


RÉSUMÉ TECHNIQUE

Titre	Analyse énergétique du parc éolien Pierre-De Saurel
Client	La société Parc éolien Pierre-De Saurel
Contact	Marcel Fafard, Catherine Tétreault
Numéro du document	800437-CAMO-T-02
Émission	C
Statut du document	Publié
Auteur	Xalbat Ithurralde
Vérifié par	Melissa Elkinton, Alex Head
Approuvé par	 Taylor Geer

Historique des révisions:

Émission	Date d'émission	Résumé
A	22 novembre 2013	Version originale (en format électronique)
B	06 décembre 2013	Changements mineurs apportés au texte (en format électronique)
C	11 décembre 2013	Changements mineurs apportés au texte (en format électronique)

DÉCLARATION DE CAPACITES

Expérience

GL Garrad Hassan Canada, Inc. est un membre de Germanischer Lloyd AG (« GL ») groupe d'entreprises et fait partie du groupe de consultation dans le secteur des énergies renouvelables de GL, commercialisé sous la bannière de GL Garrad Hassan (« GL GH »).

GL Garrad Hassan est le plus important consultant en énergies renouvelables au monde en plus d'être reconnu comme une autorité technique du domaine. L'entreprise est un fournisseur indépendant de services techniques et d'ingénierie, de produits et de formations, non seulement pour l'énergie éolienne sur terre et en mer, mais aussi pour des secteurs en développement comme par exemple les énergies solaire, marine, et marémotrice. Sa liste de clients compte des promoteurs, des investisseurs, des prêteurs, des manufacturiers, des firmes de construction, des propriétaires opérateurs de projets, des assureurs et des services publics. Depuis plus de trois décennies, GL GH fournit des services de génie-conseil sur des milliers de projets utilisant des énergies renouvelables. L'entreprise possède un riche héritage qui repose sur l'intégration des compagnies spécialisées qui, réunies, forment la division de consultation en énergies renouvelables du groupe GL.

En tant que consultant indépendant, GL Garrad Hassan n'a aucune prise de participation dans quelque projet que ce soit. Cette règle de fonctionnement constitue la pierre angulaire de sa philosophie qui la distingue de ses concurrents. Actif en Amérique du Nord depuis le début des années 1980, GL GH possède sept bureaux répartis de manière stratégique aux États-Unis (Portland, San Diego, Austin, Dallas et Peterborough) et au Canada (Vancouver, Ottawa et Montréal) pour bien assurer la prestation de ses services dans toutes les régions du continent.

Les détails de la gamme complète de services et de produits offerts peuvent être trouvés sur le site web de la société : www.gl-garradhassan.com.

Assurance qualité

GL GH est certifié ISO 9001 et utilise des procédures standard pour assurer et améliorer la qualité de ses services et de ses livrables. GL GH est également très sensible aux aspects santé, sécurité et environnement, démontré à travers l'implantation des normes OHSAS 18001 et ISO 14001.

INTRODUCTION

La société Parc éolien Pierre-De Saurel, S.E.C. (Parc Éolien) développe le parc éolien Pierre-De Saurel au Québec (Projet). Parc Éolien a mandaté Garrad Hassan Canada, Inc. (GL GH) afin de lui fournir une analyse indépendante de la ressource éolienne ainsi que de la production énergétique sur le projet éolien proposé.

Le site est situé à environ 15 km à l'est-sud-est de la ville de Sorel-Tracy, dans la MRC Pierre-De Saurel, au Québec. Le terrain du Projet proposé est relativement simple, situé sur des terres agricoles, avec des élévations aux positionnements des éoliennes proposées variant approximativement de 18 m à 23 m.

La configuration du parc éolien proposé, fourni par Parc Éolien, comprend 12 éoliennes REpower MM92 de 2,05 MW avec une hauteur de moyeu proposée de 100 m.

Parc Éolien a fourni à GL GH les données enregistrées sur le site de Pierre-De Saurel depuis Septembre 2009 à partir d'une tour anémométrique de 60 m, Mât 0091. Des mesures Lidar ont également ont été enregistrées sur site à proximité de la tour anémométrique.

Ce résumé technique présente les résultats principaux de l'analyse de la production énergétique du parc éolien Pierre-De Saurel, tirés du rapport confidentiel GL GH 800437-CAMO-R-01-B en date du 22 novembre 2013.

RÉSULTATS DE L'ANALYSE

Les données de vent recueillies sur le site de parc éolien Pierre-De Saurel, énumérées ci-dessous, ont été fournies soient par Parc Éolien, soient recueillies par GL GH.

