

Rapport public sur le volet  
de recherche et de développement dans le  
cadre de l'Initiative écoÉNERGIE Innovation

Projet : RENE-048 : Élaboration de codes et de normes pour les  
convertisseurs d'énergie marine

## Table des matières

1	Résumé.....	3
2	Introduction .....	5
3	Contexte.....	6
4	Objectifs .....	7
4.1	Objectif 1 – Participation des experts canadiens à toutes les équipes de projet du CE 114 de la CEI.....	7
4.2	Objectif 2 – Participation des experts canadiens aux projets et aux réunions des sous-comités.....	7
4.3	Objectif 3 – Communication et sensibilisation .....	8
4.4	Objectif 4 – Normes relatives à la recherche.....	9
5	Résultats du projet.....	9
5.1	Réalisations du projet.....	9
5.1.1	1 <sup>re</sup> réalisation .....	9
5.1.2	2 <sup>e</sup> réalisation .....	10
5.1.3	3 <sup>e</sup> réalisation .....	10
5.1.4	4 <sup>e</sup> réalisation .....	10
5.1.5	5 <sup>e</sup> réalisation .....	10
5.1.6	6 <sup>e</sup> réalisation .....	10
5.2	Avantages.....	11
5.2.1	1 <sup>er</sup> avantage .....	11
5.2.2	2 <sup>e</sup> avantage .....	11
5.2.3	3 <sup>e</sup> avantage .....	12
5.3	Objectifs en matière de technologie/développement des connaissances.....	12
6	Conclusion et suivi .....	18
6.1	Prochaines étapes .....	18

# 1 Résumé

L'industrie de l'énergie marine renouvelable au Canada a réalisé d'importants progrès pour faire avancer la recherche et la commercialisation des technologies d'énergie marine au Canada. Une exigence clé pour de tels avancements est l'élaboration de normes internationales pour l'énergie marine afin que les promoteurs, les investisseurs, les fournisseurs et les utilisateurs finaux éventuels aient confiance et obtiennent l'accréditation nécessaire permettant d'accélérer l'acceptation et la mise en œuvre. Depuis ses débuts en 2007, le Canada a joué un rôle actif et de premier plan au sein du Comité d'étude 114 de la Commission électrotechnique internationale (CE 114 de la CEI) qui est l'organisme des normes internationales pour l'énergie marine. Le projet de recherche et de développement de l'Initiative écoÉNERGIE Innovation était crucial pour accroître la participation du Canada par le biais de financement des activités de voyages, de sensibilisation et de communication auprès d'experts canadiens, et de recherche axée sur les normes.

Les experts canadiens se sont investis activement dans toutes les équipes de projet du CE 114. Au cours de ce projet, il y a eu 15 équipes de projet qui ont mis l'accent sur l'élaboration de normes pour divers aspects des systèmes d'énergie marémotrice, houlomotrice et fluviale. Les experts canadiens ont assumé des postes de direction parmi 5 de ces équipes et ont également fourni du contenu essentiel et une rétroaction à ces groupes. Le résultat net de ces efforts a été la publication de 6 normes.

La communication et la sensibilisation ont constitué un volet essentiel du présent projet. Le comité canadien a rejoint tous les intervenants par le biais de bulletins trimestriels et de mises à jour régulières du site Web. Le comité a également tenu des conférences et des événements de portes ouvertes pour mobiliser et informer le public. Toute la recherche effectuée dans le cadre du présent projet est accessible à tous, autant les intervenants canadiens qu'internationaux.

La création de normes pour l'industrie de l'énergie marine renouvelable a créé de nombreux avantages. Parmi ceux-ci, notons une réduction du coût des technologies engendrées; une amélioration des connaissances pour soutenir l'élaboration de règlements et une réduction des obstacles commerciaux, ce qui facilite l'accès aux marchés internationaux pour les entreprises canadiennes.

Le sous-comité canadien, en collaboration avec les partenaires externes, a réalisé 11 projets de recherche étudiant les questions clés afin de soutenir l'élaboration de normes. Ces projets couvraient toute la gamme de l'énergie marine, soit 2 projets sur l'énergie houlomotrice, 4 projets sur l'énergie marémotrice et 6 projets sur les systèmes d'énergie fluviale. Le Canada est le seul pays participant au CE 114 de la CEI qui avait un programme en place pour financer les normes propres à la recherche.

Le projet actuel a permis la création d'un comité sur les normes d'envergure au Canada. Le comité canadien compte conserver son statut de chef de file en poursuivant le travail au sein de

toutes les équipes de projet du CE 114 de la CEI. Les 6 normes publiées servent de base pour la série d'exigences qui sont nécessaires pour la certification complète des systèmes d'énergie marémotrice, houlomotrice et fluviale. Il reste encore énormément de travail à accomplir pour fournir à l'industrie les documents nécessaires afin de connaître un succès commercial au cours des 5 à 10 prochaines années. À long terme, le résultat ce projet permettra au Canada de devenir un chef de file mondial dans l'exécution de systèmes et de projets d'énergie propre marémotrice et tirée des courants fluviaux.

## 2 Introduction

Le présent rapport comprend un résumé du travail accompli par le comité d'experts canadiens qui se sont investis dans un effort international afin d'élaborer des codes et des normes pour les systèmes d'énergie marine renouvelable. Ce projet a duré trois ans et demi, de septembre 2012 à la fin mars 2016. Au cours de cette période, il y a eu 33 experts canadiens qui ont collaboré avec le promoteur, Marine Renewables Canada, pour participer activement au projet. Ces experts ont mis à profit leur vaste expérience dans le projet grâce à leurs travaux dans le milieu universitaire, l'industrie et les organisations gouvernementales d'un océan à l'autre.

