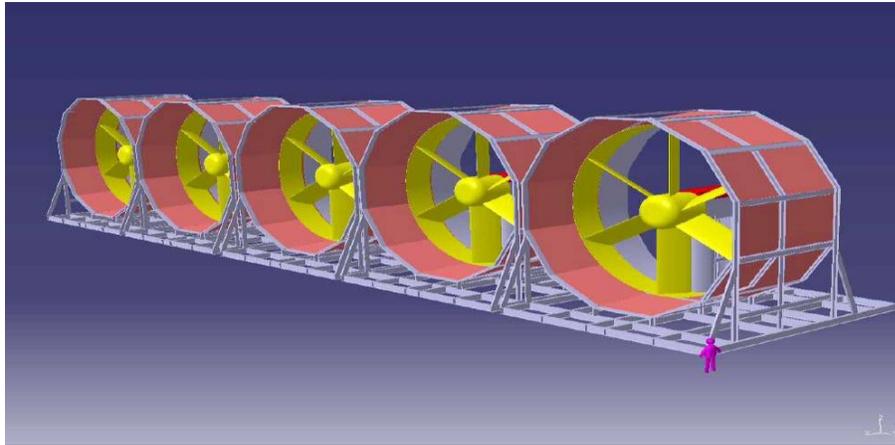


ÉTUDE DE POTENTIALITÉ HYDROLIENNE DE LA RIVIÈRE SAGUENAY



Analyse préliminaire du potentiel énergétique du Saguenay

Présenté à :

**MRC du Fjord-du-Saguenay
CLD du Fjord-du-Saguenay
SADC du Fjord
Promotion Saguenay
Conférence Régionale des Élus.**



**Société de développement
de l'énergie hydrolienne**

20 janvier 2009

TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux _____	II
1. Objectif de l'étude et nature du mandat _____	1
2. Contexte _____	2
3. Sommaire de l'analyse _____	3
3.1 Territoire ciblé _____	3
3.2 Facteurs responsables des courants _____	4
3.3 Sites potentiels sélectionnés _____	5
3.4 Traitement des données par le Centre Hydraulique Canadien _____	6
3.5 Potentiel énergétique par zone _____	7
3.6 Une douzaine de sites prometteurs _____	8
3.7 Résultats pour les sites prometteurs _____	10
4. Conclusion _____	11
5. Prospectives _____	12
Annexe A : Centre Hydraulique Canadien (CNRC) _____	14
Annexe B : Exemples de visualisation des vitesses _____	16
Annexe C : Position des sites sélectionnés _____	23
Annexe D : Prédiction de la ressource à exploiter _____	29
Annexe E : Les marées de référence _____	31
Annexe F : Technologies installées (Canada; USA: Irlande) _____	33
Annexe G : Effet du relief sur la vitesse du courant _____	35
Annexe H : Bathymétrie du Saguenay _____	37

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Exemple de la visualisation de la partie analysée par le CHC_	14
Annexe B	Modélisation des marées et de la vitesse de courants du Saguenay _____	16
Tableau 2	Secteur de l'île Wilson jusqu'à Terres Rompues _____	16
Tableau 3	Secteur de Terres Rompues jusqu'au Cap de la Croix _____	17
Tableau 4	Secteur du Cap de la Croix jusqu'à Rivière du Moulin _____	18
Tableau 5	Secteur de Rivière du Moulin jusqu'à Saint-Fulgence _____	19
Tableau 6	Secteur de Saint-Fulgence jusqu'au Cap à l'Ouest _____	20
Tableau 7	Secteur de la Baie des Ha! Ha! jusqu'à Tadoussac _____	21
Tableau 8	Puissance des courants disponible dans les sites retenus ____	23
Tableau 9	Sites observés : # 1 à # 9 _____	24
Tableau 10	Sites observés : # 9 à # 17 _____	25
Tableau 11	Sites observés : # 17 à # 26 _____	26
Tableau 12	Sites observés : # 27 à # 29 _____	27
Tableau 13	Le cycle complet de marées à Tadoussac exprimé en valeurs métriques versus le temps. _____	31
Tableau 14	Marées à La Baie confirmant le cycle de Tadoussac. _____	31
Tableau 15	Marées à Chicoutimi : modèle conforme aux tables. _____	31
Tableau 16	Canada : Clean Current Turbine (Vancouver) _____	33
Tableau 17	U.S.A.: Free Flow Turbine (Minnessota) _____	33
Tableau 18	UK.Irlande :Open Center Turbine (Greenore) _____	33
Tableau 19	Exemple de la représentation d'une coupe de la rivière illustrant l'accélération du courant dans une courbe. _____	35
Tableau 20	Zones 1 à 5 : Secteur de Saint-Fulgence à Tadoussac .! _____	37
Tableau 21	Zone 1 : Secteur de l'île Wilson jusqu'à Terres Rompues ____	38
Tableau 22	Zone 2 : Secteur des Terres Rompues jusqu'au Cap de la Croix _____	39
Tableau 23	Zone 3 : Secteur du Cap de la Croix jusqu'à Rivière du Moulin _____	40
Tableau 24	Zone 4 : Secteur de Rivière du Moulin jusqu'à Saint-Fulgence _____	41
Tableau 25	Zone 5 : Secteur de Saint-Fulgence jusqu'à la Baie des Ha! Ha! _____	42

L'évaluation du potentiel hydrolien du Saguenay au centre du mandat.

1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE ET NATURE DU MANDAT

L'objectif de la présente étude est de caractériser les courants de marées et de rivières sur différents sites présélectionnés de la rivière Saguenay et ce, dans le but d'évaluer son potentiel énergétique. L'hypothèse posée étant que : **l'énergie cinétique des courants de marées et de rivières est suffisamment importante pour être extraite par des hydroliennes et ainsi produire de l'énergie électrique sur une base économiquement rentable.**

Plus spécifiquement et suivant l'offre de service, la Société de développement de l'énergie hydrolienne (SDEH) a agit à titre de maître d'œuvre en vue de s'assurer de la réalisation de la présente analyse. La présentation des résultats d'observations sur 12 sites, une simulation informatisée des résultats obtenus et la modélisation des marées et de la vitesse des courants ont donc ainsi été réalisés.

