ (PRP_{SF₆}) : 22 800;

Facteur de conversion de kilogrammes à tonnes : 0,001.

Ainsi, les émissions de GES annuelles pour la phase d'exploitation du Projet attribuables aux équipements contenant du SF₆ sont estimées à **77,21 t éq. CO₂ par année**.

4.3. Phase de démantèlement

L'Initiateur n'a pas effectué d'estimation d'émission de GES en lien avec le démantèlement du Projet en raison des incertitudes liées au développement de nouvelle machinerie dans les prochains 30 ans. En effet, le développement de nouvelles technologies pour l'alimentation énergétique des équipements

pourrait fortement modifier les estimations d'émissions de GES pour la phase de démantèlement (alimentation énergétique de la machinerie utilisée avec des batteries, à l'hydrogène ou avec du gaz naturel renouvelable).

5. Mesures d'atténuation et de réduction des émissions de GES

Cette section détaille les différentes mesures d'atténuation pour les différentes phases du Projet. L'Initiateur a mis l'accent sur des mesures d'atténuation et de réduction des GES applicables sur les éléments qui ont été calculés précédemment dans l'objectif de réduire son bilan carbone total. L'ensemble des mesures présentées seront détaillées aux employés participants aux différentes phases du Projet, afin qu'elles soient appliquées et respectées tout au long du processus.

5.1. Phase de conception et de construction

Pour la phase de conception, il est important de souligner que l'Initiateur a réduit au maximum la perte de milieux humides et le déboisement lors de la conception et la planification des infrastructures du Projet en appliquant l'approche « éviter-minimiser-compenser » et utilisant autant que possible les superficies de l'aire de Projet ayant déjà été aménagées.

Pour la phase de conception, l'Initiateur a prévu de :

- Privilégier les éoliennes avec une longue durée de vie pour amortir l'impact de la fabrication sur une plus longue période de production d'énergie propre ;
- Privilégier les fournisseurs québécois ou canadiens lorsque possible pour les composantes afin de réduire les distances de transport ;
- Maximiser l'utilisation du transport par train ou bateau pour les grandes composantes, modes généralement moins émetteurs de GES par tonne-kilomètre que le transport routier longue distance ;

Pour la phase de construction, l'Initiateur a prévu :

- De réduire au maximum les aires déboisées pour préserver le maximum de couvert végétal possible afin de diminuer la perte des milieux naturels et leurs services écosystémiques ;
- Concernant la machinerie employée, les moteurs seront systématiquement éteints lorsque les équipements ne seront pas utilisés. Les systèmes d'échappement et d'antipollution seront inspectés de manière régulière et réparés si nécessaire ;
- En ce qui concerne la circulation en général ainsi que le transport des matériaux sur le site du Projet, l'ensemble de la logistique associée au déplacement sera défini et optimisé pour réduire au maximum les déplacements. Pour ce faire, la circulation de la machinerie lourde sera réduite aux aires de travaux et chemins d'accès préalablement définis. Également, le retour à vide des camions sera limité chaque fois que cela sera possible ;
- Limiter les déplacements hors site en favorisant la récupération des matières premières à proximité du site du Projet autant que possible. Il en va de même pour la gestion des matières résiduelles, qui seront acheminées dans les sites de traitement les plus proches, en fonction du besoin ;

- Les opérations de gestion des espèces floristiques exotiques envahissantes, telles que le roseau commun (*phragmites australis*), seront réalisées à même le site du Projet dans la mesure du possible ;
- Les opérations de dynamitage seront optimisées afin de les réduire au minimum nécessaire ;
- Les aires temporaires seront revégétalisées à l'aide de semences indigènes, favorisant ainsi le maintien de la biodiversité et la captation du carbone ;
- Le bois marchand sera transporté vers différents moulins en fonction de la qualité de la fibre, afin d'être valorisé sous forme de bois d'œuvre (sciage), de pâte et papier ou d'autres produits forestiers.

5.2. Phase d'exploitation

Durant la phase d'exploitation, l'Initiateur a prévu de mettre en œuvre les mesures suivantes :

- Limiter la circulation en priorisant l'utilisation de véhicules électriques ou hybrides si possible ;
- Privilégier une approche proactive et responsable visant à garantir l'utilisation la plus efficace possible de l'énergie tout au long de ses phases de construction et d'opération. ;
- Planifier les tâches de maintenance de manière regroupée pour minimiser les trajets et la consommation de carburant ;
- Promouvoir les bonnes pratiques de réduction des GES liées à l'utilisation des véhicules, notamment d'éteindre le moteur s'il n'est pas utilisé.

