

***Projet de démonstration de moindre envergure du Fonds pour l'énergie propre
Intégration de panneaux photovoltaïques et de batteries au lithium-ion aux fins des bornes de
recharge de niveau 3 pour véhicules électriques***

Energy OASIS (Open Access to Sustainable Intermittent Sources) du BCIT

Rapport définitif du projet

mars 2015

préparé pour :

le Fonds pour l'énergie propre (FEP) de Ressources naturelles Canada (RNCan)

Préparé par :

La *Smart Microgrid Applied Research Team* (SMART),
Le Centre for Applied Research and Innovation (CARI),
Le British Columbia Institute of Technology

Registre des modifications

Tableau i : Registre des modifications

Révision	Date	Description :	Auteur :
1.0	27-03-15	Version définitive pour RNCan – (révision en fonction de la rétroaction)	JD
0.1	12-12-14	Ébauche initiale – pour examen par le FEP aux termes de l'accord de contribution	JD
DA	19-06-14	Description et document de travail – à l'interne uniquement	JD
D00	29-04-14	Description initiale – à l'interne du BCIT uniquement	JD

Sommaire

Le projet *Energy OASIS (Open Access to Sustainable Intermittent Sources)*/accès ouvert à des sources intermittentes d'énergie renouvelable) au British Columbia Institute of Technology (BCIT) a été réalisé avec le soutien du Fonds pour l'énergie propre (FEP) de Ressources naturelles Canada (RNCan) et de BC Hydro. Parmi les partenaires au projet, mentionnons Ressources naturelles Canada (RNCan), BC Hydro, Panasonic Eco Solutions Canada (PESCA), Siemens, Schneider Electric Canada et car2go Canada. BC Hydro, qui s'intéressait à l'intégration de technologies de stockage à son réseau de distribution et BCIT, qui affirmait clairement sa volonté d'intégrer des sources renouvelables de production d'électricité au microréseau de son campus, étaient les principaux moteurs du projet *OASIS*.

En Colombie-Britannique, où la majorité de l'électricité est produite de centrales hydroélectriques, les émissions de véhicules constituent la source la plus importante d'émissions de la province. L'innovation technologique récente est axée sur l'électrification du réseau des transports comme moyen de réduire les émissions. La recharge de véhicules électriques (VE) à partir de sources d'énergie propre donnerait lieu à une réduction importante des émissions de gaz à effet de serre (GES). En même temps, la recharge rapide des VE crée une importante demande instantanée dont la réponse par le réseau des services publics d'électricité risque d'être difficile. Les responsables du projet avaient pour vision globale de démontrer l'emploi de stratégies d'atténuation, notamment le stockage de l'énergie, comme mesure visant la protection du réseau contre l'incidence d'une telle demande.

Le projet *OASIS* a réussi à démontrer l'emploi des concepts de ces stratégies d'atténuation et en grande partie, ses objectifs ont été atteints. Parmi les résultats clés du projet de démonstration *Energy OASIS*, mentionnons les quatre démonstrations importantes suivantes :

1. L'intégration réussie d'un système d'énergie solaire photovoltaïque (PV) de 250 kW au microréseau intelligent du BCIT;
2. L'utilisation de batteries de stockage d'énergie de 500 kWh pour soutenir une partie de la charge îlotée du BCIT en isolation du réseau principal;
3. La capacité d'atténuer l'incidence de la recharge de véhicules électriques sur le réseau principal au moyen d'un système de stockage d'énergie par batterie (SSEB) par la recharge concurrente de deux véhicules électriques entièrement déchargés, au niveau 3 (recharge rapide CC), sans incidence sur la qualité énergétique ou la fiabilité du réseau;
4. La capacité de gérer de multiples ressources énergétiques décentralisées dans un même réseau de distribution, y compris la répartition optimale et l'îlotage, de manière à ce que la mesure de la production de sortie du système PV soit égale à la commande de recharge des batteries de stockage.

De plus, les connaissances acquises au cours du cycle de vie du projet *OASIS* ont pu être diffusés au profit des services publics du Canada et d'autres intervenants, notamment des façons suivantes : un grand nombre de présentations, de tours et de démonstrations de cas d'utilisation dans le cadre du projet, à l'intention d'étudiants et de représentants de l'industrie et de divers groupes d'intérêt locaux, nationaux et internationaux; la publication d'une courte vidéo présentant les points saillants du projet *OASIS*; la publication de plusieurs documents dans des revues techniques et la présentation de ces documents lors de congrès pertinents.

La vision pour le microréseau intelligent du BCIT à long terme est la suivante : un microréseau de distribution d'électricité entièrement fonctionnel et autonome en isolation du réseau de BC Hydro. Le projet *Energy OASIS* a réussi à intégrer des composants au microréseau intelligent du campus du BCIT et à en démontrer l'application. Pour réaliser la vision à plus long terme, il faudra plus de ressources renouvelables et une plus grande capacité de stockage puisque les installations existantes ne peuvent fournir qu'une fraction de la demande énergétique du campus.

Table des matières

- Sommaire*..... 1
- Table des matières* 3
- Liste des figures* 5
- Liste des tableaux* 6
- 1 *Introduction* 7
- 2 *Contexte et consortium du projet* 7
- 3 *Objectifs et éléments livrables du projet*..... 7
- 4 *Description des technologies du système et des composants*..... 8
 - Bornes de recharge rapide CC des véhicules électriques du système *OASIS* 10
 - Composant photovoltaïque (PV) du système *OASIS* 11
 - Système de stockage d'énergie par batterie (SSEB)..... 11
 - Système de conversion de l'énergie (SCE) 13
 - Système d'automatisation des postes (SAP) 13
 - Système de gestion d'énergie (SGE)..... 14
 - Réseau de communication de données du système *OASIS*..... 19
 - Convention d'interconnexion avec les services publics 19
- 5 *Évolution du projet*..... 20
 - Mise en œuvre et planification du projet 20
 - Sélection du site et études connexes 21
 - Conception 22
 - Plan du site 22
 - Préparation et construction du site 23
 - Conception détaillée 24
 - Processus de certification CSA 25
 - Essais de fonctionnalité du système et des études de cas 25
- 6 *Réalisations et résultats du projet* 26
 - Éléments livrables 26
 - Données préliminaires du projet..... 27
 - Données sur les installations solaires PV 27
 - Données sur les bornes de recharge rapide CC 28
 - Données sur les bornes de recharge de niveau 2 29
 - Observations et constatations préliminaires 30
 - Intégration du système de stockage d'énergie par batterie au lithium-ion 30
 - Solutions relatives à l'infrastructure des bornes de recharge CC et des VE 31

	Mise à niveau des postes existants selon la norme IEC 61850	32
	Interconnexion d'un microréseau au réseau primaire d'un service public	32
7	<i>Démonstration et transfert des connaissances</i>	33
	Activité communautaire.....	33
	Tours de démonstration du système <i>OASIS</i>	33
	Activités d'apprentissage et de diffusion externe du projet <i>OASIS</i>	33
8	<i>Conclusions</i>	34
	Possibilités et prochaines étapes du projet	35

Liste des figures

Figure 4-1 : Schéma du système Energy OASIS.....9

Figure 4-2 : Plan général du conteneur du SSEB et du local électrique.....12

Figure 4-3 : Les sous-composants du SGE du projet OASIS15

Figure 4-4 : Plan de production du système de gestion de l'énergie décentralisée (SGED).....16

Figure 4-5 : Kiosque – Sélection de la recharge nécessaire par le conducteur du VE17

Figure 4-6 : Kiosque – Carte des postes de recharge à proximité18

Figure 4-7 : Application mobile – Écran de réservation du conducteur du VE18

Figure 4-8 : Le réseau de communication de données du système OASIS19

Figure 6-1 : Le plan définitif du site du projet OASIS.....23

Figure 7-1 : Graphique présentant la production mensuelle des installations solaires PV28

Figure 7-2 : Consommation mensuelle des bornes de recharge rapide CC.....29

Figure 7-4 : Consommation mensuelle des bornes de recharge de niveau 2.....30

Figure 9-1 : Activité de sensibilisation de la communauté du BCIT sur le système OASIS33

Liste des tableaux

Tableau i : Registre des modificationsi

1 Introduction

Le présent document a pour but de décrire le projet de démonstration du titre *Intégration de panneaux photovoltaïques et de batteries au lithium-ion aux fins des bornes de recharge de niveau 3 pour véhicules électriques*, réalisé par les membres du partenariat aux fins de la prestation du projet commandité par le Fonds pour l'énergie propre (FEP) du Canada et ci-après appelé le projet *Energy OASIS (Open Access to Sustainable Intermittent Sources)*/accès ouvert à des sources intermittentes d'énergie renouvelable) ou le projet *OASIS*. Le document résume les objectifs du projet, le système et ses applications, les avantages, les défis, les réussites et les leçons tirées. En se fondant sur l'expérience acquise au cours du projet, un examen de la solution mise à l'essai et des recommandations de développement ultérieur sont présentés. Le document n'a pas pour but de traiter de tous les éléments du projet en détail.

2 Contexte et consortium du projet

En Colombie-Britannique, où la majorité de l'électricité est produite de centrales hydroélectriques, les émissions de véhicules constituent la source la plus importante d'émissions de gaz à effet de serre (GES) de la province. L'innovation technologique récente est axée sur l'électrification du réseau des transports comme moyen de réduire les émissions. Qui plus est, s'il est possible de recharger les véhicules électriques (VE) à partir de sources d'énergie propre, il est donc possible de réduire considérablement les émissions de GES. Toutefois, la recharge rapide CC crée une importante demande instantanée dont la réponse par le réseau d'électricité risque d'être difficile. La vision globale pour le projet est la démonstration de stratégies d'atténuation, notamment le stockage de l'énergie, comme mesure visant la protection du réseau contre l'incidence d'une telle demande. Le projet *Energy OASIS* au British Columbia Institute of Technology (BCIT) fera la démonstration des concepts de ces stratégies appliquées au système de microréseau intelligent du BCIT.

Le BCIT est propriétaire du projet de démonstration *Energy OASIS*, réalisé sur le campus du BCIT à Burnaby. Le BCIT a assuré la gestion globale du projet et a joué un rôle principal dans la conception et l'élaboration du système de gestion de l'énergie (SGE), et dans la conception globale du système et de son intégration. Il a aussi dirigé la conception et la mise en œuvre des essais du fonctionnement du système et des cas d'utilisation. Le campus du BCIT a été retenu comme site pour la réalisation du projet en raison de l'infrastructure existante de l'initiative de microréseau intelligent. La vision à long terme est la suivante : un microréseau de distribution d'électricité entièrement fonctionnel et autonome en isolation du réseau de distribution de BC Hydro. Pour réaliser cette vision, il faudra plus de sources de production puisque les installations existantes de cogénération ne peuvent fournir qu'une fraction de la demande énergétique du campus. Le Fonds pour l'énergie propre (FEP) de Ressources naturelles Canada (RNC) était une importante source de financement du projet *OASIS*. Les membres du consortium du projet comprennent BC Hydro, Panasonic Eco Solutions Canada (PESCA), Siemens, Schneider Electric Canada et car2go Canada.

3 Objectifs et éléments livrables du projet

Les objectifs du projet ont été réalisés avec succès, soit la démonstration de ce qui suit :

- L'intégration réussie d'un système d'énergie solaire photovoltaïque (PV) de 250 kW au microréseau intelligent du BCIT;

- Le stockage de 500 kWh d'énergie pour soutenir une partie de la charge îlotée en isolation du réseau principal par l'îlotage intentionnel de bornes de recharge dont l'énergie stockée est la source;
- La capacité d'atténuer l'incidence de la recherche de véhicules électriques (VE) sur le réseau principal au moyen d'un système de stockage d'énergie par la recharge concurrente de deux VE entièrement déchargés au niveau 3, sans une baisse remarquable de la qualité du service d'alimentation;
- La capacité de gérer de multiples ressources énergétiques décentralisées dans un même réseau de distribution, y compris la répartition optimale et l'îlotage, de manière à ce que la mesure de la production de sortie des panneaux PV soit égale à la commande de recharge de la batterie de stockage;
- La diffusion de connaissances au profit des services publics du Canada et d'autres intervenants, notamment par la prestation de plusieurs présentations avant la fin du projet, la publication d'une courte vidéo présentant les points saillants du projet ainsi que la publication de plusieurs documents techniques et la présentation de ces documents.

Au cours du projet, il y a eu un certain nombre de défis à relever. Dans de nombreux cas, ces défis découlaient de la nature multidisciplinaire du projet, notamment les technologies et les équipes de projet. Il s'agissait d'un projet de démonstration et ainsi, les technologies des composants étaient pour la plupart des technologies éprouvées et déjà exploitées dans le domaine. Toutefois, l'intégration de ces technologies dans une solution aussi ciblée a nécessité une concentration considérable sur l'intégration de ces technologies distinctes au plan du projet et sur l'intégration des équipes diverses dans un cadre de travail commun.