Le protocole de recherche utilisé a impliqué la prise de relevés in situ par des ressources qualifiées. Ce prélèvement de données a été fait à partir de courantomètres, de sondeurs de profondeurs, de GPS et d'autres équipements de navigation . Les valeurs ainsi extraites ont été comparées avec les données théoriques du logiciel Télémac du Centre Hydrologique Canadien du CNRC .

L'ensemble des variables étant en parfaite corrélation, nous avons finalement procédé à l'analyse combinatoire des résultats et établi un classement des sites par catégories.

2. CONTEXTE

La situation mondiale de la demande d'énergie propre et renouvelable, les nouvelles préoccupations environnementales ainsi que la croissance phénoménale du développement des éoliennes sont autant d'éléments qui conscientisent les milieux à explorer diverses sources alternatives d'approvisionnement. C'est dans ce courant social et économique que le développement de l'énergie hydrolienne s'inscrit.

C'est par une observation attentive des grands courants engendrés par les marées de la rivière Saguenay et le débit important en provenance du lac Saint-Jean que l'idée d'une potentialité hydrolienne est apparue. C'est ensuite en confrontant cette vision à une évaluation préliminaire des technologies d'extraction de l'énergie des courants marins, que la Société de développement de l'énergie hydrolienne (SDEH) a donc trouvé naturellement sa raison d'être. Les membres de cet organisme sans but lucratif sont des représentants de municipalités et d'organismes régionaux ainsi qu'un promoteur privé.

Ceux-ci sont sensibilisés à la nécessité de connaître le potentiel énergétique des courants qui circulent dans ce cours d'eau dans l'éventualité d'une exploitation. Les nombreux projets d'infrastructures dans les énergies marines qui sont annoncés aux États-Unis, en Europe, en Asie et au Canada incitent à prendre immédiatement une position dans ce marché international naissant.

Le Saguenay se divise en trois grandes sections fort différentes.

3. SOMMAIRE DE L'ANALYSE

3.1 Territoire ciblé

La rivière Saguenay, qui fait l'objet de cette étude, est un cours d'eau de 155 kilomètres de longueur et prend source au lac Saint-Jean pour finalement se déverser dans le fleuve Saint-Laurent, à la hauteur de Tadoussac. Cet important cours d'eau se divise en trois secteurs géomorphologiques fortement différenciés.

En amont, il couvre la partie comprise entre Alma et le barrage de Shipshaw. Cette section est profonde et enclavée entre des collines boisées et n'est pas soumise aux marées. Le seul courant présent est alors créé par le débit provenant du déversement du lac Saint-Jean.

Pour sa part, la partie centrale se situe à partir de l'île Wilson aux pieds du barrage de Shipshaw, jusqu'au Cap à l'Ouest à l'entrée de la Baie des Ha! Ha!. L'eau y est peu profonde jusqu'à l'approche du port de Grande-Anse. Elle serpente ensuite l'arrondissement Chicoutimi de la ville de Saguenay jusqu'à la municipalité de Saint-Fulgence. Dans cette portion, la rivière est soumise à des courants plus importants en raison de l'effet combiné de la marée, du débit de la rivière et de la faible profondeur d'un lit accidenté. Également, une dénivellation significative apparaît lors des marées basses entre le point d'origine et celui d'arrivée.

Enfin, la portion en aval du Saguenay (entre la Baie des Ha! Ha! et Tadoussac), présente alors toutes les caractéristiques d'un fjord : ses grandes profondeurs, son enclavement par des montagnes escarpées et sa largeur importante. Cette section est affectée par les marées venant du fleuve et peu du débit de la rivière en amont.

Les principaux facteurs responsables des courants sont les marées, le débit, le relief du fond et des rives, les caps et les courbes.

3.2 Facteurs responsables des courants

Les courants et leur vitesse sont dépendants de facteurs qui parfois s'additionnent, se soustraient ou peuvent même s'annuler. Dans le cas qui nous préoccupe, le courant de rivière en amont et le flot de la marée montante s'opposent dans certains secteurs, là où les deux variables sont présentes.

Dans la rivière Saguenay, ce sont les marées, le débit, le relief du fond et des rives, les changements de direction de l'écoulement, les caps et les courbes et dans une moindre importance, l'effet des vents et de la pression barométrique qui créent l'énergie cinétique. D'autre part, dans une partie de faible profondeur et de largeur peu importante, le débit s'ajoute à la marée qui engendre des vitesses de courants importantes et ce, surtout dans les étranglements comportant des reliefs accentués.

Lorsque de grandes profondeurs s'ajoutent à des largeurs importantes de la rivière les courants sont faibles et l'influence du débit devient peu importante.

Pour conclure, cette étude n'a pas la prétention de fournir des relevés de chaque centimètre du cours d'eau, ni de relever toutes les secondes le mouvement de chaque point pendant une année entière. **L'objectif recherché est d'analyser les vitesses de courants dans un cycle complet de marées, de déterminer des débits moyens à la source et ainsi arriver à prédire la quantité d'énergie moyenne pouvant être générée sur des sites sélectionnés.**

Le lecteur doit garder à l'esprit que certaines variables non significatives ont dû être éliminées du champ de recherche en raison des effets d'annihilation des forces entre elles et de leur caractère non significatif à l'échelle des résultats obtenus et à partir des facteurs prépondérants. Ainsi, il n'a pas été opportun de tenir compte des plus grandes marées, des très grandes crues et de la contribution des affluents comme la rivière Chicoutimi et d'autres affluents secondaires.

Plus d'une trentaine de sites sont retenus pour l'étude.

3.3 Sites potentiels sélectionnés

En se référant aux facteurs responsables des courants et à l'observation attentive des courants de surface, des sites propices à développer des vitesses plus importantes ont été retenus pour fins d'analyse. Trois sont en amont du barrage de Shipshaw, vingt-six dans la portion du chenal et trois dans la partie du Fjord.

Quelques sites se distinguent de l'ensemble. Ils sont considérés comme secondaires, à cause de leur position particulière et d'exception, comme celui du Cap à l'Ouest à l'entrée de la Baie des Ha! Ha!.