Le présent projet servait principalement à maintenir et à accroître la participation du Canada à l'élaboration de normes internationales pour l'énergie marine renouvelable. Pour atteindre cet objectif, le projet avait été divisé selon les 4 sous-tâches suivantes : la participation à des réunions d'équipes de projet internationales du CE 114 de la CEI; la participation à toutes les réunions du sous-comité canadien; l'élaboration de fonctions de sensibilisation et de communication; et la participation aux normes relatives aux activités de recherche.

Participation des experts canadiens à toutes les équipes de projet (ET) du CE 114 de la CEI

Les experts canadiens étaient tenus de participer à tous les aspects de l'élaboration de normes. Cela comprenait la création de la portée, l'élaboration de la méthodologie et l'examen des documents provisoires. Les experts canadiens ont ouvert la voie en présidant plusieurs équipes de projet dans des domaines de pertinence stratégique et d'importance au Canada. Les experts canadiens ont également créé des « comités parallèles » pour mobiliser les intervenants canadiens.

Participation des experts canadiens aux projets et aux réunions des sous-comités

Le sous-comité canadien s'est réuni régulièrement pour discuter des progrès et des défis liés au processus d'élaboration de normes. L'intention du sous-comité visait à rassembler les données canadiennes, à participer et à mener le processus d'élaboration de normes afin de veiller à ce que les normes internationales reflètent les besoins de l'industrie de l'énergie marine en croissance rapide au Canada.

Communication et sensibilisation

Ces tâches avaient été divisées en quatre domaines principaux : la documentation des réunions par conférence téléphonique et des réunions semestrielles; la production des bulletins trimestriels; le maintien du site Web du sous-comité canadien; la réalisation d'activités de sensibilisation pour recruter d'autres experts.

Normes relatives aux activités de recherche

Les sujets de recherche précis ont été choisis dans les domaines où le Canada soit dirigeait une équipe de projet ou avait une expertise stratégique considérable et une capacité à donner des renseignements pour passer à l'étape de spécification des normes. Au cours du projet d'une durée de trois années et demie, 11 projets de

recherche ont été achevés dont les résultats ont été transmis aux équipes de projet pertinentes.

### 3 Contexte

Depuis 2007, l'industrie de l'énergie marine renouvelable au Canada a joué un rôle actif et de premier plan dans l'élaboration de normes internationales par le biais du Comité d'étude 114 de la Commission électrotechnique internationale (CE 114 de la CEI) « Énergie marine – Convertisseurs de l'énergie des vagues, des marées et d'autres courants marins », lorsque le CE 114 de la CEI a été lancé. Afin de veiller à ce que les commentaires et les besoins des Canadiens soient reflétés de façon appropriée dans l'élaboration de ces normes internationales, le Canada a créé le sous-comité canadien en 2007 composé d'experts de l'industrie, du monde universitaire et du gouvernement fédéral. Au cours des premières années, le comité s'est agrandi rapidement à mesure que le nombre de normes en cours d'élaboration s'est accru et que la demande internationale pour des experts s'est accrue proportionnellement. Cela a entraîné des défis financiers pour le sous-comité canadien puisque cet engagement nécessitait un financement considérable pour soutenir les voyages internationaux. RNCan a fourni un certain soutien financier initial, mais cela et le soutien existant de l'industrie ne suffisaient pas aux demandes grandissantes.

En 2011, l'industrie et le gouvernement ont collaboré à une série d'ateliers afin de mettre au point une vision et une stratégie nationales pour le secteur de l'énergie marine renouvelable au Canada. Ces efforts déployés ont permis la rédaction du document « La Feuille de route du Canada en matière de technologies d'énergie renouvelable » (en anglais seulement). Ce document invitait le Canada à améliorer sa compétitivité grâce à sa participation active à l'élaboration de normes. Ce sont ces commentaires qui ont encouragé RNCan à inclure, dans la portée de l'Initiative écoÉNERGIE Innovation, un appel de propositions de recherche et de développement en soutien à l'élaboration de normes. Le promoteur a eu la chance de recevoir le soutien pour sa proposition. Ce soutien a permis au comité non seulement de participer aux activités d'élaboration de normes, mais également d'effectuer de la recherche abordant des lacunes importantes en matière de connaissances, ce qui a aidé à accélérer le processus d'élaboration.

Marine Renewables Canada Society a été le promoteur principal du projet. Cette association a permis de maintenir le nombre de membres à 100, sur une période de 10 ans, et d'offrir une assemblée générale annuelle et régionale pour le secteur et ses partenaires internationaux. À mesure que le secteur a commencé à apparaître en tant que jeune industrie, Marine Renewables Canada a développé sa capacité à soutenir l'évolution technique nécessaire pour réduire les risques et les coûts, et développer la force des intervenants de l'industrie. Le leadership en recherche et en développement lors de l'élaboration des normes de l'énergie marine dans le cadre de ce projet a fait partie de cette évolution de l'organisation.

## 4 Objectifs

Tel que mentionné à la section 3, ce projet servait principalement à maintenir et à accroître la participation du Canada à l'élaboration de normes internationales pour les systèmes d'énergie marine renouvelable. Afin d'appuyer efficacement cet objectif global, le projet avait été divisé en quatre sous-objectifs.

- Participation des experts canadiens à toutes les équipes de projet du CE 114 de la CEI;
- Participation des experts canadiens aux projets et aux réunions des sous-comités;
- Communication et sensibilisation;
- Normes relatives aux activités de recherche.

### ***4.1 Objectif 1 – Participation des experts canadiens à toutes les équipes de projet du CE 114 de la CEI***

Cet objectif veillait à ce qu'un ou deux experts canadiens soient affectés à chaque équipe de projet active. Ces experts travaillaient, en collaboration, avec l'équipe de projet internationale pour discuter, rédiger, évaluer et critiquer la norme en cours d'élaboration. Une partie essentielle de ce rôle était la création d'un comité parallèle canadien. Ce comité parallèle soutenait les deux experts canadiens principaux en émettant des commentaires lors de l'évolution du document, mais également en communiquant avec tous les intervenants pertinents pour veiller à ce qu'ils soient consultés lors du processus.