Le projet *OASIS* a permis au BCIT et aux membres du consortium d'avancer la mise au point des technologies en vue d'autres projets.

4 Description des technologies du système et des composants

La section suivante traite du contexte du système *OASIS* dans son ensemble et décrit les principales technologies qui le composent. Dans la sous-section correspondante, la technologie de chacun des composants principaux du système *OASIS* est décrite, y compris le rôle du composant dans les installations de démonstration du système *OASIS*. De plus, le fonctionnement du composant est décrit dans le cadre du système global et par rapport à d'autres composants principaux. Un projet de déplacement de la charge sert d'interconnexion au projet *OASIS* et ainsi, l'exportation directe au réseau général n'est pas prévue actuellement. Toute l'énergie produite approvisionnera plutôt le réseau interne du BCIT.

Le microréseau du projet *Energy OASIS* est une installation de démonstration de la viabilité de l'intégration d'énergie de sources intermittentes et de sources constantes, sous la supervision étroite et la commande d'un système de gestion d'énergie (SGE) distribuée. Le SGE du système *OASIS* planifie et distribue l'énergie nécessaire pour un ensemble de charges qui peuvent être îlotées, composé d'un réseau de bornes de recharge rapide CC capable de recharger des véhicules électriques (VE) rapidement, sans incidence négative sur le réseau d'électricité. Le système *OASIS* est composé des principaux sous-systèmes suivants :

1. Un système de stockage d'énergie par batterie (500 kWh)

2. Un stationnement couvert à panneaux solaires PV (250 kW)
3. Un onduleur bidirectionnel efficace à quatre quadrants (280 kW)
4. Un système de gestion de l'énergie très complexe
5. Un système de réseautage et de communication
6. Un système d'interconnexion des artères d'alimentation et de protection (conforme à la norme IEC-61850)
7. Une interface utilisateur et un kiosque de communication pour les conducteurs de VE
8. Un ensemble de bornes de recharge de niveau 2 et de recharge rapide CC (de niveau 3) pour les VE

Le BCIT, en collaboration avec tous les membres du consortium et partenaires du projet, a déterminé les technologies des composants, s'en est procuré et les a intégrés pour créer l'installation de démonstration du système *Energy OASIS*. La figure ci-dessous présente un schéma du système *OASIS*.

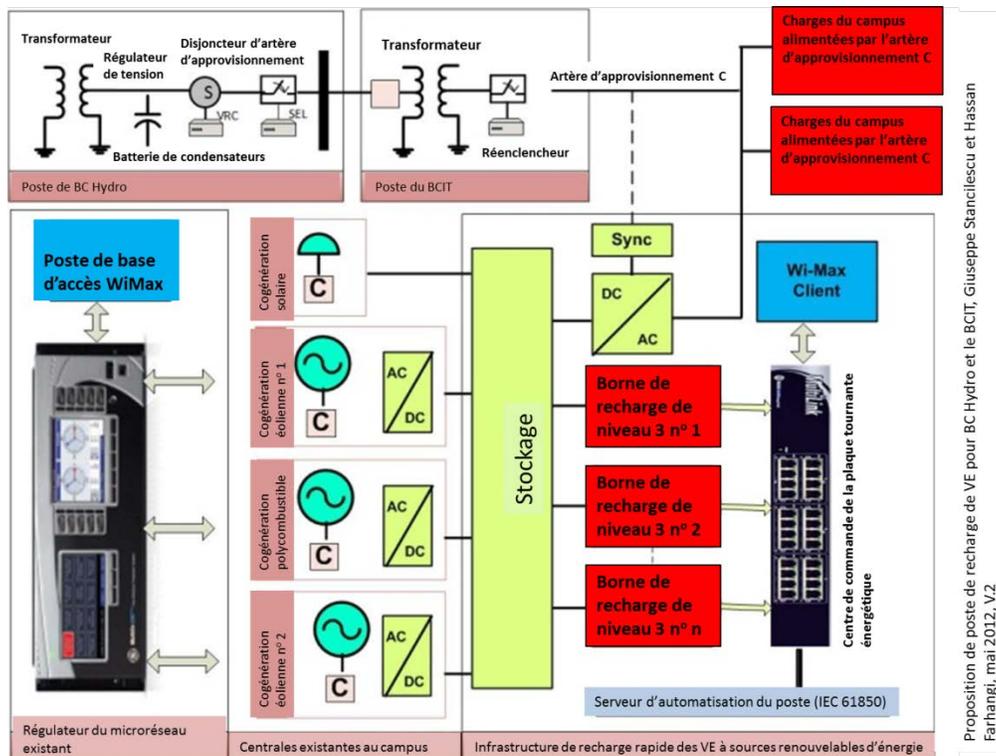


Figure 4-1 : Schéma du système Energy OASIS

Comme il est présenté dans le diagramme du bloc-système ci-dessus, l'architecture du système *OASIS* comporterait ultimement diverses sources renouvelables d'énergie (dont toutes n'ont pas été intégrées dans le cadre du projet courant) de pair avec l'intelligence nécessaire pour rationaliser, planifier et distribuer une telle capacité de production d'énergie pour utilisation par des charges désignées qui peuvent être îlotées (dans ce cas-ci, des bornes de recharge de VE et un petit nombre de charges autres sur le campus).

En général, et par rapport à la demande de pointe au BCIT, les installations sont relativement petites. Toutefois, comme il a été mentionné, les sources d'énergie renouvelable présentent des défis uniques pour ce qui est de l'intégration à un réseau intelligent, notamment la sortie variable et intermittente. Le

microréseau intelligent du BCIT compte relever ces défis. Pour contrer le caractère intermittent de telles sources, le système OASIS comporte un sous-système de stockage d'énergie, composé d'un ensemble de



batteries lithium-ion de pair avec ses unités de gestion de batterie (BMU) spécialisées, ainsi qu'un système de conversion bidirectionnelle de l'énergie à quatre quadrants (PCS) comportant des convertisseurs CC-CA et CC-CC.

L'infrastructure de recharge des VE permet de démontrer la viabilité d'une combinaison d'énergie « douce », c'est-à-dire de sources renouvelables et intermittentes, et d'énergie « dure », c'est-à-dire de sources constantes (p. ex. l'approvisionnement des services publics) pour assurer des charges progressives prévues. Il s'agit d'un système de gestion d'énergie distribuée qui est intégré au système OASIS et capable de planifier, de distribuer et d'établir les coûts des transactions énergétiques.

Une telle intelligence permet de démontrer des façons d'atténuer le caractère intermittent des sources renouvelables d'énergie par le stockage de suffisamment d'énergie pour décaler l'approvisionnement énergétique. Afin de démontrer l'intégration de sources renouvelables d'énergie comme source de remplacement, il a fallu mettre à niveau le réseau de distribution d'énergie pour que le système de gestion de l'énergie du projet OASIS puisse faire appel à l'énergie « douce » et « dure » pour gérer des charges, notamment les bornes de recharge des VE.

Bornes de recharge rapide CC des véhicules électriques du système OASIS

Dans le cadre du projet OASIS, les éléments livrables comprenaient au moins deux bornes de recharge rapide CC. L'équipe du projet OASIS au BCIT a évalué des technologies aux fins de la sélection des bornes en se fondant sur les exigences initiales en matière de fonctionnement des bornes de recharge. Au moment de l'évaluation, le choix de technologies de recharge rapide CC était très limité. La sélection définitive a été faite en fonction des conclusions de l'évaluation, et par suite de discussions avec des fournisseurs de technologies au sujet des exigences en matière de commande et de surveillance. En fin de compte, l'entreprise Schneider Electric a fourni les bornes de recharge rapide CC pour le projet OASIS.

Les bornes de recharge rapide CC contribuent au système global et à l'objectif du projet en fournissant la capacité de ce qui suit :

- régler à distance le courant de charge en temps réel pendant la recharge;
- lire à distance les informations sur le pourcentage de l'état de charge du bloc-batterie d'un VE;
- commander l'interruption nette de la recharge en tout temps (sans déclencher le disjoncteur externe);
- obtenir à distance un identifiant du circuit de pilotage tel que la RFID ¹ servant à lancer la séance de recharge.

Dans un premier temps, une exigence clé de conception était la capacité de régler le courant de charge en temps réel pendant la recharge. La conception initiale a évolué lors de la découverte que le changement du courant de charge en temps réel pendant la recharge d'un VE constituait une violation du protocole de la norme CHAdeMO. Par conséquent, l'exigence de conception a été modifiée pour

¹ La RFID (identification par radiofréquence) constitue un identifiant unique de l'objet dans lequel ils sont intégrés.

devenir la capacité de régler la charge juste avant une recharge. Autrement dit, l'objectif était de régler un chargeur de manière à conférer des charges par tranches de 10 kW, allant de 0 à 50 kW.

Pour chacune des bornes de recharge rapide CC, il a fallu des compteurs électriques internes qui communiquent au moyen du protocole IEC 61850. Ce protocole est intégral aux fonctions d'automatisation des postes fournissant des données sur la circulation réelle. Ces données peuvent être communiquées à un poste pour informer les appareils du poste de la puissance et de la fréquence à l'extrémité d'une artère d'alimentation.

Composant photovoltaïque (PV) du système OASIS

Le sous-système solaire PV du projet Energy OASIS produit de l'énergie des rayonnements solaires afin de :

- charger les batteries de stockage;
- fournir de l'électricité pour les charges sur le microréseau lorsqu'elles sont îlotées du réseau général;
- fournir de l'électricité aux clients internes du BCIT qui sont connectés au réseau.

Il a été décidé très tôt que le système OASIS allait être conçu pour 250 kW de puissance générée par le système solaire PV. PESCA a assuré l'analyse et la conception solaire ainsi que la fourniture du système solaire PV pour OASIS, aux termes de son entente de partenariat avec le BCIT.

La structure de stationnement couvert a été proposée et adoptée comme support des installations solaires PV puisqu'aucune toiture convenable au plan original (installations PV sur un toit) n'a été trouvée. Les études de faisabilité ont révélé que des installations sur un toit auraient nécessité des travaux considérables d'amélioration de la protection parasismique de l'immeuble.

Système de stockage d'énergie par batterie (SSEB)



Les modules des batteries de stockage et le système de stockage d'énergie par batterie (SSEB) connexe ont été conçus et fabriqués par Panasonic Japan. La conception et la mise en place ont été gérées dans le cadre du partenariat avec PESCA. Le SSEB est monté sur support et logé dans un conteneur d'expédition

ISO standard de 40 pi. Powertech Labs a été engagé par le BCIT pour le montage en conteneur, y compris la conceptualisation, la fabrication et la mise à l'essai des supports des batteries, ainsi que le système de sécurité incendie et le filage du conteneur. Le bâti du conteneur du SSEB se divise en deux locaux, le local des batteries et le local électrique, tel qu'il est présenté dans la figure ci-dessous. Le local électrique héberge le panneau de distribution électrique, les appareils de communication de données et les serveurs du SGE du système OASIS dans son ensemble.

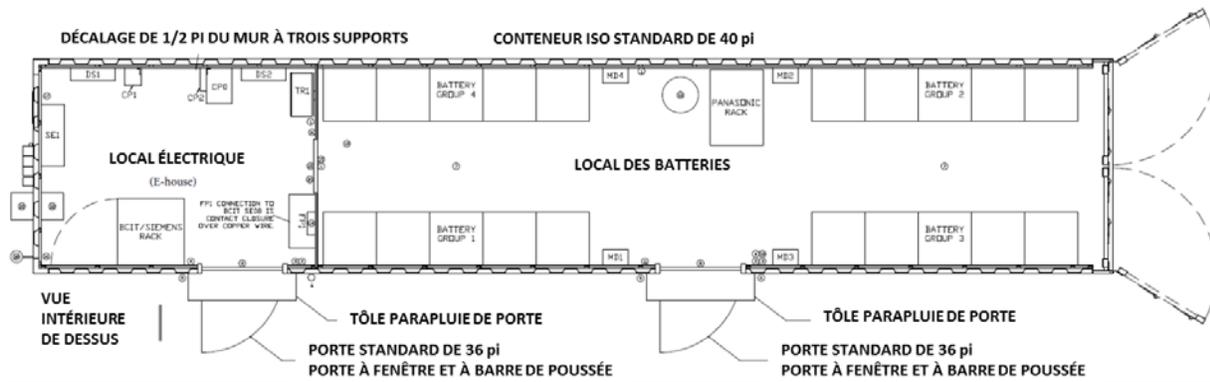


Figure 4-2 : Plan général du conteneur du SSEB et du local électrique

Le rôle du SSEB dans le système *OASIS* comprend le stockage d'énergie du champ photovoltaïque, ou bien du réseau électrique. Le SGE local du système *OASIS* peut se servir de la capacité de stockage d'énergie du SSEB pour décaler le débit de puissance en provenance et à destination du réseau de distribution électrique local. Grâce à cette capacité énergétique locale, le SGE peut s'approvisionner en énergie du réseau électrique et fournir de l'énergie au réseau aux meilleurs moments afin d'atteindre les objectifs en matière de gestion de l'énergie et de la demande, et pour répondre à la demande locale d'électricité. De plus, le SSEB peut fournir de l'énergie stockée et ainsi, soutenir l'exploitation du microréseau *Energy OASIS* entièrement îloté pendant de nombreuses heures, ce qui permet la recharge rapide des véhicules électriques (VE) sans incidence sur le réseau de distribution d'électricité.