Le choix des sites, pour les fins d'étude, est basé sur des observations préliminaires et de la longue expérience de navigation des maîtres d'œuvres. Les trois sites en amont des barrages ont été déterminés en fonction du relief de la rivière et des rétrécissements du cours d'eau. Nous rappelons ici que ces facteurs favorisent une augmentation de la vitesse du courant. L'absence de bathymétrie précise n'a pas permis d'étendre le traitement des données sur cette zone.

Les sites du secteur entre l'île Wilson et Grande-Anse sont distribués à égales distances sur le fond marin et sont relativement rapprochés pour avoir un portrait plus précis de cette portion qui révèle un plus fort potentiel. Les sites 1 à 13 en amont des ponts présentent un intérêt particulier à cause de l'influence du débit de la rivière et de peu de contraintes d'exploitation éventuelle. Le chenal balisé en aval de l'arrondissement de Chicoutimi est retenu pour le positionnement des postes 14 à 26.

Dans la partie du fjord, trois sites sont sélectionnés selon leur apparente qualité de courant : # 27, 28 et 29. Cette portion du bas de la rivière qui fait partie du parc marin du Saguenay—Saint-Laurent n'est pas l'objet de l'étude mais les relevés sont retenus pour fins de validation.

L'ensemble des sites sont concentrés sur une portion de 20 kilomètres du Saguenay.

Le CHC a fait une compilation des données et a produit un modèle visuel de la portion centrale de la rivière.

3.4 Traitement des données par le Centre Hydraulique Canadien

Dans le but de confirmer l'hypothèse posée et de valider les relevés in situ, il a été convenu de faire appel à des spécialistes reconnus dans le domaine au Canada. Le Centre Hydraulique Canadien est une division du Conseil national de recherche scientifique du Canada (CNRC). Cette organisation de renom est dirigée par M. Thierry Faure, ingénieur en hydraulique de l'Université de Toulouse et détenteur d'un Master Science à l'Institut de Technologie (Pasadena, Californie).

Cet organisme (CHC) est en opération depuis 60 ans et utilise des outils de modélisation numérique très perfectionnés pour l'étude des marées, des courants de marées et de la circulation de l'eau dans les rivières et les fleuves.

Le CHC est technologiquement le plus avancé et le plus performant dans l'établissement de ce genre d'étude. Il utilise un logiciel très puissant appelé «TELEMAC» qui compile les données de bathymétrie, du cycle des marées et du débit de la rivière en amont (annexe A). Ce logiciel enregistre le cycle des marées pendant plusieurs jours et construit un modèle sur l'ensemble du plan d'eau en tenant compte du débit de la rivière à la source, de la profondeur et de la largeur à chaque croisement d'un quadrillage. Le traitement des données a été fait pour la portion du Saguenay en aval des barrages à cause de l'absence de marée en amont et de la non-disponibilité de valeurs bathymétriques précises.

Un modèle visuel 2D de chaque site présélectionné de la partie de la rivière en aval des barrages a été produit (annexe B). L'ensemble des résultats concorde avec les valeurs relevées in situ. Ces valeurs relevées directement sur les lieux avec des appareils performants de mesure de vitesse ont été comparées avec le modèle pour s'assurer de la validité des résultats.

3.5 Potentiel énergétique par zone

Comme annoncé précédemment, la rivière se divise en 3 zones distinctes par leurs propriétés bathymétriques (annexe H), la présence ou non de courants de marées, leur largeur et la proximité à la source du débit.

Ainsi, il a été confirmé que la partie en aval de la Baie des Ha! Ha! (portion fjord) offre très peu de vitesse de courants à cause de la dispersion de l'énergie dans les grandes profondeurs et sa trop grande largeur. **Cette section n'offre donc pas de concentration suffisante d'énergie exploitable avec les technologies actuelles**, sauf dans la partie basse près de Tadoussac où les fonds se relèvent.

Les courants en amont des barrages tout en étant un peu plus véloce (moyenne 0.9 m/s) sont à la limite inférieure d'une capacité d'exploitation sauf dans les périodes de crues. Il faut espérer le développement de machines capables d'extraire de plus faibles concentrations. Les avantages des courants de rivières étant que l'écoulement se manifeste d'une façon continue et généralement de direction constante.

Pour sa part, sur une distance de 20 km, la partie se situant entre le port de Grande-Anse en aval et de l'île Wilson en amont présente toutes les caractéristiques permettant une concentration d'énergie importante. L'effet de la marée, du débit important au pied des barrages, la faible profondeur, la faible largeur, le relief accidenté et enfin le plancher marin sinueux justifient cet état de fait. Le chenal maritime étroit et un peu plus profond dirige l'écoulement de la masse liquide.

C'est la partie entre Shipshaw et St-Fulgence qui présente le meilleur potentiel.

3.6 Une douzaine de sites prometteurs

Estimation de l'énergie cinétique des courants

C'est l'énergie qui serait disponible pour l'extraction par des hydroliennes.

L'énergie cinétique des courants a donc été obtenue avec la relation suivante :

$$E_c = 0.5 \times \rho \times A \times V^3$$

P = densité de l'eau 1000 kg/m³

A = aire frontale perpendiculaire au courant (m²)

V = vitesse du courant (m/s)

E_c = énergie cinétique par seconde, contenue dans la section A (en watts).

Les sites se situant en aval des barrages et se prolongeant jusqu'en amont du port de Grande-Anse présentent un potentiel intéressant pour la moitié des endroits préalablement retenus. (Annexe C)

Une douzaine de sites ont un potentiel prometteur et offrent des vitesses se situant de 1.1 m/s à 5.1 m/s, permettant des concentrations d'énergie assez importantes pour être analysées plus en profondeur.

D'autre part, la puissance moyenne de ces sites n'est pas aussi élevée qu'il ne paraît à la première évaluation car il faut la contribution des forts débits et de marées importantes pour atteindre ces valeurs maximales. En contrepartie, si on ajoute les périodes de très grandes marées et des débits importants des affluents (rivière Chicoutimi ,...) en périodes de crues, les moyennes se maintiennent.

