



EFFETS ÉVENTUELS DES PETITES CENTRALES MARÉMOTRICES SUR LES ÉCOSYSTÈMES MARINS CÔTIERS DE LA BAIE DE FUNDY ET STRATÉGIES D'ATTÉNUATION

Contexte

En soutien à la mise en valeur de sources d'énergie de remplacement, les provinces de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick étudient la faisabilité de l'exploitation extracôtière de l'énergie marémotrice. Pour guider le développement de ce nouveau secteur énergétique, la Nouvelle-Écosse, avec la participation du Nouveau-Brunswick, a récemment mené une évaluation environnementale stratégique (EES) des énergies renouvelables extracôtières. L'EES a compris la consultation des milieux de la pêche, de l'aquaculture et du transport maritime, des universitaires, des municipalités et des Premières nations. Le rapport d'évaluation comporte un certain nombre de recommandations, dont certaines s'inscrivent dans le mandat du ministère des Pêches et des Océans (MPO). On élabore en parallèle un document pour résumer les séances de consultation menées au Nouveau-Brunswick.

La Nouvelle-Écosse envisage maintenant la mise en œuvre de projets de démonstration, tandis que le Nouveau-Brunswick songe à une approche différente, centrée sur la surveillance des conditions aux sites propices afin de comprendre le potentiel de conversion de l'énergie et les interactions environnementales.

En prévision du rôle que pourrait jouer le MPO dans la réglementation de l'énergie marémotrice, la Direction des océans, de l'habitat et des espèces en péril de la Région des Maritimes du Ministère a demandé à la Direction des sciences, en mai 2007, de donner son avis sur quatre aspects des impacts environnementaux attendus de petites centrales marémotrices dans la baie de Fundy. En mars 2008, le MPO a tenu un atelier afin d'examiner un document préliminaire, intitulé *Background Report for the Fundy Tidal Energy SEA*, établi par Jacques Whitford. L'évaluation environnementale stratégique réalisée par l'Offshore Energy Environmental Research Association a suivi. Depuis, le ministère de l'Énergie de la Nouvelle-Écosse a donné suite aux 29 recommandations présentées dans le rapport d'EES. Dans l'intervalle, à la demande de la Direction des océans, de l'habitat et des espèces en péril, la Direction des sciences de la Région des Maritimes du MPO a lancé un processus spécial de réponse des Sciences (PSRS) afin de fournir un avis scientifique sur quatre questions concernant les éventuels impacts environnementaux des petites centrales marémotrices proposées dans la baie de Fundy.

Voici les questions pour lesquelles l'avis scientifique a été demandé :

- Quels sont les impacts environnementaux éventuels ou attendus des petites centrales marémotrices proposées dans la baie de Fundy sur les poissons et leurs habitats, les espèces en péril et d'autres aspects qui intéressent le MPO?
- Quelles mesures d'atténuation pourraient être appliquées pour minimiser les impacts environnementaux négatifs qui intéressent le MPO?

- Quel genre de démarche et de méthode de surveillance aiderait à vérifier les conclusions à l'égard des questions qui précèdent (pour délimiter tout effet environnemental résiduel des projets)?
- Quelles données pourraient être recueillies avant et durant l'exploitation des petites centrales marémotrices pour améliorer les capacités scientifiques de prévoir les éventuels impacts environnementaux de grosses centrales marémotrices?

Un atelier national du MPO devrait avoir lieu plus tard en 2008 ou en 2009 pour étudier la problématique générale de l'énergie marémotrice et de l'énergie houlomotrice. Il est possible que les résultats de l'atelier éclairent les conclusions de la présente réponse.

Renseignements de base

Un certain nombre de projets de petites centrales marémotrices intégrant la technologie de conversion de l'énergie des marées en courants libres, ou technologie TISEC (*Tidal In-Stream Energy Conversion*), sont envisagés pour la baie de Fundy, dans les eaux néo-écossaises et néo-brunswickoises. Comme il a été indiqué plus haut, la Nouvelle-Écosse a réalisé une évaluation environnementale stratégique de l'énergie marémotrice dans la baie de Fundy. Il sera demandé à la Direction des océans, de l'habitat et des espèces en péril du MPO d'examiner cette EES et de décider s'il faut exiger une autorisation en vertu de la *Loi sur les pêches* à l'égard des projets marémoteurs qui sont soumis.