Le SSEB stocke de l'énergie qui peut servir à la recharge de VE alors que le système est îloté (déconnecté du réseau d'électricité), ce qui démontre l'atteinte de l'un des objectifs du projet, soit la recharge rapide de VE à partir d'un microréseau îloté.

Le SSEB peut également fournir de l'énergie à un débit permettant de répondre à la demande d'au moins deux recharges rapides simultanées de VE alors que le système est connecté au réseau d'électricité, ce qui démontre la capacité d'atténuer l'incidence de la recharge de VE sur la qualité énergétique ou la fiabilité du service du réseau d'électricité qui l'alimente.

Il est possible de commander le SSEB pour faire la recharge à un niveau de puissance qui correspond à la génération du champ photovoltaïque (PV) du système, ce qui démontre la capacité de stocker l'énergie produite localement pour la distribution optimale de l'électricité. Par exemple, le SSEB peut ensuite alimenter le réseau d'électricité pendant des périodes de demande de pointe du réseau de distribution locale, ce qui démontre l'écrêtement de la demande de pointe et la stabilisation du réseau au moyen de ressources énergétiques décentralisées.

En fonction de la programmation du fonctionnement du système et de la commande du système de gestion de l'énergie du microréseau, le système de batteries peut produire de l'énergie localement et la stocker dans le SSEB. À son tour, cette énergie peut alimenter les bornes de recharge rapide CC de VE ainsi que d'autres microréseaux lorsque le système est îloté du réseau. Par la suite, il est possible de commander le SSEB pour alimenter le réseau des services publics pendant les périodes de demande de pointe du réseau.

Système de conversion de l'énergie (SCE)

Le système de conversion de l'énergie (SCE) est essentiel à la démonstration réussie de l'atteinte de l'un des objectifs du projet, soit la gestion de multiples ressources énergétiques décentralisées dans le même réseau de distribution, y compris la distribution optimale et l'îlotage. Le SCE du projet OASIS a été fourni aux termes de l'entente de partenariat du BCIT avec PESCA. L'entrepreneur de PESCA, Dynapower Company, a conçu et fourni le SCE. Dynapower a travaillé avec PESCA (le fournisseur du système solaire PV) et Panasonic Japan (le fournisseur du SSEB), le BCIT et Siemens Canada sur les caractéristiques techniques et la mise à l'essai du SCE. Le SCE a été conçu, fabriqué et soumis à des essais rigoureux et au processus de certification de la CSA aux installations d'essai de Dynapower au Vermont avant d'être expédié au BCIT.



Dans le système OASIS, le rôle du SCE comprend la fourniture d'une plateforme énergétique très souple et capable de fournir de l'énergie à distribuer au microréseau du BCIT aux fins du système ENERGY OASIS.

Le SCE soutient deux modes d'exploitation : le mode raccordé au réseau (entièrement connecté au réseau de BC Hydro et fonctionnant en parallèle) et le mode autonome (ou mode îloté). Ces modes d'exploitation constituent la plateforme des cas d'utilisation du système qui permettent de démontrer l'atteinte des objectifs globaux du projet de

démonstration.

Système d'automatisation des postes (SAP)

Siemens a fourni le système d'automatisation des postes (SAP) qui permet la commande et la surveillance à distance des systèmes de protection et de commande du système Energy OASIS. La



solution consiste en une plateforme de communication fondée sur le protocole international de communication de la norme IEC 61850. Les solutions d'automatisation des postes de Siemens permettent d'intégrer des composants d'approvisionnement au centre de commande du système OASIS.

Le système Energy OASIS comporte une « plaque tournante énergétique »², composée de divers dispositifs électroniques intelligents (IED) de protection et de commande, et de fonctions fournies par divers fournisseurs, dont le gestionnaire de l'énergie du microréseau et le système d'automatisation de l'énergie (MEM/PAS) et les équipements d'automatisation du poste, de

Siemens, lesquels sont essentiels au fonctionnement du poste comme plaque tournante énergétique intelligente en protégeant ses atouts et en permettant le débit bidirectionnel de données, de commande et de l'énergie. Les IED pour la protection et la commande font partie intégrante du système d'automatisation du poste. Mis ensemble, le SAP et les IED constituent la base des fonctions à distance, notamment la gestion de l'énergie et la surveillance de l'état des équipements de service. La mise à niveau du poste avait pour but d'accroître la productivité du système en vue de réduire les coûts de fonctionnement et d'entretien et d'accroître la fiabilité et la stabilité du système.

² Analyse et validation des exigences pour la connexion d'une importante installation énergétique de sources renouvelables au réseau des services publics : Minoo Shariat-Zadeh, Ali Palizban, Hassan Farhangi et Calin Surdu.

Système de gestion d'énergie (SGE)

Le système de gestion d'énergie (SGE) du système *OASIS* comporte plusieurs sous-composantes qui fournissent ensemble la fonctionnalité nécessaire pour la commande du système *Energy OASIS*. Le serveur du SGE est monté sur support et logé dans le local électrique du conteneur du SSEB sur le site du projet *OASIS*. Il est également possible de commander le SGE des bureaux de la recherche appliquée du BCIT. Certains des sous-composants du SGE ont été développés par l'équipe du BCIT alors que d'autres ont été fournis par Siemens Allemagne, sous la gestion de Siemens Canada dans le cadre du partenariat du projet.

Le SGE est essentiel aux fonctions de commande du système *OASIS*. Il a pour but d'assurer l'équilibre énergétique entre la production du système solaire photovoltaïque (PV), la recharge de véhicules électriques (VE), le système de stockage d'énergie par batterie (SSEB) et le réseau local de distribution d'électricité. Ces fonctions permettent au SGE de soutenir la démonstration des objectifs suivants de haut niveau du projet :

- Intégrer des panneaux PV et stocker de l'énergie en chargeant les batteries au moment où les panneaux PV produisent de l'énergie et au même niveau;
- Atténuer l'incidence de la recharge de véhicules électriques (VE) sur le réseau par la décharge des batteries en fonction de la demande d'une poste de recharge des VE;
- Gérer de multiples ressources énergétiques décentralisées sur le même réseau de distribution, y compris la distribution optimale et l'îlotage.



Pour atteindre ces objectifs, le SGE doit pouvoir s'intégrer à d'autres composants du système *OASIS*, par exemple une ressource énergétique renouvelable, et aux charges réglables. Cela comprend la capacité de comprendre les caractéristiques de ces composants et de communiquer avec eux au moyen de protocoles établis. Le SGE doit assurer l'optimisation énergétique du système *OASIS* en mode raccordé au réseau et en mode îloté. En mode îloté, il peut s'agir d'îlotage prévu ou non prévu. Le SGE permet aux opérateurs humains du système *OASIS* de faire ce qui est décrit ci-dessous.

- Exploiter le système en fonction d'un certain nombre de modes principaux d'exploitation afin de démontrer :
 - l'optimisation de la vie de service du système (mode de protection du système de batteries);
 - l'optimisation du coût de l'achat d'énergie ou de la vie de service des transformateurs (mode d'écèlement de la demande de pointe);
 - l'optimisation de la consommation d'énergie solaire pour la recharge de VE (mode de recharge solaire et d'énergie solaire stockée uniquement);
 - le maintien de charges critiques lors de simulations de panne de courant au campus (en mode îloté, approvisionné par l'énergie solaire et l'énergie stockée).
- Surveiller l'historique de la production et de la consommation d'électricité du système *OASIS*, des niveaux de puissance, de l'état de charge des batteries de stockage et de la puissance nominale du système d'énergie solaire.

- Être prévenu d'un fonctionnement non nominal des équipements, ou d'une puissance inférieure à la puissance nominale du système.

Le SGE du système OASIS est composé de trois sous-composants principaux qui se mettent ensemble pour répondre aux besoins ci-dessus, soit :

1. le gestionnaire de l'énergie du microréseau (MEM);
2. le portail de l'exploitant du système;
3. le système de réponse à la demande de postes de recharge de VE.

De plus, les conducteurs de VE qui font appel au système OASIS ont le soutien du kiosque pour les conducteurs de VE et d'une application mobile. Les sous-composants du SGE sont présentés dans le schéma suivant.

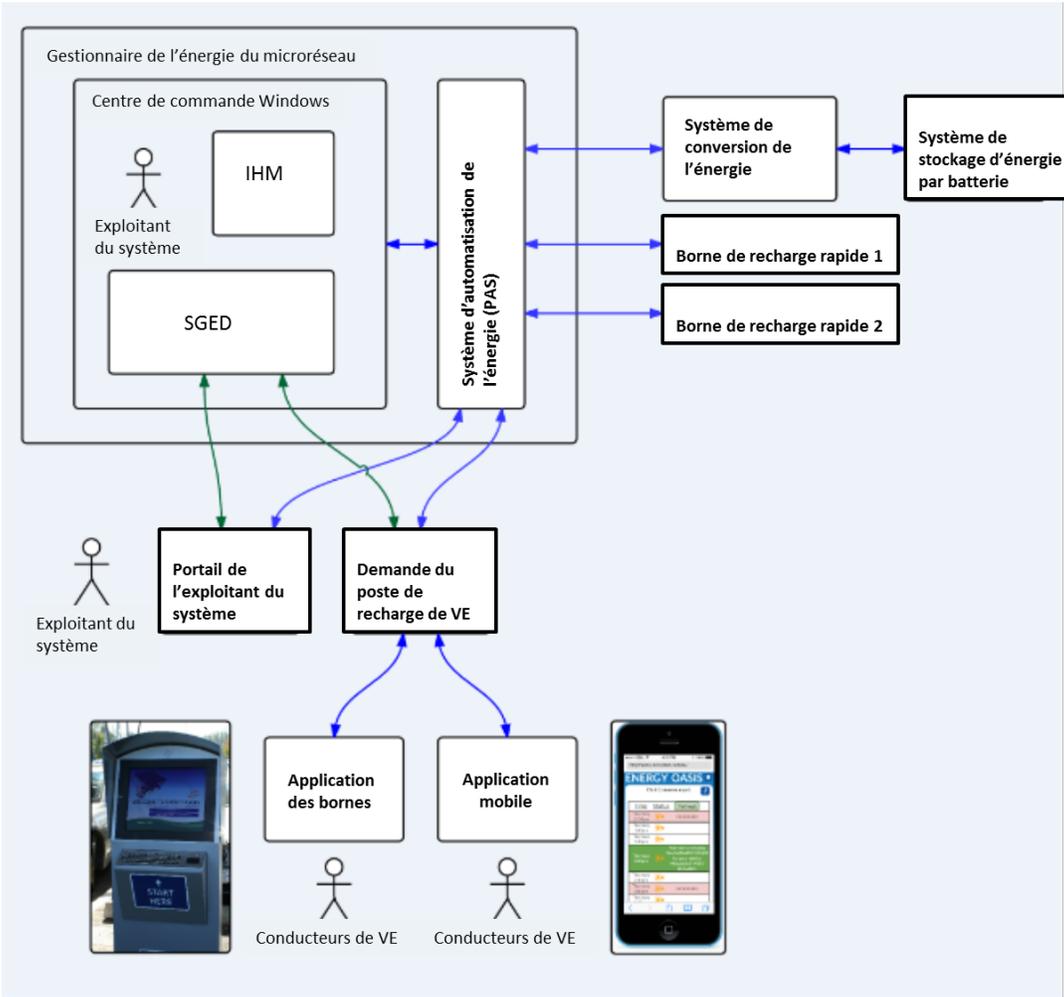


Figure 4-3 : Les sous-composants du SGE du projet OASIS

Le gestionnaire de l'énergie du microréseau (MEM), fourni par Siemens, s'intègre à tous les autres composants du système OASIS par l'entremise du système de conversion de l'énergie (SCE), notamment les panneaux solaires PV, le SSEB, les bornes de recharge des VE et le SCE. Les fonctions du MEM se divisent encore en deux sous-composants.

1. L'unité du MEM et du système d'automatisation de l'énergie (PAS) se charge des communications pour les fonctions critiques de commande.
2. L'unité du MEM et du système de gestion de l'énergie décentralisée (SGED) assure l'équilibre énergétique et l'optimisation du système OASIS global.