Il est important de noter que la puissance moyenne de chaque site est celle retenue pour fins d'évaluation et est exprimée en **kw/m²**.

***Le Saguenay
présente un
potentiel
hydrolien
d'exploitation
d'environ 40
mégawatts sur
12 sites
concentrés sur
20 km.***

Ainsi et à titre d'exemple :

Si la puissance moyenne disponible est de 10.716 kw/m^2 et qu'on y installe une hydrolienne dont le rotor fait 10 m^2 , on peut estimer une puissance moyenne extraite de l'ordre de: $10.716 \times 10 \times \eta_{\text{mec}} \times \eta_{\text{elec}}$ exprimée en kw.

Ainsi les douze sites suivants représentent un intérêt de poursuivre plus à fond l'étude.

- Les sites 1, 2 et 3 offrent 28.2 , 50.8 et 7.1 kw/m^2
- Les sites 4 et 5 offrent 3.1 et 5.0. kw/m^2
- Les sites 13 et 16 offrent 2.3 et 1. kw/m^2
- Les sites 10, 11 et 12 offrent 1.25 kw/m^2
- Les sites 21 et 22 offrent 1.5 kw/m^2

Considérant que la largeur de la rivière se maintient dans le secteur sur une vingtaine de kilomètres, on peut escompter une capacité de production hydrolienne d'environ 40 mw.

Une recherche plus approfondie permettra d'évaluer plus précisément le potentiel en kilowatt ainsi que la valeur économique de chacun des sites.

3.7 Résultats pour les sites prometteurs

Contrairement à une centrale hydroélectrique, l'extraction de l'énergie d'une rivière par des hydroliennes s'effectue tout au long de celle-ci tant qu'il y a du courant suffisant.

Si on place des hydroliennes en chapelet dans les sites, il faut tenir compte d'une distance minimale d'éloignement l'une de l'autre pour éviter l'interférence du sillage. D'autre part, la largeur devient un élément déterminant dans le nombre de turbines.

Sur la hauteur, il faut respecter une marge entre la turbine et le plancher de la rivière et une épaisseur d'eau à la surface pour éviter l'interaction avec la glace ou les petites embarcations. Ces contraintes diminuent la surface frontale perpendiculaire au courant qui est un facteur important de puissance.

Les sites retenus se situent tous dans la portion entre les barrages en amont et le port de Grande-Anse en aval. La portion en amont de l'île Wilson est exclue pour le moment de cette liste même si les sites présentent les plus forts courants donc la plus grande concentration d'énergie à cause de la forte turbulence qui rend l'exploitation plus difficile.

Les sites les plus prometteurs offrent une vitesse moyenne de courant allant jusqu'à 2.27 m/s. Le potentiel énergétique en amont est commandé principalement par le débit de la rivière qui atteint 2164 m³/s tandis que celui en aval dans le secteur de Saint Fulgence répond surtout à l'effet de marées qui engendrent des courants jusqu'à 2.63 m/s (voir tableau 8).

Considérant que la majorité des concepteurs d'hydroliennes et bon nombre de scientifiques conviennent que les machines commencent à tourner à partir de 0.8 m/s de vitesse de courant et **produisent de l'énergie à partir de 1.2 m/s**, il est permis d'espérer des résultats prometteurs (annexe D).

Le potentiel de 12 sites : 40 mw de puissance électrique qui permettraient de pourvoir 10 000 foyers et d'assurer l'autonomie hydroélectrique de la MRC du Fjord-du-Saguenay.

4. Conclusion

Le potentiel énergétique qui s'étale, spécialement entre les secteurs de l'île Wilson en amont jusqu'en face de Saint-Fulgence en aval est bien réel, mais seule une analyse de faisabilité technique et économique pourra déterminer la rentabilité d'une exploitation de cette zone d'une vingtaine de kilomètres, et pourrait selon les hypothèses (voir annexe D) produire près de 40 mw de puissance électrique.

À titre de comparaison, ces 40 mws de puissance électrique permettrait de pourvoir 10 000 foyers. En d'autre terme, assurer l'autonomie hydroélectrique de la MRC du Fjord-du-Saguenay et de ses 7 905 logements privés occupés. 40 mw représente près de 10% de la capacité des installations de la rivière Péribonka qui aura nécessité des investissements de 1.5 milliards de dollars.

Même si la quantité d'énergie de quelques centaines de mégawatts existe dans le secteur; l'extraction de cette énergie est limitée par plusieurs facteurs: la limite théorique d'extraction (Betz 59.3 %), la technologie utilisée, le rendement des machines (en moyenne 43%), les conditions physiques du plancher marin, la moyenne annuelle des vitesses sur une longue période et les tarifs actuels du kilowatt/heure.

Une chose est certaine, le Saguenay entre Shipshaw et St-Fulgence offre une réserve d'énergie qui pourrait être exploitée au bénéfice de la collectivité.

5. Prospectives

Il est permis d'espérer que le développement de nouvelles technologies, la volonté positive de la population et des gouvernements et la croissance de la demande en énergie renouvelable deviennent des éléments positifs en faveur de l'exploitation de cette énergie cinétique gratuite qui coule devant nous.

La progression fulgurante de la recherche de technologies plus performantes mais surtout plus économiques à produire devient un facteur essentiel qui permettra de rendre possible l'exploitation de l'énergie des courants de rivières et de marées dans le Saguenay.

Seules des expériences en réel par l'immersion de machines les plus prometteuses dans les sites retenus permettront de faire une analyse concrète et révélatrice de la rentabilité d'une exploitation.

Avant de réaliser un plan d'affaires définitif qui devra inclure une étude détaillée de faisabilité économique et environnementale, il importera de réaliser, à court terme et dans l'ordre, deux analyses techniques, à savoir :

- 1- La caractérisation des sols des douze sites et leur capacité portante (pour confirmer le nombre de sites valides).
- 2- Une simulation et les validations théoriques conséquentes, de la capacité de production énergétique des sites selon la technologie retenue et ce, afin de confirmer l'ampleur des revenus pouvant être anticipés.

