

**Bureau de recherche et de développement énergétiques
Ressources naturelles Canada**

Rapport sur les relations externes

Titre du projet :

***Parc de R-D sur l'énergie éolienne et système
de stockage pour l'innovation dans
l'intégration à un réseau***

pour le

Fonds pour l'énergie propre (FEP)

par

L'Institut de l'énergie éolienne du Canada

Mai 2014

Table des matières

1. Sommaire	3
2. Introduction	6
3. Contexte (contexte du programme et survol des participants au consortium).....	7
4. Objectifs.....	8
5. Évolution du projet	11
6. Description du système et de son application	14
7. Résultats.....	15
8. Leçons apprises.....	16
9. Avantages et potentiel futur	17
10. Conclusions.....	20
11. Références.....	21

1. Sommaire

L'Institut de l'énergie éolienne du Canada (« l'Institut ») a mis au point et exploite un Parc de R-D sur l'énergie éolienne et système de stockage pour l'innovation dans l'intégration à un réseau (« Parc de R-D sur l'énergie éolienne »), constitué d'éoliennes d'une capacité de 10 MW et d'un système de stockage de l'énergie en batteries (SSEB) de 1 MW/2 MWh. Le Parc de R-D sur l'énergie éolienne comprend cinq éoliennes DeWind D9.2 et un système de stockage en batteries fourni par S&C Electric Company (S&C).

Le caractère intermittent de l'énergie renouvelable présente d'importantes difficultés. Le stockage permettra une plus grande intégration de ces technologies en atténuant les écarts aussi bien dans la production d'électricité renouvelable que dans la demande d'électricité. L'Institut et ses partenaires, la Maritime Electric Company Limited (MECL), le service de Transport et l'Exploitant de réseau (T & ER) du Nouveau-Brunswick, l'Association canadienne de l'énergie éolienne (CanWEA) et la PEI Energy Corporation (PEIEC), sont maintenant en mesure d'améliorer les connaissances sur les technologies d'éolienne de pointe et sur le rôle du stockage dans l'intégration de la production d'électricité renouvelable.

Le projet a évolué grâce à six tâches.

- La planification et l'évaluation environnementale consistaient en analyses et études sur l'impact environnemental visant à garantir que la vitesse du vent permettrait une production d'électricité suffisante de même que la conclusion d'un accord d'achat d'électricité avec le service public local.
- La sélection et la commande d'achat d'éoliennes ont été achevées au début de 2011 après que l'on ait déterminé que cinq turbines DeWind D9.2 constituaient la meilleure option pour le site choisi.
- La sélection et la commande d'achat d'un système de stockage d'électricité ont été achevées en mars 2013 après une enquête approfondie sur les options de stockage disponibles et la santé financière du soumissionnaire. L'Institut a examiné les applications potentielles du système de stockage et a choisi un système qui pourra couvrir une grande variété d'applications.
- La conception et la construction du parc éolien, soit construire un poste, des chemins d'accès et un système de supervision SCADA de même qu'ériger et mettre en service les cinq turbines. Après quelques retards, les turbines ont été mises en service au printemps 2013.
- La conception, l'installation et la mise en service du système de stockage électrique ont été achevées au printemps de 2014 lorsque la batterie et le système de contrôle ont été couplés et que les connexions provenant du système de stockage ont été achevées dans le poste.
- La démonstration de concepts avancés en matière de systèmes d'éoliennes est la dernière tâche et est en cours, alors que l'Institut recueille des données de ses turbines et s'habitue au rendement du système de stockage. Les turbines de l'Institut ont fait la démonstration de certaines de leurs capacités de pointe, comme accepter la tension du réseau dans ses génératrices synchrones. Plusieurs projets de recherche, avec de nombreux partenaires et utilisant cette nouvelle infrastructure, sont à l'étude.

Ce projet a pour objectif d'améliorer les connaissances sur les technologies d'éolienne de pointe en ce qui concerne le stockage et l'intégration à un réseau. Cet objectif sera atteint grâce aux cinq objectifs de projet proposés à l'origine de même qu'à des objectifs supplémentaires qui sont apparus au cours du développement du présent projet. 1) Contrôler les éoliennes pour réduire les oscillations du courant liées aux changements dans la vitesse du vent, 2) utiliser le

stockage de l'électricité afin d'optimiser les avantages de l'énergie éolienne pour le réseau électrique, 3) démontrer les avantages de combiner l'énergie éolienne et le stockage à l'échelle du service public avec d'autres concepts du réseau d'alimentation, comme le contrôle de la charge locale, 4) continuer de montrer des exemples de petites turbines provenant de divers fournisseurs afin d'améliorer la fiabilité et le rendement des petits systèmes d'éoliennes et 5) assurer la coordination avec les chercheurs et les fournisseurs de systèmes de prévision du vent afin d'améliorer les prévisions du vent. Ces objectifs seront testés maintenant que l'Institut dispose de l'infrastructure et a entamé sa campagne de recherche, qui exigeait l'embauche d'un directeur scientifique et d'un chercheur en intégration de l'énergie éolienne. L'Institut est ouvert à collaborer avec l'industrie et les universités pour mettre à l'essai les concepts liés à l'intégration et aux parcs éoliens.

L'Institut forme également de nouveaux partenariats pour étudier les objectifs supplémentaires qui sont apparus pendant l'élaboration de ce projet. Un de ces domaines de recherche est celui des estimations de la durée de vie utile et de l'efficacité de l'exploitation des grosses éoliennes. Cet objectif consiste à comprendre et à prévoir la détérioration du rendement prévue des éoliennes de même qu'à estimer correctement la durée de vie restante en fonction de l'état actuel, des projections probabilistes des charges futures, de l'évolution du dommage et des modèles de défaillance. Ces domaines de recherche intéresseront les propriétaires et exploitants canadiens de parcs éoliens et leur permettront de prévoir avec plus d'exactitude la production d'énergie escomptée à différentes étapes de la durée de vie utile de l'éolienne. Parmi les autres domaines de recherche possibles à explorer par l'Institut et ses partenaires, notons les pertes des réseaux d'éoliennes et les « effets de falaise » sur les grosses éoliennes. Cela permettra de modifier les modèles de prévision de la vitesse du vent en fonction de ces différents obstacles. En outre, l'Institut surveille l'industrie de l'énergie éolienne et du stockage de l'énergie pour découvrir des possibilités de collaboration et des champs de recherche futurs.

Ce projet a donné naissance à un parc éolien fonctionnel et à un système de stockage de l'énergie à l'échelle d'un service public, qui seront utilisés pour intégrer l'énergie éolienne en collaboration avec l'industrie et les universités. La recherche sur l'intégration mettra l'accent sur divers domaines comme les services auxiliaires, l'écrêtement de la demande de pointe, l'amélioration de la fiabilité et le contrôle de la tension.

Comme pour la plupart des projets d'immobilisation, la construction d'un parc éolien comporte de nombreux risques y compris ceux liés à la devise et aux fournisseurs. Les leçons apprises dans le cadre de ce projet ont trait à l'importance de contrats solides et de bonnes relations entre tous les fournisseurs, de même qu'à l'importance d'embaucher des employés qui ont de l'expérience dans la construction de parcs éoliens, ce qui garantit que l'inexpérience n'aggrave pas les risques liés au projet. L'Institut a appris à quel point ce projet est pertinent pour l'industrie et les universités et attend avec impatience de découvrir les possibilités de recherches qui découleront de ce projet.