Mât	Hauteur (m)	Type du capteur principal	Période de mesure	Conformité avec la norme IEC ¹
0091	60	NRG #40C	septembre 2009 – août 2013	Consistent
Z300	100	lidar	avril 2013 – août 2013	N/A

Les données de vent recueillies au mât de mesure et au lidar ont été soumises à des procédures de contrôle qualité par GL GH afin d'identifier les enregistrements qui présentent un dysfonctionnement matériel et d'autres anomalies, comme par exemple le gel. Le tableau suivant résume le taux de recouvrement des données sur le Mât 0091 ainsi que sur le lidar au niveau de mesure 100 m.

Mât / Lidar	Hauteur de mesure (m)	Données disponibles (années)	Données valides (années)	Taux de recouvrement (%)
Mât 0091	58,7	4,0	3,8	95
Z300	100,0	0,3	0,3	84

Lorsque seulement une courte période de données est disponible sur le site, il est fréquent de combiner les mesures enregistrées sur le site avec des mesures à long-terme provenant de stations météorologiques locales. GL GH a obtenu et analysé les données de stations de référence d'Environnement Canada (EC) et les données du modèle

méso-échelle "Modern Era Retrospective-analysis for Research and Applications" (MERRA) provenant de la "National Aeronautics and Space Administration" (NASA).

GL GH a déterminé que les sources les plus appropriés de données de référence à long-terme pour le site de Pierre-De Saurel sont la station Varennes EC et les points MERRA 46,0N 73,3O et MERRA 46,0N 72,7O. Ces données de référence, représentant 15,3 années de données, ont été utilisées dans l'analyse pour définir la période à long-terme.

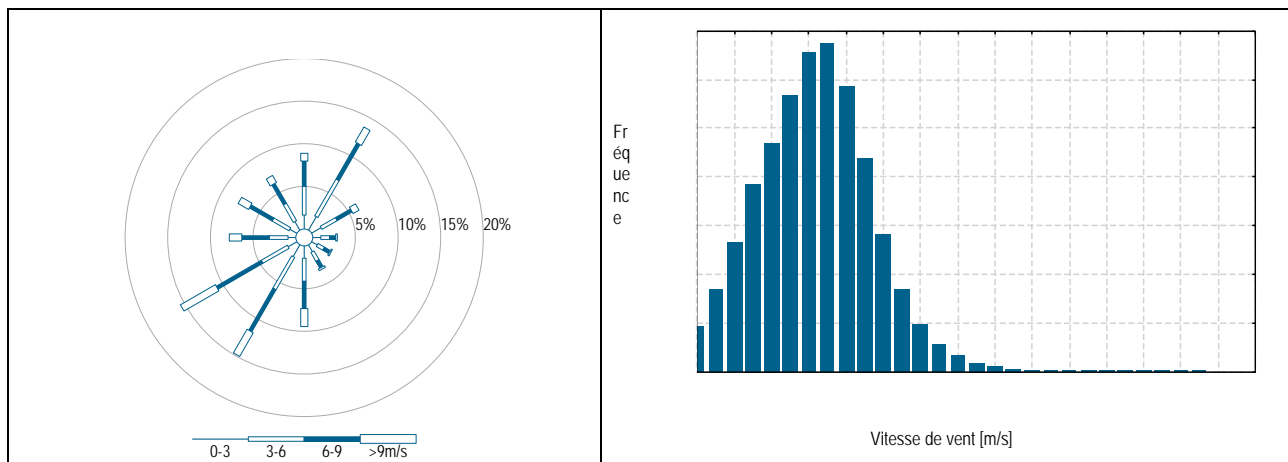
Les données aux stations de référence Varennes EC et aux points MERRA ont été corrélés aux données de mesure enregistrées au Mât 0091 sur une base quotidienne. Ces corrélations ont été utilisées pour calculer la vitesse moyenne du vent à long-terme sur le Mât 0091. Par cette méthode, une vitesse moyenne du vent à long-terme est déterminée au Mât 0091, tel que présentée ci-dessous.