Pendant l'exploitation du système Energy OASIS, l'équilibre énergétique est planifié toutes les 15 minutes. Les données de prévision météorologique sont converties pour la prévision de la production PV. Après le calcul, un horaire semblable à celui présenté dans la figure ci-dessous est produit aux fins de l'équilibre optimal de la consommation énergétique entre les sources et les charges.

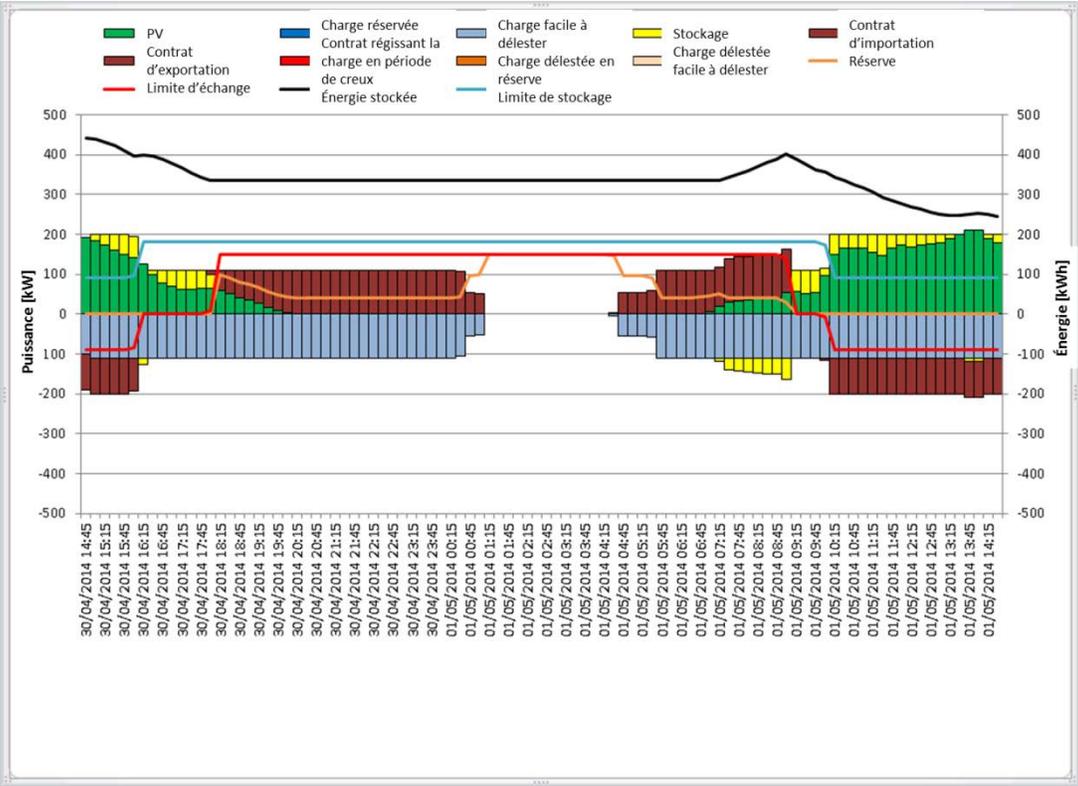


Figure 4-4 : Plan de production du système de gestion de l'énergie décentralisée (SGED)

Le portail de l'exploitant du système et le système de réponse à la demande des postes de recharge de VE ont été développés par le BCIT. Le portail de l'exploitant du système permet aux opérateurs humains de régler et de basculer entre les modes d'exploitation du système OASIS. Il donne un survol de l'état du système et de plus, il signale les alertes ou les défauts aux opérateurs. Le système de réponse à la demande des postes de recharge de VE donne au système OASIS une interface avec une gamme de produits de recharge de VE et des technologies connexes. De plus, ce système assure la coordination de l'utilisation des bornes de recharge rapide CC par les conducteurs de VE en fonction de l'énergie dont dispose le système OASIS pour la recharge de véhicules.

Le kiosque pour les conducteurs de VE, fourni et développé par le BCIT, se trouve entre les deux bornes de recharge rapide CC de Schneider Electric. Le kiosque sert à faire la collecte de données sur la recharge de VE des conducteurs, ce qui permet de gérer la charge et de faire des prévisions sur la charge dans un avenir proche. Le kiosque indique aux conducteurs de VE qui arrivent au poste de recharge de

VE de « Commencez ici ». De plus, les deux bornes de recharge dirigent les conducteurs de VE au kiosque pour commencer. Le kiosque fait fonctionner une application Web sur un navigateur.

- Le conducteur peut ouvrir une session dans le kiosque en entrant le numéro de sa plaque d'immatriculation et un NIP, ou créer un nouveau compte.
- Le conducteur est invité à indiquer ses besoins de recharge – en entrant l'état de recharge actuelle de la batterie et l'état souhaité de recharge. L'état de recharge peut être indiqué en pourcentage au moyen de deux curseurs de défilement, ou le conducteur peut sélectionner sa destination sur une carte.
- La distance entre le poste de recharge et la destination sélectionnée est calculée. Un algorithme permet de déterminer la recharge nécessaire et le curseur de défilement est réglé automatiquement.
- Si la destination sélectionnée est trop éloignée, un message d'avertissement s'affiche.
- La carte du kiosque est intégrée à la source de données du site *here.com* afin d'informer le conducteur d'autres postes de recharge de VE à proximité.

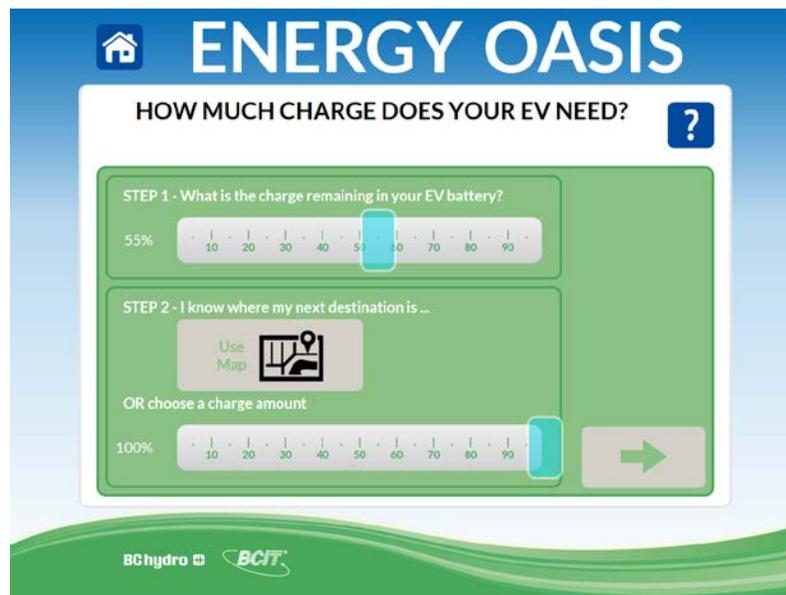


Figure 4-5 : Kiosque – Sélection de la recharge nécessaire par le conducteur du VE





Figure 4-6 : Kiosque – Carte des postes de recharge à proximité

L'application mobile développée par le BCIT permet aux conducteurs d'un VE de réserver une place au poste de recharge à partir d'un téléphone mobile ou d'un autre appareil semblable au cours de la journée ou le lendemain. Par la réservation d'une place, une borne de recharge est garantie au conducteur d'un VE à l'heure réservée et aura la priorité dans la gestion de la charge par rapport aux séances de recharge non réservées.



Figure 4-7 : Application mobile – Écran de réservation du conducteur du VE

La réservation constitue des données d'entrée pour la génération de prévisions sur la charge. Si le niveau énergétique du système n'est pas en mesure d'assurer une recharge de VE, les séances de recharge réservée doivent également être suspendues, mais en dernier recours par le système de réponse à la demande de postes de recharge de VE.

Réseau de communication de données du système OASIS

Le réseau de communication de données du système OASIS permet à tous les composants intelligents du système de communiquer leurs mesures et leurs états respectifs et d’accepter des commandes du système de gestion de l’énergie (SGE) local. Le SGE local du système OASIS se sert du réseau de communication de données pour lire les valeurs de tous les capteurs et pour commander le décalage du débit de puissance en provenance et à destination du réseau de distribution électrique local. Grâce à cette capacité énergétique locale, le SGE peut s’approvisionner en énergie du réseau électrique et fournir de l’énergie au réseau aux meilleurs moments afin d’atteindre les objectifs en matière de gestion de l’énergie et de la demande, et pour répondre à la demande locale d’électricité. Le diagramme suivant présente le réseau de communication de données du système OASIS.

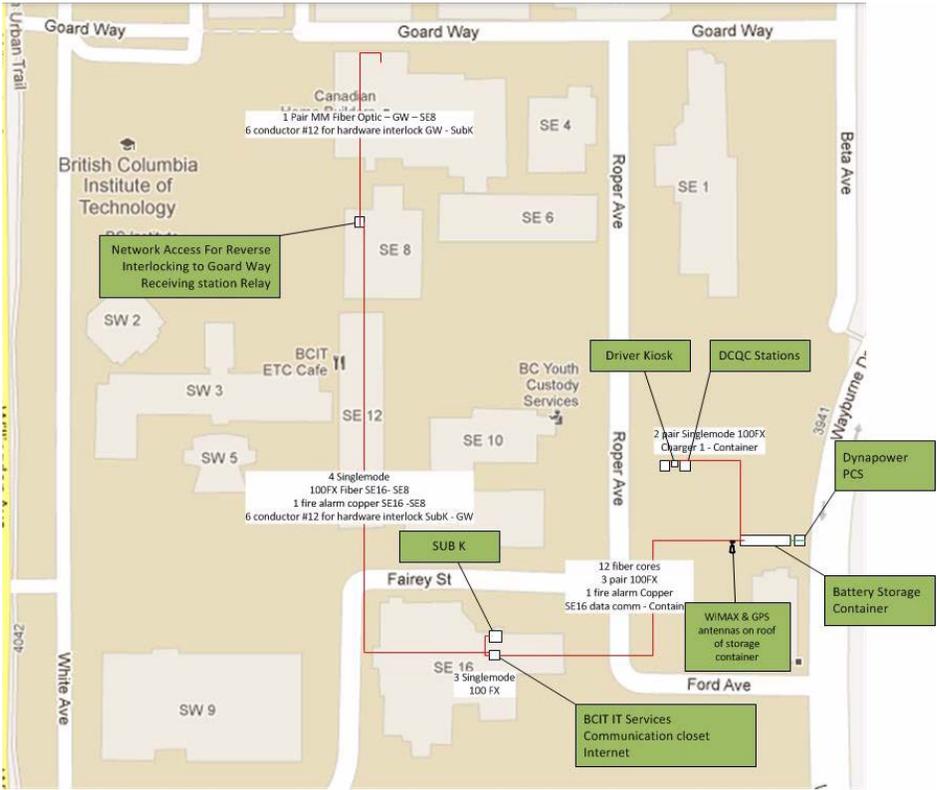


Figure 4-8 : Le réseau de communication de données du système OASIS

Le réseau de communication de données permet par exemple au système de contrôle de donner la directive au SSEB et au système de conversion de l’énergie (SCE) de prendre la commande de la production et du fonctionnement des batteries. Ainsi, l’atteinte de l’un des objectifs du projet est démontrée, soit la gestion de multiples ressources énergétiques décentralisées dans le même réseau de distribution, y compris la distribution optimale et l’îlotage.

Convention d’interconnexion avec les services publics

Une convention d’interconnexion avec BC Hydro, le service public, est essentielle à la réalisation réussie d’un projet de démonstration à l’échelle de celui-ci dans la province de la Colombie-Britannique. Puisque le système OASIS s’intègre au réseau interne de distribution du BCIT en aval du réseau de BC Hydro, il faut prouver que l’exploitation du système OASIS n’aura pas d’incidence négative sur la

fiabilité ainsi que le fonctionnement et l'entretien sécuritaires des réseaux liés entre eux. Cela permet d'assurer l'isolation sécuritaire aux fins de l'entretien, l'îlotage, l'exploitation en mode raccordé au réseau, la protection, la sûreté en cas de défaillance, la stabilité transitoire et la propagation des harmoniques. Les analyses et les tests prouvant la conformité à cet égard sont ensuite énoncés dans une « convention d'interconnexion » conclue par les intervenants pertinents.