5.3. Phase de démantèlement

Durant la phase de démantèlement, l'Initiateur a prévu de mettre en œuvre les mesures suivantes :

- Concernant la machinerie employée, les moteurs seront systématiquement éteints lorsque les équipements ne seront pas utilisés. Les systèmes d'échappement et d'antipollution seront inspectés de manière régulière, et réparés si nécessaire ;
- En ce qui concerne la circulation en général ainsi que le transport des matériaux sur le site du Projet, l'ensemble de la logistique associée au déplacement sera défini et optimisé pour réduire au maximum les déplacements. Pour ce faire, la circulation de la machinerie lourde sera réduite aux aires de travaux et chemins d'accès préalablement définis. Également, le retour à vide des camions sera limité chaque fois que cela sera possible ;
- La remise en état du site sera réalisée pour une revégétalisation (plantation ou encensement) adaptée aux nouvelles conditions climatiques et au futur usage du territoire. Cette remise en état devrait permettre de restaurer les services écosystémiques de captation de carbone. L'objectif est de sélectionner les meilleures essences afin de maximiser leur viabilité et ainsi optimiser leur capacité de captation de carbone associée ;
- Concernant la gestion des matières résiduelles issues du démantèlement des différentes infrastructures mises en place durant les phases précédentes, elles seront traitées adéquatement à l'aide des dernières technologies de récupération qui seront disponibles afin de les valoriser au

mieux. Également, cela permettra de limiter au maximum les matières résiduelles qui seront dirigées à l'enfouissement.

6. Plan de surveillance des émissions de GES

Comme le projet ne dépasse pas le seuil de 10 000 t éq. CO₂ pendant la phase d'exploitation, il n'est pas nécessaire de déposer un rapport annuel sur les émissions de GES en vertu du Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère (gouvernement du Québec, 2025). Toutefois, un plan de surveillance et de suivi des émissions de GES est prévu afin de comptabiliser les émissions de GES réellement produites pendant la période d'exploitation du projet, conformément à l'approche d'inventaire des GES des installations d'exploitation de Pattern Energy, en accord avec le Protocole sur les GES. Cette approche comprend la collecte d'informations sur toutes les sources potentiellement importantes d'émissions de catégorie 1 et 2, y compris l'utilisation de véhicules, les émissions fugitives, la combustion stationnaire et l'électricité achetée.

- Catégorie 1 : Les émissions provenant de la combustion fixe, y compris le propane et le diesel utilisés pour les générateurs de secours et le gaz naturel pour le chauffage, sont calculées sur la base des registres d'achat mensuels et des factures pour l'année civile.
- Catégorie 2 : Les émissions sont calculées à partir de la consommation annuelle d'électricité, telle qu'elle figure sur les factures d'électricité pour l'année civile. En conséquence, l'initiateur collectera et conservera toutes les factures d'électricité et de combustible pour l'année civile.

Selon les estimations de la phase d'exploitation fournies ci-dessus, la principale source d'émissions directes de GES de ce projet sera l'utilisation de véhicules. Pattern Energy calcule les émissions mobiles conformément au protocole sur les GES en utilisant une méthode basée sur la distance, selon laquelle la quantité de carburant consommée est estimée en fonction du rendement énergétique des véhicules et de la distance parcourue. La consommation de carburant qui en résulte est ensuite multipliée par le facteur d'émission de CO₂ approprié pour chaque type de carburant, et par les facteurs pertinents pour les émissions de CH₄ et de N₂O en fonction de la distance. Les données d'activité et les calculs sont conservés dans la plateforme de gestion des GES de Pattern Energy, qui comprend une piste d'audit documentant les méthodologies de calcul et les sources des facteurs d'émission.

Afin de suivre de manière adéquate les émissions de GES associées, un registre des véhicules sera tenu tout au long de la phase opérationnelle du projet. Ce registre comprendra des informations telles que la marque, le modèle, l'année, le rendement énergétique, le type de carburant (par exemple, essence, diesel, biocarburant, électricité) et un journal des activités indiquant la distance parcourue chaque année.

Le Tableau 6-1 résume l'ensemble des données qui seront récoltées pour compléter le plan de surveillance des émissions de GES.

Tableau 6-1 - Données qui seront récoltées dans le cadre du plan de surveillance d'émissions de GES pour les véhicules

Types de données récoltées	Unité de mesure	Source de la prise de donnée	Fréquence de récolte des données	Phases du Projet concernées
Liste des véhicules en service au cours de l'année civile (y compris les véhicules vendus ou retirés du marché)		Registre	Annuelle	Construction, exploitation et fermeture

Types de données récoltées	Unité de mesure	Source de la prise de donnée	Fréquence de récolte des données	Phases du Projet concernées
Numéro d'identification du véhicule		Registre	Annuelle	Exploitation
Marque, modèle et année du véhicule		Registre	Annuelle	Exploitation
Efficacité énergétique des véhicules	Km/L	Registre	Annuelle	Exploitation
Fonctionnement des véhicules en service	Km	Odomètre	Annuelle	Exploitation

Ensuite, les émissions fugitives de SF₆ qui seront utilisés dans certains types d'équipement (Section 4.2.3) représentent également une autre source potentielle d'émissions de GES. Ainsi, l'Initiateur s'engage à tenir un registre annuel des achats et des mises à rebut du SF₆.