Tout au long de ce projet, les experts canadiens ont répondu à l'objectif de la participation active au sein de toutes les équipes du projet du CE 114. Le soutien financier offert par RNCAN a permis aux experts de voyager pour se rendre aux réunions en personne de haute importance qui avaient lieu sur une base annuelle ou semestrielle. En participant à ces réunions, les experts canadiens ont contribué à la rédaction des sections clés des normes en cours d'élaboration tout en veillant à ce que le processus aille de l'avant conformément au calendrier défini par la Commission électrotechnique internationale (CEI). L'incidence de la réalisation de cet objectif a été la création d'un nombre de normes dont le contenu correspondait aux besoins de l'industrie de l'énergie marémotrice ainsi qu'aux besoins particuliers de l'industrie canadienne. La participation des experts canadiens veillait à ce que tout intérêt stratégique particulier du Canada soit inclus dans les documents finaux. Un exemple comprend les sections sur la conception et le rendement électrique axées sur les turbines fluviales qui ont été désignées comme une occasion stratégique pour le Canada.

### ***4.2 Objectif 2 – Participation des experts canadiens aux projets et aux réunions des sous-comités***

Cet objectif veillait à ce que les membres du comité canadien se rencontrent sur une base régulière pour faciliter une communication efficace et complète. Le grand nombre de partenaires du projet (33), le nombre considérable d'équipes internationales élaborant des normes et les projets de recherche connexes ont exigé une coordination importante et

fréquente afin d'éviter le chevauchement des tâches et d'optimiser la productivité des partenaires.

Cet objectif a été atteint grâce à l'utilisation de conférences téléphoniques mensuelles et de réunions en personne semestrielles. Tout au long du projet, les conférences téléphoniques se sont avérées une méthode très efficace pour cerner les défis éventuels au début du processus. Ces défis étaient souvent traités immédiatement ou avant la conférence téléphonique suivante. La présence aux conférences téléphoniques avait tendance à être excellente, habituellement entre 15 et 20 membres étaient présents aux appels. Les enjeux importants et plus stratégiques étaient traités aux réunions en personne semestrielles. Ces réunions étaient particulièrement productives puisqu'elles permettaient aux experts canadiens de fournir des comptes rendus détaillés aux autres membres du comité ainsi que de demander de l'aide ou de l'expertise particulière. Les réunions en personne donnaient également l'occasion de faire le point sur les progrès de la recherche. Étant donné que les programmes de recherche visaient à combler les lacunes en matière de connaissances sur les normes précises en cours d'élaboration, il était important de confirmer que les travaux respectaient toujours les objectifs initiaux. L'industrie a profité indirectement de cet objectif puisque ces réunions ont permis aux experts canadiens de travailler de manière efficace et de recevoir le soutien nécessaire pour établir des normes de manière efficace et opportune.

### ***4.3 Objectif 3 – Communication et sensibilisation***

Cet objectif était crucial pour veiller à ce que les trois autres objectifs soient menés à bien. Toutes les tâches liées à l'organisation des conférences téléphoniques et des réunions semestrielles, à la création d'un bulletin trimestriel, à la mise à jour du site Web et à la diffusion de l'information auprès de tous les intervenants de l'industrie relevaient de cet objectif. Le promoteur assumait la responsabilité de la réalisation de cet objectif.

Marine Renewables Canada (MRC), en tant que promoteur, fournissait la plupart des ressources requises pour organiser et rédiger les ordres du jour et les procès-verbaux des conférences téléphoniques mensuelles. Le service de conférence en ligne, FUZE, était également administré par MRC. MRC organisait également toute la logistique liée aux réunions en personne semestrielles. Cette tâche comprenait les réservations d'hôtels et de salles de réunions, ainsi que tout soutien audiovisuel requis aux réunions.

Afin de faire en sorte que le travail accompli soit communiqué au grand public et à tous les intervenants pertinents, un bulletin trimestriel a été lancé au début du projet. Ce bulletin soulignait les travaux particuliers entrepris et la manière dont ils s'appliquaient à l'industrie de l'énergie marine renouvelable. De plus, le site Web était régulièrement mis à jour pour faire état des progrès des comités et également encourager les autres à participer au processus d'élaboration de normes. Les objectifs de sensibilisation à l'industrie ont également été poursuivis lors des présentations données pendant les conférences et les événements de portes ouvertes de l'industrie. Les normes liées aux présentations étaient données à toutes les conférences annuelles de Marine Renewables Canada, notamment la Conférence internationale sur l'énergie marine tenue à Halifax en novembre 2014. Ces

types d'activités de sensibilisation sont très avantageuses pour l'énergie marine renouvelable puisqu'elles accroissent la compréhension du public et l'acceptation de cette nouvelle industrie.

#### **4.4 Objectif 4 – Normes relatives à la recherche**

Lors du processus de rédaction des normes, il était très courant d'être confrontés à des enjeux où l'ensemble des connaissances existantes n'était pas suffisant pour donner l'orientation requise de manière exacte. Dans ces situations, une recherche particulière était requise pour donner ces réponses afin de veiller à ce que le processus d'élaboration ne soit pas interrompu pendant une période de temps indéterminée. Au sein du comité d'étude 114 de la CEI, le Canada était le premier pays à financer une initiative en particulier pour combler les lacunes en matière de connaissances de manière efficace et opportune.