L'avis donné quant aux effets éventuels des petites centrales marémotrices, aux mesures d'atténuation proposées et à la possible méthode de surveillance servira probablement à réviser l'EES et à orienter la conception des centrales (et peut-être à décider si le MPO exigera ou non une autorisation en vertu de la *Loi sur les pêches*).

Réponse

Impacts éventuels

À l'heure actuelle, les données manquent pour affirmer avec certitude quel sera l'effet des petites centrales marémotrices sur les poissons et leurs habitats. Comme la technique TISEC constitue un nouveau champ à exploiter, les études des effets sur le milieu marin sont rares. D'après nos connaissances de la baie de Fundy, nous nous attendons à ce que les petites centrales aient des impacts analogues à ceux de n'importe quelle autre construction de taille similaire dans la zone côtière. Des précisions sont données ci-dessous.

Impact physique sur le milieu benthique – champ proche

Dans la plupart des cas, l'impact physique des petites centrales marémotrices sera de courte durée et réversible, d'autant que les sites qui se prêtent le mieux à cette forme de captation de l'énergie seront situés là où les forts courants perturbent naturellement les sédiments. La réponse des sédiments aux obstacles à l'écoulement naturel qui a été observée dans les images obtenues de sondeurs multifaisceaux laisse croire que les sédiments seront déplacés en aval de la turbine. S'il existe des formations mobiles sur le fond marin ou si l'altération de l'écoulement en crée, l'habitat benthique sera considérablement modifié au voisinage (~1-2 diamètres en cours d'exploitation) d'un obstacle placé sur le fond marin. L'ampleur des modifications dépendra des caractéristiques du fond; elle sera moindre sur un fond rocheux, tandis que les secteurs où les sédiments consistent en éléments mobiles réagiront rapidement

à tout obstacle à l'écoulement. Pour des raisons techniques, les hydrauliennes TISEC seront vraisemblablement situées dans des zones où le substrat rocheux est exposé, ce qui pourrait réduire la chasse des sédiments vers l'aval. La taille des grains, l'apport des sédiments et le degré d'altération de l'écoulement détermineront l'étendue des dépôts en aval.

L'évaluation du benthos devrait faire partie de l'évaluation environnementale (EE) des projets et indiquer la présence des composantes valorisées de l'écosystème (CVE) benthique susceptibles d'être touchées.

Remarque : Dans le cas d'une centrale commerciale qui réunirait de nombreuses turbines, ce « champ » d'obstacles créerait sans doute des perturbations qui se joindraient et se renforceraient. Pour prévoir l'ampleur de l'effet et l'étendue de la zone touchée, il faudrait recourir à des modèles perfectionnés et comprendre le mouvement naturel des sédiments.

Impact physique sur le milieu benthique – champ lointain

Il est peu probable qu'une petite centrale marémotrice ait un effet sur la dynamique des sédiments dans le champ lointain, en particulier là où les concentrations de sédiments en suspension sont faibles. En revanche, si on envisage des projets de taille commerciale, il faut prendre en considération l'effet cumulatif qu'aura la captation de l'énergie marémotrice de la baie de Fundy dans le champ lointain. Par exemple, un problème important que pourrait poser l'exploitation commerciale de l'énergie marémotrice dans le fond de la baie de Fundy est la modification du transport des sédiments et des taux d'érosion et de dépôt dans les zones fragiles lointaines de la baie (p. ex. dans l'estran macrotidal). Il est important de noter que l'interaction entre la captation de l'énergie marémotrice et la sédimentation diminue en même temps que la concentration des sédiments. La concentration est un facteur critique du dépôt des sédiments fins; elle détermine largement la vitesse de sédimentation de la vase. Ainsi, la réponse non linéaire des sédiments à la diminution de l'écoulement occasionnée par le pont-jetée de Windsor, celui de la rivière Petitcodiac et d'autres chaussées est due à un mécanisme de rétroaction créé par le dépôt rapide de la vase qui réduit la turbulence près du fond. Une asymétrie des courants fait remonter les sédiments, mais, dans les conditions normales d'équilibre, l'accumulation à la marée montante est compensée à la marée descendante, dont l'effet est augmenté par d'autres forces comme le ruissellement et l'action des vagues. Dans le cas de la chaussée sur la Petitcodiac, les forces compensatrices n'ont pas suffi à rompre l'interface de densité créée par la vase se déposant. Une réponse analogue pourrait se produire sur les battures de vase macroditaies très éloignées de la centrale marémotrice commerciale, si celle-ci capte suffisamment d'énergie.