7. Conclusion

En conclusion, les émissions estimées de GES attribuables aux activités du Projet sont de 63 231,35 t éq. de CO₂ pour les phases de construction et d'exploitation, pour toute la durée de vie du Projet. En phase d'exploitation, les émissions de GES annuelles attribuables aux activités du Projet sont estimées à 183,60 t éq. de CO₂ par année et 5 507,85 t éq. de CO₂ pour la durée de vie du Projet (30 ans). Les émissions estimées de GES pour la phase de construction et d'exploitation sont respectivement présentées au Tableau 7-1 et au Tableau 7-2.

Comme mentionné précédemment, les émissions de GES attribuables aux activités en phase de démantèlement n'ont pas été calculées en raison des nombreuses incertitudes liées au développement de nouvelle machinerie dans les prochains 30 ans.

Tableau 7-1 – Bilan des émissions estimées de GES pour la phase de construction

Source d'émission de GES	Émissions estimées de GES en t éq. CO ₂
Équipement de combustion fixe	121,01
Équipement de combustion mobile	6 046,42
Explosifs	81,84
Émission de carbone noir	820,87
Émissions de GES attribuables à la perte de stocks de carbone des terres forestières	48 313,11
Perte de milieux humides	1 165,80
Total	56 549,04

Tableau 7-2 – Bilan des émissions estimées annuelles et totales de GES pour la phase d'exploitation

Source d'émission de GES	Émissions estimées de GES en t éq. CO ₂ / année	Émissions estimées de GES sur 30 ans en t éq. CO ₂
Consommation d'énergie électrique	1,26	37,85
Équipement de combustion fixe	10,57	316,96
Équipement de combustion mobile	120,48	3 614,52
Émission de carbone noir	59,72	1 791,61
Émissions fugitives d'hexafluorure de soufre et de perfluorocarbure	77,21	2 316,22
Total	269,24	8 077,17

En plus des émissions de GES annuelles, les émissions de GES attribuables à la perte de capacité de séquestration sont estimées à **58 387,79 t éq. CO₂** sur une période de 100 ans, ce qui correspond à **583,88 t éq. CO₂ par année**.

Glossaire

CH ₄	Méthane
CO ₂	Dioxyde de carbone
éq. CO ₂	Équivalent dioxyde de carbone
g CH ₄	Gramme de méthane
g CO ₂	Gramme de dioxyde de carbone
g N ₂ O	Gramme d'oxyde nitreux
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
LQE	Loi sur la qualité de l'environnement
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les Changements climatiques, de la Faune et des Parcs
N ₂ O	Oxyde nitreux
PFC	Perfluorocarbures
PRP	Potentiel de réchauffement planétaire
RDOCECA	Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère
SF ₆	Hexafluorure de soufre
t éq. CO ₂	Tonne d'équivalent dioxyde de carbone
t éq. CO ₂ /an	Tonne d'équivalent dioxyde de carbone par an

Références

- AGO. (2025). National Greenhouse Accounts Factors - For individuals and organisations estimating greenhouse gas emissions. <https://www.dcccew.gov.au/climate-change/publications/national-greenhouse-accounts-factors-2025>
- CEC. (2015). Lignes directrices relatives à l'évaluation des émissions de carbone noir en Amérique du Nord - Méthodes recommandées. <https://www.cec.org/files/documents/publications/11629-north-american-black-carbon-emissions-recommended-methods-estimating-black-fr.pdf>
- ECC. (2024). Rapport d'inventaire National 1990-2022 - Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada (Partie 2). https://publications.gc.ca/collections/collection_2024/eccc/En81-4-2022-2-fra.pdf
- ECC. (2025). Rapport d'inventaire national 1990-2023 - Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada (Partie 3). https://publications.gc.ca/collections/collection_2025/eccc/En81-4-2023-3-fra.pdf
- EPA. (2002). Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling — Compression-Ignition. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockkey=P10081UI.TXT>
- GIEC. (1995). Résumé du GIEC pour les décideurs et Sommaire technique du Groupe de travail I. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_French.pdf
- GIEC. (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 4 - Agriculture, Forestry and Other Land Use. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Cover.pdf
- ISDE. (2018). Facteurs de correction du volume - Carburant diesel. <https://ised-isde.canada.ca/site/mesures-canada/fr/lois-exigences/facteurs-correction-volume-diesel-bio-diesel-melanges-diesel>
- MDDEP. (2009). Assistance technique pour valider l'évaluation de la distance sécuritaire de projection. <https://www.bape.gouv.qc.ca/fr/dossiers/minier-aurifere-canadian-malartic/documentation/?order=title%3Aasc>
- MELCCFP. (2025). Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/guide-quantification/guide-quantification-ges.pdf>

Annexe A – Carte de localisation du projet

Annexe N – Plan préliminaire de gestion des matières résiduelles

Étude d'impact sur l'environnement déposée au ministre de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

PLAN PRÉLIMINAIRE DE GESTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES



Numéro de dossier :
3211-12-268

Nom de l'Initiateur :
Parc éolien Broughton s.e.c.

