

Fonds pour l'énergie propre : Projet de démonstration avancé sur la gazéification de la biomasse pour la production combinée de chaleur et d'électricité

Rapport de projet public
Projet F12.016
Université de la Colombie-Britannique
Vancouver (Colombie-Britannique)
2015



Remerciements

L'Université de la Colombie-Britannique (UBC) remercie sincèrement la contribution financière de Ressources naturelles Canada (RNCan) à la construction de l'installation de recherche et de démonstration en bioénergie ou BRDF (BioEnergy Research and Demonstration Facility).

L'UBC remercie également les contributions financières à la BRDF d'autres organismes principaux de financement :

- Diversification de l'économie de l'Ouest Canada
- Technologies du développement durable Canada
- BC Bioenergy Network Association
- La province de la Colombie-Britannique
- Corvus Energy
- Alpha Technologies Ltd.
- FP Innovations
- Conseil canadien du bois
- GE Canada
- Nexterra Systems Corp.

Objectif du rapport

Le présent rapport a pour objectif de fournir des informations et des connaissances aux intervenants, entreprises ou municipalités qui considèrent l'investissement dans des installations semblables de production combinée de chaleur et d'électricité. Il s'agit d'un document d'accompagnement public au *Rapport sur les options de cogénération par biomasse* qui présente des analyses plus détaillées ayant pour but de déterminer la faisabilité de l'adoption d'un système de production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE), en se penchant sur des questions telles le coût actuel du carburant, les besoins en chaleur et en électricité, les coûts de la mise en place et de l'exploitation, l'efficacité de la technologie, la quantité de biomasse convenable dont on dispose et la durée de l'investissement. Le Rapport peut être consulté à : <https://research.ubc.ca/biomass-combined-heat-power-options-report>.

Table des matières

1.	Sommaire	1
2.	Introduction	2
3.	Contexte	3
4.	Description du système	5
4.1.	BRDF	5
4.2.	Système de stockage d'énergie électrochimique (SSEE)	6
5.	Objectifs et résultats	7
5.1.	Construction et mise en service d'un système de PCCE alimenté à la biomasse de 2 MWe sur le campus Point Grey de l'UBC	7
5.2.	Réaliser la capacité et consigner les coûts de fonctionnement ainsi que le rendement	8
5.2.1.	Les 12 premiers mois avant la conversion à la capacité bicom bustible	8
5.2.2.	Rendement jusqu'à présent	8
5.3.	Démonstration d'une application très reproductible susceptible d'accroître la valeur de la biomasse canadienne	10
5.4.	Démonstration du leadership du Canada dans l'innovation en matière de technologies de l'énergie propre et dans la commercialisation de ces technologies	10
5.5.	Lieu de recherche sur les applications de l'énergie renouvelable pour l'UBC, ses établissements partenaires, les membres de son corps professoral et ses étudiants	11
5.6.	Démontrer les possibilités sur le plan de l'offre et de la demande et présenter les avantages découlant de la mise en place d'un SSEE et d'une installation de PCCE	11
5.7.	Récupération d'énergie au moyen du système de récupération de la chaleur du moteur	12
5.8.	Démonstration de la BRDF comme fournisseur de la « charge de base » en énergie thermique au réseau d'approvisionnement de chaleur du campus	12
6.	Résultats	13
6.1.	Réalisations du projet	13
6.1.1.	Sur le plan financier	13
6.1.2.	Sur le plan social	13
6.1.3.	Sur le plan de l'environnement	14
6.1.4.	Sur le plan de la démonstration à pleine échelle	15
6.1.5.	Sur le plan de l'évolution, de projet de démonstration à fournisseur ferme	15
6.1.6.	Sur le plan de la contribution écologique continue	16
6.1.7.	Sur le plan du permis social	16
6.2.	Développement de la technologie	16
6.2.1.	Réalisation de la capacité bicom bustible du moteur GE J 620	16
6.2.2.	Croissance de la puissance nominale des composants du SSEE	16

6.2.3.	Déploiement commercial du nouveau contrôleur CORDEX HP et la disponibilité avant commercialisation de la plateforme Arm@da	17
6.2.4.	Faire la démonstration du produit de Corvus Energy dans une application de soutien du réseau	17
6.2.5.	Certification et approbation	17
6.3.	Défis et obstacles	17
6.3.1.	Détermination des sources de biomasse.....	17
6.3.2.	Permis social.....	18
7.	Conclusion et suivi.....	19
7.1.	Potentiel de reproduction.....	19
7.2.	Prochaines étapes	20
7.2.1.	Université de la Colombie-Britannique (UBC)	20
7.2.2.	Nexterra	20
7.2.3.	Alpha Technologies et Corvus Energy	20
7.2.4.	Le gouvernement	21

1. Sommaire

Afin de répondre à ses besoins en chaleur et en électricité et de réduire ses émissions de CO₂ liées aux combustibles fossiles, l'Université de la Colombie-Britannique (UBC) a entrepris la conception et la construction d'une installation « première au monde » de production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE) en septembre 2010, sur son campus de Point Grey dans la région métropolitaine de Vancouver (le Projet). Le Projet était unique pour deux raisons : en premier lieu, le combustible consisterait en la biomasse ligneuse propre de source locale et en deuxième lieu, l'électricité serait produite par un moteur alternatif à combustion interne, alimenté de gaz de synthèse tiré de la biomasse.

En 2011, le Projet a pris de l'expansion pour comprendre la récupération assistée de la chaleur évacuée prévue ainsi que l'intégration d'un système avancé de stockage d'énergie électrochimique et d'un système de gestion de l'énergie afin de fournir une source d'énergie de secours en cas de panne du réseau principal d'électricité. Au total, une capacité de stockage d'énergie électrique de 1 MWh par batterie lithium-ion a été installée dans trois « nœuds énergétiques » sur le campus.

En janvier 2013, le projet s'est élargi encore pour introduire une capacité bicombustible à l'installation de recherche et de démonstration en bioénergie ou BRDF (BioEnergy Research and Demonstration Facility). Il y avait trois facteurs de motivation. D'abord, la défaillance mécanique du système de conditionnement de gaz de synthèse propre en 2013 a empêché la production de gaz de synthèse de la qualité nécessaire à un moteur et ainsi, a écarté la possibilité de produire de l'électricité ou de récupérer la chaleur du moteur du système. Ensuite, il fallait assurer une redondance de la capacité de production d'énergie et donc de carburant pour que l'installation soit reconnue comme un fournisseur « ferme ». Enfin, il y avait la disponibilité de gaz naturel renouvelable (GNR) par l'entremise de FORTIS BC (<http://www.fortisbc.com/NaturalGas/RenewableNaturalGas/Pages/default.aspx>).

L'installation est exploitée depuis octobre 2012 et la croissance du rendement ainsi que de la disponibilité de l'installation se poursuit. En raison de la capacité bicombustible de l'installation, le rendement de cette dernière a dépassé les attentes de 75 %. Pendant la période allant du 1^{er} janvier au 31 mars 2015, l'installation a réalisé une disponibilité de 84 % et a produit environ 42 000 GJ de vapeur, 4,1 GWh d'électricité et 674 MWh d'eau chaude. À l'origine, le but pour la BRDF était le déplacement annuel de 5 498 tonnes de CO₂ provenant de la combustion de combustibles fossiles. Actuellement, l'installation déplace environ 6 679 tonnes d'émissions de CO₂ provenant de la combustion de combustibles fossiles et elle est en bonne voie de déplacer plus de 9 000 tonnes annuellement d'ici 2017. Tous les résultats de la mesure des émissions par des tiers montrent que les objectifs en matière de conformité de l'installation ont été dépassés.