Ce projet profitera aux services publics du Canada et du monde entier puisque le Parc de R-D sur l'énergie éolienne montre comment l'énergie renouvelable intermittente peut être intégrée au réseau grâce aux capacités avancées des turbines à génératrices synchrones et à un système de stockage à l'échelle du service public. Cela permettra également aux décideurs de voir comment le stockage peut pénétrer le marché des services auxiliaires et peut être convenablement rémunéré pour les avantages qu'il offre au réseau.

Des rapports annuels sur la progression du projet seront présentés à RNCAN et seront publiés, avec d'autres rapports du programme du FEP, sur le site Web de RNCAN (www.rncan.gc.ca).

Ressources naturelles Canada (RNCan), par l'entremise du Fonds pour l'énergie propre (FEP), a investi dans un excellent projet qui offrira des avantages de longue durée au Canada. Ce projet représente un point tournant en matière de stockage de l'énergie et montre une transition vers un réseau intelligent auquel l'énergie renouvelable intermittente peut être intégrée au moyen du stockage, de la gestion axée sur la demande et de communications avancées. L'Institut est ouvert à collaborer et à mener des recherches afin de mettre à l'essai des concepts d'intégration de la production d'énergie renouvelable intermittente et acquiert une importante expérience opérationnelle. L'Institut est excité par les partenariats qu'il forge actuellement et par les possibilités ouvertes par l'infrastructure.

2. Introduction

La nature intermittente du vent, et par conséquent de l'électricité produite par les éoliennes, rend difficile l'intégration au réseau d'un grand pourcentage d'énergie éolienne. Cette question de produire de l'énergie renouvelable tout en maintenant la sécurité de l'approvisionnement doit être abordée par l'industrie de l'électricité aussi bien que par les organismes de réglementation gouvernementaux. Puisque l'électricité est consommée au moment même de sa production et que l'écart entre l'offre et la demande entraîne des variations fréquentes, la production est constamment modifiée afin de garantir qu'elle correspond à la demande. Le stockage peut atténuer en partie la nécessité d'atteindre un équilibre dans le processus d'offre et de demande en augmentant la quantité d'énergie renouvelable intermittente que le service public et l'exploitant du système peuvent absorber. Cela permettra de satisfaire un plus grand pourcentage de la demande d'électricité au moyen de l'énergie éolienne et d'autres énergies renouvelables.

Le vent est, après l'eau, la plus importante source d'électricité renouvelable au Canada et dans le monde.¹ L'exploitation du vent a connu une croissance rapide au cours des 15 dernières années et fournit maintenant 3 p. 100 de l'électricité du Canada;² il s'agit de la source d'énergie renouvelable la plus viable du point de vue économique, beaucoup d'estimations fixant le coût au même niveau que l'énergie nucléaire et le gaz naturel pour les sites de vents forts.³ L'énergie éolienne a été intégrée avec succès dans le réseau électrique en raison de la souplesse d'autres sources de production, en particulier le gaz naturel et les barrages hydroélectriques. Les sources de production moins souples comprennent le charbon et la biomasse, et il est très difficile de modifier le niveau de production d'électricité des centrales nucléaires et des centrales hydroélectriques au fil de l'eau. De solides connexions avec d'autres secteurs permettent d'intégrer une plus grande quantité d'énergie éolienne puisque la production et la demande peuvent être équilibrées sur davantage de charges et sur une plus grande superficie. La grande superficie permet d'atténuer les fluctuations du vent et les grosses charges permettent une modification plus graduelle de la demande.

Un grand pourcentage de la charge de l'Île-du-Prince-Édouard est satisfait par l'énergie éolienne, MECL rapportant que 17 p. 100 de sa charge ont été fournis par l'énergie éolienne au cours de l'année civile 2013.⁴ Pendant la même période, Summerside a produit 24 p. 100 de sa charge dans son parc éolien de 12 MW et une partie de l'électricité achetée du N.-B. est produite par le parc éolien West Cape de 99 MW de l'I.-P.-E. Une capacité supplémentaire de 30 MW d'énergie éolienne est actuellement mise en service, ce qui portera la capacité éolienne installée de l'I.-P.-E. à 204 MW. Cette concentration d'énergie éolienne pour satisfaire une charge qui fluctue entre 90 et 260 MW crée un décalage constant entre l'offre et la demande. L'I.-P.-E. importe l'électricité dont elle a besoin du Nouveau-Brunswick jusqu'à la limite des câbles sous-marins de 200 MW, mais pendant les périodes de faible production et de forte demande, des génératrices au diesel sont utilisées pour garantir une alimentation suffisante en électricité à l'I.-P.-E. Pendant les périodes de forte production et de faible demande, l'électricité est exportée vers le N.-B. à un prix relativement bas.

Le stockage a un grand rôle à jouer pour continuer d'intégrer l'énergie renouvelable au réseau électrique. En plus de permettre le décalage temporel de l'énergie éolienne jusqu'au moment où on en a besoin, le stockage peut fournir divers autres services qui garantiront la sécurité de l'approvisionnement. Le stockage peut être utilisé pour uniformiser la tension des lignes, réduisant les pertes de distribution et de transmission, et peut fournir une alimentation d'urgence aux postes. Ce rapport intéressera divers groupes; les destinataires potentiels du présent rapport comprennent les services publics, les exploitants de système, les compagnies

de batteries, les universités, les instituts de recherche et les promoteurs de parcs éoliens, afin de les aider à quantifier la proposition de valeur du stockage.

3. Contexte (contexte du programme et survol des participants au consortium)

Les organismes suivants ont participé à la préparation de la proposition et demeureront des partenaires de l'Institut.

3.1 Fonds pour l'énergie propre

Le programme du Fonds pour l'énergie propre (FEP) fait partie de Ressources naturelles Canada et a été créé dans le cadre du Plan d'action économique du Canada, dont l'objectif est de fournir un stimulus économique à l'économie canadienne. Le Fonds pour l'énergie propre était consacré aux projets qui garantissent un environnement sain. Les principaux domaines d'intérêt étaient les projets de démonstration du captage et du stockage du carbone à grande échelle de même que les projets de démonstration de l'énergie renouvelable et des systèmes énergétiques propres, qui mettaient l'accent sur la bioénergie, les systèmes énergétiques pour les bâtiments et les collectivités, les réseaux intelligents, les systèmes hybrides/géothermiques, l'énergie marine/hydroélectrique, l'énergie éolienne et le stockage.

3.2 Institut de l'énergie éolienne du Canada

L'Institut de l'énergie éolienne du Canada est un organisme national sans but lucratif possédant plus de 30 ans d'expérience dans la promotion de la mise en valeur de l'énergie éolienne au Canada par la recherche, la mise à l'essai, l'innovation et la collaboration. Créé par la transformation du Terrain d'essais éoliens de l'Atlantique en l'Institut en 2006, avec un mandat élargi de recherche et de développement, un budget d'exploitation accru et une nouvelle infrastructure, l'Institut offre un vaste éventail de services de recherche technique et scientifique à l'industrie de l'énergie éolienne, y compris les services publics, l'industrie, les gouvernements et les intérêts internationaux.