Nom du Projet :
Projet éolien Broughton

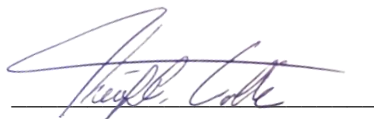
Consultant principal de l'ÉIE :
Stratégie PEG inc. (« PEG »)



Date : 19 décembre 2025

Signatures

Préparé par :




Date : 19 décembre 2025

Théofil Colle

Chargé de Projet, Biologiste

Révisé par :



Date : 19 décembre 2025

Michael Roberge

Directeur de Projet

Équipe de réalisation

Équipe PEG

Michaël Roberge	Directeur de Projet
Francis Langelier	Directeur, Services environnement et géomatique
Amélie Paquin	Chargé de Projet sénior
Théofil Colle	Biologiste et chargé de Projet
Alexis Ortega-Sheehy	Biologiste et chargé de Projet
Laurent Roy-Trudeau	Biologiste

Client

PARC ÉOLIEN BROUGHTON S.E.C.

Adresse : MZ400-1000 Rue de la Gauchetière O.

Montréal (Québec)

H3B 0A2 Canada

NEQ : 3379583316

Contact :

Nom : Devyn Richardson

Titre : Gestionnaire des ressources naturelles

Courriel : devyn.richardson@patternenergy.com

Citation :

Stratégie PEG inc. 2025. Plan préliminaire de gestion des matières résiduelles. Projet éolien Broughton.

Table des matières

1. MISE EN CONTEXTE	6
1.1. OBJECTIFS DU PGMR	6
1.2. CADRE RÉGLEMENTAIRE APPLICABLE	6
2. PROCESSUS D'OPTIMISATION	7
2.1. PRÉVENTION ET RÉDUCTION DE LA PRODUCTION DE MATIÈRES RÉSIDUELLES.....	7
2.2. CHOISIR LE SYSTÈME DE COLLECTE LE PLUS PERFORMANT	8
2.3. ÉLIMINER DE MANIÈRE RESPONSABLE	8
3. RÔLES ET RESPONSABILITÉS	9
3.1. PERSONNE RESPONSABLE DU LIEU D'ENTREPOSAGE DE L'ENTREPRENEUR GÉNÉRAL	9
3.2. RESPONSABILITÉS DES SOUS-TRAITANTS.....	10
3.3. RESPONSABILITÉS DU SURVEILLANT ENVIRONNEMENTAL.....	10
3.4. RESPONSABILITÉS DES TRAVAILLEURS AU CHANTIER	10
4. INSTALLATIONS ET ÉQUIPEMENTS.....	10
4.1. ENTREPOSAGE DES MATIÈRES RÉSIDUELLES.....	10
4.2. ENTREPOSAGE DES MATIÈRES RÉSIDUELLES DANGEREUSES	10
4.3. TRANSPORTEURS DE MATIÈRES DANGEREUSES	11
5. MATIÈRES RÉSIDUELLES	12
5.1. MATIÈRES SUSCEPTIBLES DE DEVENIR OU DE GÉNÉRER DES CONTAMINANTS DANS L'ENVIRONNEMENT 12	
5.2. MATIÈRES RÉSIDUELLES GÉNÉRÉES OU ENTREPOSÉES.....	12
6. DOCUMENTATION ET REGISTRES	13
6.1. BONS D'EXPÉDITION DES MDR.....	13
6.2. FICHES D'INSPECTIONS DE CONFORMITÉ DU LIEU D'ENTREPOSAGE	13
6.3. REGISTRE DES MDR.....	14

Liste des tableaux

Tableau 2-1 - Mesures ciblées pour les matières visées par le PGMR	8
Tableau 4-1 Entreposage des matières dangereuses résiduelles.....	11

1. Mise en contexte

Parc éolien Broughton s.e.c. (ci-après l'Initiateur) développe le projet éolien Broughton (ci-après le Projet), situé sur le territoire des municipalités de Saint-Pierre-de-Broughton et de Sacré-Cœur-de-Jésus, ainsi que dans la ville de Thetford Mines, au sein de la MRC des Appalaches. Dans sa configuration maximale, le Projet prévoit l'implantation de 29 positions d'éoliennes, de même que des infrastructures connexes, incluant un réseau collecteur souterrain, des chemins d'accès, deux mâts de mesure permanents et un poste électrique.

À la suite de la phase de développement, le Projet se déploiera en trois phases, soit la construction, l'exploitation et le démantèlement. Le début des travaux de construction est actuellement envisagé à l'automne 2027, sous réserve de l'obtention du décret gouvernemental et des autorisations ministérielles requises. La mise en service du Projet est prévue pour décembre 2029.

Dans le cadre de la procédure d'évaluation environnementale, l'Initiateur doit transmettre au ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) un Plan préliminaire de gestion des matières résiduelles (PGMR).