Obtenir le permis social de construire et d'exploiter une installation de production d'énergie alimentée aux biocombustibles dans un milieu urbain a toujours été l'un des principaux objectifs du Projet. L'aval total du Projet de la part de la communauté constitue une référence pour d'autres qui envisagent la sélection d'un site urbain pour des installations semblables.

De plus, le Projet a constitué une plateforme unique pour l'élaboration et la mise en vitrine de nouveaux produits par les partenaires industriels. À titre d'« atout opérationnel », les partenaires sont également assurés que l'UBC continuera de maintenir la fonctionnalité de leurs produits respectifs. Sur le plan commercial, la BRDF a servi de site de référence à Nexterra pour son expansion réussie au Royaume-Uni, et à Corvus Energy et Alpha Technologies pour l'élaboration de nouveaux produits.

Enfin, au début du Projet, l'UBC souhaitait intégrer des occasions d'enseignement et d'apprentissage aux exigences opérationnelles de l'installation. À ce jour, des activités de recherche d'une valeur de plus de 500 k\$ ont été liées à l'installation.

L'UBC continuera de faire des améliorations progressives à la BRDF afin d'en accroître le rendement. Pour ce qui est du système de stockage d'énergie électrochimique (SSEE), le but ultime consiste en la citation de la technologie dans les directives techniques de l'UBC comme technologie acceptée par l'université pour la production d'énergie de secours dans des applications à l'échelle industrielle. À ce jour, la défaillance mécanique du système de conditionnement de gaz de synthèse reste à résoudre pour des raisons financières et autres (p. ex., le prix et la disponibilité de gaz naturel renouvelable). Si les conditions changent, la remobilisation du système de conditionnement de gaz de synthèse fera l'objet d'un examen et les mesures appropriées seront prises.

2. Introduction

Le présent rapport est fondé sur l'expérience opérationnelle de l'installation de recherche et de démonstration en bioénergie ou BRDF (BioEnergy Research and Demonstration Facility) sur le campus Point Grey de l'Université de la Colombie-Britannique (UBC). L'exploitation entière de la BRDF a commencé en octobre 2012 après une étape de conception, conception et mise en service sur deux ans. Il s'agit du premier site de démonstration en Amérique du Nord d'un système à l'échelle communautaire de production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE) à partir d'un moteur à combustion interne et alimenté à la biomasse ligneuse et au gaz naturel renouvelable (GNR). La BRDF exploite la technologie brevetée de gazéification de la biomasse ligneuse développée par Nexterra (<http://www.nexterra.ca/files/corporate-profile.php>) afin de produire du gaz de synthèse, qui sert ensuite à produire de l'énergie thermique ou électrique. (Pour une description plus détaillée de l'installation et de la technologie, consultez le site suivant : <http://sustain.ubc.ca/research/signature-research-projects/bioenergy-research-and-demonstration-facility>.)

Compte tenu de l'occasion que représentait la récupération de la chaleur évacuée par le moteur GE, qui alimente le générateur électrique, le projet a pris de l'expansion en 2012-2013 pour comprendre l'ajout d'un échangeur de chaleur et d'une interconnexion entre la boucle du système de refroidissement et d'évacuation du moteur et le système énergétique communautaire de l'université. En même temps, afin de satisfaire au besoin d'une source d'alimentation de secours en cas de panne du réseau électrique et de réaliser la démonstration « à échelle » d'un système intégré de production et de stockage d'énergie, l'UBC et ses partenaires, Corvus Energy et Alpha Technologies, ont entrepris la conception et le déploiement d'une capacité de stockage d'électricité de 1 MWh par batterie lithium-ion dans trois « nœuds énergétiques » sur le campus Point Grey de l'UBC et d'un système général de gestion et de contrôle axé sur la surveillance.

En janvier 2013, le projet s'est élargi encore pour introduire une capacité bicom bustible à la BRDF. Il y avait trois facteurs de motivation. D'abord, la défaillance mécanique du système de conditionnement de gaz de synthèse propre en 2013 a empêché la production de gaz de synthèse de la qualité nécessaire à un moteur et ainsi, a écarté la possibilité de produire de l'électricité ou de récupérer la chaleur du moteur du système. Ensuite, il fallait assurer une redondance de la capacité de production d'énergie et donc de carburant pour que l'installation soit reconnue comme un fournisseur « ferme ». Enfin, il y avait la disponibilité de gaz naturel renouvelable (GNR) par l'entremise de FORTIS BC (<http://www.fortisbc.com/NaturalGas/RenewableNaturalGas/Pages/default.aspx>) aux fins du maintien de l'utilisation de ressources renouvelables pour alimenter l'installation.

3. Contexte

Depuis 2007, Nexterra travaillait avec GE et sa filiale, Jenbacher Ltd, sur l'élaboration d'une nouvelle génération de systèmes alimentés à la biomasse de production combinée de chaleur et d'électricité de 2 à 10 mégawatts (MW). Le système proposé serait actionné par un moteur alternatif de Jenbacher Ltd, alimenté de gaz de synthèse conditionné que le système de Nexterra produirait. Les attributs du système font en sorte que la technologie est idéale pour des applications de PCCE et de production d'énergie thermique de façon « autonome » dans des installations industrielles et des établissements. Nexterra avait aussi élaboré un nouveau processus de conditionnement du gaz par le craquage thermique à grande efficacité pour surmonter tout problème d'encrassement du moteur et en avait démontré la capacité à l'échelle pilote. Nexterra et GE étaient enthousiastes à l'idée d'entreprendre une démonstration « à l'échelle d'une ville ».

Le 24 mars 2010, l'UBC s'est engagé à atteindre des cibles ambitieuses de réduction des gaz à effet de serre (GES) provenant des principaux pavillons d'enseignement sur le campus Point Grey :

- Réduction des émissions de GES en 2007 par encore 33 %, d'ici 2015;
- Réduction des émissions de GES de 67 % par rapport à 2007, d'ici 2020;
- Élimination de 100 % des émissions de GES d'ici 2050.

Le personnel de l'UBC s'est rendu compte qu'un partenariat unique, composé d'entités internes et externes, serait nécessaire pour atteindre ces cibles. Ainsi, il s'est engagé à profiter de sa capacité unique en gestion de projets, investissements des biens, recherche et résolution de problèmes en vue d'adopter et de déployer des concepts et des technologies à la fine pointe. Les cibles de l'UBC en matière de réduction des émissions de GES provenant de sa chaufferie alimentée au gaz naturel, la source la plus importante d'émissions de l'université, et le désir de Nexterra et de GE de faire la démonstration de la technologie de production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE) « à l'échelle d'une ville » correspondaient. C'était en 2009 que Nexterra et GE ont formé un partenariat afin de renforcer un projet de démonstration.

En 2011, l'UBC a entrepris un projet de conversion de l'alimentation du réseau de chauffage sur le campus Point Grey de la vapeur à l'eau chaude, dont la valeur s'élevait à 85 M\$. Cette conversion à l'eau chaude permettait aussi de considérer le « captage » de la chaleur à faible température produite par l'installation de recherche et de démonstration en bioénergie ou BRDF (BioEnergy Research and Demonstration Facility). Une analyse de l'occasion que représentait le moteur de GE a permis de confirmer que le moteur était un candidat idéal pour la récupération de la chaleur tant de la vapeur que de l'eau chaude et que ce faisant, le système en général serait plus éconergétique.