3.3 Maritime Electric Company Limited (MECL)

La Maritime Electric Company Limited (« Maritime Electric ») est une filiale à 100 p. 100 de Fortis Properties Corporation (elle-même une filiale à 100 p. 100 de Fortis Inc.) et est exploitée en vertu des dispositions de la *Loi sur l'énergie électrique* et de la *Renewable Energy Act*. La Maritime Electric fournit de l'électricité sur l'Île-du-Prince-Édouard depuis 1918, possède et exploite un système pleinement intégré de production, de transmission et de distribution de l'électricité à des clients de toute l'île.

3.4 Service de Transport et Exploitant de réseau

Officiellement l'Exploitant de réseau du Nouveau-Brunswick (ERNB), le service de Transport et l'Exploitant de réseau (T & ER) du Nouveau-Brunswick fait maintenant partie de la Société d'énergie du Nouveau-Brunswick intégrée verticalement. Il est chargé de fournir des services auxiliaires aux Maritimes et dans le Nord du Maine. Il est responsable de veiller à disposer de réserves d'électricité suffisantes pour couvrir une panne du plus gros producteur, d'assurer un contrôle de la fréquence et de maintenir la tension sur les lignes qui ont une tension supérieure à 69 kV.

3.5 Association canadienne de l'énergie éolienne

L'Association canadienne de l'énergie éolienne (CanWEA) est la voix de l'industrie de l'énergie éolienne du Canada. Fondée en 1984, la CanWEA représente la communauté de l'énergie éolienne — les organismes et les personnes qui participent directement à la mise en valeur et à l'application de la technologie, des produits et des services d'énergie éolienne.

3.6 PEI Energy Corporation

La PEI Energy Corporation (PEIEC – Société d'énergie de l'I.-P.-E.) est chargée d'assurer et de promouvoir la mise en valeur des systèmes énergétiques et de la production, la transmission et la distribution de l'énergie sous toutes ses formes de manière efficace et économique. La PEIEC possède et exploite quatre parcs éoliens sur l'Île-du-Prince-Édouard d'une capacité totale de 73,6 MW. Son premier parc éolien est entré en service en 2001 et son dernier projet a été mis en service récemment.

4. Objectifs

L'objectif du Parc de R-D sur l'énergie éolienne sera d'améliorer les connaissances sur les technologies d'éoliennes de pointe en ce qui concerne le stockage et l'intégration au réseau. Le nouveau Parc de R-D sur l'énergie éolienne fournit l'infrastructure qui permettra à l'Institut et à ses partenaires de faire la démonstration, à l'échelle d'un service public, de systèmes opérationnels et d'énergie renouvelable avancés. Les cinq objectifs suivants décrits dans la proposition en sont à divers degrés d'avancement.

Les trois premiers objectifs ont tous pour but d'améliorer l'intégration de l'énergie éolienne. L'amélioration de l'intégration de l'énergie éolienne découlera d'une approche du système en fonction de laquelle les éoliennes et le stockage travaillent ensemble pour réaliser les plus grands avantages.

- Méthodes et concepts de contrôle des éoliennes pour réduire l'impact des changements brusques dans la vitesse du vent. La technologie de génératrices d'éoliennes synchrones choisie pour le Parc de R-D sur l'énergie éolienne a le potentiel de créer de l'électricité qui ne fluctue pas de façon aussi marquée en raison de l'inertie des génératrices synchrones. À mesure que l'Institut se familiarise avec les capacités des éoliennes à génératrices synchrones, il cherchera des collaborateurs pour étudier les fluctuations énergétiques à court terme des parcs éoliens dotés de différents types de génératrices. L'Institut est intéressé à travailler avec d'autres partenaires sur ces recherches. L'utilisation du système de stockage peut encore réduire les fluctuations dans la production des parcs éoliens.
- Utilisation du stockage de l'électricité afin d'optimiser les avantages de l'énergie éolienne pour le système du réseau électrique. Le système de stockage présente beaucoup d'avantages pour l'intégration de l'énergie éolienne dans le réseau électrique. Actuellement, le système de stockage est utilisé pour le décalage temporel de l'électricité afin que l'Institut et Maritime Electric puissent se familiariser avec le système de stockage. Après trois mois de décalage temporel de l'électricité, il est possible que les autres options d'intégration de l'énergie éolienne soient examinées et mises à l'essai.

- Démonstration des avantages de combiner l'énergie éolienne et le stockage à l'échelle du service public avec d'autres concepts de réseau intelligent, comme le contrôle de la charge locale. L'infrastructure est maintenant en place pour une étude utilisant une éolienne et le système de stockage comme banc d'essai pour examiner comment on pourrait alimenter une collectivité isolée au moyen d'un tel système hybride. Tout au long de ce projet, l'Institut a consulté des études et maintenant que nous avons un système de stockage et des éoliennes en service, nous cherchons à prendre part à des études comme la récente étude du National Renewable Energy Laboratory (NREL).⁵

Décalage temporel de l'électricité : Utiliser la batterie pour stocker l'électricité en période de faible demande et décharger cette énergie en période de demande de pointe.

Renforcement des prévisions de vent : Utiliser la batterie pour garantir que l'électricité produite correspond à ce qui a été prévu la veille. Cela pourrait réduire la nécessité d'une réserve synchrone, réduire le coût des services auxiliaires et, par conséquent, le coût de l'électricité.

Soutien de la tension : Utiliser la batterie pour soutenir le système de transmission à 69 kV auquel les éoliennes sont connectées afin de garantir une électricité de grande qualité qui accroît la durée de vie des composantes électriques.

Réduction des pertes de transmission : Puisque les pertes en ligne dépendent du carré de l'intensité du courant circulant dans la ligne, réduire le courant circulant dans la ligne en période de forte production par l'absorption d'électricité et renvoyer cette électricité en période de faible vent assurera non seulement une atténuation à long terme des fluctuations d'énergie, mais également la réduction des pertes dans les lignes de transmission. Une réduction des pertes de transmission, estimées à 4,5 p.100, représenterait une importante économie pour le parc éolien et le service public.

Réduction de la volatilité de la production : Comme on l'a déjà mentionné, le système de stockage peut être utilisé pour réduire la volatilité à court et à long terme de la production.

Gestion de la prime de puissance : Le poste paie une prime de puissance considérable pour les périodes où il n'y a pas de production éolienne et de l'électricité est tirée du réseau pour permettre aux éoliennes de tourner sur leur axe et pour faire fonctionner les appareils de chauffage ou les ventilateurs de refroidissement. Utiliser le système de stockage pour fournir de l'électricité pendant ces périodes réduirait la prime de puissance du service public.

Services auxiliaires : Le système de stockage pourrait servir à fournir des services auxiliaires au réseau, y compris la régulation de la fréquence, le suivi de la charge, une réserve synchrone, une réserve supplémentaire (secondaire) et/ou un approvisionnement de secours. À mesure que la pénétration de l'énergie éolienne augmente, les centrales qui fournissaient ces services traditionnellement sont mises hors service, ce qui a créé la demande de nouveaux systèmes comme le stockage sur le marché des services auxiliaires.