Il est prévu que la version finale du PGMR soit présentée dans le cadre de la première demande d'autorisation ministérielle qui sera déposée par l'Initiateur pour le Projet, soit vers l'automne 2027. La présente version du plan s'applique principalement à la phase d'aménagement et de construction du Projet.

1.1. Objectifs du PGMR

Le présent Plan de gestion des matières résiduelles (PGMR) vise à identifier les matières résiduelles (MR) et les matières dangereuses résiduelles (MDR) susceptibles d'être générées par le Projet (notamment les métaux, plastiques, pneus et produits électroniques) et à définir les mesures permettant d'en assurer une gestion adéquate.

La version finale du PGMR comprendra une estimation des quantités de matières résiduelles générées, ainsi qu'une description détaillée des modes de gestion prévus pour chacune des catégories de matières identifiées.

Selon la nature des matières générées (dangereuses ou non dangereuses, résidus de construction ou de démolition, sols contaminés, etc.), le PGMR précisera les lieux d'entreposage temporaire et de disposition autorisés, les ententes applicables avec les exploitants de ces lieux, le cas échéant, de même que les itinéraires de transport, incluant les distances à parcourir et la fréquence estimée des déplacements de camions.

1.2. Cadre réglementaire applicable

Le PGMR sera élaboré conformément à la Directive émise par le MELCCFP pour la réalisation de l'étude d'impact sur l'environnement du projet de parc éolien Broughton, ainsi qu'à l'ensemble de la réglementation applicable en matière de gestion des matières résiduelles et des matières dangereuses résiduelles utilisées et/ou générées aux différentes phases du Projet, soit la construction, l'exploitation et le démantèlement.

La *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE) constitue le cadre légal de référence en matière de protection de l'environnement. Elle encadre notamment l'entreposage, le transport, la traçabilité, la gestion, la

valorisation et l'élimination des matières résiduelles et des matières dangereuses résiduelles, par l'entremise de plusieurs lois et règlements relevant des compétences provinciale et fédérale. La réalisation du Projet est encadrée par les lois, règlements et lignes directrices suivants :

- ▶ Loi sur la qualité de l'environnement (Q-2, LQE)
- ▶ Règlement sur les matières dangereuses (Q-2, r. 32, RMD)
- ▶ Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles (Q-2, r. 19, REIMR)
- ▶ Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement (Q-2, r. 17.1, REAFIE)
- ▶ Règlement concernant la valorisation de matières résiduelles (Q-2, r. 49, RVMR)
- ▶ Lignes directrices relatives à la valorisation de résidus de béton, de brique et d'enrobés bitumineux du secteur de la pierre de taille et de la pierre concassée résiduelle (LD-VRBBA)
- ▶ Règlement sur le transport des marchandises dangereuses (DORS/2001-286)
- ▶ Règlement sur le transport des matières dangereuses (C-24.2, r. 43)

En matière de saine gestion des MR, et en conformité avec la LQE, l'Initiateur a pris connaissance et s'engage à privilégier les actions liées à la hiérarchie des 3RV-E : Réduction à la source, Réemploi, Recyclage et Valorisation. L'élimination des déchets constituera une action de dernier recours. À ce titre, l'Initiateur va considérer autant que possible l'utilisation de matières résiduelles et de matières granulaires résiduelles en remplacement de matières premières neuves tout en priorisant la qualité et la durabilité des ouvrages.

La gestion des matières résiduelles associées au Projet s'inscrit dans une approche de prévention et d'optimisation. À cet égard, l'Initiateur intégrera, dans la planification et la réalisation des travaux, les principes de la hiérarchie des 3RV-E, en favorisant en priorité la réduction à la source, puis le réemploi, le recyclage et la valorisation des matières, lorsque ces options sont techniquement et environnementalement appropriées.

L'élimination des matières résiduelles sera limitée aux situations où aucune autre option de gestion n'est applicable. Dans cette optique, l'Initiateur évaluera, lorsque pertinent, le recours à des matières résiduelles et à des matières granulaires résiduelles en remplacement de matières premières vierges, tout en maintenant les exigences de performance, de qualité et de durabilité des ouvrages.

2. Processus d'optimisation

2.1. Prévention et réduction de la production de matières résiduelles

Lors des phases d'élaboration et de planification du Projet, les méthodes de réalisation sont évaluées pour chacune des étapes prévues. Cette démarche repose sur l'analyse des intrants et des extrants associés aux différentes options envisagées, ainsi que sur l'examen des solutions raisonnablement réalisables, afin de retenir celles présentant le meilleur rendement environnemental et opérationnel.

Ce processus d'optimisation permet d'anticiper les sources potentielles de matières résiduelles et d'intégrer, dès l'amont, des considérations visant à en limiter la génération. Il favorise également l'adoption de

pratiques de travail alternatives par les intervenants du Projet, lorsque celles-ci contribuent à réduire les quantités de matières résiduelles produites, tout en respectant les exigences techniques et de sécurité.