Chaque année, un appel de propositions était lancé au début de l'année en fonction de la rétroaction des experts canadiens qui indiquaient les lacunes en matière de connaissances les plus importantes qui nuisaient aux progrès lors de la rédaction de leur norme. Un Guide pour soumettre une demande, accompagné de modèles de propositions, ainsi qu'une foire aux questions, ont été diffusés par Marine Renewables Canada auprès de tous les intervenants de l'industrie. Les propositions ont ensuite été examinées par plusieurs membres du comité canadien (le président, le vice-président et un autre membre) ainsi qu'un ou deux réviseurs externes. Au cours du projet, ce processus s'est avéré très efficace puisqu'un total de 11 projets de recherche ont été achevés et les résultats de ces travaux ont été communiqués à l'équipe de projet pertinente de la Commission électrotechnique internationale (CEI). Les normes provenant de cette recherche étaient plus détaillées et renfermaient des informations plus exactes/complètes, et étaient diffusées de manière plus opportune aux fins d'utilisation par toute l'industrie. Les projets de recherche canadiens ciblaient tous les secteurs de l'énergie marine renouvelable, notamment les systèmes d'énergie marémotrice, houlomotrice et fluviale.

## **5 Résultats du projet**

### **5.1 Réalisations du projet**

Voici une liste des réalisations du projet, notamment une description du résultat et la raison pour laquelle cette réalisation a été essentielle à la réussite de l'ensemble du projet.

#### **5.1.1 1<sup>re</sup> réalisation**

Pendant les trois années et demie de ce projet, 6 normes internationales (caractéristiques techniques) ont été publiées. Ces normes sont les premières de nombreux documents qui serviront à donner des instructions à l'industrie sur la manière d'effectuer la certification des convertisseurs d'énergie marine. La demande pour ces documents est élevée puisque les derniers chiffres du bureau central de la Commission électrotechnique internationale (CEI) indiquent des ventes totales de 67 documents (22 copies de TS62600-200; 19 copies de TS62600-1; 19 copies de TS62600-100; -201=4; 3 copies de TS62600-101 et 2 copies de

TS62600-10). Les ventes ont été réalisées auprès d'intervenants non seulement du Canada, mais également d'Europe et d'Asie. Ces ventes sont une preuve directe de l'intérêt et de la demande de l'industrie.

### **5.1.2 2<sup>e</sup> réalisation**

Les experts canadiens étaient très actifs au sein de toutes les équipes de projet et ont fait preuve d'un leadership exceptionnel en assumant des postes de direction au sein de 5 équipes de projet (PT62600-1, PT62600-10, PT62600-30, PT62600-300 et MT62600-1). Sans ce leadership, de nombreuses équipes auraient eu de la difficulté à effectuer des progrès et, par conséquent, plusieurs des 6 normes publiées seraient toujours en cours de rédaction.

### **5.1.3 3<sup>e</sup> réalisation**

Le sous-comité canadien, en collaboration avec les partenaires externes, a achevé un total de 11 projets de recherche. Ces projets couvraient toute la gamme de l'énergie marine, dont 2 projets sur l'énergie houlomotrice, 4 projets sur l'énergie marémotrice et 6 projets sur les systèmes d'énergie fluviale. Le Canada est le seul pays du CE 114 de la CEI qui avait un programme en place pour financer les normes propres à la recherche et, par conséquent, de nombreuses lacunes en matière de connaissances existantes ont été abordées par la recherche canadienne. L'incidence de cette réalisation a été l'amélioration de la qualité et de la confiance dans le contenu se trouvant dans le document, et une diffusion plus rapide du document final publié auprès des intervenants intéressés.

### **5.1.4 4<sup>e</sup> réalisation**

Le comité canadien, grâce au soutien financier de RNCAN, a été en mesure d'accueillir avec succès la plénière internationale du CE 114 de la CEI et les réunions connexes de l'équipe de projet à Vancouver (C.-B) en 2014. Il s'agit d'une responsabilité importante d'être l'hôte de cette réunion internationale et de nombreux pays n'ont pas les ressources ou le soutien pour une telle entreprise. Sans les pays prenant l'initiative d'accueillir la réunion internationale, les progrès sur l'élaboration de normes seraient grandement freinés. Les enjeux plus grands et stratégiques peuvent seulement être traités lors d'une réunion en personne et cette réunion a permis à ces interactions et ces progrès de se produire.

### **5.1.5 5<sup>e</sup> réalisation**

Tout au long de ce projet, le comité canadien s'est non seulement accru pour atteindre un total de 33 experts, mais il a également créé un réseau de membres et d'intervenants du comité parallèle ayant de l'intérêt et de l'expérience dans l'élaboration de normes. Cet objectif est essentiel pour développer une industrie de l'énergie marine renouvelable durable et florissante au Canada. Cette base de données est gérée par le promoteur et est disponible en tant que ressource pour l'industrie tel qu'exigé pour les projets au Canada, mais également pour les possibilités de la chaîne d'approvisionnement partout dans le monde.

### **5.1.6 6<sup>e</sup> réalisation**

Le comité canadien a permis d'accroître la compréhension du public et la sensibilisation de l'industrie de l'énergie marine renouvelable et l'importance de l'élaboration de normes. Le

comité a été très actif dans la diffusion des travaux de ce projet par le biais des bulletins trimestriels, des mises à jour du site Web, des présentations lors des conférences et des événements de portes ouvertes de l'industrie. De manière semblable à la 5<sup>e</sup> réalisation, ce travail a été essentiel à la création d'une nouvelle industrie dynamique au Canada et à l'étranger. Les ventes des documents sur les normes publiées illustrent bien que l'industrie comprend l'importance de ces documents et qu'elle est prête à mettre en œuvre son orientation et ses exigences.