L'un des objectifs du projet *OASIS* est la démonstration et la validation du plan pour l'infrastructure de recharge des véhicules électriques (VE) du Canada à l'avenir, dans le cadre de laquelle l'incidence des services de recharge de VE sur la qualité énergétique ou la fiabilité du service du réseau électrique qui en assure l'approvisionnement serait minime. Aux fins de la synchronisation et de la connexion du système *OASIS* au réseau électrique, BC Hydro, le principal service public de la province, ainsi que les autorités municipales locales ont imposé certaines lignes directrices et exigences techniques pour s'assurer que l'exploitation du système *OASIS* ne crée pas de risques pour son personnel de fonctionnement et d'entretien ni d'effets négatifs sur la fiabilité et la qualité énergétique du réseau. Voici certaines de ces exigences :

- Un dispositif de protection contre les surtensions en raison de l'opération de commutation du système *Energy OASIS* du BCIT;
- Un mécanisme anti-îlotage permettant de déconnecter le système *Energy OASIS* du BCIT du réseau de BC Hydro, dans l'éventualité de sous-tension des lignes aériennes du réseau pendant une période prolongée, notamment en cas d'anomalie ou de panne de courant;
- La prévention de la propagation d'anomalies du système *Energy OASIS* du BCIT au réseau de BC Hydro : le mécanisme de protection du système *OASIS* doit se déclencher et délimiter les anomalies avant qu'elles n'aient une incidence sur le réseau de BC Hydro et avant le déclenchement du système de protection de ce dernier;
- La qualité énergétique et le contenu en harmoniques de l'onduleur ne doivent pas dépasser le niveau standard.

Grâce aux mesures prises dans la planification, la conception, la construction et la mise en place du système *Energy OASIS*, les responsables du projet ont pu établir une convention d'interconnexion avec BC Hydro et assurer l'exploitation sécuritaire du système.

5 Évolution du projet

Les sous-sections suivantes décrivent les travaux principaux effectués au cours du projet. En général, elles sont présentées en ordre chronologique, mais dans de nombreux cas, les étapes et les activités du projet se sont déroulées en parallèle. Cette section a pour but de donner un aperçu général du processus global et non pas de traiter de toutes les activités du projet en détail.

Mise en œuvre et planification du projet

Un groupe de travail mixte composé de représentants du BCIT et de BC Hydro ont élaboré le plan initial du projet *OASIS*. Une analyse de rentabilité a été réalisée, suivie d'une proposition de financement du projet. En 2011, les efforts sur la confirmation du calendrier, du budget et des ressources du projet ont commencé au BCIT. Vers la fin de 2011, les partenaires ont entamé les discussions initiales, notamment sur la planification, les responsabilités et la conception. La signature d'approbation du projet *OASIS* a eu lieu le 20 juin 2012. Le retard dans la signature d'approbation a eu pour effet de raccourcir le calendrier

du projet, qui est passé de deux ans à 21 mois. En février 2014, les parties ont convenu d'une modification selon laquelle l'étape définitive des rapports techniques a été prolongée, ce qui a permis d'atténuer le retard dans le lancement du projet, et d'avoir plus de temps pour l'intégration et les essais de fonctionnement du système.

Sélection du site et études connexes

À l'origine, le système solaire PV allait être monté sur un toit. Deux immeubles ont été retenus comme site possible, mais des analyses structurales ont relevé le besoin d'améliorations considérables relativement à la protection parasismique des deux immeubles. Le temps et les coûts nécessaires pour réaliser les travaux à cet égard n'auraient pas permis de respecter le calendrier et le budget du projet.

Ainsi, la structure de stationnement couvert pour les installations solaires PV a été proposée comme solution. Trois stationnements au BCIT ont été retenus comme site possible. Le stationnement étudiant N, au coin sud-ouest du campus, a rapidement été éliminé comme site possible en raison de l'ombre importante des arbres adjacents pendant la plupart de la journée. Après une analyse du potentiel d'énergie solaire du stationnement étudiant D et 7 sur le côté est du campus, il a été déterminé que les deux stationnements étaient des sites possibles. Le Service de la planification du campus et des installations du BCIT a donné son accord en principe sur le stationnement étudiant 7 (voir la Figure 6-1 : *Le plan définitif du site du projet OASIS* plus loin dans le document) en attente d'une étude de faisabilité appropriée, y compris une analyse géotechnique et un examen subséquent du plan du site.

L'étude de faisabilité du site et le processus de sélection définitive du projet OASIS ont pris fin en novembre 2012 et les approbations de la sélection du site par les propriétaires et les intervenants ont suivi rapidement par la suite. Dans le cadre de l'étude et du processus de sélection, un certain nombre de consultations et d'études connexes a été réalisé :

- Une évaluation environnementale (EE) a été réalisée à l'aide du modèle de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale (ACEE). En fin de compte, l'exigence d'une EE a été suspendue pour le projet.
- Les intervenants du gouvernement du Canada ont assuré la réalisation du processus de consultation des Autochtones dans le cadre du projet, vu que le BCIT se trouve dans la zone de consultation des Premières Nations.
- Une analyse géotechnique du site proposé pour le projet dans le stationnement 7, comprenant une analyse des sols et une étude du drainage, a été commandée et approuvée. Les informations dans le rapport à cet égard ont servi plus tard dans la conception détaillée de la structure de stationnement couvert pour les installations solaires PV.

À diverses étapes, d'autres études réalisées ont contribué au projet, notamment les suivantes :

- Une étude des harmoniques a été réalisée aux fins de la détection de problèmes possibles à cet égard. En fonction de l'hypothèse selon laquelle le modèle du réseau était représentatif du système prévu ou existant et les données existantes sur l'injection d'harmoniques de l'onduleur étaient pertinentes à la gamme complète des opérations, les résultats observés ont permis de constater que le réseau n'était susceptible à aucune des harmoniques caractéristiques qui pourraient être injectées par le système de conversion de l'énergie (SCE).
- Une étude en matière de court-circuit et de coordination a été réalisée dans le cadre des exigences générales et aux fins d'information en vue de la convention d'interconnexion. Les résultats de l'étude de coordination comprenaient des recommandations pour le réglage des

relais et les compteurs de la qualité énergétique compris dans le cadre du volet du projet sur la mise à niveau du poste. L'analyse de court-circuit a permis de déterminer que tous les équipements faisant l'objet de l'étude ont un courant nominal de court-circuit approprié pour le courant de défaut dans leurs emplacements respectifs.

Conception

Étant donné le retard de la signature d'approbation du projet et afin de respecter l'échéancier du projet, il y a eu du chevauchement entre le début de la planification et de la conception et la signature officielle d'approbation du projet. Il a fallu trois réunions consécutives sur la conception et une réunion sur l'intégration des perspectives et des concepts divergents :

- L'élaboration d'une architecture globale de système a eu lieu lors d'une série de réunions de haut niveau (première réunion – 26 avril 2012; deuxième réunion – 25 juillet 2012; troisième réunion – 5 septembre 2012; réunion sur l'intégration – 21 mars 2013).
- Un document de haut niveau sur la conception du système du projet était l'un des résultats clés de la première réunion sur la conception. Ce document a établi les exigences pour chacun des composants du système. Lors des réunions subséquentes, les partenaires fournisseurs de technologies ont travaillé ensemble sur la présentation, l'examen et la révision des conceptions de haut niveau des composants individuels de la solution globale.

À titre de projet de démonstration, l'un des critères clés de la conception était l'application de technologies éprouvées. Les technologies des composants du système ont été sélectionnées à partir de technologies déjà exploitées dans le domaine. En même temps, et étant donné que de telles technologies étaient offertes sur le marché, l'équipe de conception a dû se concentrer sur la question de l'intégration de ces technologies, apparemment divergentes, au plan souhaité du système. La première réunion sur la conception était axée sur l'établissement de liens entre les caractéristiques techniques dans le plan du système *OASIS* et les technologies existantes, alors que la deuxième réunion était axée sur l'échelle du système et la rationalisation de l'échelle. La dernière réunion a pris la forme d'un forum pour discuter des interfaces, des normes et des relations par paires nécessaires pour assurer la validation des interfaces avant l'intégration à pleine échelle au grand système *OASIS*.

Plan du site

La structure de stationnement couvert pour les installations solaires PV a constitué la base pour la conception de génie civil et la construction. Une étude de faisabilité a été commandée pour la proposition d'options en matière de conception de la structure de stationnement couvert. La conception d'abri d'auto s'est avérée l'option la plus économique et a été retenue comme conception définitive. Il s'agissait de deux stationnements couverts, composés d'environ 120 places, sur une superficie de 1 664 m². La structure d'abri d'auto est modulaire et peut être adaptée pour répondre aux besoins de tout projet de stationnement. La conception de la structure comprenait la collecte de l'eau de pluie et de ruissellement ainsi que des dispositifs anti-oiseaux. La configuration de l'aménagement en modules et de la délimitation de l'aire de stationnement s'est faite en fonction des besoins du projet, et conformément aux conditions limitrophes (le terrain, le vent et la neige).

Il a fallu que les installations solaires PV, le poste de distribution électrique, le système de conversion de l'énergie (SCE) et le système de stockage d'énergie par batterie (SSEB) soient près les uns des autres afin de prévenir les chutes de tension et de réduire les coûts des installations. En fonction du besoin d'une

puissance installée de 250 kW, la superficie des installations solaires PV prévues allait être légèrement supérieure à 1 600 m². Étant donné les besoins en superficie, trouver un site pour les installations solaires PV était déterminant dans le choix de site pour le projet. Il a fallu équilibrer les besoins en superficie avec les besoins en matière de site pour le SSEB, compte tenu notamment de ce qui suit :

- la proximité du SSEB aux installations solaires PV et aux postes de recharge des VE pour réduire au minimum le câblage d’approvisionnement;
- les considérations en matière de sécurité (la distance du SSEB des structures habitées);
- les considérations en matière de poids, de charge au sol et de parasismicité.



Figure 6-1 : Le plan définitif du site du projet OASIS

Préparation et construction du site

Pour les devis et la sélection d’un entrepreneur, le BCIT a fait appel à des demandes de proposition, à des relations existantes avec des entrepreneurs, aux recommandations de BC Hydro et à la sollicitation directe.

Read Jones Christoffersen Ltd. (RJC), un cabinet d’ingénieurs-conseils, a été engagé à titre de principal conseiller de la construction dans le cadre du projet. RJC a été retenu en raison de son expérience à travailler avec le BCIT, et de ses connaissances sur les processus et les lignes directrices du Service de développement du campus et des installations du BCIT. Il était attendu que la participation de RJC au projet favorisera l’approbation par le Service du BCIT des travaux à effectuer en raison de la confiance de ce dernier quant à la réalisation des travaux selon les normes et les pratiques du BCIT. De plus, RJC avait participé à l’étude de faisabilité initiale du projet. Le cabinet a notamment fait part de ses connaissances concernant les installations solaires photovoltaïques (PV) sur le toit, et lors de l’étude de faisabilité sur la conception du stationnement couvert comme support des installations solaires PV. RJC a fait preuve de souplesse relativement au calendrier du projet et était disposé à travailler selon l’échéancier du projet.

Le cabinet a élaboré le dossier d’appel d’offres, rendu public pour la demande de soumissions et fermé le 7 mai 2013. Les travaux de construction ont été prévus afin de correspondre à la fermeture annuelle pour la maintenance électrique du BCIT, sur le campus Sud, au cours de la fin de semaine prolongée du mois d’août. Un entrepreneur général a été sélectionné et la réalisation d’une partie substantielle des

travaux de construction était prévue pour la fin septembre 2013. La portée de l'appel d'offres comprenait ce qui suit :

- L'excavation de tranchées et la mise en place de conduites et de conducteurs électriques
- La mise en place de semelles pour le toit du stationnement couvert, de bornes de recharge de VE, du conteneur du SSEB et du SCE
- Le drainage mécanique sur l'ensemble du site du système *OASIS*
- L'installation des composants individuels fournis par le BCIT et les partenaires du consortium du projet, et la coordination de l'installation.

Sur le site du projet, les relations avec de multiples sous-traitants, certains de l'entrepreneur général et d'autres directement des partenaires du projet, ont compliqué considérablement la coordination de la construction. En fin de compte, grâce à la vigilance du conseiller principal, la situation a été gérée par la tenue de réunions régulières sur la construction. Quelques défis imprévus ont également compliqué la construction. Par exemple, il y a eu quelques obstacles lors de l'excavation des tranchées pour le câblage jusqu'au poste et il a fallu une solution de rechange. Les tractions du câble ont été compliquées par la taille du câble électrique précisé dans la conception et il a fallu quelques tentatives avant de les réussir. En raison de retards dans la mise au point du conteneur du SSEB et du local électrique, il a fallu attendre avant de modifier le calendrier des travaux des électriciens.

Conception détaillée

Pour ce qui est du projet, le système *OASIS* était composé de technologies éprouvées. Pour ce qui est du système, les caractéristiques techniques et les activités de conception ont été entreprises par chacun des fournisseurs de technologies. Comme c'est le cas dans tout exercice d'intégration, il faut adapter les technologies des composants dans une certaine mesure pour s'assurer de pouvoir les intégrer de manière à constituer une solution globale pour répondre aux objectifs du projet.