- Poursuite de la démonstration d'exemples de petites éoliennes de divers fournisseurs pour améliorer la fiabilité et le rendement des petits systèmes éoliens. Les petites éoliennes et les ressources énergétiques distribuées demeurent au cœur du mandat de l'Institut. L'Institut continue de fournir des essais menant à l'homologation et de la R-D aux fins d'innovation. Les petits systèmes éoliens continuent d'éprouver des problèmes de rendement et ne disposent pas d'un gros marché. L'Institut a préparé un abrégé d'un document cherchant à résumer les leçons apprises et cherche des partenaires pour participer à ce document, qui étudie les principales causes du faible rendement des petites éoliennes en vue d'informer les Canadiens souhaitant investir dans les petites éoliennes. En outre, l'Institut effectue des évaluations des ressources éoliennes dans des endroits éloignés comme l'Arctique canadien. Les efforts déployés dans ces domaines se poursuivront tant qu'ils resteront une priorité pour l'Institut et l'industrie éolienne canadienne.
- Coordination avec les chercheurs et les fournisseurs de systèmes de prévision du vent afin d'utiliser le Parc de R-D sur l'énergie éolienne pour démontrer les avantages des systèmes avancés de prévision du vent pour les services publics. Différentes prévisions sont examinées pour en tester l'exactitude et de grosses erreurs sont remarquées dans toutes les prévisions. Les données sur l'énergie en temps réel, combinées à l'historique opérationnel des éoliennes, permettent de dissocier la disponibilité de la production d'énergie en vue de comprendre quand les erreurs de prévision sont provoquées par de mauvaises prévisions de la vitesse du vent et quand elles sont causées des temps d'indisponibilité imprévus des éoliennes. On constate des divergences d'opinions entre les groupes d'utilisateurs des prévisions du vent (exploitants de parcs éoliens, services publics et exploitants de systèmes) sur la personne ou l'organisme responsable des prévisions et sur la manière dont les prévisions doivent être utilisées. Les exigences du réseau en matière de prévision du vent pour l'exploitant du système ne sont pas bien comprises par les exploitants de parcs éoliens. L'Institut est intéressé à travailler avec tous ces groupes pour améliorer les prévisions à différents intervalles en vue d'optimiser la sécurité du réseau et l'intégration de l'énergie éolienne.

Puisque l'Institut a élaboré ce projet et a discuté avec divers groupes d'utilisateurs, d'autres objectifs sont apparus. Il est probable qu'à mesure que ces objectifs seront atteints, les projets évolueront et de nouveaux projets naîtront. La priorité des objectifs sera redéfinie au fil de l'évolution des projets.

- Estimation de la durée de vie utile et de l'efficacité d'exploitation des actifs d'énergie éolienne. Ce projet, qui pourrait être dirigé par les universités, a pour objectif de permettre d'estimer correctement la durée de vie utile restante en fonction de l'état actuel, des projections probabilistes des charges futures, de l'évolution du dommage et des modèles de défaillance. La contribution de l'Institut au projet consistera à caractériser la charge du champ de vent et à recueillir des données auprès des parcs éoliens participants aux fins d'analyse. L'estimation de la durée de vie utile de même que des pertes d'efficacité prévues et des investissements supplémentaires qui seront requis par un parc éolien deviennent des sujets importants puisque les propriétaires de parcs éoliens doivent prévoir la durée de vie utile restante de leurs éoliennes. Les membres de l'Association canadienne de l'énergie éolienne ont également manifesté de l'intérêt pour ce domaine. Le niveau d'effort et la portée restent à déterminer.

- Recherche au lidar sur les effets de sillage et de falaise. L'Institut cherche à forger un partenariat avec les universités pour étudier les effets de sillage sur notre parc éolien et l'effet de la falaise sur le profil du vent. L'Institut offre un emplacement idéal pour de tels essais avec des éoliennes produisant beaucoup de MW installées très près les unes des autres et très près d'une falaise de bonne taille.

5. Évolution du projet

L'élaboration du projet de Parc de R-D sur l'énergie éolienne a été divisée en 6 tâches énumérées ci-dessous :

5.1 Planification et évaluation environnementale

Afin de faire approuver l'installation de grosses éoliennes, il est nécessaire d'effectuer une évaluation environnementale pour garantir que les éoliennes n'auront pas d'impact environnemental négatif sur le secteur local. On a étudié la faune et la flore pour garantir que les éoliennes n'auraient d'impact négatif sur aucun des deux. La planification exigeait également d'étudier la vitesse des vents pour s'assurer que le régime éolien était suffisant pour produire une quantité convenable d'électricité de manière à rendre le projet économiquement viable. La haute vitesse moyenne et l'uniformité des vents tout au long de l'année font de North Cape (I.-P.-E.) un emplacement idéal pour les éoliennes. La dernière étape de la planification consistant à décider où seraient situés le poste et les éoliennes et comment ils se raccorderaient au réseau moyenne tension qui passe près du site. On a demandé au service public local d'approuver le raccord de cette quantité d'électricité et un accord d'achat d'électricité a été conclu pour la vente de l'électricité. L'étape de la planification a permis d'exécuter le projet et a amélioré les connaissances sur le secteur et sur l'impact des éoliennes sur l'environnement local. La même méthodologie de planification d'un parc éolien continue d'être appliquée par les promoteurs de parcs éoliens au Canada et dans le monde.

5.2 Sélection et commande d'achat d'éoliennes

En 2010, beaucoup de parcs éoliens étaient en construction et l'intérêt des fabricants d'éoliennes pour la construction d'un parc éolien de cinq éoliennes était relativement faible. En raison du marché vendeur de 2010, l'Institut n'a reçu que quatre soumissions en réponse à sa demande de propositions (DP). Ces soumissions ont été évaluées afin de formuler une recommandation à l'intention du Comité technique, qui comprenait des représentants du service public local, de l'exploitant du système, des universités et du laboratoire national néerlandais pour les énergies renouvelables. Une analyse technique et financière a mené l'Institut à commander cinq éoliennes DeWind 9.2 d'une capacité nominale totale de 10 MW au début de 2011. La négociation de l'Accord d'achat d'éoliennes et de l'Accord de prestation du service et de l'entretien a été une partie longue et importante de cette tâche. Ces éoliennes sont de conception avancée, de sorte que leur exploitation à North Cape intéresse des intervenants de l'Île-du-Prince-Édouard et de tout le pays. Des études de connexion ont été réalisées par le service public local une fois la sélection des éoliennes terminée et la conception électrique a été réalisée. Le fait que le service public local soit membre du Comité technique a été utile pour solidifier les relations et garantir le choix d'une éolienne appropriée.

5.3 Sélection et commande d'achat d'un système de stockage d'électricité

Le stockage de l'énergie est un marché changeant et chaque technologie, compagnie et système présente ses propres avantages et inconvénients. Les principaux types de systèmes de stockage de l'énergie sont fondés sur le principe de stockage de l'énergie en fluide, ce qui comprend les systèmes à air comprimé et les centrales d'accumulation par pompage de même que les batteries électrochimiques, dont il existe de nombreux types comme les batteries au Ni-Cd, au lithium-ion, au plomb, au vanadium et au Na-NiCl₂. Une déclaration d'intérêt pour un système de stockage a été publiée en juin 2011 pour permettre à l'Institut de comprendre les options disponibles et de jauger le niveau d'intérêt. La déclaration d'intérêt a suscité 13 réponses, qui ont aidé à éclairer une demande de propositions. La DP a été publiée avec une date de clôture fixée au 27 février 2012 et a suscité six réponses, qui ont été réduites à cinq compagnies en raison des restrictions financières et du type de stockage convenant le mieux à ce projet. Le même Comité technique qui a sélectionné les éoliennes a été chargé d'évaluer les cinq réponses à la DP, portant chacune sur une technologie de stockage différente. Les options de stockage ont été ramenées à une courte liste en fonction des critères suivants :

- L'assurance de la compatibilité technique.
- L'assurance d'un système pouvant être utilisé comme un projet de démonstration.
- L'assurance de la clarté constante des coûts de F et E.
- La possibilité d'expansion ou d'ajout au système de batteries (facile).
- La connaissance de la santé financière du soumissionnaire.