Annexe A

**Centre d'Hydraulique Canadien
CHC (CNRC)**

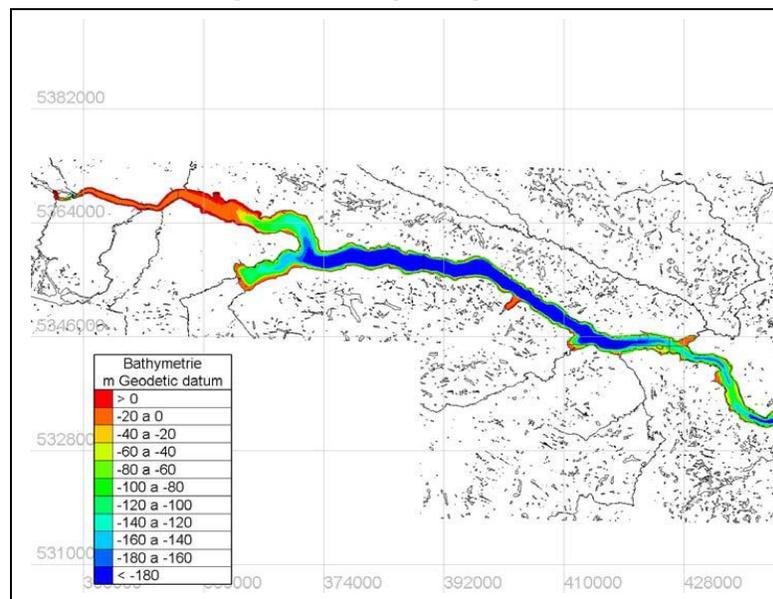
Annexe A Centre d'Hydraulique Canadien CHC (CNRC)

Ces spécialistes en hydraulique utilisent le puissant logiciel Télémac pour donner les vitesses des courants, à partir d'un quadrillage de la surface du plan d'eau et basé sur la bathymétrie, le cycle des marées et le débit à la source.

Le système produit une imagerie en 2D des résultats et permet une animation des courants.

Les cartes illustrant les courants sont produites par le logiciel Télémac.

**Tableau 1
Exemple de la visualisation
de la partie analysée par le CHC**



Le directeur de Centre d'Hydraulique Canadien, M. Thierry Faure, est ingénieur en hydraulique et possède plus de 15 ans d'expérience dans le domaine qu'il dirige au CHC.