Les activités de conception détaillée étaient axées sur l'intégration des composants clés afin de faire la démonstration d'une solution globale. L'équipe du BCIT, en collaboration avec chacun des partenaires-fournisseurs de technologies, a coordonné ces activités. Avant de pouvoir expédier les composants au site du projet, il a fallu concevoir un plan des interactions entre les composants des sous-systèmes, le mettre en œuvre et en faire l'essai en usine.

Les composants du système *OASIS* ont été fournis par les partenaires dans le cadre de l'entente de partenariat, comme composants « à l'aveugle ». Les adaptations détaillées à la conception des composants constituant le système *OASIS* ont été faites par le partenaire-fournisseur de la technologie en particulier.

Les caractéristiques techniques de l'interface de commande étaient parmi les éléments les plus critiques de la conception détaillée du système *OASIS* et de l'intégration du système. À cette fin, un processus de négociation, de mise au point et d'élaboration des caractéristiques techniques de l'interface de commande a été entrepris entre les partenaires clés. Siemens et le BCIT ont dirigé la coordination des caractéristiques techniques de l'interface pour ce qui est du traitement des signaux et de la communication entre les composants des sous-systèmes. Après des essais rigoureux en usine, y compris l'essai des signaux entre les sous-systèmes des partenaires, les composants ont été expédiés au site du BCIT.

Processus de certification CSA

L'entreprise Intertek Testing Services a été retenue pour faire l'examen de conformité des normes des équipements du projet pour lesquels la certification était nécessaire, dont les suivants : les panneaux électriques dans le local électrique du contenant du SSEB; les supports dans le local des batteries, les modules de commutation et des batteries; les armoires électriques pour le système d'automatisation des postes (SAP); le système de conversion de l'énergie (SCE); les bornes de recharge rapide. Tous les équipements du système *OASIS* nécessitant une certification sont dorénavant homologués CSA ou cUL. Les étiquettes à cet égard sont fixées en permanence à chacun des équipements.

Essais de fonctionnalité du système et des études de cas

Le plan des essais de fonctionnalité du système et des études de cas a été conçu de manière à vérifier la fonctionnalité du système de commande *Energy OASIS* et des composants électriques dans des modes permettant de démontrer les objectifs du projet. De plus, le plan des essais de fonctionnalité du système comprend des essais pour vérifier la réponse sécuritaire du système *Energy OASIS*, de manière à réduire le risque d'anomalies dans n'importe lequel des sous-systèmes et à informer activement les opérateurs du système à distance de toute anomalie. Cinq études de cas ont fait l'objet d'essais et ont réussi, permettant de démontrer que les objectifs du projet ont été en grande partie atteints. Dans certains cas, il y a eu de petits écarts par rapport aux résultats escomptés. La réalisation de stratégies d'atténuation est en cours à cet égard.

1. Étude de cas 001 – Stockage et consommation ultérieure de l'énergie solaire PV pour la recharge rapide de VE – aucune incidence sur le réseau. L'étude de cas démontre l'atteinte des objectifs suivants du projet :
 - Stockage de l'énergie solaire PV dans des batteries au lithium-ion (le SSEB) pour consommation ultérieure;
 - Démonstration de la capacité de gérer de multiples ressources énergétiques décentralisées sur le même réseau de distribution; faire la recharge des batteries du SSEB au niveau de puissance que produit les installations solaires PV;
 - Alimenter les VE des batteries du SSEB en fonction de la demande de recharge;
 - Démontrer la capacité d'atténuer l'incidence de la recharge de VE sur le réseau par le stockage d'énergie; la recharge concurrente de deux VE entièrement déchargés au niveau 3 (recharge rapide CC) sans une baisse remarquable de la qualité du service d'alimentation.

L'attente était la suivante : que le système puisse faire la recharge rapide de deux VE sans consommation énergétique nette du réseau et sans incidence négative importante sur la qualité énergétique du réseau local de distribution. Selon les résultats des essais, le système a réussi à faire la recharge rapide des VE en consommant seulement 0,45 kWh du réseau (approvisionnement moyen de 0,61 kW). La recharge des VE au cours de la période des essais était d'environ 21 kWh. Ainsi, la capacité de faire la recharge de VE sans faire appel au réseau a été confirmée.

2. Étude de cas 002 – Soutien de la charge en cas de panne de courant. L'étude de cas démontre l'atteinte de l'objectif suivant du projet :
 - En cas de panne de courant, assurer l'îlotage et soutenir une partie de la charge du campus

L'attente était la suivante : la synchronisation et la reconnexion du système au réseau après le déclenchement du disjoncteur. L'essai était considéré comme réussi, sans écart important.

3. Étude de cas 003 – Îlotage intentionnel – Recharge des VE à partir du SSEB. L'étude de cas démontre l'atteinte de l'objectif suivant du projet :

- L'utilisation de l'énergie stockée de 500 kWh pour soutenir une partie de la charge îlotée en isolation du réseau principal; l'îlotage intentionnel des bornes de recharge dont l'énergie stockée est la source.

Lors de l'essai, le plan entré dans le système de gestion d'énergie (SGE) précisait une période d'îlotage intentionnel de deux heures après un retard de 45 minutes. Il a été observé que le SGE a planifié et effectué la hausse rapide de l'état de charge du SSEB, de 26 à 48 %, par l'importation de puissance du réseau. Le système s'est déconnecté du réseau au moment prévu et la recharge rapide des deux VE était entièrement effectuée. La reconnexion du système au réseau s'est faite au moment prévu. L'essai était considéré comme réussi, sans écart important.

4. Étude de cas 004 – Distribution optimale de l'électricité dans un microréseau. L'étude de cas démontre l'atteinte de l'objectif suivant du projet :

- la distribution optimale de l'électricité de multiples ressources énergétiques décentralisées dans un microréseau en interaction avec le réseau.

Lors de l'essai, un horaire a été entré dans le SGE, précisant des cibles d'approvisionnement en courant du réseau : d'abord, en permettant l'approvisionnement en courant du réseau pendant une période en particulier; ensuite, en interdisant l'approvisionnement du réseau pendant une période en particulier; enfin, en permettant l'approvisionnement au moins dans une certaine mesure pendant une période en particulier. L'essai était considéré comme réussi, sans écart important.

5. Étude de cas 005 – Traitement des anomalies au niveau du système. L'étude de cas démontre l'atteinte de l'objectif suivant du projet :

- Vérifier que le système de commande et les composants électriques du système *Energy OASIS* offrent les capacités suivantes :
 - détecter des anomalies et des défaillances dans les composants critiques;
 - agir comme un ensemble en cas d'anomalie ou de défaillance d'un composant critique de manière à automatiquement rendre sécuritaire l'ensemble du système *Energy OASIS* et à faire connaître son état;
 - informer activement et rapidement les opérateurs figurant sur une liste établie au préalable d'une anomalie ou d'une défaillance dans un composant critique.

L'essai était considéré comme réussi, sans écart important. Actuellement, le nombre d'avis d'erreur est considérablement plus élevé que nécessaire. Il faut plus de travaux pour s'assurer que les avis sont traités de façon fiable et que des filtres sont intégrés pour faciliter l'établissement de la priorité des événements.

6 Réalisations et résultats du projet

Éléments livrables

Le projet *OASIS* a atteint ses objectifs et les éléments livrables ont été réalisés, notamment les suivants :

1. La démonstration de l'intégration réussie d'un système d'énergie solaire photovoltaïque (PV) de 250 kW dans le microréseau intelligent du BCIT;

2. La démonstration du stockage de 500 kWh d'énergie pour soutenir une partie de la charge îlotée en isolation du réseau principal, par l'îlotage intentionnel des bornes de recharge dont l'énergie stockée est la source;
3. La démonstration de la capacité d'atténuer l'incidence de la recherche de véhicules électriques (VE) sur le réseau principal au moyen d'un système de stockage d'énergie par la recharge concurrente de deux VE entièrement déchargés au niveau 3 (recharge rapide CC), sans une baisse remarquable de la qualité du service d'alimentation;
4. La démonstration de la capacité de gérer de multiples ressources énergétiques décentralisées dans le même réseau de distribution, y compris la distribution optimale et l'îlotage : la mesure de la production de sortie des panneaux PV sera égale à la commande de recharge des batteries de stockage;
5. La diffusion des connaissances acquises au cours du projet au profit des intervenants, notamment par la prestation d'un certain nombre de présentations ainsi que la publication de vidéos et de documents techniques (voir la section 9).

Les installations du projet *OASIS* ont permis de démontrer avec réussite la distribution de diverses sources d'énergie, notamment des sources d'énergie « douce » et « dure », aux fins de la gestion rationalisée des charges. Le projet *OASIS* englobait les éléments essentiels à la réalisation des « stations-service » de l'avenir pour les véhicules électriques. Il a permis de démontrer la capacité de coordonner la réalisation de transactions infonuagiques de recharge dans un réseau de distribution d'électricité très restreint, et ce, afin de fournir un service très nécessaire pour faciliter l'émergence du transport écologique au Canada.

Données préliminaires du projet

Le système *Energy OASIS* est en grande partie opérationnel depuis le début mars 2014 alors que la plupart de ses composants étaient intégrés et fonctionnels, dont le système d'automatisation des postes (SAP), le système de stockage d'énergie par batterie (SSEB) et les bornes de recharge rapide CC. Les bornes de recharge de niveau 2 en sont l'exception, étant intégrées au début de juin 2014. Au cours de « l'année de collecte de données » (c'est-à-dire de mars 2014 à mars 2015), il s'agissait de réaliser des activités continues de mise en service et d'essai dans des conditions météorologiques diverses et dans le cadre des études de cas. Les données obtenues de ces activités et portant sur chacun des composants du système ont fait l'objet d'analyses afin d'en tirer des conclusions préliminaires.

Données sur les installations solaires PV

La production d'énergie solaire photovoltaïque (PV) au cours de l'année de collecte de données était de 49,462 MWh (mégawattheures). En moyenne, la production la plus élevée d'énergie PV en 15 minutes était de presque 200 kW. La puissance instantanée observée la plus élevée était de 246 kW. La collecte de ces données a eu lieu lors du fonctionnement partiel du système. Tel qu'il a déjà été mentionné dans le présent document, certains facteurs ont eu une incidence sur la disponibilité du système et en ont empêché le fonctionnement continu.

Pour calculer le pourcentage du temps de fonctionnement mensuel du système, les données des prévisions solaires (les heures pendant lesquelles la production d'énergie solaire était probable) ont été comparées aux données sur la production mesurée d'énergie solaire (soit de 0 kW lorsque le système n'était pas en état de fonctionnement). Comme il est présenté dans la figure ci-dessous, les pourcentages du temps de fonctionnement étaient faibles au début de la première moitié de l'année de

collecte de données alors que des problèmes avec les composants étaient en cours de résolution, soit quatre mois au-dessous de 20 %. Il y a eu une amélioration considérable au cours de la dernière moitié de l'année de collecte de données, alors que la disponibilité du système était près de 65 % de façon constante. En général, le temps de disponibilité du système au cours de l'année de collecte de données était d'environ 42 %. En se fondant sur le temps de disponibilité au cours de l'année au complet et des valeurs mesurées de production d'énergie PV, il est possible de prévoir une production d'énergie solaire PV de 142,29 MWh par an alors que le système est fonctionnel à 100 %.

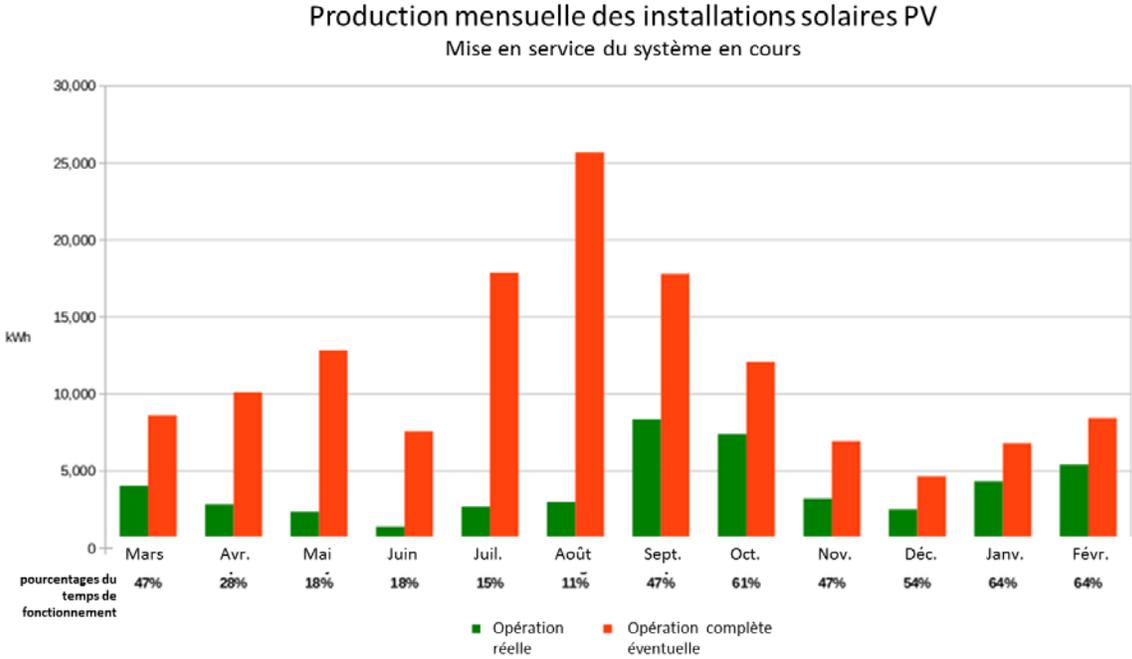


Figure 7-1 : Graphique présentant la production mensuelle des installations solaires PV

La principale cible des efforts pour l'année à venir est le fonctionnement continu du système à 100 %. Les données obtenues par la suite représenteront mieux la production réelle d'énergie solaire PV dont le système est capable.