On désirait un système de stockage qui pourrait remplir un éventail de fonctions puisque l'application changera probablement plusieurs fois, en fonction de ce que les partenaires de recherche souhaitent découvrir. En juin 2012, des visites sur place avaient été effectuées chez les cinq compagnies. Malheureusement, en raison de retards dans la mise en service des éoliennes, l'ensemble du processus de sélection du système de stockage a été retardé. À la fin de 2012, la proposition de S&C utilisant la technologie de batterie Durathon de GE a été sélectionnée et les détails techniques et financiers ont été réglés, la commande ayant été effectuée en mars 2013.

Au cours du processus de sélection, l'Institut a appris que le marché du stockage en est encore à ses premiers pas et que de nombreux systèmes n'ont pas été testés à une échelle commerciale. L'Institut a dû investir du temps et des efforts pour comprendre le marché et les options disponibles afin de disposer des connaissances nécessaires pour choisir une technologie de stockage appropriée. Pendant ce processus, l'Institut a commencé à comprendre l'intérêt pour le stockage de l'électricité et les possibilités qu'il ouvre, en particulier dans le cadre de sa participation à l'Energy Storage Association (Association du stockage de l'énergie – ESA).

5.4 Conception et construction du parc éolien

Une fois le fournisseur des éoliennes choisi, la conception du poste a été réalisée et les travaux de construction du poste et des chemins d'accès aux éoliennes ont commencé. Le poste a été construit de manière à permettre d'élever l'électricité produite par les éoliennes pour la connecter au réseau de transmission. Le poste a également été conçu d'une dimension permettant de mettre en œuvre le système de stockage facilement et avec les protections et les transformateurs appropriés.

On a également mis en œuvre un système SCADA qui enregistre les données à la milliseconde afin de permettre le dépannage, et les données recueillies peuvent être utilisées dans le cadre d'un vaste éventail de projets de recherche. Le système SCADA installé par l'Institut est un élément d'infrastructure précieux qui permettra de collaborer avec d'autres organismes.

DeWind a fourni cinq éoliennes D9.2 de 2 MW qui ont fonctionné pendant un court laps de temps avant que l'on détecte des problèmes touchant les pales. Après un certain nombre d'inspections et de tentatives de réparation des pales, les deux parties ont décidé que les pales devaient être remplacées⁶. Cela a retardé la mise en service des éoliennes, qui ont été mises en service au printemps 2013, un an après la date de mise en service visée. Cela a souligné l'importance de disposer d'un solide accord de prestation des éoliennes et d'un solide accord de service et d'entretien pour garantir que lorsque des problèmes techniques surviennent, ils puissent être réglés sans imposer de coûts indus au propriétaire.

5.5 Conception, installation et mise en service du système de stockage de l'électricité

Une fois choisi le fournisseur du système de stockage, l'empreinte du poste s'est accrue pour inclure la batterie et l'équipement de transformation. Le système de stockage a été mis en service et on a dressé avec MECL un plan d'utilisation du système de stockage pour assurer le décalage temporel de l'électricité des périodes de faible demande vers les périodes de demande de pointe. Ce fonctionnement initial permettra à MECL et à l'Institut de se familiariser avec le système de stockage et fournira des résultats précieux sur la fonction d'utilisation du système de stockage pour décaler la demande de pointe vers les périodes hors pointe.

GE et S&C ont toutes deux de nouveaux systèmes dont le couplage a entraîné de légers retards dans le processus de mise en service. Les données du système de stockage de l'énergie en batteries (SSEB) ont également été ajoutées au système SCADA de l'Institut de manière à pouvoir surveiller le rendement du système de stockage sur une période prolongée afin de pouvoir comprendre pleinement les coûts et les avantages du stockage.

5.6 Démonstration de concepts avancés en matière de systèmes d'éoliennes

Les éoliennes ont été en mesure d'aider à maintenir la tension du système malgré la consommation d'électricité réactive par les éoliennes plus vieilles connectées aux mêmes lignes à 69 kV. En outre, les éoliennes ont démontré un facteur de charge élevé et leur disponibilité croissante améliore leur fiabilité et, par conséquent, leur potentiel d'intégration au réseau.

Ce projet a fourni à l'Institut un actif utilisé dans le cadre des recherches actuelles et futures, dès que l'Institut sera en mesure de collaborer avec l'industrie et les universités. L'Institut est ouvert à diverses propositions de recherche touchant le Parc de R-D sur l'énergie éolienne.

Un plan de recherche proposé est préparé par GE, l'Institut et un partenaire universitaire; il s'agira d'une étude sur deux ans comportant les cinq étapes suivantes :

- Modélisation du réseau électrique de l'I.-P.-E.
- Exécution d'une étude d'impact environnemental.
- Validation du modèle au moyen de données mesurées.
- Exécution d'une analyse de sensibilité.
- Émission d'un rapport final sur les leçons apprises.

6. Description du système et de son application

Le Parc de R-D sur l'énergie éolienne et système de stockage pour l'innovation dans l'intégration à un réseau est constitué de deux composantes : cinq éoliennes DeWind D9.2 de 2 MW et un système de stockage de l'énergie en batterie S&C de 1 MW/2 MWh.

6.1 Éoliennes

Les éoliennes choisies sont des éoliennes de 2 MW d'un diamètre de 92 m de DeWind Co. Ces éoliennes sont dotées d'une génératrice synchrone qui garantit la stabilité du réseau électrique en y apportant de l'inertie, en réagissant de manière positive aux chutes de tension et en apportant du soutien au réseau électrique. Le rotor à vitesse variable est connecté au multiplicateur planétaire à deux étages au moyen du WinDrive de Voith, qui utilise un raccord hydraulique pour donner à l'éolienne un vaste éventail de vitesses de fonctionnement.⁷

Le système d'acquisition et de contrôle des données (*Supervisory Control and Data Acquisition* – SCADA) mis en place est un système de serveur de base de données à protocole ouvert utilisé comme système principal d'échange et de stockage des données issues de quatre systèmes majeurs du Parc de R-D sur l'énergie éolienne de l'Institut. Les quatre systèmes sont les suivants :

- Serveur DeWind – fournit des renseignements détaillés sur chacune des cinq éoliennes;
- Équipement du poste – permet un dépannage détaillé;
- Système du service public – échange des renseignements sur le réseau et les valeurs de consigne qui sont essentiels au contrôle du parc éolien;
- Système de stockage de l'énergie – échange des renseignements sur le réseau, le parc éolien et le système de stockage en batterie pour le contrôle du stockage et de la dissipation de l'énergie.