## **5.2 Avantages**

Cette section comprend une description des avantages qui ont été obtenus et que l'on devrait obtenir par suite du projet. Voici les 3 avantages principaux de ce projet qui seront décrits plus en détail ci-dessous :

- **Réduction des coûts et rentabilité;**
- **Amélioration des connaissances pour soutenir la réglementation menant à l'application de technologies;**
- **Soutien des entreprises canadiennes et développement de technologies**

### **5.2.1 1<sup>er</sup> avantage**

#### **Réduction des coûts et rentabilité**

L'élaboration de normes, en particulier les exigences de la conception TS62600-2 et les exigences d'ancrage TS62600-10, offre aux promoteurs de technologie l'orientation requise afin de réduire les erreurs éventuelles qui pourraient se produire dans la conception et la fabrication de leurs produits ainsi que d'accroître l'uniformité de leurs produits une fois en production. Pour les promoteurs de technologie, ces améliorations permettent de réduire le coût des produits, ce qui donne lieu à une plus grande probabilité de réussite sur le marché international de l'énergie fortement concurrentiel. Il y aura également une confiance accrue parmi les investisseurs, les organismes de réglementation et les promoteurs de projet pour mettre en œuvre ces technologies au Canada. Cette confiance accrue est évidente dans les projets allant de l'avant au centre FORCE et dans la région de Digby. La mesure dans laquelle cet avantage a été atteint est relativement faible pour le moment. On prévoit beaucoup plus d'avantages au cours des 5 à 10 prochaines années à mesure que l'industrie atteint le statut commercial et industriel.

### **5.2.2 2<sup>e</sup> avantage**

#### **Amélioration des connaissances pour soutenir la réglementation menant à l'application de technologies**

Grâce au travail accompli au cours de ce projet, et en particulier les 11 projets de recherche, il y a eu une amélioration considérable des connaissances auprès de tous les intervenants dans cette industrie énergétique. Le marché de l'énergie est fortement réglementé en matière de sécurité, de fiabilité et de rendement financier, qui nécessitent tous une atténuation des risques, une assurance et des garanties. Les 6 premières normes publiées sont essentielles pour jeter les bases d'un processus de certification approfondi et méthodique. La certification des systèmes d'énergie marine renouvelable constitue une exigence essentielle dans la création de

l'équipement et des garanties de rendement, dans l'atteinte de l'assurabilité et la satisfaction des financiers. Ce sont tous des éléments absolument essentiels pour le passage de l'élaboration précommerciale à industrielle de l'énergie marine et d'une solution d'énergie renouvelable concurrentielle à l'échelle internationale. La mesure dans laquelle cet avantage a été atteint est plus grande que le premier avantage. Une solide base de connaissances a été créée par le biais de ce projet; de manière semblable, des plus grands avantages sont prévus au cours des 5 à 10 prochaines années à mesure que d'autres normes seront diffusées et qu'un système de certification complet sera élaboré. Il est important de prendre note que le groupe d'évaluation de la conformité de la Commission électrotechnique internationale (CEI) est en train d'élaborer un système de certification.

### **5.2.3 3<sup>e</sup> avantage**

#### **Soutien des entreprises canadiennes et développement de technologies**

Grâce au travail accompli au cours de ce projet, les membres du comité canadien ainsi que les intervenants canadiens ont acquis de l'expertise par l'exécution de normes en développement et en recherche. Les 11 projets de recherche ont été effectués principalement par le milieu universitaire, le milieu des affaires et les organisations gouvernementales du Canada. Par conséquent, ces travaux ont donné un avantage stratégique au Canada dans les domaines de l'évaluation des ressources de l'énergie marémotrice, des systèmes d'énergie fluviale et de l'évaluation des ressources de l'énergie houlomotrice et du développement de dispositifs. L'avantage net de ce soutien sera la prolifération des projets canadiens d'énergie marine et l'élaboration d'une chaîne d'approvisionnement pour soutenir les projets internationaux à long terme. Les intervenants qui profitent de ce projet sont divers et comprennent les services publics, les promoteurs de technologie, les promoteurs de site et les organismes de réglementation de l'énergie marine. Cet avantage a été atteint à un bon niveau; toutefois, il y a un énorme potentiel de réalisations encore plus grandes à mesure que l'industrie prendra de l'expansion à l'échelle internationale et que les entreprises canadiennes continueront d'acquérir l'expertise pour profiter de ce marché en croissance. De manière semblable à ce qui précède, les possibilités réelles seront réalisées au cours des 5 à 10 prochaines années à mesure que les systèmes d'énergie renouvelable arrivent à une meilleure pénétration du marché de l'énergie mondiale dans son ensemble.

### **5.3 Objectifs en matière de technologie/développement des connaissances**

Ce projet avait un volet séparé (sous-projet) mettant l'accent sur la recherche qui abordait les lacunes en matière de connaissances qui se présentaient au cours de l'élaboration des normes. Le comité canadien avait mis sur pied un processus d'appel de propositions annuel pour la recherche abordant les centres d'intérêt particuliers. Cet appel avait été lancé auprès de tous les intervenants canadiens par le biais du réseau créé par Marine Renewables Canada. Un comité de révision avait été constitué pour évaluer les propositions par rapport aux critères convenus et au système de cotation. Au cours des trois années et demie de ce projet, 11 initiatives de recherche ont été achevées. Un résumé de chaque initiative se trouve ci-dessous accompagné d'une norme particulière du travail qui a été soutenue et de l'avantage qui en découle pour l'industrie énergétique au Canada et/ou à l'étranger.

### **Projets de recherche 2012-2013**

#### **Incidence de l'obstruction de canal, de la proximité de la surface libre et de la fondation sur le rendement des convertisseurs d'énergie marémotrice/fluviale – Phase 1**

On reconnaît généralement que le rendement de convertisseur d'énergie marémotrice (CEM) peut varier selon le degré de restrictions du débit d'un canal. Cette recherche a été effectuée en simulations numériques ainsi qu'en essais expérimentaux pour quantifier l'amélioration du rendement par suite de l'obstruction. Les effets sur la surface de l'eau et les fondations ont également été étudiés.