Également en 2011, une vérification de la sécurité de la BRDF a relevé le besoin d'alimenter l'installation en électricité en cas de panne du réseau. Au même moment, deux entreprises ayant leurs sièges à Vancouver, Alpha Technologies et Corvus Energy, souhaitaient faire la démonstration d'une installation intégrée de production et de stockage d'énergie à pleine échelle, fondée sur la nouvelle technologie de batterie de l'entreprise Dow Kokam. Les discussions initiales ont permis de déterminer encore une fois qu'il était possible de combler les besoins et les désirs de l'UBC, de Corvus Energy et d'Alpha Technologies. Ainsi, l'équipe s'est lancée sur la conception d'un réseau de distribution de l'énergie de 1 MWh et du système de gestion et de contrôle axé sur la surveillance.

La défaillance mécanique du système de conditionnement de gaz de synthèse propre en 2013 et la décision subséquente de ne pas réparer ou remplacer le système (dont le coût a été estimé à environ 1,4 M\$) ont écarté la possibilité de production d'électricité ou de chaleur et ont eu pour conséquence de

laisser l'ensemble des biens de production d'électricité de la BRDF à l'abandon. Après des discussions avec GE, la modification du moteur afin de l'alimenter au gaz de synthèse ou au gaz naturel semblait viable. De plus, l'achat de gaz naturel renouvelable (GNR) permettrait à l'UBC de respecter son engagement de réduction des émissions de GES. Par le complément de GNR aux biocombustibles ligneux et la mise en place d'une chaudière aux GNR produisant de la vapeur, l'installation pourrait être reconnue comme une source ferme plutôt qu'« interruptible » d'énergie thermique.

4. Description du système

4.1. BRDF

L'installation de recherche et de démonstration en bioénergie ou BRDF (BioEnergy Research and Demonstration Facility) fonctionne selon deux modes d'exploitation : le mode thermique et le mode PCCE. En mode thermique, l'installation produit seulement de l'énergie thermique sous forme de vapeur. En mode de production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE), l'installation produit de l'énergie thermique ET de l'électricité (voir la Figure 1). (Pour une description plus détaillée de la technologie et de l'installation, veuillez consulter le site suivant : <http://sustain.ubc.ca/research/signature-research-projects/bioenergy-research-and-demonstration-facility>)

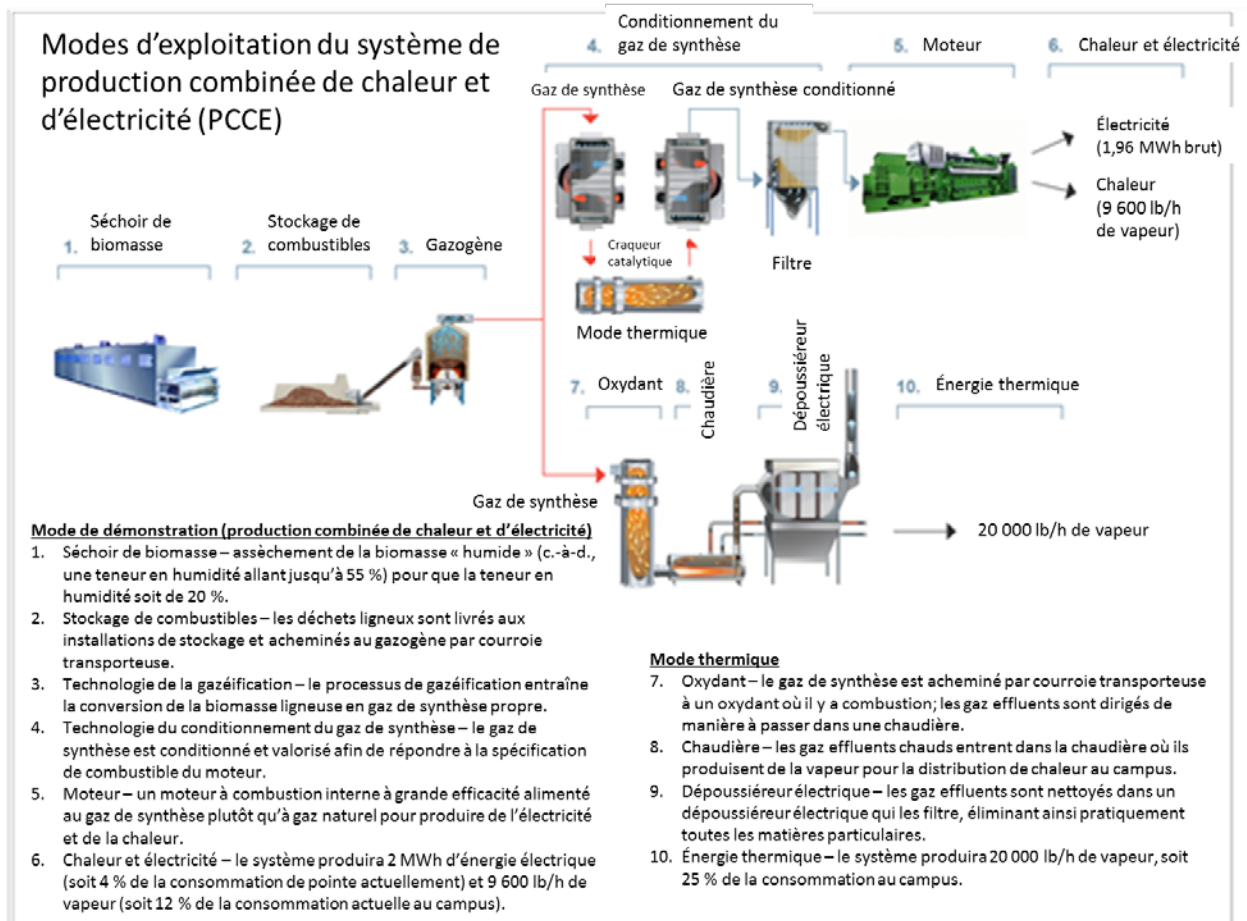


Figure 1 À l'origine, la BRDF a été conçue pour fonctionner selon l'un des deux modes suivants – le mode thermique ou le mode PCCE.

4.2. Système de stockage d'énergie électrochimique (SSEE)

Le SSEE consiste en un ensemble unique de technologies de batterie (Corvus Energy – voir le site : <http://corvus-energy.com/>) et de gestion de l'énergie (Alpha Technologies – voir le site : <http://www.alpha.ca/web2/>). Le réseau déployé compte des installations dans trois nœuds énergétiques sur le campus (voir le Tableau 2).

Lieu du nœud	Capacité prévue ¹	Fonction primaire
BDRF	312 kWh (énergie de secours : 1 h)	Approvisionner les ventilateurs et d'autres équipements nécessaires pour l'arrêt contrôlé de l'installation
Laboratoire NCE	416 kWh (énergie de secours : 4 h)	Faire un arrêt contrôlé des équipements de laboratoire Compléter l'approvisionnement du réseau à la communauté de base
Laboratoire Kaiser	273 kWh (énergie de secours 8 h)	Compléter l'approvisionnement du réseau à la communauté de base Intégration au circuit CC existant et aux équipements connexes Recherche sur des applications avancées du SSEE et démonstration



Tableau 1 Le nœud énergétique au laboratoire NCE a la capacité la plus importante de stockage d'énergie.

Les « nœuds », capables de fonctionner indépendamment, sont connectés à un système de gestion de l'énergie (SGE) afin de permettre une commande centrale autonome ou manuelle et automatisée.