Interactions avec les poissons – impact physique des hydrauliennes

Aucune information n'a encore été publiée sur les interactions entre les turbines et les poissons dans l'environnement marin. Contrairement au cas des turbines situées dans des barrages, il devrait être possible d'écarter les poissons des hydrauliennes en courants libres. Les promoteurs de la technique TISEC affirment que les turbines tourneront suffisamment lentement pour que les poissons évitent les parties mobiles. Cela dit, évaluer les éventuelles interactions avec les poissons est extrêmement difficile, et la collecte de données fiables en est encore au stade de la recherche. De plus, ce genre de comportement des poissons n'a jamais vraiment été étudié auparavant. Ainsi, on ne sait pas au juste si certaines espèces se laissent porter par les courants forts, ce qui ne leur permettrait pas d'éviter facilement les hydrauliennes.

Les espèces de poissons présentes dans le secteur ont fait l'objet de nombreuses publications, mais on connaît très peu le comportement naturel de nombreuses espèces importantes dans

cet environnement dynamique. Selon les observations empiriques, fournies notamment par la pêche commerciale et l'activité de recherche, le saumon de l'intérieur de la baie de Fundy nagerait dans les eaux de surface (Garry Melvin, station biologique de St. Andrews, St. Andrews (N.-B.), communication personnelle); cependant, on poursuit l'investigation de la distribution verticale et du mouvement du saumon. Si on découvre que le saumon passe réellement beaucoup de temps dans les eaux de surface, placer les turbines en profondeur pourrait réduire les interactions possibles avec cette espèce.

Une façon d'évaluer le comportement des poissons et les interactions éventuelles avec les hydrauliques TISEC serait d'utiliser des détecteurs acoustiques sur place. Toutefois, il faut d'abord éprouver d'une manière ou d'une autre les techniques et le matériel disponibles pour voir s'ils sont efficaces dans les milieux hostiles – en l'occurrence très dynamiques et chargés de matières en suspension – de la baie de Fundy. Il est conseillé d'effectuer les essais au départ, pour déterminer l'efficacité du matériel avant l'installation des turbines. De cette façon, on pourra employer du matériel adapté que l'on sait pouvoir fonctionner dans des conditions extrêmes afin d'évaluer de façon quantitative le comportement des poissons au voisinage d'une petite centrale TISEC. Les renseignements obtenus seraient utiles pour déduire quelles seraient les interactions avec les centrales de taille commerciale.

Malheureusement, les études en laboratoire ne conviennent pas dans les circonstances, en raison de problèmes d'échelle. Ainsi, il est difficile de représenter en laboratoire les niveaux de turbulence et les caractéristiques océanographiques. Pareillement, la réponse obtenue en laboratoire au moyen d'une seule turbine d'essai a peu de chance de représenter le comportement en situation réelle.

La Direction des sciences du MPO sait qu'il y a d'autres évaluations en cours des hydrauliques TISEC. Par exemple, ses représentants ont parlé avec des fonctionnaires du New York State Department of Environmental Conservation (NYSDEC), lequel étudie le moyen de bien surveiller ces hydrauliques dans la East River. Le groupe chargé de l'étude a toutefois connu certaines difficultés pour mesurer le comportement des poissons (Kevin Kispert, NYSDEC, Stony Brook (NY), communication personnelle). Le groupe s'est dit prêt à communiquer ses résultats au MPO une fois l'étude achevée. Les principaux problèmes rencontrés sont les suivants : (i) les hydrauliques n'ont fonctionné que durant une courte période; (ii) les caméras sous-marines se salissaient; (iii) les méthodes employées n'ont pas permis d'identifier sans équivoque les espèces de poissons. Les résultats analysés jusqu'ici sont en général peu concluants. De plus, les conditions dans la East River sont assez uniformes (profondeur de 30-40 m, courant de 5-6 nœuds, turbidité et bruit); les techniques étudiées par le NYSDEC doivent donc être éprouvées dans les conditions beaucoup plus difficiles de la baie de Fundy, et le NYSDEC craint qu'elles ne fonctionnent pas bien dans cet environnement. De part et d'autre, on souhaite poursuivre la communication, comme les connaissances dans le domaine se développeront. La Direction des sciences du MPO continuera d'étudier d'autres projets et initiatives, comme il convient, qui évaluent les impacts écosystémiques des hydrauliques TISEC.