Mât	Hauteur (m)	Vitesse de vent mesurée (m/s)	Vitesse de vent à long-terme (m/s)
0091	58,7	5,5	5,6

Les données de mesure enregistrées sur le Mât 0091 ont été utilisées pour calculer les coefficients de cisaillement à l'intérieur de la couche limite de l'atmosphère en utilisant la loi de puissance. Ces estimations du cisaillement ont été utilisés pour extrapoler la vitesse du vent long-terme à la hauteur de mesure du Mât 0091 à une hauteur de moyeu de 100 m. Les mesures enregistrées au Lidar ont permis de supporter le coefficient de cisaillement calculé au mât de mesure de façon qualitative. La moyenne long-terme de vitesse de vent à hauteur de mesure, le coefficient de cisaillement de la loi de puissance et la moyenne long-terme des vitesses de vent à 100 m au Mât 0091 sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Mât	Hauteur de mesure (m)	Moyenne de vitesse de vent long-terme à hauteur de mesure (m/s)	Coefficient d'extrapolation vertical (α)	Moyenne de vitesse de vent long-terme à 100 m (m/s)
0091	58,7	5,6	0.25	6,4

La vitesse de vent et la distribution de fréquence directionnelle long-terme représentative à une hauteur de moyeu de 100 m au Mât 0091 sont illustrées sous la forme d'une rose des vents ci-dessous.



La variation de la vitesse du vent sur le site du parc éolien a été prédite en utilisant le modèle linéaire d'écoulement atmosphérique WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program). Les prédictions du modèle d'écoulement, initié à partir du Mât 0091, ont été utilisées par GL GH pour prédire le régime du vent long-terme aux positions des éoliennes. La vitesse du vent à long-terme moyennée à la position de toutes les éoliennes sur le site de Pierre-De Saurel et à hauteur de moyeu est estimée à 6,4 m/s à 100 m.

Il est à noter que sur un terrain comme celui du parc éolien Pierre-De Saurel, GL GH recommande généralement que tous les emplacements d'éoliennes proposées soient à moins de 2 km d'un mât de mesure, d'une hauteur d'au moins trois-quarts de la hauteur du moyeu proposée. La distance est globalement respectée sur site. Les conditions de hauteur ne sont pas remplies; néanmoins la campagne de mesure lidar effectuée sur site jusqu'à une hauteur de 100 m permet de combler en grande partie à cette recommandation. Des mesures supplémentaires, telles que celles recueillies par le lidar, et/ou à une autre localisation sur le site, pendant idéalement une période d'un an, serviraient à améliorer davantage les incertitudes liées à l'extrapolation horizontale et verticale des mesures de vent.

Il est à noter que l'installation d'un mât de mesure d'une hauteur de 100 m est prévue sur le site de Pierre-De Saurel. Les données recueillies sur ce mât de mesure permettront de réduire davantage les incertitudes liées à l'extrapolation horizontale et verticale des mesures de vent. Par conséquent, GL GH recommande qu'une mise à jour de l'analyse de la production énergétique soit effectuée dès que suffisamment de données sont disponibles sur le nouveau mât de mesure de 100 m.

La production brute d'énergie à l'emplacement de chaque éolienne a été calculée en utilisant le logiciel WindFarmer, les résultats de la modélisation de l'écoulement du vent et la courbe de puissance fournie par Parc Éolien. Parc Éolien a fourni les spécifications pour l'éolienne REpower MM92 de 2,05 MW. La courbe de puissance est basée sur des calculs et présente un coefficient de puissance de crête, C_p , de 0.46. Le coefficient de puissance de crête est considéré comme normal pour une éolienne moderne.

La production nette d'énergie du parc éolien a été calculée en tenant compte des effets de sillage du parc éolien, de la disponibilité des éoliennes, de l'efficacité électrique, du rendement de la turbine, de l'environnement et des limitations directionnelles de production sur les éoliennes.

La production d'énergie P50 prévue pour le parc éolien Pierre-De Saurel sur les 20 premières années d'exploitation est présentée dans le tableau ci-dessous. Celles-ci incluent les calculs de sillage entre éoliennes et les effets de la densité de l'air, ainsi que les hypothèses ou estimations des facteurs de perte dues à la disponibilité des éoliennes, aux pertes électriques, à la performance des éoliennes, aux pertes environnementales et aux pertes par délestage.

Hauteur de moyeu	100	m
Puissance totale	24,6	MW
Énergie brute	72,8	GWh/année
Pertes par sillages	95,5	%
Disponibilité technique	95,3	%
Pertes électriques	97,0	%
Performance des éoliennes	95,0	%
Pertes environnementales	97,3	%
Délestages	100,0	%
Énergie nette	59,4	GWh/année
Facteur d'utilisation	27,6	%

La prévision nette d'énergie P50 présentée ci-dessus représente la moyenne à long-terme, d'une probabilité de dépassement de 50%, pour la production d'énergie annuelle du parc éolien. Cette valeur est la meilleure estimation de la valeur moyenne à long-terme qui peut être attendu du projet. Il y a donc une probabilité de 50% que la production moyenne d'énergie puisse être inférieure (ou supérieure) à la valeur donnée, même lorsque considéré sur de très longues périodes.