Annexe B

Modélisation des marées et de la vitesse de courants du Saguenay

Annexe B
Modélisation des marées et de la vitesse de courants du Saguenay

Tableau 2
Secteur de l'île Wilson jusqu'à Terres Rompues

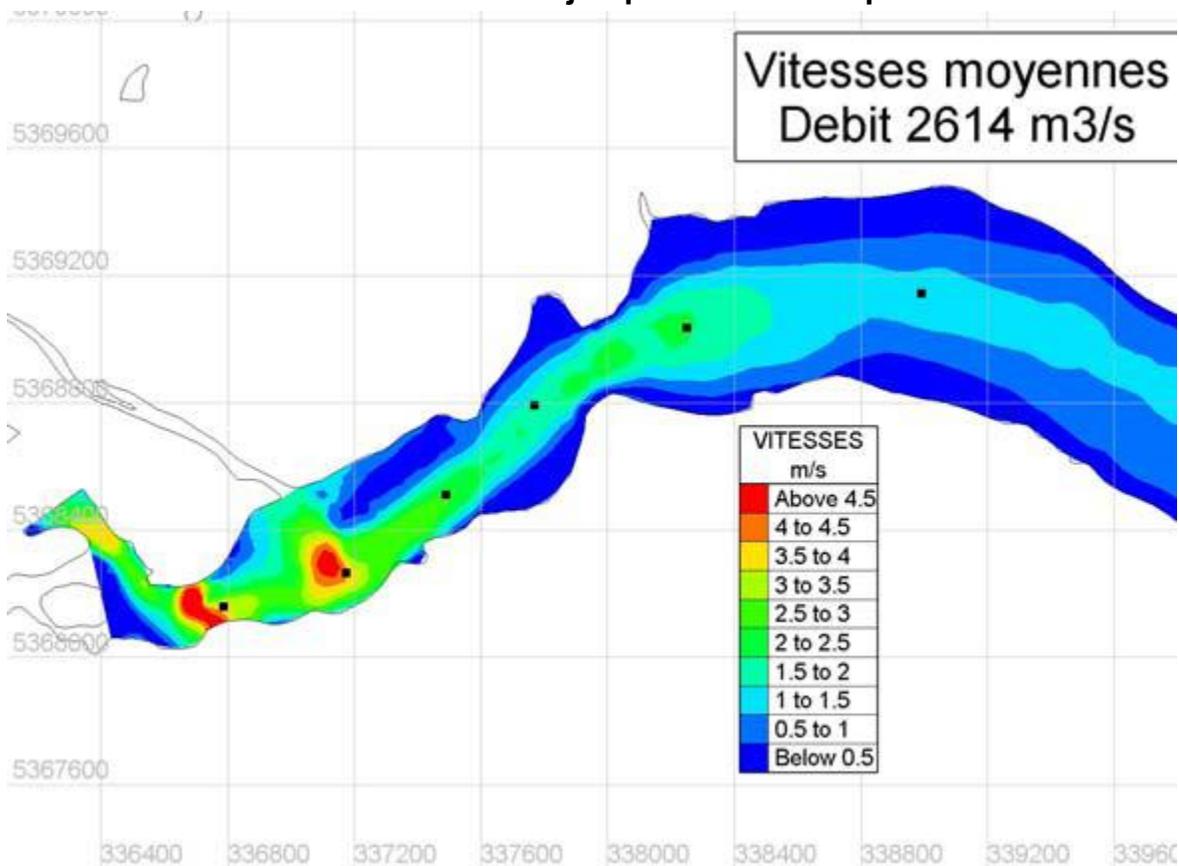


Tableau 3
Secteur de Terres Rompues jusqu'au Cap de la Croix

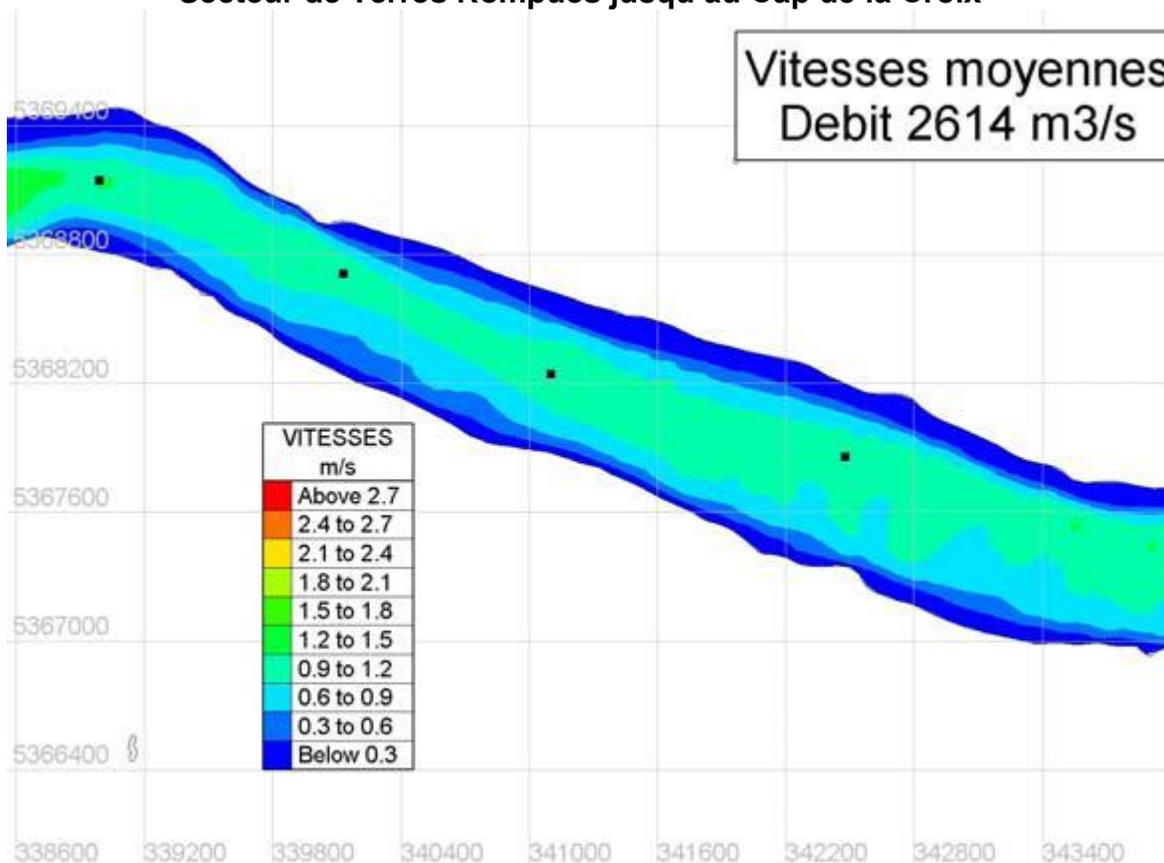


Tableau 4
Secteur du Cap de la Croix jusqu'à Rivière du Moulin

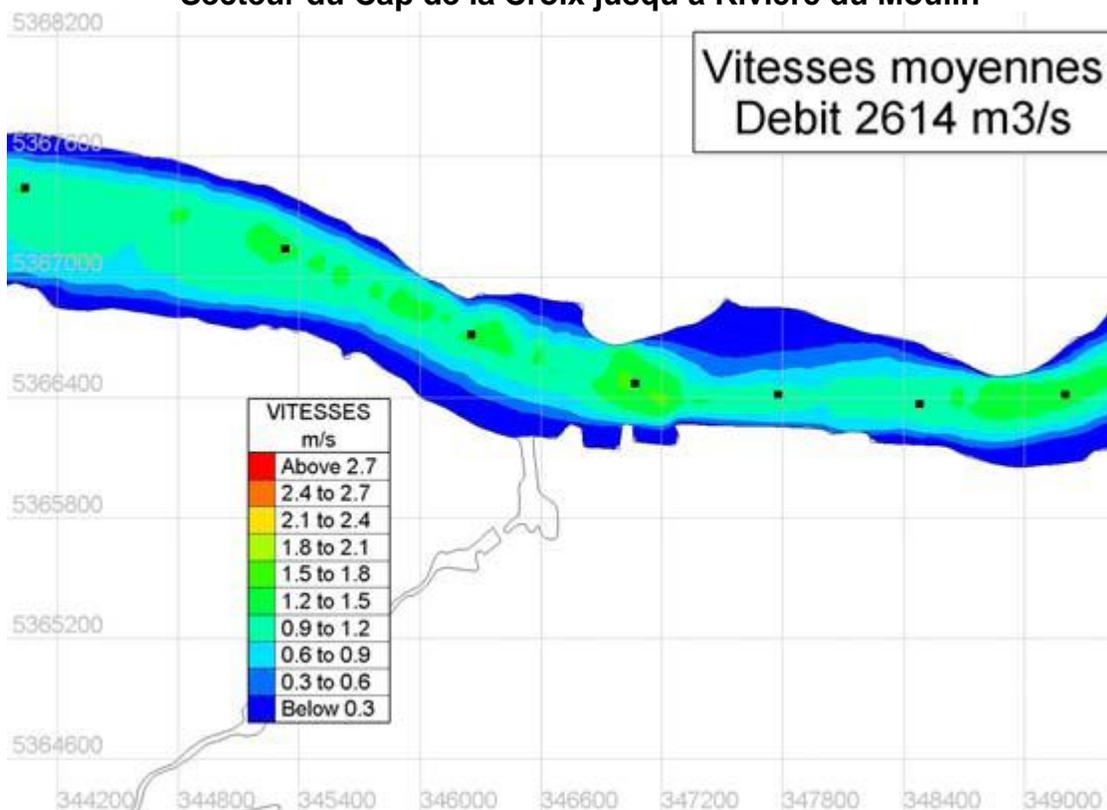


Tableau 5
Secteur de Rivière du Moulin jusqu'à Saint-Fulgence

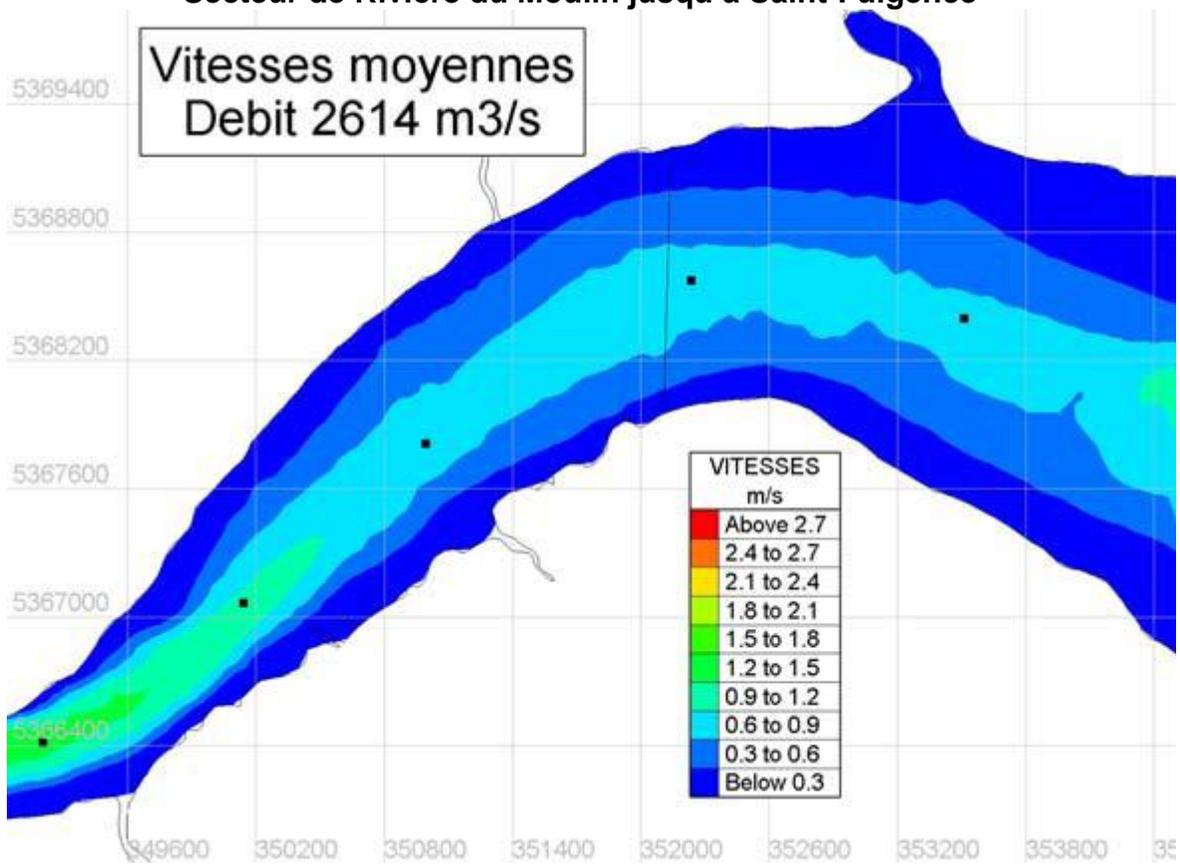


Tableau 6
Secteur de Saint-Fulgence jusqu'au Cap à l'Ouest

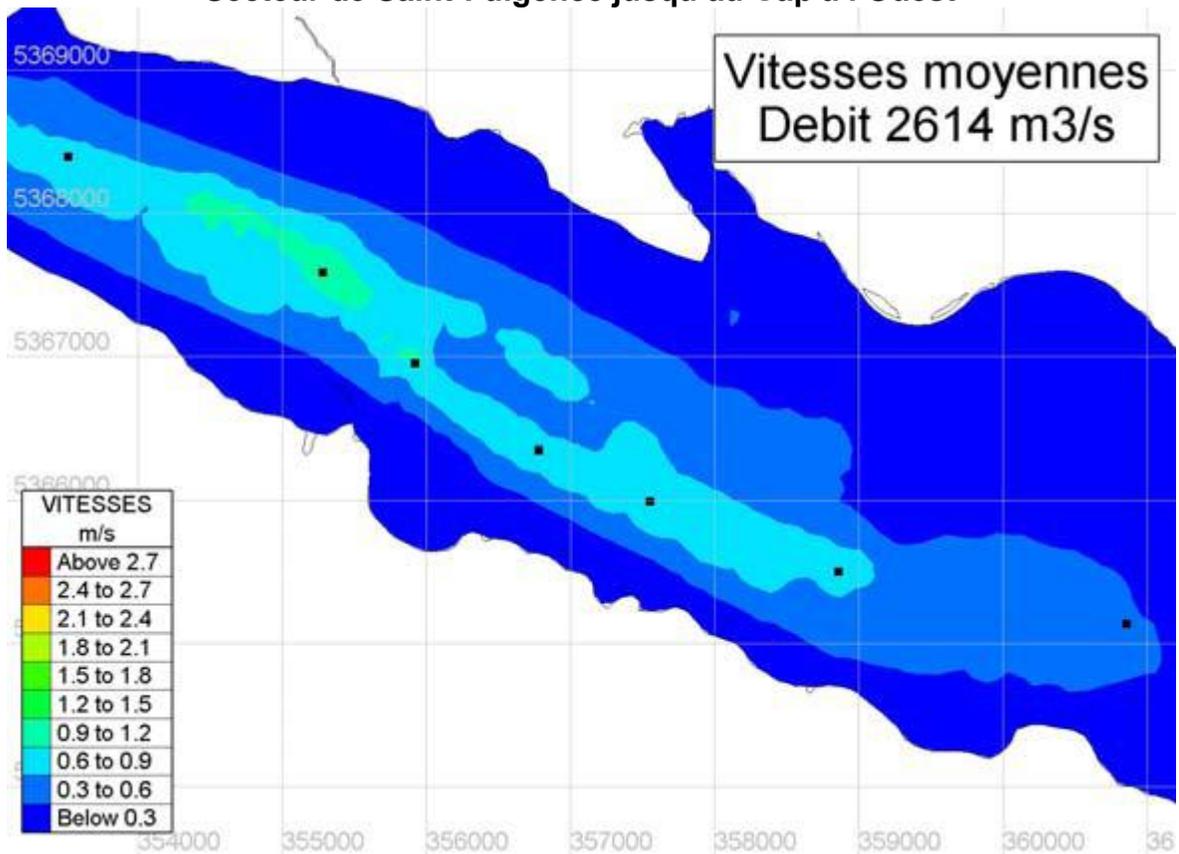
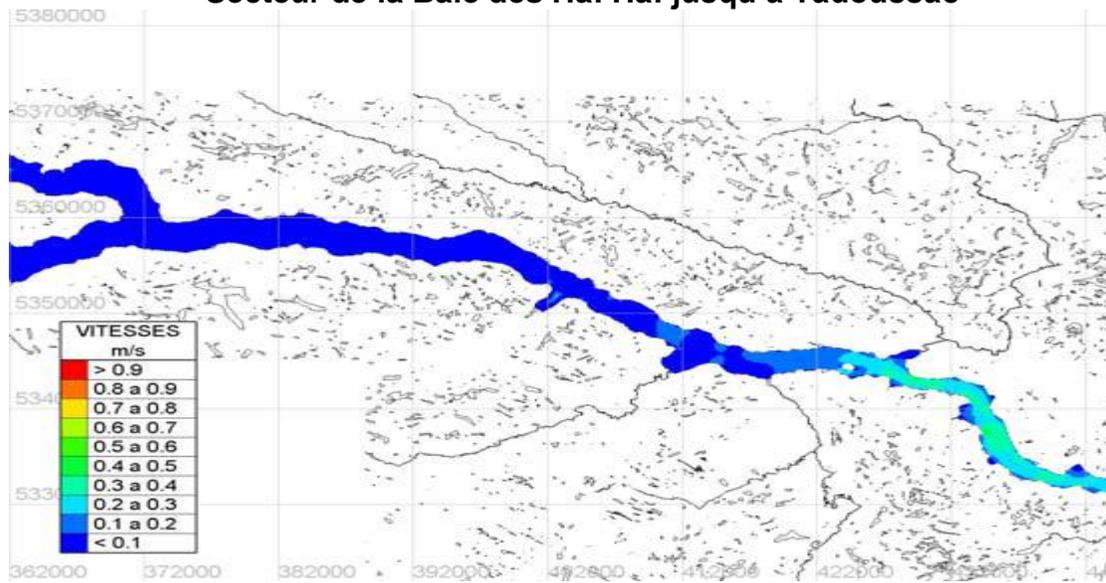


Tableau 7
Secteur de la Baie des Ha! Ha! jusqu'à Tadoussac



Annexe C

**Simulation des résultats mesurés
et des potentialités sur les sites
observés**

Tableau 8
Puissance des courants disponible dans les sites retenus

CHC-CTR-080								
Etude sur 15 jours de marée								
