

Rapport pour diffusion externe – Water Wall Turbine Inc.



Projet : 443 MH – Projet d'énergie marémotrice de Dent Island (WWT)

mars 2017



I. Sommaire

Le projet de Water Wall Turbine Inc. (WWT) a donné lieu au premier déploiement au monde d'un système de turbine marémotrice alimentant un microréseau éloigné ainsi qu'un système complexe de stockage d'énergie aux fins du remplacement du diesel. Malgré quelques défis, l'objectif global original du projet a été atteint, soit la construction d'une turbine marémotrice à coût concurrentiel en milieux fluviaux et océaniques sur la côte Ouest.

Les responsables du Dent Island Lodge ont offert d'être notre premier client aux termes d'une entente visant le remplacement de la production coûteuse d'électricité au diesel. Pour eux, le coût du diesel livré par barge était d'environ 65 cents le kilowattheure (kWh). Dans le projet de WWT, il s'agissait d'installer une turbine de 1 mégawatt (MW) alimentant une centrale de 500 kilowatts (kW) pour le Dent Island Lodge.

Le projet a commencé au début de 2014 après la réalisation d'une première étude d'ingénierie préliminaire ou FEED (*Front End Engineering and Design*), avec le soutien du programme de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation. La majorité de la première année du projet était consacrée à la planification détaillée de la construction et à l'établissement de la chaîne d'approvisionnement. En juillet 2016, la turbine WWTurbine 1 était prête au déploiement.



WWTurbine 1



Microréseau et stockage d'énergie

Au cours des activités de construction en 2015, l'entreprise WWT a été invitée à présenter une proposition de projet complémentaire d'élaboration d'un microréseau et d'un système de stockage d'énergie. L'entreprise a réussi à obtenir le soutien du Fonds pour l'énergie propre de Ressources naturelles Canada (RNCAN) à un montant correspondant à une contribution du Dent Island Lodge. Les fonds ont permis à WWT de créer le premier microréseau propriétaire alimenté par énergie marémotrice, dont les systèmes Powerpack de Tesla Energy permettent le stockage économique de 500 kWh d'énergie. La technologie de stockage d'énergie de Tesla dans un système éloigné hors réseau a été exploitée pour la première fois dans le cadre du projet à Dent Island. La collaboration à cet égard a donné lieu à la signature d'une entente-cadre entre WWT et Tesla Energy pour les ventes à valeur ajoutée relatives à notre système propriétaire de microréseau.

Le déploiement à précision du vaisseau de 550 tonnes a nécessité de nouvelles technologies d'ancrage et d'amarrage en fonction de forces dépassant 100 tonnes, de courants de plus de 10 nœuds et d'étales de courant de moins de 30 minutes.

WWT poursuivra les essais continus aux fins de l'optimisation du système au complet. Le déploiement initial a eu pour résultat la production d'énergie nette dépassant les attentes.

WWT tient à remercier sincèrement RNCAN et son personnel de son grand soutien tout au cours du projet. Sans l'aide qu'ils ont fournie, la réussite du projet n'aurait pas été possible.

II. Introduction

Le projet consistait en l'élaboration et la démonstration d'une centrale d'énergie marémotrice de 500 kW connectée au système propriétaire de microréseau de Water Wall Turbine Inc. (WWT), équipé du système de stockage d'énergie de Tesla de 500 kWh au Dent Island Lodge, dans une région éloignée de la côte ouest de la Colombie-Britannique. Le projet est une collaboration entre le Dent Island Lodge, le Fonds pour l'énergie propre de RNCAN et la Headwaters Foundation. Le Dent Island Lodge est un camp de pêche éloigné dans l'archipel de la rivière Campbell.

WWT a créé une solution technique innovatrice pour capter l'énergie marémotrice et hydrolienne de manière efficace. La technologie consiste en une structure flottante ancrée hébergeant une grande turbine qui tourne à faible vitesse. Cette technologie brevetée permet une extraction très efficace d'énergie : presque deux fois plus d'énergie que celle des dispositifs classiques à hélices. Les essais aux échelles de 1:100, 1:75, 1:25, 1:10 et 1:6 montrent une extraction très efficace d'énergie largement supérieure à 50 % par rapport à celle des dispositifs de type éolien, soit de 30 %. La technologie peut facilement être mise à l'échelle, d'un demi-mégawatt à 5 MW l'unité. Il est également possible de lier ces unités en série sur la largeur de canaux ou sur la longueur de canaux marémoteurs ou hydroliens pour multiplier la puissance. La flexibilité de cette technologie lui confère un grand potentiel sur le marché national et international.