¹ Dans le SSEE, il s'agit de la technologie de batterie lithium-ion, un produit de Dow Kokam

5. Objectifs et résultats

5.1. Construction et mise en service d'un système de PCCE alimenté à la biomasse de 2 MWe sur le campus Point Grey de l'UBC



Figure 2 Vue de l'intérieur de la BRDF

L'exploitation entière de la BRDF (voir la Figure 2) a commencé en octobre 2012 après une étape de conception, conception et mise en service sur deux ans. Il s'agit du premier site de démonstration en Amérique du Nord d'un système à l'échelle communautaire de production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE) à partir d'un moteur à combustion interne et alimenté à la biomasse ligneuse et au gaz naturel renouvelable (GNR). La capacité prévue de production d'énergie de la BRDF est résumée au Tableau 1.

CAPACITÉ PRÉVUE DE PRODUCTION D'ÉNERGIE		
Mode d'exploitation	Énergie thermique	Énergie électrique
Mode thermique ²	20 000 lb/h = 21 GJ/h = 5,8 MW	0
Mode PCCE	9 600 lb/h = 10 GJ/h = 2,8 MW	1,94 MWe (brut)

Tableau 2 : En mode PCCE, la BRDF est conçue pour produire 10 GJ/h d'énergie thermique et 1,94 MW d'électricité.

² Trois éléments de la BRDF produisent de l'énergie thermique : la chaudière, l'échappement du moteur et la chemise d'eau du moteur.

5.2. Réaliser la capacité et consigner les coûts de fonctionnement ainsi que le rendement

5.2.1. Les 12 premiers mois avant la conversion à la capacité bicomcombustible

Au cours des 12 premiers mois d'exploitation, l'installation a consommé plus de 7 000 tonnes de biocombustibles ligneux séchés au four (voir le Tableau 3).

Biomasse (TMS)	Disponibilité de la centrale (%)	Heures en mode thermique	Production de vapeur (GJ)	Heures en mode PCCE	Heures d'exécution du moteur	Électricité produite (MWh)
7 523	69 %	5 654	63 871	406	223	205

Tableau 3 Pendant les 12 premiers mois d'exploitation, la BRDF a réalisé une disponibilité de 69 %.

Même si l'installation a dépassé les prévisions en mode thermique, la cible n'a pas été atteinte en mode PCCE. Les équipements pour le mode PCCE ont été mis en service et la production de gaz de synthèse a commencé le 20 juillet 2012 (sous la direction de Nexterra). À l'automne 2012, une défaillance a été relevée dans le souffleur de suie et une nouvelle unité de souffleur de suie a été montée. Ainsi, de nouveaux essais ont été facilités au début de 2013. En juin 2013, au début du premier essai d'endurance de 100 heures, le déclenchement d'une alarme de température élevée du refroidisseur du gaz de synthèse a nécessité la mise hors service du système de conditionnement du gaz de synthèse. Après un examen progressif de l'unité et ensuite, le démontage de l'extrémité chaude de l'échangeur de chaleur, il était évident que l'unité avait fait défaut. Depuis, bon nombre de discussions ont eu lieu avec le fournisseur de l'équipement, mais aucune résolution pratique ou financièrement viable n'a été trouvée. L'objectif de fonctionnement durable ou à long terme en mode PCCE au moyen de gaz de synthèse conditionné reste à atteindre. Toutefois, l'objectif n'a pas été atteint en raison d'une défaillance mécanique et du coût connexe des mesures d'atténuation à cet égard. Il ne s'agit PAS d'une défaillance technologique.

5.2.2. Rendement jusqu'à présent

La disponibilité de l'installation continue de s'améliorer à un rythme constant (voir le Tableau 4). Depuis sa mise en service, l'installation a consommé presque 23 000 tonnes de matières sèches (TMS) de biomasse ligneuse. L'exploitation concurrente de tous les biens grâce à l'atteinte de la capacité bicomcombustible a permis de réaliser une croissance de la production d'énergie d'environ 75 % (voir le Tableau 5). Cette croissance importante en production d'énergie a eu pour effet de maintenir la viabilité financière de l'installation en permettant l'exploitation de l'installation dans le respect des attentes budgétaires de l'UBC, malgré la réduction considérable des coûts du gaz naturel.

	Biomasse consommée (TMS)	Disponibilité de la centrale (%)	Mode thermique (heures)	Alimentation du campus en vapeur en mode thermique (GJ)
EF 2012-2013 au total	5 491	66 %	4 112	41 582
EF 2013-2014 au total	9 390	86 %	7 411	108 074
EF 2014-2015				
T1 (avril à juin)	1 579	71 %	1 540	23 147
T2 (juil. à sept.)	1 827	88 %	1 954	25 112
T3 (oct. à déc.)	2 257	98 %	2 157	32 809
T4 (janv. à mars)	2 192	84 %	1 836	34 272
EF 2014-2015 au total	7 854	85 %	7 487	115 339
Total	22 736	80 %	19 010	264 995

Tableau 4 Rendement en mode thermique – la BRDF a réalisé une disponibilité de 85 % entre le 1^{er} avril 2014 et le 31 mars 2015.

	Biomasse consommée pour le fonctionnement du moteur (TMS)*	Heures en mode PCCE (biomasse)	Heures d'exécution du moteur	Électricité produite (MWh)
EF 2012-2013 au total	92,3	262	154	151
EF 2013-2014 au total	32,8	144	69	54
EF 2014-2015 au total	0	0	0	0
Total	125,1	406	223	205,3

*Estimation fondée sur l'équilibre masse-énergie

Tableau 5 Rendement en mode PCCE – alimentée au gaz de synthèse à partir de biomasse, la BRDF a produit 205,3 MWh avant la défaillance mécanique du système de conditionnement de gaz de synthèse propre en 2013.

	Entrée de gaz en mode GNR (GJ)	Disponibilité du moteur (%)	Heures d'exécution du moteur	Alimentation du campus en vapeur (GJ)	Alimentation du campus en électricité (MWh)	Alimentation du campus en eau chaude (MWh)
T1 (avril à juin)	0	0 %	0	0	0	0
T2 (juil. à sept.)	25 973	70 %	1 539	5 149	2 209	524
T3 (oct. à déc.)	41 834	93 %	2 062	9 162	3 802	553
T4 (janv. à mars)	44 468	98 %	2 116	7 683	4 134	674
EF 2014-2015 au total	112 274	65 %	5 717	21 993	10 145	1 751

Tableau 6 Rendement en mode cogénération au gaz naturel renouvelable (GNR)

Source	Mesure de la puissance nominale (MW)		
	Mode thermique à partir de biomasse	Mode PCCE à partir de biomasse	Mode PCCE par cogénération
Chaudière à vapeur	6,0	1,5	6,0
Chaleur de la vapeur (récupération du moteur – échappement)		1,4	1,4
Eau chaude (récupération du moteur – chemise d'eau)		1,0	1,0
Générateur d'électricité		2,0	2,0
TOTAL	6,0	5,9	10,4

Tableau 7 Croissance de l'énergie produite par la BRDF de 75 % en raison de l'atteinte de la capacité bicomcombustible.

5.3. Démonstration d'une application très reproductible susceptible d'accroître la valeur de la biomasse canadienne

Le *Rapport sur les options de cogénération par biomasse* récemment publié (<http://research.ubc.ca/vpri/biomass-combined-heat-power-options-report>) présente les informations nécessaires pour que les établissements, l'industrie et les communautés puissent déterminer la faisabilité de l'adoption d'un système de production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE) selon leurs circonstances respectives. Les questions à considérer comprennent les suivantes : le coût actuel de carburant, les besoins en chaleur et en électricité, les coûts de la mise en place et de l'exploitation, l'efficacité de la technologie, la quantité de biomasse convenable dont on dispose et la durée de l'investissement.