Interactions avec les poissons – impact acoustique

On ne sait pas à quel point le son transmis par les hydrauliques TISEC interagit avec le comportement des poissons. Il est conseillé d'étudier la propagation ainsi que l'intensité et la fréquence du son provenant de ces hydrauliques dans le milieu très turbulent de la baie de Fundy, et les impacts qui pourraient en découler sur le comportement des poissons.

Mesures possibles d'atténuation

Impact physique sur le milieu benthique

On s'attend à ce que les petites centrales TISEC aient sur l'environnement des effets similaires à ceux d'autres constructions dans la zone côtière; par conséquent, les mesures d'atténuation s'appliquant normalement à des projets de construction devraient convenir (choix du lieu pour éviter les interactions, matériaux, méthodes de construction, ordonnancement des travaux, meilleures pratiques de gestion pour les travaux dans l'eau, etc.). D'autres aspects à prendre en considération aux fins des mesures d'atténuation devraient être l'emplacement de la centrale et sa proximité aux zones d'importance écologique et biologique (ZIEB) qui auront été reconnues, ainsi que les impacts éventuels sur les CVE benthiques déterminées. Pour ce faire, il faudra évaluer la zone qui risque d'être touchée par la constitution en aval de formations mobiles. Comme la plupart des sites possibles de centrale TISEC se trouvent dans des zones où la perturbation naturelle du substrat est probable, les espèces benthiques seront sans doute capables de s'adapter rapidement. Cela ne sera pas le cas dans les sites à fond dur où peuvent se trouver des espèces sessiles à croissance lente.

Interactions avec les poissons

Comme les données manquent actuellement pour déterminer (i) l'occurrence et (ii) le degré d'impact des interactions entre les hydrauliques TISEC et les espèces pélagiques, il est difficile pour l'instant de cerner et de proposer des stratégies possibles d'atténuation. Toutefois, selon les principes de la gestion du risque et de la minimisation des risques, on peut avancer que d'éviter les voies migratoires, les aires de croissance et les frayères permettrait de réduire la probabilité des interactions.

Mode possible de surveillance

Les protocoles normalisés de surveillance des chantiers de construction côtiers, y compris en ce qui touche la concentration des sédiments en suspension, devraient permettre de déceler les variations à court terme créées par les petites centrales marémotrices. Il faudrait adjoindre à la surveillance de l'environnement l'élaboration et la validation de modèles haute résolution des caractéristiques biophysiques et du transport des sédiments afin de prévoir les impacts d'une véritable exploitation commerciale.

Impact physique sur le milieu benthique

Une préoccupation qui est régulièrement soulevée à l'égard de travaux de construction en zone côtière est l'augmentation des matières en suspension en résultat de la perturbation du fond. Dans les zones où il y a peu de matières en suspension, la surveillance au moyen d'instruments optiques bien étalonnés, comme des turbidimètres ou des capteurs à rétrodiffusion optique, peut être employée pour repérer et délimiter les panaches de sédiments. Il faudrait prélever des échantillons d'eau *in situ* pour établir les courbes d'étalonnage des instruments optiques. Dans la baie de Fundy, les mesures pourraient être compromises par la très grande variation naturelle des matières en suspension qui se produit à plusieurs échelles temporelles. La collecte d'échantillons *in situ* pour l'étalonnage est aussi rendue difficile par la grande vitesse des courants dans les zones proposées pour les petites centrales, ce qui rend le profilage difficile.

On pourrait limiter les études à la reconnaissance d'un panache au voisinage immédiat du chantier et s'en servir pour déterminer s'il y a augmentation inacceptable des matières en suspension. Il serait alors possible d'éliminer les études de référence. À part la délimitation d'un panache distinct, il paraît presque impossible d'attribuer des changements aux travaux, étant donné la variation naturelle des matières en suspension et des matières sédimentées dans la baie de Fundy.