2.2. Choisir le système de collecte le plus performant

Une collecte sélective élargie sera mise en place afin d'assurer une réutilisation et un recyclage du plus grand nombre de matières ne pouvant être réduit à la source.

- ▶ Des contenants de récupération pour les cannettes pourraient être mis en place à des endroits jugés appropriés sur le site. Lorsque pertinent, des boîtes de type *ConsignAction* pourraient être utilisées et remises à un organisme de bienfaisance local.
- ▶ Les matériaux présentant un potentiel de réemploi pourraient être orientés, en priorité, vers des installations locales d'économie circulaire ou de réemploi, lorsque ces options sont disponibles et applicables, avant toute disposition par l'entremise d'entreprises de gestion des matières résiduelles.
- ▶ Les matières ne pouvant être réutilisées, mais admissibles au recyclage, pourraient être acheminées vers un centre de tri des matières recyclables situé à proximité du site, dans une optique de réduction des émissions de gaz à effet de serre associées au transport. Une attention particulière serait toutefois portée à la capacité d'accueil des installations concernées, en fonction des volumes additionnels susceptibles d'être générés lors de la phase de construction.
- ▶ Le recours au compostage des matières organiques pourrait être évalué pour le Projet. Plus précisément, l'Initiateur examinera le potentiel de traitement des matières organiques putrescibles contenues dans les matières résiduelles assimilables aux ordures ménagères, lorsque des services sont disponibles sur le territoire. Advenant l'absence de tels services ou si l'analyse coûts-bénéfices ne permet pas de privilégier cette option, les travailleurs pourraient être encouragés à gérer leurs résidus organiques à domicile. Par ailleurs, lorsque requis dans le cadre de travaux de restauration végétale, l'utilisation de matières résiduelles fertilisantes, incluant du compost, pourrait être envisagée afin de favoriser la mise en végétation, en complément ou en remplacement de la terre végétale.

2.3. Éliminer de manière responsable

Les matières résiduelles ne pouvant raisonnablement être réutilisées, recyclées ou valorisées feront l'objet d'une analyse visant à identifier les débouchés potentiels en fin de vie. Le Tableau 2-1 présente les mesures de gestion alternatives envisagées pour les catégories de matières résiduelles analysées dans le cadre du Projet.

Tableau 2-1 - Mesures ciblées pour les matières visées par le PGMR

Produits	Mesures alternatives ciblées
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Antigél ▶ Eaux huileuses ▶ Glycol ▶ Huiles usées ▶ Filtres à huiles usées ▶ Contenants d'huiles ▶ Contenants aérosol 	<p>Ces produits sont prévus être traités par une entreprise faisant partie de la Société de Gestion des Huiles Usagées (SOGHU) ou disposant d'installations de traitement internes équivalentes. Cette approche vise à favoriser la valorisation de ces matières et leur remise en marché, lorsque les filières appropriées sont disponibles.</p>

Produits	Mesures alternatives ciblées
► Solvants organiques	L'entrepreneur de chantier du Projet demande que le fournisseur disposant de ce produit propose une solution permettant de nettoyer le solvant pour qu'il soit réutilisé dans sa fonction d'origine. Advenant que cette solution ne soit pas applicable, le solvant pourrait être orienté pour du recyclage afin d'être utilisé à d'autres fins, notamment comme substitut à des solvants vierges.
► Peinture et résidus de peinture	Advenant la génération de volumes significatifs de peinture, ceux-ci pourraient être acheminés vers un organisme reconnu, tel qu'Éco-Peinture, afin d'en favoriser le recyclage et la remise en marché, lorsque les filières appropriées sont disponibles.
► Batteries alcalines ► Batteries au lithium ► Batteries au plomb	Les batteries utilisées sur le chantier présentent un fort potentiel de récupération et sont destinées à être orientées vers des filières de récupération et de recyclage appropriées.
► Carton, papier, plastique, métaux	Ces matières sont identifiées comme étant admissibles au recyclage.

Bien que l'entrepreneur responsable des travaux puisse mettre en œuvre diverses mesures visant à favoriser une gestion optimale des matières résiduelles générées sur le chantier, la nature et les conditions propres aux travaux ne permettent pas d'assurer, dans tous les cas, le mode de gestion final de chacune de ces matières. Les approches et mesures décrites précédemment constituent des lignes directrices et des cibles de performance, et ne sauraient être interprétées comme une obligation de résultat.

Dans ce contexte, l'entrepreneur prendra en considération, dans la mesure du possible et du raisonnable, les mesures alternatives identifiées et déploiera les efforts appropriés afin de favoriser leur mise en œuvre, en tenant compte des contraintes techniques, logistiques et opérationnelles propres au chantier, et ce, dans l'objectif d'optimiser la gestion des matières résiduelles associées au Projet.