5.4. Démonstration du leadership du Canada dans l'innovation en matière de technologies de l'énergie propre et dans la commercialisation de ces technologies

À titre de responsable de la diffusion externe relative au Projet, le personnel de l'installation a accueilli plus de 1 200 personnes venues pour voir l'installation et s'informer sur le processus. L'installation a reçu bon nombre de prix et de distinctions, notamment : la certification LEED en 2012 (Gold Building); la reconnaissance de KPMG en 2012 (Infrastructure 100) pour des efforts exceptionnels en infrastructure urbaine et la reconnaissance du Conseil canadien du bois pour l'excellence en conception architecturale à partir de bois dans de grands projets commerciaux en 2013.

5.5. Lieu de recherche sur les applications de l'énergie renouvelable pour l'UBC, ses établissements partenaires, les membres de son corps professoral et ses étudiants

Des activités de recherche d'une valeur de plus de 500 k\$ ont été liées à l'installation. Parmi ces activités de recherche, mentionnons les suivantes :

- **Craquage catalytique du goudron – chercheurs principaux** : John R. Grace; Tony Bi
- **Extraction membranaire par l'hydrogène à haute température – chercheurs principaux** : John R. Grace; Jim Lim
- **Étude sur le cycle de vie de CLT – chercheur principal** : Alberto Cayuela
- **Étude sur le carburant dans la région métropolitaine de Vancouver – chercheurs principaux** : Shahab Sokhansanj; Anthony Lau
- **Incidence sur la mise à l'essai de matériaux de pipelines exposés à l'hydrogène – chercheurs principaux** : Chad Sinclair; Matt Roy
- **Étude sur la valeur ajoutée de cendres – chercheur principal** : Tom Troczynski
- **Examen de mécanismes de corrosion dans des vaisseaux en acier – chercheur principal** : Akram Alfantazi
- **Enquête métallurgique sur des problèmes liés aux matériaux à la BRDF – chercheur principal** : Steve Cockcroft
- **Programme B2H sur les gaz perfectionnés – chercheurs principaux** : Nexterra; UBC; Fortis; Quadrogen
- **Stockage d'énergie électrochimique (SSEE) – chercheur principal** : Martin Ordonez
- **Systèmes intégrés avancés AC-CC – chercheur principal** : Juri Jatskevich

5.6. Démontrer les possibilités sur le plan de l'offre et de la demande et présenter les avantages découlant de la mise en place d'un SSEE et d'une installation de PCCE

Dès le début, quatre catégories principales de possibilités de stockage d'énergie ont été déterminées en fonction de la valeur. Dans ces catégories, certaines fonctions précises susceptibles de représenter une valeur tangible ont également été déterminées, que cette valeur soit financière ou autre (p. ex., une occasion de recherche ou la prise de mesures vers l'atteinte d'objectifs ultérieurs). Les catégories et les fonctions connexes sont les suivantes :

1. Écrêtement de la demande
 - a. Réduction de la demande à l'échelle du campus pour le report de dépenses d'immobilisations
 - b. L'écrêtement de la demande locale pour atténuer la charge d'alimentation
2. Dispositif d'alimentation sans interruption (UPS)
 - a. Énergie de secours pour l'arrêt de la BRDF
 - b. Un UPS pour les charges critiques et les équipements sensibles de l'installation
3. Stabilisation du microréseau îloté
 - a. Stabilisation de la qualité de puissance
 - b. Croissance de la capacité d'approvisionnement
4. Élaboration de produits et recherche universitaire
 - a. Expérience pratique aux fins de la recherche et de la modélisation de SGE
 - b. Accès à la R-D de fond par l'entremise de partenariats

Selon les résultats (voir le Tableau 6) vérifiés par un tiers, Powertech Labs, les exigences en matière de rendement pour l'objectif à cet égard ont été réalisées dans au moins un nœud du SSEE, sinon de multiples nœuds.

Installation	Énergie de secours	Alimentation UPS	Qualité de puissance	Écrêtement de la demande	Intégration de ressources renouvelables	Gestion de la charge (Installation)	Gestion de la charge (alimentation)
BRDF	✓			✓		✓	✓
Laboratoire NCE		✓	✓*	À déterminer		✓	
Laboratoire Kaiser		À déterminer	À déterminer	À déterminer	✓	✓	
Système intégré				✓			✓

Tableau 6 La capacité d'un SSEE en matière de rendement a révélé diverses possibilités.

* Par le passé, il y avait des problèmes de qualité de puissance dans le laboratoire NCE, notamment une tension inférieure à la normale au point de prise à cause de conducteurs trop petits dans l'ensemble de l'immeuble.

5.7. Récupération d'énergie au moyen du système de récupération de la chaleur du moteur

L'énergie thermique est récupérée du système de refroidissement et de l'échappement du moteur (voir le Tableau 7).

Source	Mesure de l'énergie thermique (MWt)	Croissance dans le système global en %
Récupération de la chaleur de vapeur (échappement du moteur)	1,4	14 %
Récupération de la chaleur d'eau chaude (chemise d'eau du moteur)	1,0	9,6 %

Tableau 7 La chaleur de vapeur et d'eau chaude est récupérée de sources auparavant « ventilées ».

5.8. Démonstration de la BRDF comme fournisseur de la « charge de base » en énergie thermique au réseau d'approvisionnement de chaleur du campus

Pour être considéré comme fournisseur « ferme » à la charge de base de l'UBC, la redondance de l'alimentation est nécessaire. Par la mise en place d'une chaudière à gaz naturel ou au GNR dans l'installation et la capacité de s'approvisionner du réseau de BC Hydro dans l'éventualité où la BRDF ne produit pas d'électricité, la redondance de l'énergie thermique et électrique est réalisée et la capacité de la BRDF comme fournisseur « ferme » d'énergie au campus est confirmée.

6. Résultats

6.1. Réalisations du projet

6.1.1. Sur le plan financier

En se fondant sur l'investissement initial de capitaux de l'UBC de 8,35 M\$, l'atteinte du seuil de rentabilité est prévue pour 2028. L'investissement dans la réalisation d'une installation exploitable de production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE) et les technologies connexes, sans faire appel à un financement supplémentaire de tierce partie ou profiter de politiques de soutien gouvernemental, est difficile à justifier sur le plan financier. Veuillez consulter le *Rapport sur les options de cogénération par biomasse* (<http://research.ubc.ca/vpri/biomass-combined-heat-power-options-report>) pour une discussion plus approfondie à ce sujet.

Comme c'est toujours le cas dans une analyse de rentabilité, il y a un écart entre les valeurs réelles et prévues (voir le Tableau 8). Les coûts du combustible sont considérablement plus élevés en raison de l'utilisation de gaz naturel renouvelable (GNR) comme combustible principal du système de PCCE, et en raison de l'exploitation simultanée en mode thermique et en mode PCCE.

L'atteinte prévue du seuil de rentabilité a été reportée de deux ans étant donné le retard dans l'achèvement du projet et l'échec des efforts visant une production fiable d'électricité à partir de gaz de synthèse.

Facteurs	Analyse de rentabilité	
	Valeurs prévues	Émissions réelles
Investissement principal de l'UBC	8,35 M\$	8,15 M\$
Coût annuel de fonctionnement et d'entretien	1,4 M\$	1,1 M\$
Coût annuel de l'approvisionnement en combustibles	0,8 M\$	2,6 M\$
Prix du gaz naturel (2015)	11,1 \$/GJ	8,5 \$/GJ
Revenus générés	3,2 M\$	3,9 M\$
Atteinte prévue du seuil de rentabilité	2026	2028

Tableau 8 Le prix du gaz naturel a baissé d'environ 23 % au cours de la durée du Projet

Le tableau ci-dessus présente l'investissement en capital de l'UBC uniquement pour la phase initiale de la BRDF. Il ne comprend pas les dépenses liées aux projets complémentaires qui ont été récupérées du budget annuel d'exploitation de l'UBC.