Des sondages multifaisceaux et des levés de sonar à balayage latéral répétés autour de l'installation pourraient servir à vérifier si les modifications superficielles prévues des fonds dans le sillage de la centrale se produisent.

Aucune surveillance n'est envisagée des sédiments fins dans le champ lointain d'une petite centrale TISEC, puisque l'effet de la centrale sur la dynamique de l'estran serait impossible à détecter étant donné les variations naturelles.

Interaction avec les poissons

Selon le type de substrat et les organismes qui y vivent, les relevés benthiques de la zone pourraient montrer si la composition des espèces a été modifiée par des altérations physiques (p. ex. des modifications de l'écoulement) imputables à l'implantation de la centrale TISEC. Ainsi, selon les pêcheurs locaux, la région du passage Minas, privilégiée pour ce genre d'exploitation, se trouverait sur la voie de migration des homards; il est donc possible que cette voie soit perturbée par les altérations physiques du milieu benthique. Cela dit, même si les débarquements de homards diminuent, à moins de réaliser l'échantillonnage et la surveillance voulus du milieu benthique, il sera difficile de déterminer un lien causal entre les débarquements de homards et les hydrauliques dans la zone.

Comme il a été dit plus haut, il ne conviendrait pas d'effectuer les recherches initiales en laboratoire (pour observer le comportement des poissons et autres organismes marins de tailles et types divers, y compris les homards, en réponse à un modèle à l'échelle d'une hydraulique TISEC), puisqu'il serait très difficile de rapporter le comportement des poissons, homards et autres organismes en laboratoire à celui en milieu naturel.

Les interactions entre les espèces pélagiques et les hydrauliques TISEC sont un objet crucial de surveillance. À l'heure actuelle, aucune stratégie éprouvée de surveillance ne peut être proposée autre que l'observation physique des eaux de surface en aval. On pourrait recourir à des sondes acoustiques trois dimensions, mais il faut en évaluer l'efficacité dans les environnements où il est proposé d'implanter les hydrauliques.

De même, il est impossible de proposer une stratégie efficace de surveillance des effets acoustiques tant qu'il ne sera pas déterminé que la propagation du son provenant des hydrauliques TISEC a un impact sur les poissons et leurs habitats.

Collecte de données avant et après implantation de petites centrales TISEC en vue de prévoir les impacts environnementaux éventuels de grosses centrales

L'exploitation de l'énergie marémotrice au moyen de techniques en courants libres constitue un domaine de recherche très récent, et on connaît très peu les interactions entre les hydrauliques TISEC et l'environnement. Il existe très peu d'installations, et la plupart sont situées dans des zones qui diffèrent de la baie de Fundy par les conditions et phénomènes

océanographiques ainsi que par la structure et la fonction de l'écosystème. Comme il a été indiqué dans les rapports antérieurs, les principaux aspects à étudier pour que le MPO soit mieux préparé à prendre des décisions se rapportant aux centrales commerciales TISEC sont : (i) les modifications de la dynamique des sédiments dans les champs proche et lointain, y compris les impacts sur le benthos; (ii) les impacts du captage de l'énergie sur les forces des marées; (iii) les interactions entre les espèces pélagiques et les installations; (iv) les impacts acoustiques.

En raison des variations naturelles dans la baie de Fundy, il est extrêmement difficile de mesurer les interactions entre les hydrauliques TISEC et de nombreux éléments écosystémiques perçus comme cruciaux pour comprendre les interactions environnementales. Comme il est difficile de distinguer les données utiles de celles qui ne le sont pas, il faudra se reposer lourdement sur la modélisation pour prévoir les impacts écosystémiques. Cela dit, l'élaboration des modèles comportera elle-même certaines difficultés. Par exemple, les fortes concentrations de sédiments et la vaste étendue des estrans exigeront de nouvelles mises en œuvre de modèles numériques. La modélisation du système de la baie de Fundy peut aussi servir à prévoir les éventuelles modifications de l'amplitude des marées que pourraient apporter les centrales TISEC de taille commerciale. Des études antérieures avaient attribué des changements distants de l'amplitude des marées à l'aménagement d'un barrage dans le fond de la baie de Fundy; il faudrait entreprendre un effort analogue de modélisation au début de la réalisation d'une centrale TISEC.

