



Destinataire :	Kruger Énergie Montérégie S.E.C. (KEMONT)	Date :	2010-05-19
Rédigé par :	Christian Boyaud, SNC-Lavalin inc.	Projet :	Parc éolien Montérégie
Lieu :	Saint-Rémi, Saint-Michel, Mercier, Saint-Isidore, Saint-Constant	Réf. :	605751-2000
Objet :	Complément à la réponse à la question QC-26 du MDDEP, Avis hydrogéologique Impact potentiel de l'implantation d'éoliennes sur les ressources et l'approvisionnement en eau souterraine		

Introduction

L'eau souterraine alimente la majorité de la population du secteur visé par le projet. En effet, sur le territoire de la MRC de Roussillon, environ 60 % de la population est alimentée à partir de puits exploitant les aquifères locaux, dont plus de 20 % par des puits domestiques (individuels). Par ailleurs, les habitants de la MRC des Jardins-de-Napierville s'approvisionnent uniquement à partir d'eau souterraine. Les puits domestiques comblent environ 68 % des besoins en eau de la population locale (SNC-Lavalin Environnement inc., 2009)¹. Environ 95 % des puits domestiques et la totalité des ouvrages de captage communautaires/municipaux prélèvent l'eau souterraine circulant dans les formations de roc fracturé. Le pourcentage résiduel de puits domestiques est aménagé dans des formations de dépôts meubles. Dans le secteur à l'étude, les formations de dépôts meubles exploitées pour l'eau souterraine possèdent une extension latérale généralement limitée.

Dans le cadre de l'implantation du projet éolien, les enjeux reliés aux ressources et à l'approvisionnement en eau souterraine concernent la préservation de la quantité d'eau disponible ainsi que de la qualité de l'eau captée. Les éléments à considérer pour l'évaluation des impacts au cours de la phase de construction des éoliennes concernent les déversements accidentels de produits pétroliers et la construction des fondations d'éoliennes. Tel que requis par la question QC-26 du rapport d'analyse de la Direction des évaluations environnementales du MDDEP², l'analyse de la question sera plus approfondie pour les sites d'implantation 1 à 4 et 51 à 60, tel que présenté à l'étude d'impact sur l'environnement (SNC-Lavalin Environnement inc., 2009).

Bien que la question QC-26 du MDDEP n'en faisait pas mention, il apparaît important dans le contexte du présent avis de traiter du fait que les sites d'implantation d'éoliennes 1 à 4 se retrouvent à une distance variant de 450 m à 1 450 m du site contaminé des Lagunes de Mercier. Ce sujet sera traité à la fin du présent avis. Des opérations de décharge et d'enfouissement non-contrôlés d'hydrocarbures légers (moins denses que l'eau) et denses (plus denses que l'eau) ont engendré la contamination d'une formation de dépôts fluvio-glaciaires mise en place sous la forme d'un esker, de même que de l'aquifère de roc fracturé sous-jacent. Les contaminants se retrouvent sous la forme de liquides immiscibles légers (LIL), de liquides immiscibles denses (LID) ainsi qu'en phase dissoute.

¹ SNC-Lavalin Environnement inc., 2009. *Projet éolien Montérégie*. Rapport préparé pour Kruger Énergie Montérégie Société en commandite. Lévis, SNC-Lavalin Environnement inc., 639 p. + ann.

² Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, 2010. *Questions et commentaires pour le projet d'aménagement du parc éolien Montérégie sur le territoire des municipalités régionales de comté de Roussillon et des Jardins-de-Napierville par Kruger Énergie Montérégie, société en commandite*. Dossier 3211-12-145, Direction des Évaluations Environnementales, 22 p. + ann.

Des puits de récupération et de contrôle hydraulique sont aujourd'hui opérés par le MDDEP afin d'intercepter et de traiter les contaminants migrants dans les dépôts fluvio-glaciaires et le roc fracturé (Pontlevoy et al., 2004)³.

Évaluation des impacts potentiels

Le risque de déversement accidentel de produits pétroliers nécessaires à l'utilisation de la machinerie de chantier a été évalué à la section 8.1.2.2 de SNC-Lavalin Environnement inc. (2009). Les mesures de prévention qui encadreront le transport et la manutention des produits pétroliers y sont élaborées. Ces mesures visent à éviter tout impact accidentel sur les sols. Le plan d'intervention en cas de déversement y est également détaillé. Dans un tel cas, les protocoles prédéfinis de prévention et d'intervention permettraient le confinement rapide des produits déversés. Le potentiel de migration dans l'eau souterraine est évalué comme étant de très faible à nul. Par conséquent, il n'y a pas d'impact appréhendé sur la qualité de l'eau souterraine en regard de cet élément.