6.1.2. Sur le plan social

La BRDF est devenue une caractéristique permanente de l'infrastructure du campus. Par la conception de l'immeuble et la sélection de son site, elle a fait une contribution positive au milieu de l'UBC. La

communauté reçoit des mises à jour régulières sur le rendement du système et elle adopte volontiers la présence de la BRDF. Pour répondre aux préoccupations initiales quant à la sélection du site de l'immeuble, à la circulation de camions, aux émissions atmosphériques et au bruit, des efforts considérables ont été déployés dès le départ pour engager et sensibiliser la communauté, suivis de mesures ou de la mise en place de protocoles. L'obtention du « permis social » continue de représenter un résultat positif clé du Projet qui a été communiqué à d'autres qui envisagent la possibilité d'installations semblables en milieu urbain.

6.1.3. Sur le plan de l'environnement

Selon la mesure effectuée par une tierce partie, les émissions sont bien inférieures au seuil d'émissions permises (voir le Tableau 9).

Exigences du permis	Source mesurée d'émissions					
	Séchoir		Chaudière		Moteur	
	Émissions permises	Émissions réelles	Émissions permises	Émissions réelles	Émissions permises	Émissions réelles
Matières particulaires (MP) (mg/m³)	15	3,9	15	2,1	15	1,3
Oxydes d'azote (NO_x) (mg/m³)	-	-	209	183	249,7	105
Composés organiques volatils (COV) (mg/m³)	10,4	9,6	10,5	2,2	40,9	31
Opacité (%)	5	<5	5	0	5	<5

Tableau 9 La mesure des émissions de la chaudière et du moteur est en fonction de 8 % d'oxygène. La BRDF continue de respecter le seuil d'émissions permises dans une installation alimentée à la biomasse.

À l'origine, le but pour la BRDF était le déplacement annuel de 5 498 tonnes de CO₂ provenant de la combustion de combustibles fossiles (une réduction des émissions de GES de 9 % par rapport à 2007). Actuellement, grâce à sa disponibilité accrue, l'installation déplace annuellement plus de 7 000 tonnes d'émissions de CO₂ provenant de la combustion de combustibles fossiles.

La mesure par un tiers des niveaux de bruit, effectuée dans le pavillon adjacent de résidence alors que l'installation fonctionnait à plein régime, a confirmé que les niveaux de bruit étaient conformes ou inférieurs au seuil établi au moment de la conception – 55 dB (le jour) et 45 dB (la nuit).

6.1.4. Sur le plan de la démonstration à pleine échelle

Le principal avantage de la BRDF et des projets complémentaires est la démonstration réussie de la viabilité des technologies connexes, tant individuellement que globalement comme partie d'un système. L'occasion continue de faire la démonstration du conditionnement de gaz de synthèse et l'exploitation du SSEE à des fins d'énergie de secours demeurent des objectifs non réalisés en raison de la défaillance mécanique et de l'hésitation des opérateurs, respectivement, et non pas de problèmes techniques. La reconexion du SSEE à la BRDF est prévue au printemps 2015 (afin de correspondre à l'arrêt prévu des équipements de la BRDF à des fins de maintenance). L'UBC continuera de vérifier la fiabilité du SSEE et les économies qu'il permet de faire. La vérification continue à cet égard permettra de renforcer la confiance que les opérateurs font au système et de justifier l'expansion potentielle du réseau.

Si les conditions financières sont appropriées (la disponibilité de composants de remplacement à des prix considérablement réduits, l'accès à un financement de tierce partie, la non-disponibilité et le coût plus élevé de GNR, etc.), l'UBC et Nexterra sont prêtes à considérer de nouveau la possibilité d'exploiter l'installation en mode PCCE au gaz de synthèse produit et conditionné sur place. L'occasion de résoudre la défaillance des équipements est plus intense en raison de la baisse des prix du gaz naturel depuis le lancement du Projet et jusqu'à présent – de 11,1 \$/GJ à 8,51 \$/GJ, respectivement.

La BRDF a servi de site de référence à Nexterra dans sa soumission retenue pour la construction d'un système thermique au Royaume-Uni. L'installation est aussi devenue une partie intégrante de l'infrastructure de production d'énergie de l'UBC et dans le plan d'action climatique de l'UBC, elle est citée comme l'un des principaux facteurs habilitant l'atteinte des cibles de l'université pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES).

Parmi les avantages du SSEE en particulier, mentionnons les suivants :

- 1) La démonstration d'une relation de développement et de projets continus avec l'UBC et non seulement avec la faculté de l'électricité et du génie informatique;
- 2) Le réseau du SSEE permet à Alpha Technologies, en partenariat avec ses clients, d'élaborer et de commercialiser d'autres applications de gestion de réseaux intelligents. Des leçons clés sur l'incidence de ces applications en seront le résultat, permettant ainsi une concentration sur l'élaboration d'autres produits et stratégies. La capacité de faire la démonstration à ses clients d'applications pour réaliser l'écrêtement de la demande et le partage de la charge à l'échelle d'une installation, de l'alimentation ou d'un campus, est particulièrement intéressante.

6.1.5. Sur le plan de l'évolution, de projet de démonstration à fournisseur ferme

Grâce à l'exploitation en mode « démonstration », l'équipe des opérations de l'UBC a eu la confiance nécessaire pour que l'installation devienne un fournisseur « ferme » d'énergie. La mise en œuvre de la capacité bicom bustible et de la redondance (production d'énergie thermique et électrique et approvisionnement d'énergie de secours) a permis d'atteindre l'objectif à cet égard. La BRDF et le réseau du SSEE sont devenus des éléments intégrants de la capacité de production d'énergie du campus. La mise en place de la technologie originale et des technologies complémentaires diverses, la production énergétique totale de l'installation s'est accrue de 75 %, a répondu à 22 % des besoins en chaleur de la communauté de l'UBC et a représenté plus de 4 % de la consommation d'électricité de base de l'UBC. En raison du besoin continu de vapeur au campus, la BRDF deviendra la source primaire de l'énergie de vapeur. L'intégration de capacités supplémentaires du SSEE sur le campus aura lieu au besoin.

6.1.6. Sur le plan de la contribution écologique continue

Actuellement, l'installation déplace environ 7 240 tonnes d'émissions de CO₂ provenant de la combustion de combustibles fossiles (voir le Tableau 10). Étant donné la disponibilité stable et en croissance de la centrale, l'UBC a confiance dans l'atteinte d'un déplacement annuel de plus de 9 000 tonnes d'ici 2017.

Période	Rendement	
	Émissions réelles	Rendement prévu
EF 2013-2014	6 679 tonnes	
EF 2014-2015	7 240 tonnes	
EF 2015-2016		8 910 tonnes
EF 2016-2017		9 434 tonnes

Tableau 10 La quantité en tonnes d'émissions de CO₂ provenant de la combustion de combustibles fossiles qui est déplacée continue d'augmenter au même rythme de la disponibilité de l'installation.

6.1.7. Sur le plan du permis social

Le processus d'obtention et de maintien du permis social nécessaire en vue de la sélection du site et de l'exploitation d'une telle installation en milieu urbain demeure un engagement clé de l'UBC. Le soutien que la communauté a témoigné envers l'exploitation continue de l'installation est un testament à l'engagement de l'UBC pour ce qui est de joindre le geste à la parole. L'installation à l'UBC et l'adoption de l'installation par sa communauté ont servi de référence à ceux qui proposent des installations alimentées à la biomasse ligneuse en milieu urbain et cette référence servira de nouveau (par exemple, la BRDF sert de site local de référence pour une installation proposée au Children's & Women's Health Centre à Vancouver).