Milieu physique

La collecte de données sur les courants à des endroits stratégiques aidera à valider les modèles de circulation, et les levés bathymétriques aideront à contraindre les domaines et les éléments de friction de la modélisation, ce qui donnera lieu à des modèles plus précis. Toutefois, il faudrait coordonner la collecte de ces données pour assurer la compatibilité et bien spécifier la référence. De plus, mesurer dans le champ proche les perturbations de l'écoulement aiderait à valider les modèles de la turbulence imputable aux installations, modèles qui pourraient être mis à l'échelle des phases de développement. Des sondages à faisceaux multiples ou des levés de sonar à balayage latéral répétés dans le champ proche aideraient à valider les prévisions de la réponse du relief des fonds à la perturbation de l'écoulement.

En prévision d'une implantation commerciale et de ses effets éventuels sur le champ lointain, en particulier sur l'estran, il faudrait appliquer un certain effort à la réalisation d'études de la dynamique des sédiments dans les zones d'estran et associer ces études axées sur les processus à une modélisation perfectionnée. Il faut pousser l'analyse pour déterminer le cadre temporel, l'échelle et la portée de telles études. Comme l'a démontré la recherche antérieure sur les effets des barrages à marée, l'écologie complexe et délicate de la baie de Fundy complique les études. Des hypothèses incorrectes au sujet de l'interaction de la vase et de l'écoulement ont donné lieu à une grave sous-estimation de l'impact de l'aménagement d'une chaussée.

Milieu biologique

Le comportement des animaux marins, y compris des espèces en péril, au voisinage d'un obstacle en mouvement (p. ex. une turbine) est mal défini. Les résultats des tentatives de surveillance du comportement des poissons en présence des turbines dans la East River (New York) n'ont pas été présentés. En vue de l'éventuelle augmentation d'échelle de l'exploitation de l'énergie marémotrice, il faudrait mener, parallèlement à l'élaboration des installations d'essai, un programme expérimental pour déterminer si on peut suivre les espèces

pélagiques, quels genres d'interactions elles ont avec les turbines et quel en est le résultat. La Direction des sciences du MPO dans la Région des Maritimes dispose d'acousticiens qui pourraient étudier le problème. Encore faudra-t-il planifier et exécuter soigneusement la recherche, puisque l'efficacité des outils acoustiques dans l'environnement très dynamique visé n'est pas prouvée et qu'il pourra être difficile de parvenir à une conclusion sans ambiguïté concernant l'évitement des turbines, la mortalité ou les blessures.

Il faudra se pencher sur la détermination du niveau et de l'effet du son propagé par les hydrauliques TISEC sur les poissons et leurs habitats. Comme dans le cas des interactions entre les installations et les espèces pélagiques, il sera nécessaire d'élaborer un protocole d'expérimentation.

Surveillance de base – données sur le milieu physique

Les centrales TISEC envisagées devraient être implantées dans les zones qui présentent le moindre risque pour les poissons et leurs habitats, en particulier les frayères et les aires de croissance et de migration. Dans l'hypothèse où les centrales seraient implantées sur un substrat dur dans des zones de forts courants, les problèmes de qualité de l'eau se limiteraient aux matières en suspension (pour autant que l'exploitation ne provoque pas de contamination). Il est peu probable qu'il y ait des variations dans les matières en suspension au voisinage immédiat des hydrauliques, sauf durant les travaux de construction.

La collecte des données sur le milieu physique, qui contribuerait à établir la base de la surveillance future, devrait faire partie de l'évaluation du potentiel d'un site par le promoteur. Cette collecte aidera en outre à valider les modèles qui seront requis pour prévoir les interactions environnementales. La coordination entre le MPO et les promoteurs de la collecte et de l'uniformisation du format des données sera essentielle pour l'utilité immédiate et la valeur fondamentale de ces observations de référence.

Les données minimales à recueillir sur le milieu physique comprennent les vitesses de courant et les renseignements bathymétriques détaillés et pourraient s'étendre à la caractérisation de la charge de sédiments en suspension là où cette charge pourrait altérer le fonctionnement des turbines. D'autres informations sur les paramètres environnementaux pourraient être recueillies à un site :

- Emplacement (latitude et longitude);
- Profondeur de l'eau (telle qu'indiquée sur les cartes du Service hydrographique du Canada);
- Direction du fetch maximal (en degrés) et évaluation connexe de la hauteur de vague maximale (en mètres) et de la direction des vagues les plus hautes (en degrés);
- Valeurs minimale et maximale annuelles de salinité.