Données sur les bornes de recharge rapide CC

Les deux bornes de recharge rapide CC du système *ENERGY OASIS* ont servi environ 169 fois au cours de l'année, pour une consommation de 1,296 MWh d'électricité. Les bornes de recharge ont servi à des véhicules des modèles suivants : Nissan Leaf, Mitsubishi iMiev et Tesla Model S. La Tesla Model S était muni d'un adaptateur CHAdeMO, une nouvelle technologie mise à l'essai dans le cadre du projet *Energy OASIS* avant une sortie récente. En moyenne, la durée d'une séance de recharge était d'environ 23 minutes et la consommation d'énergie était de 7,67 kWh. Malgré le fait que la disponibilité des bornes de recharge de VE du système *OASIS* n'avait pas encore été rendue publique, l'utilisation des bornes a augmenté au cours des mois précédents. Toutefois, une telle utilisation est toujours bien en deçà de la capacité du système.

Comme il est présenté dans la figure ci-dessous, une grande proportion de l'énergie consommée par les bornes de recharge est attribuable aux bornes lorsqu'ils sont en mode d'attente (c'est-à-dire, entre les séances de recharge). La consommation des bornes en mode d'attente représente 7 182 kWh ou 7,182 MWh, soit presque 85 % des 8,478 MWh consommés par les bornes au total. Lorsque les bornes sont en mode d'attente, le prélèvement de courant de chacune d'entre elles est d'environ 400 watts. Il s'agit vraisemblablement de la consommation du transformateur dans les bornes.

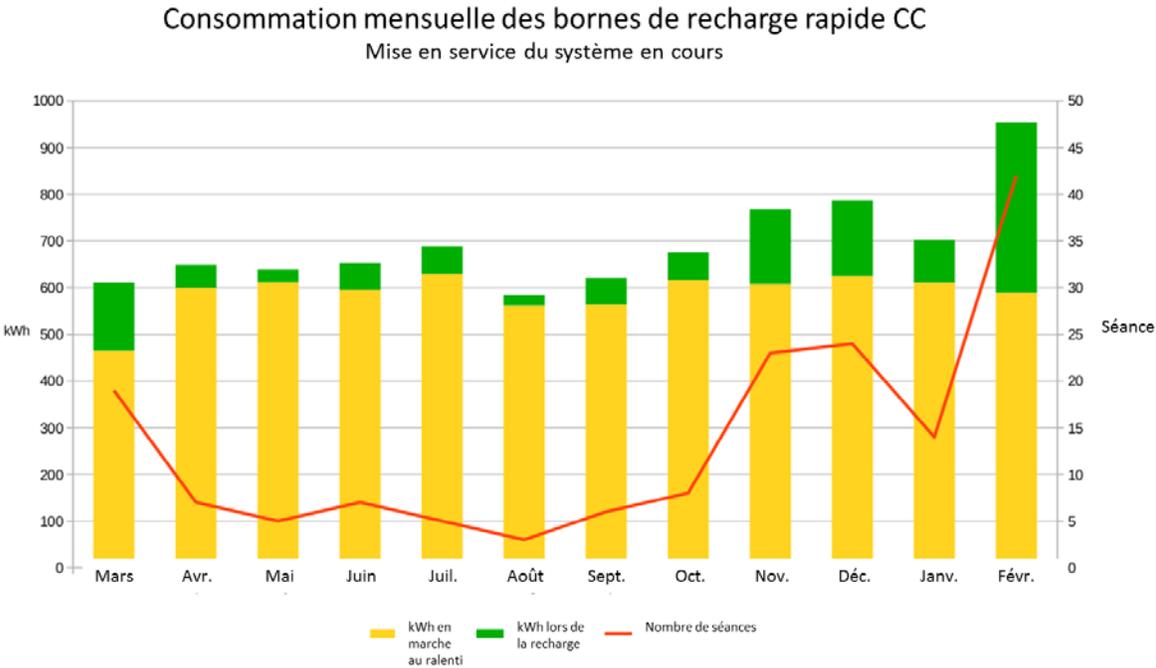


Figure 7-2 : Consommation mensuelle des bornes de recharge rapide CC

Lorsque les bornes de recharge rapide seront déployées à grande échelle, la consommation combinée d'énergie en mode d'attente ne sera plus négligeable pour ce qui est de l'incidence sur le réseau. Ainsi, l'occasion d'études supplémentaires se présente. Actuellement, le système Energy OASIS exploite des bornes de recharge CC d'un seul fournisseur (Schneider Electric). Ainsi, l'examen des bornes de recharge rapide CC d'autres fournisseurs (Eaton, ABB, etc.) et la comparaison du prélèvement de courant en mode d'attente de ces bornes s'imposent. Si la consommation énergétique observée de ces bornes de recharge est inhérente en mode d'attente, il est possible d'élaborer des stratégies d'atténuation. Par exemple, d'autres logiciels de commande pourraient être intégrés pour fermer le transformateur des bornes de recharge lorsqu'elles ne servent pas.

Données sur les bornes de recharge de niveau 2

Les deux bornes de recharge de niveau 2 étaient fonctionnelles moins souvent que les bornes de recharge rapide CC de trois mois. Par contre, elles ont été plus souvent utilisées : 199 séances de recharge pour une consommation d'environ 2,071 MWh d'électricité. À la différence des bornes de recharge CC, les bornes de recharge de niveau 2 ne sont pas munies d'un transformateur et consomment peu d'énergie en mode d'attente. Selon les observations, ces bornes de recharge ont servi

à des véhicules des modèles suivants : Smart Fortwo VE, Chevrolet Volt et Nissan Leaf. En moyenne, la consommation énergétique lors de chaque séance de recharge était de 10,4 kWh, la durée de chaque séance étant normalement de plusieurs heures. La consommation des bornes de recharge de niveau 2 au cours de l'année de collecte de données est présentée dans la figure ci-dessous.

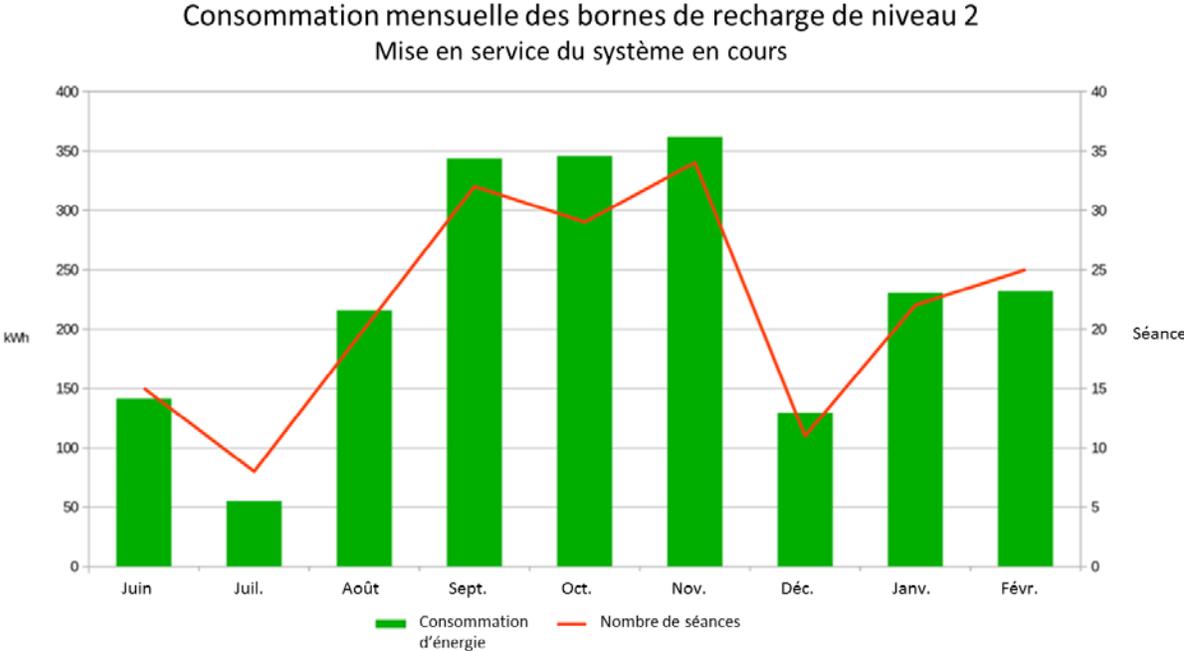


Figure 7-3 : Consommation mensuelle des bornes de recharge de niveau 2

Plusieurs instructeurs au BCIT et propriétaires de VE étaient les utilisateurs les plus fréquents des bornes de recharge. Évidemment, l'utilisation était moindre pendant les mois de congé (juin, juillet, août et décembre). Étant donné que la recharge des bornes de recharge de niveau 2 prend beaucoup de temps, il est improbable que l'utilisation de ces bornes augmente de beaucoup.

Étant donné l'intégration tardive des bornes de recharge de niveau 2 au système *Energy OASIS*, ces bornes ne sont pas actuellement sous la commande du logiciel du système de gestion de l'énergie (SGE). À l'avenir, les travaux pourraient viser l'ajout des contacteurs à commande liés à chacune des bornes de recharge au SGE, ce qui permettra de les allumer ou de les éteindre. De plus, ils peuvent être compris dans la planification énergétique et les algorithmes de gestion de la charge.

Observations et constatations préliminaires

Intégration du système de stockage d'énergie par batterie au lithium-ion

Le système de stockage d'énergie par batterie (SSEB) est le seul composant du système *Energy OASIS* qui peut constituer une source d'énergie (lors de la recharge d'un VE) et une charge (lors de sa propre recharge). Le comportement du système dépend de la planification énergétique et de la commande du gestionnaire de l'énergie du microréseau (MEM) en fonction du mode de fonctionnement, des conditions météorologiques et des prévisions sur la charge. Autrement dit, la fonction du SSEB est très

variable. Ainsi, il est impossible de tirer des conclusions révélatrices d'un examen uniquement des données sur la recharge des batteries et la recharge des véhicules.

Toutefois, plusieurs observations faites au cours de l'année de fonctionnement peuvent faire l'objet d'essais supplémentaires. Le SSEB peut stocker de l'énergie du réseau et du système solaire PV et fournir de l'énergie au réseau ou aux bornes de recharge de VE. Cependant, il y a des pertes lors de la conversion. Il a été observé qu'un cycle aller-retour d'acheminement d'énergie, en provenance et à destination du réseau, entraîne une perte d'énergie de 30 %. Autrement dit, une charge de 100 kWh du réseau, si elle est acheminée ensuite vers le réseau, ne sera que de 70 kWh. Les données de ce genre sont importantes aux fins de l'étude du stockage communautaire où il s'agit normalement de stocker de l'énergie pendant des périodes de faible demande et d'en charger pendant des périodes de grande demande. L'efficacité à cet égard peut avoir une incidence sur la faisabilité d'une telle utilisation de batteries. En ce qui concerne les pertes observées de 30 %, il faut des essais de plus long terme pour les confirmer ou les réfuter. Dans l'exploitation générale du système *Energy OASIS*, le SSEB ne joue pas un rôle de stockage communautaire. Ainsi, il faudrait concevoir d'études de cas propres à l'étude d'une telle fin.

À la fin septembre 2014, après environ sept mois de fonctionnement, un test de la capacité des batteries a été effectué afin de connaître l'état du SSEB. Les résultats ont permis de constater une baisse légèrement inférieure à 2 % de la capacité des batteries. Le test sera effectué de nouveau dans un avenir proche afin de connaître l'état du système après un an de fonctionnement. Aux fins de l'évaluation du rendement (perte de capacité par cycle de charge) du SSEB au fil du temps, les données sur la charge et la décharge peuvent être mises en corrélation avec l'état des batteries. Une analyse plus détaillée pourrait comprendre l'examen de l'état de charge des batteries pendant la recharge ou la décharge afin de mieux représenter un cycle de charge.