Ce système SCADA de gestion envoie des renseignements et reçoit des intrants de tous les autres systèmes SCADA qui supervisent leur propre système. Ce système SCADA de gestion recueille une énorme quantité de données et a la capacité de coordonner le transfert d'information entre les systèmes.

Puisque toutes les données sont stockées dans sa base de données, le système de gestion SCADA peut être utilisé pour dépanner tout l'équipement surveillé afin de situer tout problème. Il peut également servir à produire des rapports en utilisant des données couvrant des périodes pouvant aller de millisecondes à des années afin de prendre des décisions de gestion. Ce système SCADA de gestion va bien au-delà des valeurs moyennes sur 10 minutes faisant la norme dans l'industrie et permet de remarquer de légères variations dans la production. Ces données seront utilisées pour comprendre la détérioration des composantes de l'éolienne.

6.2 Système de stockage de l'énergie en batterie

Le système de stockage choisi fait appel à la technologie de batterie au sodium-chlorure de nickel (Na-NiCl₂). Il s'agit d'une batterie de conception à sûreté intégrée à longue durée de vie qui permet des décharges profondes sans nuire à la santé de la batterie. S&C a sous-traité GE pour fournir la batterie de ce système, soit sa batterie Durathon. Les contrôles, l'interface homme-machine (IHM) et les onduleurs ont été mis au point par S&C. Ce système de 1 MW/2 MWh a une grande variété d'applications, qui seront abordées à la section des résultats et du potentiel futur.

7. Résultats

Avec la mise en service du parc éolien de 10 MW au printemps 2013 et du SSEB au printemps 2014, l'Institut a commencé de bâtir une base de données qui servira à améliorer l'intégration de l'énergie renouvelable.

7.1 Parc éolien opérationnel

L'Institut recueille des données et surveille le rendement de ses éoliennes. On continue d'améliorer le rendement à mesure que l'Institut comprend les capacités de ces éoliennes. Les attributs positifs d'une éolienne dotée d'une génératrice synchrone et d'un contrôle de tension seront examinés à mesure que des collaborations seront mises en place afin de comprendre ces avantages. Le parc éolien a confirmé les prévisions de production de l'Institut. À mesure que les organismes apprendront l'existence du Parc de R-D sur l'énergie éolienne de l'Institut, il y aura d'autres possibilités de collaboration aux recherches dans des domaines comme l'estimation de la durée de vie utile, les pertes techniques et l'effet de falaise.

Le facteur de charge obtenu par ces éoliennes est élevé en raison du grand diamètre du rotor pour une génératrice de 2 MW et de l'excellent régime éolien à l'endroit où elles ont été installées. Les éoliennes DeWind 9.2 présentent de nombreuses caractéristiques innovatrices, entre autres des génératrices synchrones, les bêtes de somme de la production d'électricité. Ces génératrices synchrones garantissent une inertie suffisante dans le système malgré qu'elles s'écartent de la production conventionnelle. Cette inertie, qui n'est pas offerte par les éoliennes conventionnelles, est nécessaire pour minimiser les écarts de fréquence provoqués par un décalage entre l'offre et la demande. La génératrice synchrone est couplée au rotor à vitesse variable au moyen du WinDrive hydraulique et du multiplicateur planétaire.

Le système SCADA installé pour ces éoliennes constitue un autre aspect innovateur du projet; il enregistre à 10 Hz et conserve toutes les données. La norme de l'industrie de données compilées sur 1 et 10 minutes est calculée par commodité. Ces données sont de qualité suffisante pour comprendre en détail la détérioration des éoliennes sur de nombreuses années afin d'aider à la recherche sur l'estimation de la durée de vie utile.

7.2 Système de stockage de l'énergie en batterie opérationnel

Le système de stockage choisi, soit la technologie Na-NiCl₂, a montré d'excellents cycles de charge-décharge même si on vient de commencer à l'utiliser et si les résultats ne sont que préliminaires. L'Institut et ses partenaires se familiarisent avec le système et ses capacités. À mesure que l'Institut et MECL acquièrent de l'expérience avec le système de stockage, les divers objectifs de recherche peuvent être abordés alors que l'Institut continue d'examiner les travaux d'autres propriétaires de systèmes de stockage afin de concentrer ses propres projets de recherche. À mesure que le projet avance, l'Institut continuera d'étoffer ses objectifs et de forger des partenariats avec d'autres dans le cadre de la recherche sur le stockage de l'énergie.

En même temps que le SSEB, une génératrice diesel de 275 kW a été installée pour garantir que la batterie peut être chargée afin de fournir de l'électricité aux éoliennes en cas de perte de courant. Cette alimentation garantit que les éoliennes peuvent pivoter dans le vent pour se protéger par mauvais temps et rester chaudes pour pouvoir commencer de produire dès que la mise en service de la ligne électrique est autorisée. Le SSEB et la génératrice diesel d'appoint minimisent le temps d'indisponibilité et garantissent la sécurité des éoliennes.

7.3 Intégration de l'énergie éolienne

Le système de stockage et les capacités avancées de ces éoliennes permettent l'intégration de l'énergie éolienne au réseau. L'intégration de l'énergie éolienne comporte plusieurs aspects, qui seront étudiés par l'Institut et abordés à la section 9.1. Ces scénarios seront examinés tant du point de vue économique que pratique par l'Institut et ses collaborateurs.

L'Institut a installé un mât de mesure météorologique de 80 m et dispose d'un système SCADA de pointe, qui apporteront de nombreux avantages à mesure que nous progressons dans l'intégration de l'énergie éolienne.

L'Institut acquiert des connaissances sur les enjeux liés à l'intégration de l'énergie éolienne et sur la manière dont un système de stockage accompagnant les éoliennes peut éliminer ces préoccupations. Nous devenons des collaborateurs pratiques qui comprennent le système et disposent de données réelles à présenter lors des projets de recherche coopératifs. Le fait de disposer de données réelles permet aux partenariats de profiter de leur lancée plutôt que de s'embourber pendant la période initiale de collecte de données.

7.4 Banc d'essai pour d'autres collaborations

L'infrastructure permettra d'autres collaborations de recherche avec de nombreux partenaires industriels et universitaires. Jusqu'à maintenant, des partenariats ont été forgés ou sont en train d'être forgés dans les domaines suivants :

- recherche sur le système de stockage et l'impact sur le réseau;
- recherche sur les effets des éoliennes et du système de stockage sur le réseau;
- recherche sur la manière dont le système de stockage peut être utilisé dans le cadre des services auxiliaires;
- recherche sur l'estimation de la durée de vie utile des grosses éoliennes;
- recherche sur l'utilisation d'un système de mesure de la vitesse du vent au lidar pour comprendre l'effet de sillage des grosses éoliennes et les effets du vent dans la couche limite en ce qui concerne la transition continent-océan.

Pendant la conférence annuelle de la CanWEA en octobre 2013, l'Institut a été en mesure de rencontrer beaucoup de membres pour discuter des possibilités futures.