6.2. Développement de la technologie

6.2.1. Réalisation de la capacité bicombustible du moteur GE J 620

Tel qu'il est monté, le moteur J 620 a été grandement modifié pour fonctionner au gaz de synthèse conditionné. La réalisation de la capacité bicombustible du moteur a nécessité des modifications importantes non seulement à la configuration originale, mais également à une configuration permettant la substitution intercombustible. GE a entrepris la conception, la fabrication et le montage du moteur à l'aide des suggestions et commentaires obtenus de ses sites dans le monde entier. Le fonctionnement par suite des modifications supplémentaires a confirmé que ces dernières ont réussi et que le moteur fonctionne comme prévu, voire mieux que prévu.

6.2.2. Croissance de la puissance nominale des composants du SSEE

L'exigence de fournir de l'énergie de secours à la BRDF a motivé l'élaboration, la mise en place, la mise à l'essai et le suivi par Alpha Technologies d'un système AMPS plus puissant, ayant une puissance nominale de 225 kVA. Avant le Projet, la limite de son produit était de 80 kVA. La réussite à cet égard a donné lieu à d'autres analyses, portant notamment sur la détermination d'autres débouchés pour la technologie, l'évaluation de la viabilité commerciale et les efforts nécessaires pour développer des technologies encore plus puissantes.

6.2.3. Déploiement commercial du nouveau contrôleur CORDEX HP et la disponibilité avant commercialisation de la plateforme Arm@da

L'élaboration, la mise à l'essai et la mise en œuvre de deux nouveaux produits d'Alpha Technologies, soit le contrôleur CORDEX HP et la plateforme Arm@da, a été nécessaire aux fins du suivi des flux d'énergie et pour tenir compte de multiples sources d'énergie à l'échelle tant des nœuds énergétiques que du réseau, respectivement. Pour ce qui est des nœuds énergétiques, le Projet a motivé la commande et l'intégration ou les communications entre les équipements d'Alpha Technologies et les modules de batteries au lithium-ion de Corvus Energy. Par conséquent, les deux entreprises peuvent offrir au marché une solution intégrée qui n'était pas disponible avant le Projet.

6.2.4. Faire la démonstration du produit de Corvus Energy dans une application de soutien du réseau

Avant le Projet, Corvus Energy visait surtout le secteur maritime du marché et avait une expérience restreinte en manutention et transport de matériel. L'intégration de sa technologie avec celle d'Alpha Technologies a permis à Corvus Energy d'offrir plus de produits dans les secteurs des sources fixes d'énergie et de l'intégration de ressources renouvelables d'énergie. Corvus Energy offre dorénavant une solution de stockage entièrement intégré avec certains produits de l'entreprise OutBack Power, un membre du groupe Alpha Technologies.

6.2.5. Certification et approbation

L'installation à l'UBC représentait le premier déploiement fixe des technologies de Corvus Energy. L'approbation de l'Association canadienne de normalisation (CSA) des modules de batteries au lithium-ion et l'approbation « Engineered Certified » des renforcements de la barre omnibus ont été obtenues. Ainsi, Corvus Energy peut introduire un produit approuvé par la CSA au marché.

6.3. Défis et obstacles

6.3.1. Détermination des sources de biomasse

Au lancement du Projet, une source bien établie de biomasse précise restait à déterminer. L'UBC a travaillé étroitement avec le fournisseur de biomasse afin de créer un approvisionnement en biomasse libre de contaminants et dont la teneur en humidité et la taille étaient constantes. Depuis le début du Projet, le fournisseur a apporté de nombreuses améliorations, notamment en effectuant un tri supplémentaire des combustibles avant l'expédition à l'UBC et en tentant de réduire l'absorption d'humidité pendant l'entreposage. Le but ultime de caractérisation du combustible reste encore à atteindre de manière constante, mais l'UBC a vu une amélioration dans la qualité du combustible reçu. Puisque la qualité du combustible a une incidence directe sur le rendement de l'installation et les coûts de maintenance connexes, l'UBC continuera de contrôler le combustible livré et d'agir en fonction.

L'incidence des activités à cet égard sera la disponibilité de matériel qui aura fait l'objet d'un tri plus poussé qu'auparavant. Par conséquent, les opérateurs d'autres systèmes énergétiques alimentés à la biomasse dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique auront l'occasion d'optimiser l'approvisionnement en combustibles de leurs systèmes en fonction du prix et du processus dont ils se servent, ainsi qu'un fournisseur prêt et capable de fournir le combustible précisé.

6.3.2. Permis social

La démonstration réussie de l'admissibilité de l'intégration d'une telle installation de PCCE alimentée à la biomasse dans la communauté était un élément important du Projet. Ainsi, l'obtention du permis social était essentielle. Trois préoccupations publiques importantes ont été relevées : la sélection du site de l'installation, la circulation de camions et les émissions. En fin de compte, de nombreuses réunions avec le grand public (du genre « portes ouvertes »), des présentations destinées à la University Neighbourhoods Association et des rencontres face à face avec des personnes ayant des préoccupations ont permis d'obtenir le soutien de la communauté. Tout au cours du processus, l'approche consistait à sensibiliser le public au sujet de la technologie et à développer leur confiance en la technologie. La démonstration tangible de la possibilité de déployer et d'exploiter des « centrales » alimentées à la biomasse et des SSEE de ce genre dans un milieu urbain et bâti en y causant un minimum d'effets représentent l'héritage de la BRDF.

6.3.2.1. Sélection du site de l'installation

En consultation avec les promoteurs du Projet, le personnel du service de planification de la communauté et du campus a réalisé une analyse approfondie des sites possibles pour l'installation. À l'origine, six sites ont été évalués. Les facteurs dans la sélection du site comprenaient les suivants : l'espace sur le site pour les manœuvres des camions, l'incidence de la circulation des camions sur les immeubles résidentiels, la compatibilité avec les plans existants et préliminaires du campus, la possibilité d'expansion de l'installation sur le site et la proximité aux raccordements des services publics.

6.3.2.2. Circulation de camions

Les préoccupations relatives à la circulation accrue de camions en raison de la livraison de combustibles comprenaient les suivantes :

Préoccupation	Stratégie d'atténuation
L'incidence sur la sécurité des étudiants des manœuvres de camions lors de chargements et de déchargements	<ul style="list-style-type: none">Les manœuvres des camions se feront lentement étant donné la taille des camions; ces manœuvres seront lentes et évidentes pour les piétons; les camions seront munis d'un signal sonore lorsqu'ils sont en marche arrière.
L'incidence de la circulation de camions sur la route vers l'installation	<ul style="list-style-type: none">Les routes précises des camions dépendront de la provenance des sources de combustibles; puisque l'installation se trouve au bord du campus, il n'y aura pas de circulation dans le campus à l'exception du court trajet de la promenade Marine le long du chemin Agronomy jusqu'au Lower Mall;Les camions arriveront de la promenade Marine, de l'est ou de l'ouest, en traversant des parties du bien-fonds en dotation de l'université (UEL) et de Vancouver, selon l'origine des trajets.