Solutions relatives à l'infrastructure des bornes de recharge CC et des VE

Au début du projet *OASIS*, les bornes de recharge CC sur le marché étaient encore en début de développement. Ces bornes n'avaient pas fait l'objet d'essais exhaustifs dans les conditions d'un système qui compose avec des fluctuations de puissance assez régulièrement. Dans ces conditions, les bornes de recharge détecteraient les fluctuations de puissance et déclenchent un défaut ou provoquent une remise à zéro. L'équipe du projet *OASIS* travaille actuellement avec des fournisseurs de technologies aux fins d'enquête et d'essai de solutions pour corriger ces défauts.

Par le passé, les utilisateurs finaux n'ont pas en général eu accès à des équipements comme des bornes de recharge CC qui commandent autant de puissance. À titre d'exemple, les fournisseurs sont toujours en cours d'apprentissage de la manière de concevoir des équipements qui exposent les conducteurs de VE à une puissance de ce genre. Un problème commun est celui de l'exigence précisée dans le code de l'électricité selon laquelle il faut munir les bornes de recharge CC d'un bouton d'arrêt d'urgence. En cas d'urgence, il actionne un disjoncteur à l'intérieur de la borne. Dans un milieu où le personnel est formé, le concept d'un bouton d'arrêt d'urgence est bien compris. Par contre, dans l'espace public, un gros bouton rouge constitue une cible pour les passants dont la curiosité peut donner lieu au déclenchement d'un bouton d'arrêt d'urgence non justifié. Pour réinitialiser la borne, il faut faire appel à un électricien qui doit l'ouvrir et réinitialiser le disjoncteur. D'après les activités d'échange de connaissances entre les responsables du projet *OASIS*, il ne s'agit pas d'un problème isolé. Il faut plus d'essais auprès du public pour trouver une solution réaliste à ce problème. De plus, chaque fournisseur a ses propres idées sur le

type d'informations qu'il faut afficher aux conducteurs de VE et sur la taille de l'affichage. Si l'on observe une pompe d'essence, les informations sont toujours les mêmes et la présentation est assez normalisée. À l'avenir, les travaux en collaboration avec les fabricants pourraient avoir pour objet la normalisation des informations et des commandes sur les bornes de recharge de VE, et sur la manière de présenter ces informations à l'utilisateur final de manière uniforme.

Les essais du système *OASIS* lors des études de cas et du fonctionnement dans un premier temps ont permis de relever un problème lors d'une panne de courant alors qu'un véhicule est en pleine recharge à l'une des bornes. Il arrive parfois que le VE affiche des codes d'erreur qui empêchent la voiture à accepter une charge de n'importe quelle source, jusqu'à un technicien de service annule les codes d'erreur. Le problème s'est répété lors de tests sur plusieurs bornes de recharge différentes et lors de chaque test, l'état de la voiture est le même. Malgré la probabilité restreinte que ce problème arrive souvent, les fabricants et les techniciens de mise en service de bornes de recharge CC doivent prendre des précautions pour prévenir un tel problème. Après avoir réalisé des essais, les responsables du projet *OASIS* ont déterminé que l'intégration d'un dispositif d'alimentation sans interruption (UPS) constitue un moyen pour atténuer le problème.

Mise à niveau des postes existants selon la norme IEC 61850

L'intégration d'un réseau conforme à la norme IEC 61850 dans un poste existant a posé un défi à plusieurs égards. Le service de gestion des installations du BCIT avait des préoccupations quant à la fiabilité des nouveaux équipements et quant à la capacité de ces équipements à assurer le même degré de sécurité que ses méthodes éprouvées. Le service des TI du BCIT avait acheminé les nouvelles connexions à fibre optique par les voies normales qui comprenaient plusieurs segments de fibres. Le Service de gestion des installations du BCIT a signalé la situation comme un risque possible, soit que la connexion à fibre optique pourrait être déconnectée, par mégarde ou par malveillance, et possiblement mettre le poste hors fonction. L'équipe du projet *OASIS* a pu atténuer le risque et répondre aux préoccupations du service de gestion des installations du BCIT par la conception d'une connexion de secours en cuivre. Ainsi, il y avait une connexion directe entre le relais du poste et le relais du poste de réception, configurée pour être sûre en cas de défaillance, alors que le service de messagerie (GOOSE) sur fibre a été configuré pour qu'en cas de perte de la connexion par fibre, le relais ne réagisse pas. En cas d'incident au poste de réception, la connexion à fibre optique améliore le temps d'intervention de 17 ms. Cette connexion a été reconnue comme une amélioration considérable par rapport au signal de déclenchement classique de cuivre seulement.

Interconnexion d'un microréseau au réseau primaire d'un service public

Le système *Energy OASIS* du BCIT est un système à onduleur connecté au réseau. Étant donné le besoin d'accès au courant de l'artère d'approvisionnement d'un service public, la connexion au réseau d'un tel système est essentielle. Une telle connexion doit répondre aux exigences techniques pertinentes de la norme IEEE-1547 et aux exigences des compétences diverses, notamment BC Hydro, la Ville de Burnaby et le Service des installations du BCIT aux fins de la fiabilité et la sécurité de l'exploitation. Les analyses et les tests prouvant la conformité à cet égard sont ensuite énoncés dans une « convention d'interconnexion » conclue par les intervenants pertinents.

Le processus de connexion du système *OASIS* s'est avéré une excellente occasion pour le développement de l'expertise des chercheurs du BCT et des partenaires de l'industrie dans des domaines où la connexion de centrales au réseau de BC Hydro est nécessaire. Les connaissances

acquises au cours du dépistage technique et du processus d'approbation du projet *Energy OASIS* peuvent s'appliquer dans des projets semblables où ces projets doivent répondre aux exigences précisées dans le document de BC Hydro pour la connexion de centrales de 35 kV et inférieur, « *35 kV and Below Interconnection Requirements for Power Generators* »³. On se rend compte du fait que la portée du présent document a récemment été élargie (mai 2010) pour inclure des technologies de génératrices à onduleur, telles que celles des systèmes d'énergie solaire PV. Il était prévu que le projet *Energy OASIS* constitue également une occasion pour le service de connexion et de distribution de BC Hydro d'étoffer les détails sur les exigences techniques des applications de ce type.

7 Démonstration et transfert des connaissances

Activité communautaire

Une activité de sensibilisation communautaire interne au BCIT a eu lieu au début de la construction, à l'intention du corps professoral, des étudiants et du personnel du BCIT. Les conférenciers étaient des intervenants du projet du BCIT et de BC Hydro.



Figure 9-1 : Activité de sensibilisation de la communauté du BCIT sur le système *OASIS*

Tours de démonstration du système *OASIS*

Le calendrier des visites au site du projet *OASIS* en 2014 est présenté à l'annexe D. Parmi les groupes ayant fait un tour de démonstration du site, mentionnons les suivants :

- l'APEGBC (British Columbia Association of Professional Engineers and Geoscientists);
- le laboratoire de l'Ouest du Conseil national de recherches du Canada (CNRC);
- le CEATI (Centre for Energy Advancement through Technological Innovation);
- l'Université Wilfred-Laurier
- Alpha Technologies Ltd.

Activités d'apprentissage et de diffusion externe du projet *OASIS*

Parmi les activités d'apprentissage et de diffusion externe à ce jour ou en cours, mentionnons les suivantes :

³ Document de BC Hydro – consulté le 23 mars 2015 :

http://www.bchydro.com/content/dam/hydro/medialib/internet/documents/info/pdf/info_distribution_interconnection_requirements.pdf

- la participation à l'atelier sur le stockage d'énergie du CNRC et de RNCAN;
- les conférences et les démonstrations continues pour les étudiants de l'École de l'énergie du BCIT, inscrits au programme de premier cycle en génie des réseaux électriques;
- les projets étudiants, notamment le projet d'analyse de vie de service des étudiants du BCIT au premier cycle en génie, à l'aide de composants des installations du système OASIS;
- les négociations en cours en vue d'un protocole d'accord avec l'APEGBC pour la prestation de colloques de perfectionnement professionnel.

8 Conclusions

Le projet *OASIS* a permis de démontrer la possibilité d'intégrer des sources d'énergie « douce » et « dure » à un réseau de distribution afin d'assurer l'approvisionnement fiable de charges imprévues comme celle des véhicules électriques (VE). Au cours du processus, le projet *OASIS* a démontré la viabilité des technologies de stockage d'énergie par batterie comme moyen de compenser la nature intermittente des sources d'énergie « douce » ainsi que le rôle qu'un système de gestion de l'énergie (SGE) peut jouer pour assurer la distribution de sources diverses d'énergie.

Le projet *OASIS* a démontré le fort potentiel de l'énergie solaire photovoltaïque (PV) comme source de production. En général, il faut accroître la capacité de stockage d'énergie à l'échelle du réseau par rapport à la capacité actuelle afin d'équilibrer la croissance attendue des sources d'énergie renouvelable propre, et pour équilibrer et stabiliser le réseau à mesure que l'approvisionnement du réseau devient plus variable en raison de facteurs tels que les suivants :

- Les stratégies de commande flexible des réseaux intelligents qui exploitent la capacité informatique du réseau ainsi que la protection numérique et les communications de commande;
- Un débit bidirectionnel de puissance dans la transmission et la distribution;
- Des microréseaux interagissant avec le réseau et des ressources énergétiques décentralisées à petite et moyenne échelle;
- La probabilité d'un ensemble composé du stockage d'énergie à l'échelle du réseau, de microréseaux capables de stockage local, de la transmission efficace de courant continu à haute tension (CCHT) à très grande distance à l'épreuve de systèmes météorologiques et de la gestion de la demande afin de maintenir la stabilité du réseau pour composer avec la pénétration importante et nécessaire de la production d'électricité à partir de sources intermittentes d'énergie propre pour approvisionner le réseau électrique.

Au début du projet *OASIS*, les bornes de recharge CC sur le marché étaient en début de développement. Il reste encore du travail à faire pour faciliter l'intégration de systèmes de recharge de VE au réseau classique. Les activités d'échange de connaissances dans le cadre du projet *OASIS* ont permis de constater que bon nombre de problèmes ne sont pas isolés. Par le passé, les utilisateurs finaux n'ont pas en général eu accès à des équipements comme des bornes de recharge rapide CC qui commandent autant de puissance. Les fournisseurs de bornes de recharge rapide CC sont toujours en cours d'apprentissage de la manière de concevoir des équipements qui exposent les conducteurs de VE à une puissance de ce genre. Si l'on observe une pompe d'essence, les informations présentées aux consommateurs sont assez normalisées. En ce qui concerne les postes de recharge de VE en général, de nombreuses théories existent sur le type d'informations qu'il faut afficher aux conducteurs de VE et sur la taille de l'affichage. Il faut plus d'essais auprès du public pour trouver une solution réaliste à ce

problème. Il faut encore plus de travail pour s'assurer de la planification adéquate de l'emplacement des bornes de recharge CC. Les responsables du projet *OASIS* sont en mesure de faciliter la planification stratégique solide d'une infrastructure pour VE en raison de sa capacité d'analyse des lacunes et d'établissement de rapports à cet égard.

Possibilités et prochaines étapes du projet

Les responsables des installations de démonstration du projet *OASIS* travaillent en vue d'accroître le temps de fonctionnement en réalisant des activités continues de mise en service du système et des essais de fonctionnalité dans des conditions diverses. De plus, des activités de suivi sont à l'étude, notamment dans les domaines suivants :

- la collecte de données sur le système et les composants intégrés et l'analyse de ces données (production, consommation, recharge de VE, batteries, etc.);
- le développement du logiciel de commande de l'IHM (interface humain-machine) du BCIT (l'application des bornes et une application mobile);
- l'intégration de la gestion du volt-ampère réactif (VAR) au système de gestion de l'énergie (SGE) du système *OASIS*;
- l'intégration du système à d'autres nanoréseaux intelligents faisant partie du microréseau intelligent du campus du BCIT;
- l'intégration du système *OASIS* dans l'application PlugShare;
- le développement de la capacité de réseautage du système *OASIS*;
- l'intégration de capacité de navigation et de technologies de mise en file d'attente dans le système *OASIS*;
- la poursuite des activités de diffusion des connaissances auprès des communautés d'intervenants.

Les installations de démonstration du projet *Energy OASIS* offrent des occasions uniques d'apprentissage et de recherche :

- la formation de techniciens des services publics;
- L'analyse des données de microréseaux à l'échelle communautaire ainsi que la modélisation et la recherche à cet égard;
- la recherche sur le stockage par batterie au lithium-ion à l'échelle du réseau;
- la démonstration et la validation de technologies de conservation;
- la formation en systèmes d'automatisation de l'énergie;
- la mise à l'essai et la validation de technologies de recharge de VE et de technologies connexes.