De plus, voici des précisions relatives à la collecte des données sur la vitesse des courants :

- Amarrer le courantomètre au centre du site proposé et le configurer pour enregistrer la vitesse et la direction du courant à intervalles de quinze minutes pendant au moins six semaines.
- Déterminer et représenter graphiquement les chiffres suivants :
 - Distribution des fréquences de la vitesse des courants;
 - Répartition des fréquences maximale, minimale, moyenne et médiane des vitesses de courant;
 - Fréquence des courants par plages de direction de quinze degrés.
- Fournir les procédures d'étalonnage du courantomètre, les feuilles d'étalonnage des données et un relevé électronique des données brutes (en format ASCII ou texte).

- Prendre des mesures au moyen d'un profileur de courant Doppler acoustique (ADCP) à une résolution de bloc de portée de un à deux mètres.
- Il faudrait aussi prendre des mesures à un emplacement témoin ou de référence (qui pourrait être déterminé après les observations préliminaires sur le terrain et l'examen des prévisions modélisées utiles).

En outre, la vidéo ou la photographie sous-marines constitueraient un moyen efficace de caractériser le fond, mais elles ne peuvent être employées que là où la visibilité le permet. Il faudra établir des protocoles d'après la superficie totale visée. Des appareils remorqués permettraient d'élargir la zone d'étude, mais le coût pourrait en être prohibitif. Les caméras lestées seraient efficaces, pourvu qu'un nombre statistiquement significatif d'images soient prises. Les protocoles de plongée élaborés pour l'aquaculture ne pourraient être appliqués que dans les régions où les périodes de courant faible sont suffisamment longues et où la visibilité est acceptable. La profondeur proposée des installations (40-50 m) limitera par ailleurs le recours à des plongeurs. Si possible, il conviendrait de définir un ensemble de transects, comme on le fait dans le cas de l'aquaculture.

Des levés de sonar à balayage latéral ou des sondages multifaisceaux pourraient être requis pour des raisons techniques, et on pourrait baser sur eux l'évaluation de la modification du relief des fonds. Vu le coût élevé des sondages multifaisceaux, il conviendrait d'évaluer le recours aux levés de sonar à balayage latéral pour déterminer l'étendue de la migration des formations superficielles des fonds.

Dans le rapport de l'évaluation environnementale stratégique, les recommandations d'établir des normes provinciales visant les données écologiques à l'intention de tous les promoteurs de projets d'exploitation d'énergies renouvelables en mer et de leurs consultants sont utiles en vue d'élaborer de protocoles normalisés pour le prélèvement des échantillons et la constitution d'une base de données auxquels tous peuvent adhérer. Il faudrait que les diverses parties continuent à discuter entre elles de l'objet de la base de données et des types de données qui seraient disponibles. Les bases de données du MPO comme la base BioChem et celle des courantomètres de la Division des sciences océanologiques constitueraient de bons points de départ.

Surveillance de base – données sur le milieu biologique

L'identification des espèces exigera l'évaluation des données historiques et des relevés benthiques. Vu la nécessité de protéger les espèces visées par la *Loi sur les espèces en péril* et les stocks commerciaux, les relevés d'espèces pélagiques le long des voies de migration devront se faire par des méthodes non intrusives, sans doute des méthodes acoustiques, validées par un échantillonnage stratégique. Ces méthodes ont déjà été appliquées à l'égard d'espèces, tel le hareng, dans l'avant-baie de Fundy, mais les techniques devront être modifiées et évaluées pour un emploi dans le fond de la baie et pour d'autres espèces particulières.