Les résultats de cette recherche ont servi au document sur le rendement de marées (TS62600-200) et servent actuellement à la rédaction du document sur le rendement fluvial (PT62600-300). Ce projet a fourni des renseignements précieux aux promoteurs de la technologie canadiens et internationaux sur l'incidence des restrictions de débit, notamment la proximité de la surface libre, et la taille et la conception de la fondation de la turbine.

### **Projets de recherche 2013-2014**

#### **Incidence de l'obstruction de canal, proximité de la surface libre et de la fondation sur le rendement des convertisseurs d'énergie marémotrice/fluviale – Phase 2**

Cette recherche était une prolongation des travaux entamés en 2012. En 2013, la portée a été élargie pour rassembler d'autres données expérimentales afin de mieux valider les résultats. Le résumé est fourni à la description de la phase 1 ci-dessus.

### **Évaluation et caractérisation des ressources des courants fluviaux**

Ce projet mettait l'accent sur l'élaboration de directives pour l'évaluation des ressources de courants fluviaux. Le travail avait été divisé en deux parties. La première partie étudiait les directives générales pour l'évaluation des courants fluviaux à différentes étapes de l'élaboration de projet : la reconnaissance, la préfaisabilité et la faisabilité complète, et le schéma de configuration. La deuxième partie du rapport portait sur l'incidence de la glace sur l'évaluation des ressources et, en particulier, une caractérisation de divers processus de glace fluviale.

Les résultats de cette recherche ont servi de document de base pour l'équipe de projet responsable de l'évaluation des ressources fluviales (PT62600-301). Cette recherche a fait du Canada un chef de file dans les travaux d'évaluation de ressources fluviales et marquait le début de la participation de l'industrie et du gouvernement au développement d'une expertise dans ce type précis d'évaluation de ressources. Ce travail a été essentiel pour aider à quantifier la taille du marché fluvial, qui est un des éléments qui accélère le marché.

### **Projets de recherche 2014-2015**

#### **Procédures d'évaluation du rendement pour un convertisseur flottant d'énergie fluviale**

L'élaboration du document d'évaluation du rendement sur l'énergie de la turbine marémotrice (TS62600-200) a permis de cerner des données inconnues liées à la mesure de la vitesse de

l'eau approchant une turbine marémotrice flottante et de déterminer la manière de composer avec les turbines qui étaient non circulaires dans la section transversale. Ce programme de recherche a abordé en particulier ces lacunes en matière de connaissances en effectuant des simulations numériques ainsi que des essais expérimentaux à l'aide du banc d'essai de la turbine flottante de 20 kW de Mavi Innovation.

Les résultats de cette recherche ont été transmis à l'équipe des normes et seront inclus dans la prochaine révision du document. Le travail est également applicable au groupe de rendement fluvial (PT62600-300). Ces travaux ont permis d'obtenir une meilleure compréhension des turbines non circulaires de l'industrie (turbine à axe vertical ou à section transversale) et des considérations particulières qui devraient être prises en compte pour composer avec les turbines flottantes comparativement aux machines montées au fond de la mer.

### **Poursuite du programme de recherche de l'initiative relative à l'énergie des vagues de la côte Ouest**

Ce projet a tiré parti d'un recueil unique d'expertise sur l'énergie houlomotrice acquise dans le cadre de l'initiative relative à l'énergie des vagues de la côte Ouest (West Coast Wave Initiative) de l'Université de Victoria. Le projet avait été divisé en 3 tâches distinctes :

- Quantifier les principaux facteurs touchant l'incertitude des ressources houlomotrices et déterminer la validité en transférant ces résultats à un emplacement différent. Ce travail sera achevé en utilisant une combinaison des simulations numériques SWAN sur maquette et des données actuelles des essais de bouées de mesure des vagues à l'aide de bouées déployées au large de la côte Ouest de la Colombie-Britannique.
- Élaborer des modèles numériques et des méthodologies qui représentent les interactions du convertisseur d'énergie houlomotrice et les ressources houlomotrices disponibles au sein des fermes à vagues de convertisseur d'énergie houlomotrice. Il s'agira de la première étape pour mieux savoir où situer les convertisseurs d'énergie houlomotrice afin d'optimiser la production d'électricité provenant des divers dispositifs.
- Acquérir les données de chargement de la ligne d'ancrage pour aider avec la conception et l'exploitation des systèmes d'ancrage utilisés dans les systèmes d'énergie marine.

Les résultats de deux premières tâches ont été utilisés pour le document initial sur l'évaluation des ressources houlomotrices (TS62600-101) ainsi que le document qui a fourni les directives pour le rendement de l'énergie houlomotrice à un 2<sup>e</sup> emplacement (TS62600-102). Ces travaux ont été d'une importance internationale puisque de nombreuses entreprises tentaient de déterminer la meilleure méthode pour utiliser les résultats des tests achevés à un emplacement et s'en servir pour prédire le rendement à un emplacement différent. Les résultats de la tâche finale ont fourni les données et les analyses réelles des tests qui étaient applicables directement au document sur les exigences d'ancrage (TS62600-10).

### **Incidence de l'obstruction de canal et de la proximité de la surface libre sur le rendement des turbines hydrocinétiques à section transversale**

Par suite d'une recherche canadienne précédente sur les effets d'obstruction, cette recherche portait sur l'évaluation de l'incidence des effets d'obstruction sur les turbines à section transversale. Cette recherche a effectué des études numériques pour élaborer les courbes de correction pour les turbines à section transversale. Ces courbes de correction ont ensuite été comparées aux courbes des turbines typiques à flux axial afin de démontrer les différences. Des travaux supplémentaires ont été effectués pour faire une distinction entre la restriction verticale et latérale d'un canal.