III. Contexte

WWT a amorcé le projet au début de 2014 après la réalisation réussie d'une étude d'ingénierie préliminaire, financée par l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation. WWT a achevé la construction, le déploiement et la phase initiale de mise à l'essai le 31 octobre 2016.

Lors des phases d'installation et de mise à l'essai du microréseau, des données sur le rendement en temps réel ont été obtenues. Les premiers résultats après le déploiement ont dépassé les attentes. À partir de mai 2017, WWT poursuivra annuellement les essais et les activités pour optimiser le prototype actuel. Les données serviront à l'amélioration des concepts subséquents.

Le système de WWT permet d'extraire un pourcentage supérieur de la puissance disponible par rapport à d'autres systèmes qui ciblent uniquement l'énergie cinétique des courants. De plus, le système de WWT extrait l'énergie potentielle latente des courants en fonctionnant à la surface où les courants sont les plus forts. Il s'agit de la seule technologie permettant d'extraire l'énergie de courants à très fort débit au moyen de systèmes marémoteurs dont les vitesses peuvent varier de 0 à 14 mètres la seconde. En plus d'offrir une forte extraction d'énergie, la technologie de WWT est écologique et biologique et elle offre une production et une installation à faible coût ainsi qu'une construction et une installation simples.

De plus, le projet a donné à WWT l'occasion d'élaborer un prototype de système de gestion de microréseau afin d'intégrer la turbine à un système avancé de stockage de l'énergie. Le système intégré a eu pour effet de grandement améliorer la production d'énergie marémotrice et de remplacer davantage le diesel. Le microréseau intégré propriétaire de WWT et le système de stockage d'énergie sont uniques dans l'industrie mondiale de l'énergie marine.

IV. Objectifs

Le projet a réussi d'atteindre les trois principaux objectifs : 1) mettre à l'épreuve une nouvelle technologie rentable pour l'exploitation des ressources énergétiques marémotrices et hydroliennes; 2) fournir une vitrine pour le lancement d'un mode national et international de vente de produits et de services relativement à cette technologie; 3) élaborer un système de gestion de microréseau doté d'un système avancé de stockage d'énergie pour la production décentralisée et en régions éloignées.

Dans un premier temps, la technologie de la turbine de WWT a fait preuve de ses capacités et de son efficacité dans des cours d'eau étroits – la source la plus abondante d'énergie marémotrice et hydrolienne au monde. La poursuite des essais et des efforts d'optimisation au cours de la prochaine saison complète d'activité sera une occasion d'améliorer la technologie aux fins d'une application plus généralisée dans l'industrie de l'énergie marine. Les méthodes nouvellement créées d'amarrage et d'ancrage pour des activités dans des courants rapides et bidirectionnels en sont un bon exemple.

Le microréseau et le système de stockage d'énergie intègrent de multiples sources de production afin de maximiser le remplacement du diesel. Cette technologie propriétaire est essentielle pour répondre aux besoins d'énergie de communautés éloignées (hors réseau) de l'ensemble optimal de sources d'énergie renouvelable. Les marchés seront plus favorables pour les produits d'énergie renouvelable de bon nombre de fabricants d'équipement d'origine (FEO) et le Canada s'établira parmi les leaders mondiaux dans le domaine de l'énergie renouvelable. La période continue d'essais annuels de la mise en service complète ira de mai à septembre. Une fois prouvée, cette technologie mettra le Canada en avant-plan pour ce qui est de la production d'énergie marémotrice et hydrolienne.

V. Évolution du projet

Le projet à Dent Island a commencé à l'automne 2012 lors de l'étude d'ingénierie préliminaire financée par l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation.

Les objectifs comprenaient les suivants :

- La conception détaillée de la turbine proposée;
- Les permis et les demandes;
- La consultation des Premières Nations;
- Un modèle à l'échelle 1:100 pour la mise à l'essai dans le canal jaugeur;
- Un modèle à l'échelle 1:6 pour la mise à l'essai dans l'océan;

- Un rapport et une présentation sur les résultats entraînant possiblement le versement d'autres fonds par l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation pour le volet de démonstration.

Ensuite, il y a eu la phase de construction avec le soutien en partie du Fonds pour l'énergie propre.