3. Rôles et responsabilités

3.1. Personne responsable du lieu d'entreposage de l'entrepreneur général

L'entrepreneur sera responsable de désigner des personnes qui prendront en charge la gestion des MDR. Ces personnes, dont au moins une présente sur site en tout temps, assumeront les responsabilités suivantes :

- Effectuer un suivi de l'état général des lieux d'entreposage et, au besoin, apporter des correctifs;
- Veiller au maintien d'un accès contrôlé aux lieux d'entreposage;
- Tenir à jour un registre des matières et des quantités entreposées, et vérifier le respect des quantités maximales applicables;
- Compléter et conserver les formulaires d'inspection du lieu d'entreposage MDR;
- Coordonner, lorsque requis, la manutention et l'expédition des MD et des MDR;
- Signer et archiver les bons d'expédition des MDR, le cas échéant.

Si plus d'un site d'entreposage des matières résiduelles est désigné, chaque site doit être assigné à au moins deux personnes assumant les responsabilités ci-dessus.

3.2. Responsabilités des sous-traitants

Il est prévu que les sous-traitants impliqués dans la construction du projet éolien Broughton prennent en compte la procédure de gestion des MDR décrite à la section suivante. Lorsqu'un sous-traitant assure lui-même la gestion et le transport des MDR générées par ses activités, il devra se conformer aux exigences réglementaires applicables et être en mesure d'en démontrer la conformité.

3.3. Responsabilités du surveillant environnemental

Durant la phase de construction, le surveillant environnemental sera appelé à vérifier la conformité du lieu d'entreposage des MDR et à soutenir, au besoin, la personne responsable désignée par l'entrepreneur. Lors de la phase d'exploitation du Projet, cette responsabilité pourrait être assurée par les opérateurs et le coordonnateur en environnement désignés.

3.4. Responsabilités des travailleurs au chantier

Les travailleurs intervenant sur le chantier seront appelés à disposer adéquatement des MR et MDR et à utiliser les aires et contenants d'entreposage prévus à cet effet. Ils devront également se conformer aux exigences applicables en matière d'équipements de protection individuelle, selon les fiches de données de sécurité des matières manipulées.

Il est prévu que l'entrepreneur général informe les travailleurs, à leur arrivée sur le site, des pratiques de gestion des matières résiduelles du Projet, notamment par l'entremise d'une séance d'information et d'une signalisation appropriée sur les bacs de collecte.

4. Installations et équipements

4.1. Entreposage des matières résiduelles

Les matières résiduelles non dangereuses ne pouvant être réutilisées seraient collectées dans des contenants appropriés, puis regroupées dans des conteneurs dédiés. Les conteneurs destinés aux déchets domestiques et aux matières recyclables seraient munis de couvercles et conçus de manière étanche, afin de limiter l'infiltration d'eau, réduire le poids transporté et prévenir la formation de lixiviats. Les conteneurs destinés aux métaux et aux résidus de construction seraient, quant à eux, conçus et disposés de façon à empêcher l'accès de la faune.

4.2. Entreposage des matières résiduelles dangereuses

Le site étant susceptible d'entreposer plus de 100 kg de matières dangereuses résiduelles (MDR) à un même moment, le Projet sera assujéti aux dispositions applicables du Règlement sur les matières dangereuses (RMD), notamment celles de la section II portant sur les conditions générales d'entreposage. Le lieu d'entreposage des MDR sera conçu de manière à respecter les exigences prévues aux articles 33 à

46 du RMD. Les MDR y seront séparées en fonction de leur compatibilité, conformément aux articles 41 et 43 du RMD. La table de compatibilité des matières applicable au Projet sera précisée à une phase ultérieure.

Les matières dangereuses résiduelles (MDR) sont prévues être entreposées dans un abri, un conteneur ou une zone intérieure adéquatement ventilée et identifiée de façon visible comme aire d'entreposage de matières dangereuses résiduelles. L'aire d'entreposage serait protégée des intempéries et comprendrait minimalement un toit et au moins trois murs.

Dans cette aire, les MDR seraient entreposées dans des contenants fermés, distincts selon le type de matière, et identifiés de manière appropriée, incluant notamment le nom de la matière et la date de début d'entreposage. Afin de prévenir les déversements, l'aire d'entreposage pourrait être munie d'un système de rétention, tel qu'un bassin intégré au plancher ou des bacs de rétention placés sous les contenants, offrant une capacité minimale correspondant à 25 % de la capacité totale entreposée ou à 125 % de la capacité du plus grand contenant, selon le cas.

Selon la configuration retenue pour le Projet, l'aire d'entreposage pourrait également être constituée de conteneurs spécialisés munis de divisions pare-feu conçues pour l'entreposage de MDR. L'accès à l'aire d'entreposage serait contrôlé, et un registre des volumes entreposés ainsi que des volumes acheminés vers des installations autorisées serait tenu. L'entreposage de MDR à l'extérieur de cette aire ne serait pas autorisé.

À des fins de prévention, une signalisation appropriée, incluant une affiche indiquant l'interdiction de fumer, serait installée à proximité de l'aire d'entreposage. En cas d'incident, une trousse d'intervention en cas de déversement ainsi qu'un extincteur fonctionnel seraient maintenus à proximité afin de permettre une intervention rapide.