Débit à la sortie de la centrale 2614 m3/s								
Coordonnée	Coordonnée	# point	Profondeur	Profondeur	Profondeur	Puissance	Vitesse	#
		dans le	moyenne	minimum	maximum	moyenne	moyenne	emplacement
X	Y	modèle						
Longitude	Latitude		m	m	m	kW/m2	m/s	
-71.207125	48.44539	1978	7.84	7.57	9.43	28.275	3.81	1
-71.201929	48.446463	11403	3.48	2.33	6.31	50.832	4.40	2
-71.19776	48.448733	14748	6.97	6.03	9.25	7.026	2.35	3
-71.194093	48.451344	10193	9.88	8.96	12.17	3.078	1.81	4
-71.18769	48.453656	2342	4.33	3.31	6.77	5.005	2.12	5
-71.177701	48.454819	9330	7.04	6.02	9.45	0.954	1.23	6
-71.162144	48.451219	1984	8.71	7.66	11.16	0.699	1.09	7
-71.148849	48.447251	13550	7.23	6.15	9.71	0.710	1.09	8
-71.130106	48.444146	11886	4.52	3.36	7.04	0.625	1.02	9
-71.108832	48.440799	7581	7.43	6.09	10.09	1.163	1.22	10
-71.091289	48.438385	6715	8.16	6.68	10.91	1.275	1.24	11
-71.078645	48.434764	5822	8.61	7.09	11.40	1.213	1.23	12
-71.06758	48.432787	9292	4.81	3.13	7.73	2.234	1.48	13