Les résultats de ces travaux serviront à la prochaine révision du document sur l'évaluation du rendement d'électricité de la turbine marémotrice (TS62600-200) et seront inclus directement dans la rédaction du document sur le rendement fluvial (PT62600-300). Ces travaux permettront de renforcer la réputation du Canada en tant que chef de file mondial dans la compréhension des effets d'obstruction sur le rendement des turbines en présence de marées et de fleuves.

### **Projets de recherche 2015-2016**

#### **Conditions environnementales et vérification de chargement du convertisseur d'énergie fluviale**

Cette recherche portait sur la collecte d'un ensemble de données cohésif qui englobe l'évaluation de ressources (vitesse de débit), les chargements d'ancrage, le rendement de turbine et les mesures de marge de sécurité pour plusieurs dispositifs de turbine différents installés et testés à un seul emplacement fluvial. Cela comprenait les données et les techniques mises au point pour évaluer les conditions environnementales des fleuves et pour vérifier la marge de sécurité du système en utilisant des paramètres mesurés en tant que données pour les simulations informatiques.

Les résultats de cette recherche ont permis d'émettre des recommandations pour les réglages d'équipement et les processus nécessaires pour mesurer les conditions environnementales et les données de chargement d'ancrage et de mouillage. L'information sur les facteurs de résistance et de sécurité a été requise pour les documents sur les exigences de la conception (TS62600-2) et sur les exigences d'ancrage (TS62600-10). Les données de recherche ont également donné des renseignements sur l'évaluation du rendement des systèmes de conversion d'énergie marémotrice et fluviale (TS62600-200 et PT62600-300). Cette recherche a donné un avantage stratégique au Canada dans les systèmes d'énergie fluviale.

#### **Simulation du rendement de l'électricité des dispositifs d'énergie houlomotrice à long terme**

Cette recherche visait à produire des données permettant de mettre à l'essai des méthodologies d'évaluation du rendement du convertisseur d'énergie houlomotrice définies par les exigences TS62600-100 et TS62600-102. Afin d'atteindre cet objectif, le projet a mis au point, par le biais de modélisation informatique, plusieurs simulations de domaine temporel de déploiements de 10 ans de deux différents types de convertisseurs d'énergie houlomotrice à quatre endroits stratégiques dans le monde.

Cette recherche était une collaboration internationale de chercheurs de l'Université de Victoria et de l'Université d'Edimbourg. Ces travaux ont permis d'améliorer les connaissances de l'industrie sur les différents types de convertisseurs d'énergie houlomotrice performant dans différents régimes de vagues. Ces travaux ont également fourni un ensemble de données validé que les promoteurs de technologie peuvent utiliser pour évaluer le rendement de leur dispositif.

### **Quantification de l'électricité exploitable dans un segment de fleuve à l'aide d'une série de turbines hydrocinétiques marines**

La recherche précédente avait réalisé une évaluation de reconnaissance des ressources qui définissait la limite supérieure du potentiel de production d'énergie électrique des grands fleuves. Toutefois, il n'y avait aucune méthodologie pour traduire cette énergie prévue en électricité exploitable à l'aide d'une turbine. Ce projet a été réalisé par le biais d'une étude de faisabilité complète d'une rivière réelle (la rivière Winnipeg à l'emplacement du Centre canadien d'essai de turbine hydrocinétique) et a permis de mettre au point des formules et des directives pour l'espacement entre les turbines le long d'une rivière et à travers un segment fluvial. Ce projet a également comparé de manière numérique la structure de sillage et la longueur de dissipation entre les turbines afin de mieux estimer l'électricité exploitable globale d'une série de turbines.

Les résultats de ces travaux ont été utilisés directement dans la rédaction du document sur le rendement fluvial (PT62600-300). Le Canada continue de faire preuve de leadership dans les systèmes d'énergie fluviale; il a non seulement réuni cette équipe de projet, mais il est également responsable de la rédaction de nombreuses sections essentielles.

### **Directive pour l'évaluation de la fiabilité des systèmes de conversion d'énergie marine (CEM) et paramètres de conception pour les systèmes de conversion de l'énergie des courants fluviaux pour différents niveaux de sécurité**

La conception des systèmes de conversion de l'énergie marine doit déterminer la fiabilité générale du système en vertu des demandes mécaniques et environnementales prévues, et cela représente une exigence essentielle des caractéristiques de conception et de rendement. Les normes provisoires actuelles ont défini les divers états-limites (comme la fatigue et la serviabilité ultimes, etc.) et les facteurs de chargement partiel en fonction des connaissances acquises auprès de l'industrie éolienne en mer. Ces facteurs de chargement n'étaient pas calibrés aux conditions externes applicables aux systèmes actuels de conversion d'énergie houlomotrice, marémotrice et fluviale. Ce projet de recherche a permis d'élaborer une directive technique pour l'évaluation de la fiabilité des systèmes de conversion de l'énergie marine, pour différents états-limites à l'aide d'une autre approche de conception en fonction des méthodes probabilistes. Le projet a également calculé les facteurs de chargement pertinents pour les systèmes de conversion d'énergie des courants fluviaux pour différents niveaux de sécurité, en tenant compte de plusieurs concepts fournis par un promoteur de technologie canadien.

Les résultats de ces travaux ont été transmis à l'équipe du projet qui venait de lancer le processus pour mettre à jour le document publié sur les exigences de la conception (TS62600-2). Le document existant n'aborde pas les turbines des courants fluviaux; par conséquent, une nouvelle section sera ajoutée aux renseignements fournis par cette recherche.