6.3.2.3. Émissions

6.3.2.3.1.1. Qualité de l'air

Dès le début, l'UBC s'est engagée à respecter ou à dépasser les normes de la région métropolitaine de Vancouver pour les installations alimentées à la biomasse en ce qui concerne les émissions normalement associées à la combustion du gaz naturel par la mise en place et l'exploitation d'un système de contrôle du bassin atmosphérique. L'UBC s'est également engagée à un contrôle continu et à la présentation de rapports à cet égard pendant la vie de service entière de la BRDF.

6.3.2.3.1.2. Bruit

Il y avait des préoccupations sur l'incidence du bruit ambiant continu de l'exploitation de l'installation et du bruit intermittent provenant des camions. L'UBC s'est engagé à un seuil de 55 dB le jour et de 45 dB la nuit, dont la mesure se ferait dans le pavillon adjacent de résidence. De plus, l'UBC s'est engagé à une plage établie d'heures de livraison de combustibles, le jour seulement.

7. Conclusion et suivi

La perception du public et l'adoption de ce dernier d'une installation de production d'énergie alimentée à la biomasse ligneuse en milieu urbain constituent le premier impact positif du Projet. Au cours de sa vie de service, le Projet de l'UBC fournira des preuves tangibles que le syndrome « pas dans ma cour » n'est viable ni logique comme perspective en ce qui concerne des installations de ce genre. À long terme, l'existence de l'installation à l'UBC avance et améliore la capacité des compétences qui entreprend la mise en service d'installations semblables à engager la communauté et, en fin de compte, à obtenir le permis social essentiel.

L'incidence sur l'UBC proprement dit constitue le deuxième impact positif du Projet. Avant le projet de la BRDF, l'équipe des opérations de l'UBC n'avait pas poursuivi une entreprise en apparence « à risque ». Le Projet a demandé à bon nombre de personnes d'agir « en dehors de la zone de confort » afin de profiter de l'occasion que représentent de nouvelles technologies et de nouveaux processus qui, normalement, n'auraient pas été retenus, et de les intégrer. Dans une grande mesure, le Projet peut être perçu comme l'annonce d'une « culture d'innovation » – soit un héritage qui permettra à l'UBC de mener la démonstration de nouvelles technologies en émergence « à l'échelle d'une ville ».

Enfin, le Projet a constitué une plateforme unique pour l'élaboration de nouveaux produits par les partenaires de l'industrie, Nexterra, GE, Alpha Technologies et Corvus Energy, et pour la mise en vitrine des capacités de ces partenaires. Le Projet a aussi donné lieu à l'établissement de partenariats entre ces partenaires, au soutien de la commercialisation conjointe (p. ex., entre Alpha Technologies et Corvus Energy), et avec l'UBC, sous forme de collaborations de recherche entre les partenaires et les étudiants. À titre d'établissement public et en raison de son « ouverture », l'UBC est un milieu parfait où faire venir des clients existants et potentiels pour voir directement l'application de ses technologies. À titre d'« atout opérationnel », les partenaires sont également assurés que l'UBC continuera de maintenir la fonctionnalité de leurs produits respectifs.

7.1. Potentiel de reproduction

Étant donné la conjoncture au Canada et les perspectives à l'échelle nationale et internationale pour ce qui est du prix du gaz naturel, il semble que les conditions propices à la reproduction des technologies sous forme d'un ensemble ne se présenteront pas à court ou à moyen terme. (Veuillez consulter le *Rapport sur les options de cogénération par biomasse* [<http://research.ubc.ca/vpri/biomass-combined-heat-power-options-report>]).

À cet égard et pour citer Nexterra³ :

« Afin de promouvoir l'exploitation de la bioénergie, bon nombre de pays développés ont adopté des programmes d'incitation qui améliorent les paramètres économiques de l'énergie de la biomasse. Ces programmes d'incitation constitueront un facteur important dans la promotion de l'industrie de la biomasse pourvu que les investisseurs croient pouvoir s'y fier au cours du terme fixé. Pour Nexterra, le Royaume-Uni sera un marché clé, et ce, parce que le Department of Energy and Climate Change [ministère de l'Énergie et des Changements climatiques] a annoncé que la gazéification est admissible, à titre de "Advanced Conversion Technology" [technologie de conversion de pointe], aux "2.0 Renewable Obligation Certificates" [certificats de titres renouvelables], soit la subvention la plus importante offerte. »
(traduction)

La possibilité de reproduction de systèmes uniquement thermiques semble plus probable, ou d'installations plus importantes dans lesquelles les unités de Nexterra sont regroupées et l'électricité est produite par une turbine à vapeur. [Voir l'article à l'adresse suivante : <http://www.bbc.com/news/uk-england-birmingham-31850813> [en anglais]]. Le besoin de l'établissement ou de l'existence d'un système énergétique communautaire pour distribuer l'énergie thermique produite constitue un facteur de complexité qui s'ajoute à l'application d'un système de PCCE « à l'échelle d'une ville ». Encore une fois, l'existence d'un système énergétique communautaire est plus probable en Europe qu'en Amérique du Nord.

À la lumière de son expérience avec la BRDF, Nexterra estime qu'à une échelle de production de moins de 10 MWe, le coût d'installation d'un réseau énergétique d'envergure industrielle et construit selon des normes internationales est d'environ 5 à 8 M\$/MWe, soit possiblement 50 % du coût pour l'UBC.

7.2. Prochaines étapes

7.2.1. Université de la Colombie-Britannique (UBC)

L'UBC continuera de faire des améliorations progressives à la BRDF afin d'en accroître le rendement. La réalisation d'une étude préalable de faisabilité de l'exploitation accrue de la biomasse pour atteindre la cible de réduction des émissions de GES de l'UBC d'ici 2020 est recommandée comme prochaine étape. Pour ce qui est du système de stockage d'énergie électrochimique (SSEE), le but ultime consiste en la citation de la technologie dans les directives techniques de l'UBC comme technologie acceptée par l'université pour la production d'énergie de secours dans des applications à l'échelle industrielle.

7.2.2. Nexterra

Nexterra poursuivra ses efforts visant la détermination d'occasions permettant de faire la démonstration de l'exploitation du mode PCCE et agira en fonction de ces occasions. Vu la conjoncture économique et politique, il semble que l'Europe représente le meilleur marché pour ses technologies.

7.2.3. Alpha Technologies et Corvus Energy

Même s'il semble qu'aucune occasion immédiate de vente n'est à l'horizon en raison de la conjoncture économique et du coût du système, le marché du stockage d'énergie semble être en émergence (vu la baisse des coûts de la technologie). Il est très probable que d'ici deux ans, Alpha Technologies et Corvus Energy auront des produits élaborés dans le cadre du Projet de SSEE à l'UBC qui génèrent des revenus.

³ Nexterra. Document interne, « Commercialization Plan for Gasification to Internal Combustion Engine », mars 2013.

7.2.4. Le gouvernement

Les politiques de soutien gouvernemental, notamment la *Greenhouse Gas Reduction Targets Act* (loi ciblant la réduction des gaz à effet de serre) de la Colombie-Britannique et la taxe sur le carbone de la province ainsi que le Règlement du Department of Energy and Climate Change (ministère de l'Énergie et des Changements climatiques) du Royaume-Uni, ont été soulignées comme des facteurs clés habilitant la mise en place et la reproduction de technologies de ce genre. Là où de tels instruments législatifs de soutien n'existent pas, les situations où ces technologies compensent les coûts de la production d'énergie au diesel ou d'autres combustibles fossiles ET où il existe déjà un système capable de distribuer l'énergie thermique produite semblent représenter la seule possibilité de reproduction financièrement viable. (Veuillez consulter le Rapport sur les options de cogénération par biomasse pour plus de discussion à cet égard : <http://research.ubc.ca/vpri/biomass-combined-heat-power-options-report>.)