L'excavation en vue de la construction des fondations des éoliennes va principalement procéder par creusage à l'aide de pelles mécaniques. Il y aura retrait de la couche de dépôts meubles jusqu'à l'atteinte de la profondeur visée pour l'assise de la fondation. Dans le cas des éoliennes construites sur fondation superficielle (semelle), cette profondeur sera d'environ 2,85 m. Dans le cas où des pieux viendront compléter la semelle de béton prévue, la profondeur d'assise prévue sera d'environ 3,20 m.

Or, 95 % des puits du secteur captent l'eau souterraine du roc (la profondeur minimale de captage de l'eau souterraine dans le roc par les puits est par ailleurs supérieure à 5 m). Le retrait d'une couche de dépôts meubles n'affectera donc pas l'eau circulant dans le roc. Quant à la faible proportion de puits aménagés dans les dépôts meubles, ceux-ci se retrouvent systématiquement à plus de 900 m de la position d'éolienne la plus proche. Qui plus est, certains seraient aménagés dans des formations d'extension latérale limitée qui ne seront pas interceptées par les excavations destinées aux fondations d'éoliennes. Considérant ces éléments, aucun impact n'est appréhendé sur la quantité d'eau souterraine disponible ni sur la qualité de l'eau, en regard des travaux d'excavation pour les fondations d'éoliennes, tel que décrit à la section 8.1.5.2 de l'étude d'impact de SNC-Lavalin Environnement inc. (2009).

Compte tenu des résultats d'investigations géotechniques récentes menées par KEMONT, des pieux devront vraisemblablement être mis en place lors de la construction de la fondation de certaines éoliennes.

Les sites d'implantation où des pieux seront requis ne sont pas déterminés avec certitude, en date de la production du présent avis technique. Les pieux seront foncés dans les dépôts meubles. Le fonçage de certains pieux pourrait atteindre le roc sous-jacent. Tout dépendant de la profondeur de pénétration des pieux dans le roc, le fonçage pourrait ouvrir certains joints et fractures dans la partie superficielle du roc (Tomlinson, 1994)⁴.

³ Pontlevoy, O., Lefèbre, R., Therrien, R., Martel, R., Ouellet, M., Lamontagne, C., 2004. *Numerical modeling of groundwater flow and mass transport in interconnected granular and rock aquifers at the Ville Mercier DNAPL-contaminated site, Quebec, Canada*. Proceedings of the 57th Canadian Geotechnical Conference and 5th Joint CGS/IAH-CNC Conference, Québec, Canada. pp. 20-27.

⁴ Tomlinson, M.J., 1994. *Pile design and construction practice, 4th Edition*. Taylor and Francis, UK, 411 p.

La modification de la fracturation autour de pieux battus au roc est toutefois locale, et son extension spatiale latérale ou verticale est généralement limitée.

De façon globale, la perméabilité et la capacité d'emmagasinement des aquifères de roc fracturé dépendent essentiellement de la densité, de l'ouverture et de la connectivité des fractures et des joints qui recoupent le roc. L'ouverture de certains joints ou fractures induite par le fonçage de pieux pourrait créer une modification ponctuelle de la perméabilité et de la capacité d'emmagasinement du roc. Toutefois, l'influence de cette modification décroîtra de façon marquée (selon le carré de la distance) avec l'éloignement par rapport au site d'implantation. Il apparaît que l'impact sur la quantité d'eau disponible au niveau d'un puits situé à plus de 80 m de telles fondations sera faible, voire imperceptible. Aucun impact n'est par ailleurs anticipé sur la qualité de l'eau souterraine en regard de cette activité, conformément à ce qui est mentionné à la section 8.1.5.2 de l'étude d'impact de SNC-Lavalin Environnement inc. (2009). Dans cette mesure, un périmètre de protection de 80 m autour des puits apparaît suffisant pour assurer l'absence d'impact significatif sur la qualité de l'eau et la quantité d'eau disponible aux puits d'approvisionnement en eau du secteur.