Conclusions

L'exploitation de l'énergie marémotrice au moyen de techniques en courants libres constitue un domaine de recherche très récent, et les interactions entre les hydrauliques TISEC et l'environnement sont très peu connues. Il existe un très petit nombre d'installations et la plupart sont situées dans des zones qui diffèrent de la baie de Fundy par les conditions et phénomènes océanographiques ainsi que par la structure et la fonction de l'écosystème. Comme il a été indiqué plus haut, les principaux champs d'études sont : (i) les modifications de la dynamique

des sédiments dans les champs proche et lointain; (ii) les impacts du captage de l'énergie sur les forces de marée; (iii) les interactions entre les poissons (surtout les espèces pélagiques) et les installations; (iv) les impacts acoustiques. Les variations naturelles dans la baie de Fundy rendent extrêmement difficile de mesurer les interactions entre les hydrauliques et de nombreux éléments écosystémiques (vus comme cruciaux pour la compréhension des interactions environnementales). Comme il est difficile de distinguer les données utiles de celles qui ne le sont pas, il se peut qu'on doive se reposer lourdement sur la modélisation pour prévoir les impacts écosystémiques.

Malgré qu'on dispose d'informations limitées, on s'attend à ce que les petites centrales marémotrices aient des impacts analogues à ceux d'autres constructions (de taille comparable) dans la zone côtière. Dans le cas des petites centrales, les effets physiques sur le milieu benthique seront de courte durée et réversibles. Cependant, dans le cas de centrales de taille commerciale, le trop grand captage de l'énergie marémotrice dans le fond de la baie de Fundy pourrait modifier le transport des sédiments ainsi que les taux d'érosion et de dépôt dans des zones sensibles du champ lointain de la baie (p. ex. l'estran macrotidal). On comprend mal les interactions possibles des poissons avec les hydrauliques dans leur dimension physique; il serait donc utile de procéder à une détection acoustique sur place pour mesurer ces interactions.

Les mesures d'atténuation qui conviendraient pour maîtriser les possibles impacts environnementaux préoccupants des petites centrales seraient analogues à celles instituées pour d'autres constructions dans la zone côtière (choix du lieu pour éviter les interactions, matériaux, méthodes de construction, ordonnancement des travaux, meilleures pratiques de gestion pour les travaux dans l'eau, etc.).

Les protocoles normalisés de surveillance des chantiers de construction côtiers, y compris en ce qui touche la concentration des sédiments en suspension, devraient reconnaître les variations à court terme de la structure et de la fonction de l'écosystème. Aucune surveillance n'est envisagée des sédiments fins dans le champ lointain d'une petite centrale TISEC, puisque l'effet de celle-ci sur la dynamique de l'estran serait indécélable, étant donné les variations naturelles. À l'heure actuelle, il est impossible de proposer une stratégie de surveillance certaine à l'égard des interactions avec les poissons autre que l'observation physique des eaux de surface en aval. La surveillance acoustique trois dimensions des poissons pourrait convenir, mais il faut en pousser l'évaluation.

Les principales données à recueillir avant et après l'implantation d'une petite centrale pour aider à évaluer les effets éventuels de l'exploitation à plus grande échelle seraient des données sur le milieu physique, y compris les vitesses des courants, les informations bathymétriques détaillées et les données de caractérisation des charges de sédiments en suspension (selon les protocoles qui conviennent). Le comportement des espèces dans la zone locale et l'interaction des espèces avec les hydrauliques TISEC devraient faire l'objet de la collecte de données; toutefois, vu la nécessité de protéger les espèces en péril, il faut mettre au point les méthodes qui conviennent (p. ex. l'emploi de méthodes acoustiques à l'égard des espèces pélagiques).

Collaborateurs

Gary Bugden	Sciences du MPO, Région des Maritimes
Peter Smith	Sciences du MPO, Région des Maritimes
Tim Milligan	Sciences du MPO, Région des Maritimes
Edward Kennedy	Sciences du MPO, Région des Maritimes

Approuvé par

Tom Sephton
Directeur régional p.i., Sciences
Dartmouth (N.-É.)
(902) 244-6080

Date : 4 septembre 2008

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques
Région des Maritimes
Ministère des Pêches et des Océans
C. P. 1006, succ. B203
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2

N° de téléphone : 902-426-7070

N° de fax : 902-426-5435

Adresse de courriel : XMARMRAP@mar.dfo-mpo.gc.ca

Adresse Internet: www.dfo-mpo.gc.ca/csas

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada,

An English version is available upon request at the above address.



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2008. Effets éventuels des petites centrales marémotrices sur les écosystèmes marins côtiers de la baie de Fundy et stratégies d'atténuation. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Rép. des Sci. 2008/013.