Le Tableau 4-1 sera complété et décrira le lieu d'entreposage sur le site des matières dangereuses résiduelles.

Tableau 4-1 Entreposage des matières dangereuses résiduelles

Nom du lieu d'entreposage	Capacité maximale d'entreposage	Description de l'aménagement	Mesures d'atténuation
Aire entrepreneur			
Conteneur à matières dangereuses	À déterminer ¹	À déterminer ¹	À déterminer ¹
Aire entrepreneur			
Conteneur à sols contaminés	À déterminer ¹	À déterminer ¹	À déterminer ¹

(1) Ces données seront fournies dans la version finale du PGMR à être déposé lors de la première demande d'autorisation ministérielle pour le Projet.

4.3. Transporteurs de matières dangereuses

Des exigences en matière de sécurité et de durabilité sont prévues à l'égard des transporteurs. Les entreprises susceptibles d'être préqualifiées par l'entrepreneur responsable des travaux feront l'objet de vérifications portant notamment sur les permis, les assurances ainsi que la conformité des équipements et

des installations utilisées. Il est également prévu de s'assurer de la présence d'un programme d'inspection des équipements et des installations.

5. Matières résiduelles

Des tableaux des matières résiduelles prévues être générés pour le Projet seront insérés dans cette section dans le cadre de la transmission de la version finale du PGMR afin de décrire leurs utilisations, leurs quantités, leur mode de gestion et d'entreposage, le lieu d'entreposage ainsi que le travail d'optimisation qui a été réalisé.

5.1. Matières susceptibles de devenir ou de générer des contaminants dans l'environnement

Voici une liste préliminaire des matières susceptibles de devenir ou générer des contaminant dans l'environnement. Ils seront entreposés selon les recommandations des fiches de sécurité :

- ▶ Carburant diesel clair ;
- ▶ Essence sans plomb ;
- ▶ Fluide d'échappement diesel ;
- ▶ Huile hydraulique ;
- ▶ Huile moteur ;
- ▶ Lave-glace -40 °C ;
- ▶ Liquide de refroidissement (antigel) ;
- ▶ Huile végétale (lubrification de foreuses) ;
- ▶ Hydrex Extreme (huile pour marteaux de foreuse) ;
- ▶ Graisse Rotella HD.

La liste susmentionnée sera mise à jour lors de la transmission de la version finale du PGMR à être déposé lors de la première demande d'autorisation ministérielle pour le Projet.

5.2. Matières résiduelles générées ou entreposées

Voici une liste préliminaire des matières résiduelles générées ou entreposées. Ces matières seront acheminées à un destinataire autorisé.

- ▶ Résidus de construction, rénovation et démolition (CRD) ;
- ▶ Métaux ;
- ▶ Carton et papier ;
- ▶ Autres matières résiduelles recyclables (incluant cannettes et matières de bureau) ;
- ▶ Déchets domestiques ;

- ▶ Boues sanitaires (eaux usées domestiques – toilettes chimiques) ;
- ▶ Pneus de véhicules passagers ;
- ▶ Pneus de machinerie lourde ;
- ▶ Eaux huileuses (en cas de déversement accidentel) ;
- ▶ Guenilles et absorbants contaminés ;
- ▶ Glycol et antigel ;
- ▶ Contenants contaminés ;
- ▶ Cannelles d'aérosol vides ;
- ▶ Batteries au plomb ;
- ▶ Batteries autres (nickel-cadmium, lithium, alcalines) ;
- ▶ Filtres à huiles usées ;
- ▶ Huiles usées ;
- ▶ Graisses usées ;
- ▶ Solvants organiques ;
- ▶ Peinture et résidus de peinture ;
- ▶ Sols contaminés.

La liste susmentionnée sera mise à jour lors de la transmission de la version finale du PGMR à être déposé lors de la première demande d'autorisation ministérielle pour le Projet.

6. Documentation et registres

6.1. Bons d'expédition des MDR

La personne responsable du lieu d'entreposage des matières dangereuses résiduelles (MDR) sera chargée de coordonner, lorsque requis, la collecte des MDR et d'assurer l'archivage des bons d'expédition correspondants.

6.2. Fiches d'inspections de conformité du lieu d'entreposage

Le lieu des MDR associé au Projet fera l'objet d'inspections périodiques.

À cet effet, une fiche d'inspection précisant les éléments à vérifier afin d'assurer la conformité sera mise à disposition et remplie, lorsque requis.

6.3. Registre des MDR

Lorsque les quantités réglementaires applicables sont atteintes, un registre des MDR entreposées sur le site sera tenu et complété dans les dix (10) jours suivant la fin du trimestre concerné. Le cas échéant, la personne responsable du lieu d'entreposage complétera le registre des MDR et, au plus tard le 1er avril de chaque année, un bilan sera préparé et transmis au MELCCFP lorsque les seuils réglementaires sont atteints.