7.5 Production d'énergie propre

Au cours de l'exercice financier 2013-2014, les éoliennes ont produit plus de 38 GWh. Cette électricité propre a réduit le besoin de produire à l'Île-du-Prince-Édouard aussi bien que d'importer du Nouveau-Brunswick de l'électricité issue de combustibles fossiles. Même si la quantité exacte d'émissions déplacées est sujette à discussion, le rapport de 2012 d'Environnement Canada indique une réduction des émissions de CO₂ de 19 830 tonnes.⁸

8. Leçons apprises

8.1 Construction du projet

Tout projet d'immobilisation majeur comporte des risques allant du taux monétaire à la fiabilité du fournisseur. Des contrats solides et de bonnes relations entre tous les fournisseurs

atténueront certains des risques. Les risques exacts de ce projet sont propres à la compagnie, au temps, au site et au commerce, mais on peut en tirer certaines leçons générales.

L'une des leçons apprises est de ne pas prendre la planification à la légère, de veiller à embaucher des personnes expérimentées afin de ne pas ajouter l'inexpérience à la complexité du projet. Au besoin, on doit quantifier les risques et prendre des mesures de protection de la compagnie (établissement d'une couverture de change, assurance, etc.).

Les forts vents ont provoqué des retards dans l'installation; on recommande de prévoir l'installation au cours des mois où le vent est plus calme, même si ce n'est pas toujours possible. Les forts vents combinés aux basses températures vécues sur le site de l'Institut pendant la moitié de l'année ont été une autre source de retards.

Le stockage de l'électricité à l'échelle du service public en est encore à ses premiers pas; beaucoup de nouvelles compagnies sont lancées et beaucoup de fournisseurs de systèmes de stockage font faillite. En outre, beaucoup de partenariats touchant les systèmes de stockage sont tous nouveaux et les rôles de chaque partie n'ont pas été définis. L'Institut a rapidement appris qu'il devrait consacrer beaucoup de temps et d'efforts pour comprendre le marché et visiter différents fabricants pour comprendre leurs produits. C'est la principale leçon apprise lors de la sélection et de la construction du système de stockage.

Une autre leçon apprise est que le système complet doit être intégré pour fonctionner. Le système SCADA des éoliennes, le système SCADA du stockage et le service public local doivent être intégrés pour adopter une approche intégrée du système complet.

Le service public local a indiqué que 1 MW est la capacité minimale que l'Institut devrait envisager pour que le projet soit pertinent pour le service public et l'exploitant de système. L'Institut désirait aussi une capacité minimale de 1 MWh pour pouvoir faire fonctionner l'unité à pleine capacité en vue de démontrer un intrant pertinent équivalant à une génératrice d'une capacité d'entre 100 kW et 1 MW, selon l'application, pendant une période pertinente. Après examen des exigences générales de l'EPRI pour les applications de stockage⁹, l'Institut a constaté qu'un système de stockage de 1 MW/2 MWh pourrait exécuter la plupart des applications de stockage typiques. Les autres considérations prises en compte, comme la santé financière du soumissionnaire, ont été abordées à la section 5.3.

8.2 Pertinence du projet

La pertinence du projet pour l'industrie s'est affirmée au cours des cinq dernières années. L'Institut a compris au fil du temps quel est le domaine d'intérêt le plus important en ce qui concerne l'intégration de l'énergie éolienne et la recherche sur les gros parcs éoliens. Les données recueillies seront utilisées dans les projets de recherche coopératifs qui sont actuellement lancés.

9. Avantages et potentiel futur

Le niveau de données que nous recueillons présente des avantages pour l'industrie puisqu'il permettra de bien comprendre les effets de divers phénomènes comme les fluctuations de courant attribuables aux coups de vent, la détérioration des composantes au fil du temps et les effets de sillage. Afin de permettre à l'Institut de diffuser les résultats de ce projet et d'élaborer une stratégie de recherche, nous avons embauché un chercheur en intégration de l'énergie éolienne et un directeur scientifique (DS). Le DS coordonnera notre recherche avec les

collaborateurs intéressés et veillera à ce que la recherche soit pertinente pour les principaux intervenants (industrie, services publics, universités, organismes de recherche, gouvernements, etc.) et soit convenablement diffusée.

Ce projet ouvre la voie à l'établissement de nouveaux parcs éoliens en offrant un modèle de la façon dont le stockage de l'électricité peut s'intégrer à l'énergie renouvelable, permettant ainsi une plus grande pénétration de l'énergie éolienne au Canada et dans le monde. L'approche inédite des éoliennes DeWind, qui utilisent des génératrices synchrones et un WinDrive pour permettre un fonctionnement à vitesse variable, permet à l'inertie de rester connectée au réseau malgré la mise hors service des centrales conventionnelles. Au cours des cinq prochaines années, l'Institut forgera des partenariats avec différents partenaires universitaires et commerciaux afin d'étudier les applications potentielles du stockage et la manière dont ces applications peuvent être combinées pour améliorer le potentiel de tout système de stockage particulier. En outre, les données recueillies peuvent être utilisées pour mettre à l'essai des modèles créés sur la manière dont le stockage règlera les préoccupations des services publics et des exploitants de systèmes touchant l'intégration de sources intermittentes d'énergie renouvelable.

9.1 Intégration de l'énergie renouvelable intermittente

Le Parc de R-D sur l'énergie éolienne vise à éliminer le principal obstacle auquel l'énergie renouvelable est actuellement confrontée, soit le fait que l'énergie renouvelable intermittente ne correspond pas à la demande d'électricité. Le stockage peut être utilisé de nombreuses façons pour améliorer l'intégration de l'énergie renouvelable, notamment en assurant le décalage temporel de l'énergie éolienne.

Le système de stockage permet l'intégration de l'énergie éolienne au réseau électrique. Un rapport publié par SANDIA souligne 17 avantages présentés par le stockage de l'électricité, dont beaucoup permettent une intégration plus efficace de l'énergie renouvelable.¹⁰ Les principaux avantages présentés par le stockage en matière d'intégration de l'énergie renouvelable sont les suivants :

- Décalage temporel de l'énergie renouvelable.
- Renforcement de la capacité des énergies renouvelables.
- Réduction de la volatilité de la production à court terme.
- Amélioration de la qualité de l'électricité produite.
- Réduction de la volatilité de la production à long terme.
- Allègement de la congestion dans la transmission et réduction des pertes de transmission.
- Alimentation de secours en cas de chute imprévue de la production éolienne.
- Réduction des infractions à la charge minimale.

Chacun de ces avantages est exploré dans les paragraphes suivants.

Le décalage temporel de l'énergie renouvelable consiste à utiliser le système de stockage pour absorber de l'énergie renouvelable lorsqu'elle n'est pas requise et que c'est économique de le faire, puis utiliser cette électricité lorsque c'est nécessaire. Actuellement, l'Institut est payé en fonction de la quantité de kWh qu'il produit, alors un nouvel accord devra être conclu pour profiter de cette proposition.

Le renforcement de la capacité des énergies renouvelables consiste à utiliser le stockage pour créer une production à long terme plus homogène en réduisant la production pendant les périodes où la ressource est abondante et en fournissant de l'électricité pendant les périodes où la ressource est plus rare. Avec une capacité de stockage appropriée, la production d'une éolienne peut offrir une capacité semblable à celle d'une centrale au charbon ou nucléaire.

La réduction de la volatilité de la production à court terme consiste à utiliser le stockage pour lutter contre les fluctuations naturelles du vent en modifiant rapidement l'extrait du stockage de manière à permettre une production d'électricité uniforme. Cela est favorable puisque la demande et la production doivent être équivalentes pour garantir que la fréquence ne varie pas. Sans stockage, les génératrices conventionnelles doivent modifier leur production plus souvent, ce qui cause de l'usure et réduit leur durée de vie.