Il s'agissait de ce qui suit :

- L'élaboration du concept détaillé de construction du vaisseau de 550 tonnes;
- La conception et l'approvisionnement de la turbine de 1 MW, d'un poids de 77 tonnes;
- La conception et l'approvisionnement de la centrale de 500 kWh et de la chaîne de commande;
- Le montage et la mise à l'essai des principaux composants;
- Le lancement, le déploiement, l'installation et la mise à l'essai du système d'énergie marémotrice.

Enfin, la dernière étape consistait en l'ajout du projet de microréseau et de stockage de l'énergie, rendu possible en partie par l'appel de projets innovateurs complémentaires du Fonds pour l'énergie propre de RNCan.

Cette étape comprenait ce qui suit :

- La définition du concept du système de microréseau éloigné « îloté » pour que les responsables de Dent Island puissent gérer la production marémotrice, le stockage d'énergie et la génératrice au diesel de secours;
- La construction et le déploiement d'un système autonome de gestion de l'énergie;
- L'approvisionnement du système de stockage d'énergie de 500 kWh de Tesla;
- La conception et l'élaboration de l'interface sur mesure entre le système propriétaire de gestion de microréseau de WWT et le système de gestion du stockage d'énergie de Tesla;
- Le système de commande intuitive et sécurisée en ligne aux fins de la surveillance à distance et la mise à jour des logiciels.

VI. Description du système et de son application

Le système de turbine marémotrice de WWT comporte trois principaux sous-systèmes – la turbine marémotrice flottante, le système propriétaire de gestion du microréseau et le système de stockage d'énergie.

Le système de turbine marémotrice de WWT peut être vendu comme installation complète clé en main. Sinon, le microréseau et le système de stockage d'énergie peuvent être vendus individuellement pour être employés dans d'autres systèmes d'énergie renouvelable.

Le système de turbine marémotrice peut être mis à l'échelle de 0,5 à 2 MW. De plus, des groupes électrogènes multiples peuvent être installés en parallèle pour répondre à une demande d'énergie plus importante. Le microréseau et le système de stockage d'énergie peuvent être mis à l'échelle, de 0,5 MWh ou de grands parcs industriels de stockage.

Le système de microréseau de WWT offre l'avantage clé de pouvoir gérer et synchroniser de multiples sources d'énergie dans un milieu éloigné (hors réseau) aux fins d'un approvisionnement stable en fonction de la charge, une caractéristique essentielle qui sera nécessaire à toute communauté éloignée pour remplacer le diesel par des sources d'énergie renouvelable. Aucune source unique d'énergie renouvelable – dont la production d'énergie est intermittente et variable – ne peut assurer l'approvisionnement fiable d'énergie à longueur d'année sans un système de gestion et de stockage tel que celui fourni par WWT.

Le premier système à Dent Island gère les sources d'énergie : la turbine marémotrice, le stockage d'énergie et le diesel. Le système de stockage d'énergie de 500 kWh assure l'approvisionnement fiable d'énergie en période d'étalement de courant. De plus, il intègre des sources multiples d'énergie afin de répondre à la demande en période de pointe.

Actuellement, WWT ajoute des interfaces pour l'énergie solaire et éolienne afin d'assurer l'approvisionnement fiable toute l'année à des communautés éloignées.

Le schéma suivant présente ces systèmes.

Schéma du système de WWT



WWTURBINE 1



Système de gestion d'énergie

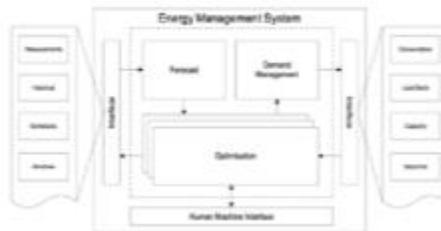
Système de gestion de microréseau

- Centrale marémotrice
- Système de stockage d'énergie par batterie
- Groupes électrogènes diesel (3)
- E-house
- Convertisseurs
- Transformateurs de tension



SGE

- Unité noire; démarrage et priorité
- Capacité de détection de la charge
- Capacité de suivi de la charge
- Régulation de la fréquence
- Communication en ligne
- Commande de l'opération totale
- Processus de synchronisation



Système de stockage d'énergie

- Approvisionnement fiable d'énergie de sources intermittentes
- Possibilité de mise à échelle
- Charge/décharge rapide
- Surveillance à distance



VII. Résultats

Tous les objectifs originaux du projet ont été atteints :

1. Mettre à l'épreuve une nouvelle technologie rentable pour l'exploitation des ressources énergétiques marémotrices et hydroliennes;
2. Fournir une vitrine pour le lancement d'un mode national et international de vente de produits et de services relativement à cette technologie;
3. Élaborer un système de gestion de microréseau doté d'un système avancé de stockage d'énergie pour la production décentralisée et en régions éloignées. Une fois établie, cette technologie pourrait mettre le Canada en avant-plan de la production d'énergie marémotrice et hydrolienne.