L'approfondissement de la question de protection des puits suggère également la définition d'un périmètre de consultation autour des puits, périmètre englobant le périmètre de protection précédemment mentionné. Le périmètre de consultation visera une protection intégrale de tout ouvrage de captage d'eau potable ou eau de procédé du secteur. Une distance de 200 m est recommandée pour le périmètre de consultation. Ce rayon étendu assurera une protection intégrale des aquifères de roc sans requérir d'investigations supplémentaires, qu'il s'agisse de fondations superficielles ou profondes.

On constate qu'à une exception près, tous les sites d'implantation principaux et alternatifs sont situés à plus de 200 m de puits pouvant servir à l'approvisionnement en eau. D'un point de vue hydrogéologique, la mise en place de pieux au roc ne devrait causer aucun impact perceptible sur la quantité d'eau disponible à l'un ou l'autre de ces puits. La seule exception concerne un puits localisé à environ 134 m de l'emplacement pour l'éolienne de réserve 52. L'espacement entre cet emplacement et le puits le plus proche est à l'intérieur du périmètre de consultation, et il demeure peu probable que la mise en place de pieux battus au roc ait un impact perceptible sur la quantité d'eau disponible au puits. Dans l'éventualité où une éolienne serait implantée au site de réserve 52 et que cette éolienne doive être installée sur des pieux battus jusqu'au roc, il est recommandé d'obtenir l'avis d'un géotechnicien afin qu'il quantifie le rayon d'influence probable du battage sur le patron de fracturation local du roc superficiel. Ceci permettra de garantir l'absence d'impact perceptible sur la quantité d'eau disponible au puits situé à proximité.

Par ailleurs, aucun impact sur la qualité de l'eau souterraine n'est anticipé en lien avec la construction d'éoliennes sur pieux dans les secteurs de Saint-Rémi, Saint-Michel, Saint-Isidore et Saint-Constant.

Bien que localisés dans le prolongement sud de l'esker que chevauche le site des Lagunes de Mercier, les sites d'implantation 1 et 2 se retrouvent à l'extérieur du périmètre de protection des eaux souterraines défini par le MDDEP. D'autre part, ils se situent en rive gauche de la rivière de l'Esturgeon. Le site des Lagunes de Mercier se retrouvent pour sa part en rive droite.

Les travaux de Poulin (1977)⁵ ont montré qu'à l'état naturel, l'écoulement d'eau souterraine dans les dépôts fluvio-glaciaires convergeait vers la rivière de l'Esturgeon, soit du nord au sud pour le secteur en rive droite, et du sud au nord pour le secteur en rive gauche. La rivière constituait ainsi un point de résurgence de l'eau souterraine circulant dans les dépôts fluvio-glaciaires.

La mise en opération des puits de récupération a inversé l'écoulement souterrain dans les dépôts fluvio-glaciaires présents en rive droite de la rivière de l'Esturgeon. L'écoulement s'effectue désormais du sud vers le nord, soit de la rivière vers le site des Lagunes de Mercier. Pontlevoy et al. (2004) montrent par ailleurs que la rivière de l'Esturgeon agirait désormais comme une frontière de recharge pour la portion nord de l'aquifère de dépôts fluvio-glaciaires. Ces auteurs confirment également que l'écoulement s'effectue toujours en direction nord, en rive gauche de la rivière de l'Esturgeon, et qu'il fait résurgence au niveau de la rivière.

Dans le secteur des sites d'implantation 1 et 2, la direction d'écoulement de l'eau souterraine dans l'aquifère de dépôts fluvio-glaciaires, de même que sa stabilité dans le temps, indiquent que la qualité de l'eau souterraine à ces positions ne représente pas un enjeu environnemental. La mise en place d'équipements ou de structures interceptant les dépôts meubles, et éventuellement prolongés jusqu'au roc, n'aurait pas d'impact sur la géochimie de l'eau souterraine dans l'aquifère de dépôts fluvio-glaciaires ou dans l'aquifère de roc sous-jacent. Par ailleurs, aucune modification significative des patrons d'écoulement dans les dépôts fluvio-glaciaires ou dans l'aquifère de roc n'est anticipée.

Les données géologiques et stratigraphiques compilées dans Pontlevoy et al. (2004) montrent que les sites d'implantation des éoliennes 3 et 4 se localiseraient au droit de dépôts marins très peu perméables correspondant à des silts argileux et argiles silteuses. Des dépôts de till seraient vraisemblablement sous-jacents à ces dépôts marins. Ceci signifie qu'aucune migration significative d'hydrocarbures à partir des Lagunes de Mercier n'aurait atteint la zone des dépôts marins aux sites d'implantation prévus. Racine (2005)⁶ confirme d'ailleurs que les contaminants en phase libre et dissoute circulant dans les dépôts fluvio-glaciaires au sud des Lagunes de Mercier sont entraînés dans la direction opposée aux sites d'implantation prévus.