### **Caractérisation de bruit de basse fréquence des turbines marémotrices**

La mesure acoustique du bruit des turbines marémotrices s'est avérée problématique jusqu'à présent en raison de la contamination du bruit d'écoulement dans les environnements à grand débit. Une mesure exacte et représentative du bruit acoustique est une donnée essentielle dans l'évaluation de l'incidence des dispositifs d'énergie marémotrice sur la vie marine. Ce projet de recherche a recueilli les mesures acoustiques à long terme à l'aide d'enregistreurs acoustiques fixes et a effectué par la suite une analyse de données pour caractériser le bruit des turbines marémotrices comparativement au bruit d'écoulement de basse fréquence enregistré. Tous les tests ont été effectués sur la turbine OpenHydro déployée au centre FORCE. Les mesures acoustiques ont été recueillies à l'aide de deux enregistreurs acoustiques autonomes, situés dans les ancrages à grand débit afin de réduire l'écoulement turbulent près des hydrophones. Le premier hydrophone mesurait le bruit réel de la turbine dans le champ proche (à environ 100 m de la turbine) et un deuxième hydrophone mesurait le champ lointain (2 km) pour une comparaison directe. Les enregistreurs ont été déployés pendant deux mois afin de recueillir des données de divers états de la mer et au cours de différentes phases opérationnelles des turbines. Cette recherche a été complémentaire au programme de suivi environnemental du centre FORCE, un autre projet financé par RNCAN, qui visait à mesurer le champ intermédiaire (entre 100 m et 1 000 m d'une turbine).

Les résultats de ce travail ont fourni la caractérisation acoustique à l'équipe de projet (PT62600-40) qui est en train de rédiger la première ébauche de son document. Cette recherche est essentielle afin de mieux comprendre l'incidence des technologies marines sur l'environnement et constitue une étape cruciale pour accroître l'acceptation de cette nouvelle technologie énergétique.

### **Les débris de l'énergie marémotrice et fluviale ont une incidence sur la quantification des risques de chargement et de câbles rompus**

Les problèmes d'impact des débris et des glaces sont des préoccupations courantes pour les installations marémotrices au centre FORCE et de nombreuses installations fluviales potentielles. Ce projet de recherche a effectué une analyse numérique pour caractériser les charges d'impact et le risque d'interruption des opérations maritimes. Les résultats ont défini les charges d'impact caractéristiques pour diverses tailles de débris et de glace à l'aide des convertisseurs d'énergie marémotrice (CEM) flottants en surface et en semi-profondeur. Le risque d'interruption des technologies de conversion de l'énergie marine en semi-profondeur a également été évalué par le biais d'une analyse numérique des remorques opérationnelles et en évaluant la proximité de la profondeur des caténaires des remorques des installations potentielles des CEM.

L'incidence des données de chargement a été fournie directement au document sur les exigences de la conception (TS62600-2) et les documents sur la conception des systèmes d'ancrage (TS62600-10). En plus des cas de charge générique, les données environnementales réelles (hydrodynamiques et bathymétriques) pour un emplacement potentiel de turbine ont été utilisées pour veiller à ce qu'une étude de cas réaliste puisse être fournie à titre de référence. Ce type de recherche a permis de mieux comprendre les risques opérationnels potentiels de l'industrie, ce qui constitue une étape cruciale pour accroître la confiance des intervenants et permettre à l'industrie d'avancer vers la commercialisation.

## **6 Conclusion et suivi**

Le résultat immédiat du projet proposé sera l'acceptation et l'utilisation des nouvelles normes de la Commission électrotechnique internationale (CEI). Ces normes serviront de base pour un système de certification, qui permettra d'accroître la confiance des investisseurs, des organismes de réglementation et des promoteurs de projet afin de mettre en œuvre cette technologie au Canada ainsi qu'à l'étranger. À mesure que les normes seront convenues à l'échelle internationale, cela permettra également aux promoteurs de technologie, aux promoteurs de projets et aux fournisseurs canadiens d'avoir la capacité d'appliquer l'expertise qu'ils ont acquise à l'échelle locale (par exemple au centre FORCE du Centre canadien d'essai de turbine hydrocinétique) et de commercialiser ces produits et services à l'échelle internationale. L'acceptation mondiale des normes du CE 114 de la CEI facilitera la commercialisation auprès de tous les intervenants de l'industrie canadienne.

En plus de la forte présence d'intervenants canadiens au sein de l'industrie de l'énergie marémotrice, l'accent stratégique du Canada sur l'élaboration de normes pour les systèmes d'énergie tirée des courants fluviaux sera un résultat de projet à long terme. Le leadership dans ce segment de marché se poursuivra à mesure que les entreprises canadiennes mettent au point des technologies et des projets permettront de fournir des produits et des services de qualité pour le marché international.

À long terme, le résultat final sera de faire du Canada un chef de file mondial dans l'offre de systèmes et de projets d'énergie propre marémotrice et fluviale. L'énergie marémotrice formera la base d'une nouvelle industrie au Canada et aura une incidence considérable sur les économies de la Nouvelle-Écosse, de la région de l'Atlantique et du Canada.

### **6.1 Prochaines étapes**

Le projet actuel a permis la création d'un comité sur les normes d'envergure au Canada. Les membres canadiens ont participé à toutes les équipes de projet avec plusieurs personnes dirigeant les équipes principales. Le Canada s'est également bâti une solide réputation à l'échelle internationale grâce à sa participation active au processus d'élaboration de normes et à son leadership exercé à l'égard de la réalisation de recherche novatrice axée en particulier sur les lacunes nuisant à l'élaboration de normes.

Le comité canadien compte maintenir sa forte position de leadership en continuant son travail sur toutes les équipes de projet du CE 114 de la CEI. Les 6 normes publiées ne forment qu'une partie de la série d'exigences qui sont nécessaires au système de certification complète pour les systèmes d'énergie marémotrice, houlomotrice et fluviale. Il reste énormément de travail à accomplir pour l'industrie avec les documents dont elle a besoin pour être commercialement viable au cours des 5 à 10 prochaines années.