Bien que tous ces objectifs principaux aient été atteints, il y a eu plusieurs déviations du plan de travail à cause de ce qui suit :

1. Une prolongation du calendrier du projet en raison de trois facteurs principaux : des retards dans la construction du vaisseau et la reprise de composants clés fournis par des sous-traitants;
2. Une hausse budgétaire en raison d'importants coûts de construction excédentaires et le déclin imprévu de la valeur du dollar canadien pour les paiements aux fournisseurs américains de composants;
3. Des retards dans la coordination des sous-traitants divers sur le site éloigné (accessible seulement par bateau ou par hydravion).

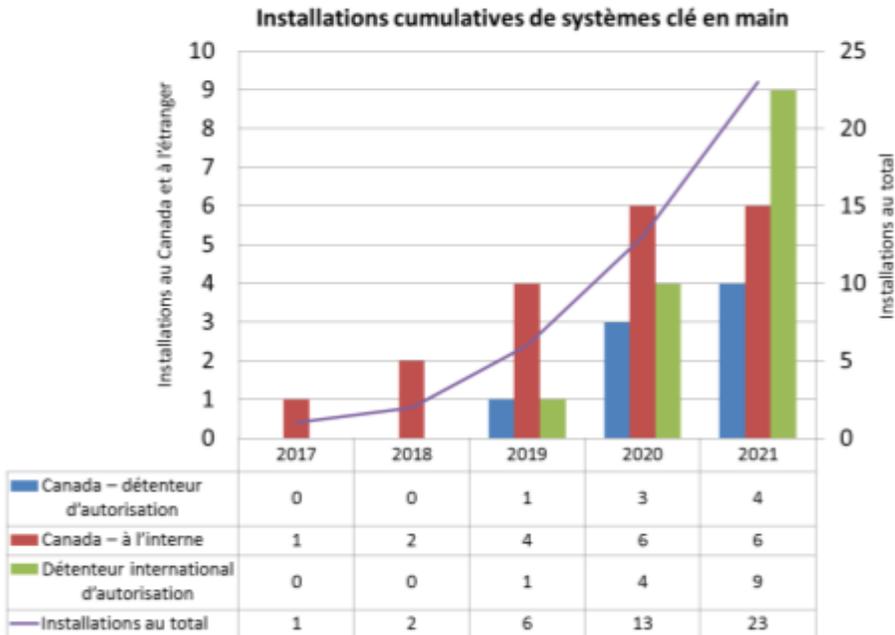
D'autres réalisations importantes sont les suivantes :

Une première période brève d'essais a été réalisée et la période complète d'essais de mai à septembre 2017 pendant la saison d'activité du Dent Island Lodge.

La conception et l'installation du système unique d'amarrage et d'ancrage pour maintenir la turbine en place sous la force énorme de courants bidirectionnels étaient une grande réussite. L'installation a nécessité l'emploi de méthodes improvisées particulières pour fixer solidement les points d'ancrage pendant de très courtes fenêtres entre courants de marée dépassant 10 nœuds.

La commande hors réseau de la synchronisation de la fréquence et l'approvisionnement fiable d'énergie selon la charge des appareils de production d'énergie renouvelable tant variables qu'intermittents ont été réalisés.

Les projets annuels d'installation de systèmes clé en main sont présentés dans le graphique ci-dessous.



VIII. Leçons tirées

- WWT a surmonté de grands défis dans la mise en service d'un système novateur de stockage d'énergie et de gestion d'un microréseau dans des conditions de marée rigoureuses. L'entreprise a pu concevoir un système solide d'ancrage, poser le câble et connecter le système dans un lieu éloigné en faisant appel à de nombreux sous-traitants et partenaires et a tiré un grand nombre de leçons utiles en cours de chemin.

- WWT a pu élaborer des méthodes pour l'amarrage et l'ancrage du vaisseau pour que ce dernier résiste à une force de plus de 100 tonnes dans les deux sens, quatre fois par jour. Aucun précédent n'était connu.
- En travaillant avec ses entrepreneurs, WWT a pu planifier le déploiement comprenant le placement précis des ancres et du câble sous-marin de 900 mètres à des profondeurs de plus de 20 mètres.
- Ces méthodes seront avantageuses pour d'autres technologies possiblement intéressantes pour le stockage d'énergie et le microréseau de WWT.