La mise en plan des données de stratigraphie des dépôts meubles montre que les centroïdes des éoliennes 3 et 4 se trouveraient respectivement à environ 25 et 30 m à l'est du contact avec la formation de dépôts fluvio-glaciaires contaminée. Ces distances peuvent être considérées comme étant sécuritaires pour éviter toute interaction entre les dépôts contaminés et les travaux de construction des fondations des éoliennes 3 et 4.

À titre de précaution, il est néanmoins recommandé d'effectuer un sondage de reconnaissance stratigraphique à environ 5 m à l'ouest de la limite d'extension de la fondation de l'éolienne 3 dans la direction ouest, avant les travaux de construction. Ce sondage permettra de confirmer que le site d'implantation se trouve effectivement au-delà de la limite d'extension vers l'est des dépôts fluvio-glaciaires sous les dépôts marins.

⁵ Poulin, M., 1977. *Groundwater contamination near a liquid waste lagoon, Ville Mercier, Quebec*. M.Sc. Thesis, University of Waterloo. 158 p.

⁶ Racine, C., 2005. *Études des alternatives de contrôle des panaches d'eau souterraine contaminée par des liquides immiscibles denses et légers, Ville-Mercier, Québec, Canada*. Mémoire de maîtrise, INRS-Eau, Terre, Environnement. 188 p.

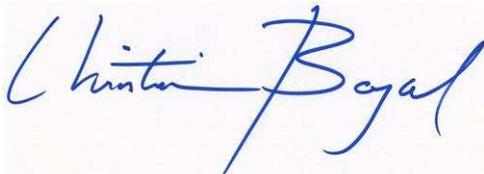
Dans l'éventualité peu probable où les dépôts fluvio-glaciaires s'étendraient jusque sous le site d'implantation prévu, et que des fondations profondes seraient requises, il serait recommandé d'employer des protocoles de construction appropriés à ce contexte, tels que ceux recommandés par le Environment Agency (2001)⁷, le ministère de l'environnement du Royaume-Uni.

La probabilité que le site d'implantation de l'éolienne 4 superpose les dépôts fluvio-glaciaires est encore plus faible que pour l'éolienne 3. Dans l'éventualité où des fondations profondes seraient requises pour l'éolienne 4, il est recommandé de suivre l'une ou l'autre de ces deux approches :

- 1) Même approche que pour l'éolienne 3, avec sondage à environ 5 m au nord-ouest de la limite d'extension de la fondation de l'éolienne 4 dans la direction nord-ouest ;
- 2) De façon préventive, utiliser un type de fondation profonde prévenant le transport vertical du sol et de l'eau souterraine interceptés, tels des pieux à déplacement de sol de grand diamètre, ou tout autre type ciblant les mêmes fins, tel que recommandé dans Satyamurthy et al. (2008)⁸ et Tomlinson et Woodward (2008)⁹.

Conclusion

La présente note technique a permis d'approfondir l'évaluation d'impact exposée à l'intérieur de l'étude de SNC-Lavalin Environnement inc. (2009). Les conclusions étayées à l'intérieur de celle-ci par rapport aux puits d'approvisionnement en eau du secteur sont maintenues. Par ailleurs, la mise en application des différentes recommandations présentées dans cet avis permettra de prévenir d'éventuels impacts négatifs sur la qualité de l'eau souterraine du secteur visé par le projet éolien, de même que sur la quantité d'eau souterraine disponible et les patrons d'écoulement souterrain.



Christian Boyaud, ing., M.Sc., hydrogéologue

⁷ Environment Agency, 2001. *Piling and penetrative ground improvement methods on land affected by contamination: Guidance on pollution prevention*. NGWCLC Rep. No. NC/99/73, Solihull, UK.

⁸ Satyamurthy, R., Nataraj, M.S., McManis, K.L. and Boutwell, P.G., 2008. *Investigations of pile foundations in brownfields*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol. 34, No. 10.

⁹ Tomlinson, M.J., Woodward, J., 2008. *Pile design and construction practice. 5th Edition*. Taylor and Francis, UK, 551 p.