L'allègement de la congestion dans la transmission et la réduction des pertes en ligne de transmission consiste à utiliser le stockage près des sources d'énergie renouvelable pour stocker l'électricité en période de grande production afin de ramener la quantité d'énergie circulant dans la ligne à un niveau acceptable. Cela réduit le courant dans la ligne, réduisant ainsi les pertes en ligne et le gaspillage d'énergie. Puisque les pertes en ligne dépendent du carré de l'intensité du courant circulant dans la ligne, l'ajout d'électricité à partir du système de stockage lorsque la production d'énergie renouvelable diminue réduira les pertes en ligne.

L'utilisation du stockage comme alimentation de secours en cas de chute imprévue de la production éolienne réduit la nécessité de disposer d'une production conventionnelle en réserve synchrone pour couvrir la demande dans les cas où les parcs éoliens ont mal prévu leur production. Le stockage peut être utilisé pour garantir que la production prévue est respectée.

Il y a des moments où la production de sources renouvelables combinée aux génératrices indispensables, comme les centrales nucléaires et certaines petites centrales hydroélectriques, dépasse les besoins de consommation. Dans ces circonstances, si la production excédentaire ne peut pas être transférée dans une autre région, la production éolienne est suspendue, entraînant une perte d'énergie produite. Puisque l'I.-P.-E. dispose d'une grande interconnexion avec le N.-B., il est peu probable que cela se produise avant la construction de parcs éoliens supplémentaires, mais en période de grands vents, l'I.-P.-E. vend une partie de son énergie éolienne au N.-B. à un prix inférieur à celui auquel elle devra acheter l'électricité le lendemain.

9.2 Banc d'essai pour collaborations futures

Voici une liste d'essais potentiels à long terme.

GE et S&C : Collaboration avec GE, S&C et des universités aux fins de recherche sur l'infrastructure électrique de l'Île-du-Prince-Édouard.

Estimation de la durée de vie utile : Projet de recherche visant à pouvoir estimer l'état de santé actuel et les prévisions probabilistes des charges futures, de l'évolution du dommage et des modèles de défaillance.

Surveillance de l'état des pales : La collaboration de l'Institut touchant la surveillance de l'état des pales des éoliennes est liée à l'estimation de la durée de vie utile. Ce partenariat a commencé en raison de la nécessité pour l'Institut de remplacer les pales de ses propres éoliennes.

Décalage temporel : Actuellement, l'Institut teste le système de stockage au moyen d'un programme de décalage temporel en vertu duquel le système de stockage est chargé pendant

les périodes de faible demande et déchargé pendant la période de pointe de la demande d'électricité, pendant le repas du soir.

Exploitants de systèmes : L'Institut est impatient de travailler avec des exploitants de systèmes électriques pour leur montrer comment leur système de stockage peut être utilisé comme modèle pour tester l'impact du stockage pour l'exploitant de système.

D'autres collaborations ont également lieu dans le cadre d'ateliers, de visites sur place et de conférences : l'Institut a organisé une visite sur place dans le cadre de l'Atelier sur l'intégration de l'énergie éolienne qui a eu lieu en septembre 2013 et qui était financé conjointement par RNCAN, l'APECA et la CanWEA. Cet atelier était l'une des nombreuses visites sur place effectuées par des professionnels intéressés par le potentiel d'intégration des systèmes de stockage pour l'énergie renouvelable intermittente. En outre, l'Institut a effectué des présentations à l'occasion de nombreuses conférences, y compris le sommet sur le stockage de l'énergie renouvelable, sur les nombreux avantages offerts par le stockage.

10. Conclusions

Par l'entremise du Fonds pour l'énergie propre, RNCAN a investi dans un excellent projet qui produira des avantages durables au Canada et dans le monde. L'expérience opérationnelle d'un système de stockage à l'échelle du service public permettra aux services publics et aux exploitants de systèmes de comprendre les avantages du stockage pour intégrer l'énergie renouvelable intermittente, dont la pénétration va croissant. Puisque les services publics et les exploitants de systèmes disposent d'un mandat et d'un budget limités pour étudier le stockage et l'intégration de l'énergie éolienne, ce projet permettra d'examiner les avantages potentiels dans une application dans le monde réel. Cette application peut alors servir à élaborer des politiques rigoureuses mais réalistes visant à encourager le stockage et, par conséquent, l'énergie renouvelable.

Ce projet est pertinent pour les parcs éoliens puisque les leçons apprises peuvent être partagées et d'autres parcs éoliens pourront profiter de l'expérience de l'Institut. Il y a de nombreuses leçons à apprendre sur le stockage et les éoliennes de grande taille. L'Institut possède maintenant l'infrastructure nécessaire et a commencé à tester le système de stockage pour confirmer les avantages théoriques du stockage de l'électricité. Cette infrastructure sera utilisée par le service public local, l'exploitant de système, l'Institut en qualité de producteur d'électricité indépendant, l'industrie du stockage pour tester des scénarios et des produits de même que les universités pour tester des modèles de la façon dont le stockage influera sur l'avenir du réseau et dont il s'intégrera au concept du réseau intelligent. L'Institut s'est positionné comme un chef de file au Canada, aussi bien comme site d'essai pour les petites et grandes éoliennes aux fins d'homologation que dans les recherches avec des partenaires, y compris GE et S&C, portant sur les applications de leur système de stockage. Le fait d'avoir MECL, le service public provincial, comme partenaire rend ce projet pertinent pour les services publics du Canada et du monde.

L'Institut est ouvert à la collaboration et à la recherche afin de tester des concepts d'intégration de la production d'énergie renouvelable intermittente. L'Institut est excité par les partenariats qu'il forge actuellement et par les possibilités ouvertes par l'infrastructure installée.

11. Références

1. REN21. *Renewables 2013 global status report*. 2013 (en anglais seulement).
2. CANWEA. Puissance installée. <http://canwea.ca/fr/marches-eoliens/puissance-installee/>.
Mise à jour en 2014. Consultée le 9 mai 2014.
3. U.S. EIA. *Levelized cost of new generation resources in the annual energy outlook 2013*. 2013 (en anglais seulement).
4. Loggie, S.D. *Renewable energy act report: Section 3*. 2014 (en anglais seulement).
5. Ela, E., Gevorgian, V., Fleming, P. et al. *Active power controls from wind power: Bridging the gaps*. 2014;NREL/TP-5D00-60574 (en anglais seulement).
6. DEWIND CO REMPLACERA DES PALES À UN SITE PRODUISANT 10 MW AU CANADA. 2013.
7. DeWind 2MW D9.2. http://www.dewindco.com/eng/product/prod01_01.asp. Consultée en avril 2014 (en anglais seulement).
8. Gouvernement du Canada, Environnement Canada. Rapport d'inventaire national 1990-2010 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada : Partie 3, Annexe 13. 2012; ISBN: 1910-7064.
9. Electric Power Research Institute. *Electricity energy storage technology options: A white paper primer on applications, costs, and benefits*. 2010;1020676 (en anglais seulement).

10. Jim Eyer, G.C. *Energy storage for the electricity grid: Benefits and market potential assessment guide*. 2010 (en anglais seulement).