IX. Avantages

La nouvelle turbine marémotrice complétée d'un microréseau et d'un système de stockage d'énergie permettait de mettre en vitrine l'exploitation commerciale de l'énergie marémotrice, connectée au réseau ou non. Les technologies développées favoriseront l'exploitation de l'énergie marémotrice de pair avec d'autres sources d'énergie propre renouvelables en permettant la production économique d'énergie sans émissions et en particulier, dans de nombreuses régions du monde sans grands fournisseurs de services d'électricité. Déjà, le projet de démonstration a suscité beaucoup d'intérêt à ses technologies à l'échelle locale, nationale et internationale. Au cours du projet, bon nombre de visiteurs intéressés ont demandé un tour à WWT.

Les principaux avantages découlant du projet de démonstration sont les suivants :

Avantage 1

L'efficacité énergétique de la WWTurbine dépasse celle de la plupart des autres appareils marémoteurs de type moulinet ou soufflante à turbine pour déploiement dans des courants de marée de cours d'eau étroits et peu profonds en Colombie-Britannique et à l'étranger. Le concept de WWT permet de capter l'énergie de la vitesse des courants (énergie cinétique) et de la charge différentielle du barrage des lames (énergie potentielle).

Avantage 2

Les effets de la WWTurbine sur les milieux marins sont minimes. Sa turbine horizontale à faible vitesse (>10 tours/minute) est munie de grilles protectrices pour empêcher l'entrée de gros poissons et de mammifères, et des animaux marins plus petits passeront à travers le système sans danger. Elle crée un minimum de bruit, particulièrement sous l'eau, semblable à celui des remous à proximité sur fond du bruit du courant.

Avantage 3

The WWTurbine a été conçue pour fournir de l'énergie à échelle commerciale au prix le plus concurrentiel que possible, ce qui est estimé à l'équivalent d'une fraction des coûts du diesel pour les régions éloignées.

Avantage 4

Le remplacement du diesel offre deux principaux avantages – la réduction des gaz à effet de serre et d'émissions nuisibles ainsi que l'atténuation du risque de déversement du diesel.

Avantage 5

D'autres fournisseurs canadiens d'énergie propre pourraient profiter de bon nombre des nouvelles technologies développées dans le cadre de ce projet et en particulier, ceux de l'industrie de l'énergie marine aux fins de l'amarrage, de la gestion de microréseaux et du stockage d'énergie.

X. Prochaines étapes possibles/à venir

Les efforts d'optimisation, la surveillance durant toute l'année et la collecte de données se poursuivront. Les résultats obtenus à ce jour donnent lieu à beaucoup de confiance en la croissance à l'avenir de la production d'énergie marémotrice et de la gestion de microréseaux intégrés à des systèmes de stockage d'énergie. Pendant la période d'installation au cours de l'été au Dent Island Lodge, plusieurs clients potentiels ont demandé de faire un tour. L'intérêt a eu pour effet trois nouveaux clients possibles qui attendent les résultats de la première saison complète d'essais.

- De l'an 3 à l'an 5, WWT élargira son empreinte nationale.
- De l'an 5 à l'an 10, WWT étudiera l'expansion de ses marchés internationaux par l'intermédiaire d'agents autorisés.

XI. Conclusions

Les résultats clés du projet sont : l'élaboration d'un système d'énergie marémotrice viable sur le plan commercial et convenable aux cours d'eau étroits et peu profonds; l'élaboration d'un microréseau et d'un système de stockage d'énergie pour la gestion de sources multiples de production dans des lieux éloignés hors réseau.

Les deux technologies permettent de remplacer un maximum de diesel par de multiples sources d'énergie renouvelable. Étant donné que toutes les sources d'énergie renouvelable sont intermittentes et variables, aucune source d'énergie renouvelable à elle seule ne peut assurer l'approvisionnement stable en électricité toute l'année dans des lieux hors réseau.

Ces nouvelles technologies donnent à beaucoup de régions au monde l'occasion d'opter pour l'énergie propre. Les sources multiples de production d'énergie alimentant un microréseau et un système de stockage d'énergie sont essentielles pour assurer l'approvisionnement stable en électricité dans des communautés éloignées, particulièrement celles du Nord où la variation saisonnière est extrême.