-71.057975	48.432449	16664	11.55	9.91	14.45	0.702	1.02	14
-71.04847	48.432224	15102	8.69	7.02	11.60	0.897	1.09	15
-71.0387	48.432792	11358	8.63	6.89	11.63	1.596	1.30	16
-71.026248	48.438901	7554	9.77	8.00	12.79	0.686	0.98	17
-71.014985	48.445792	3145	8.64	6.85	11.68	0.406	0.81	18
-70.998469	48.452957	10824	8.70	6.85	11.76	0.399	0.77	19
-70.981157	48.45166	5982	8.73	6.84	11.81	0.349	0.73	20
-70.956985	48.444767	2549	7.47	5.06	10.72	1.460	1.04	21
-70.948096	48.439207	9669	5.61	3.02	8.87	1.128	0.96	22
-70.936271	48.434003	16586	8.50	5.65	11.80	0.576	0.76	23
-70.92573	48.430987	11446	8.66	5.57	12.00	0.788	0.83	24
-70.907953	48.426862	4741	8.05	4.85	11.40	0.435	0.68	25
-70.880816	48.423993	2097	8.61	5.41	11.97	0.088	0.39	26
-70.204634	48.281046	6253	261.58	258.48	264.82	0.001	0.11	27
-69.952228	48.237459	13133	109.30	106.33	112.43	0.074	0.41	28
-69.871532	48.186472	15979	102.93	100.06	105.97	0.055	0.37	29

Légende

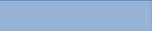
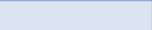
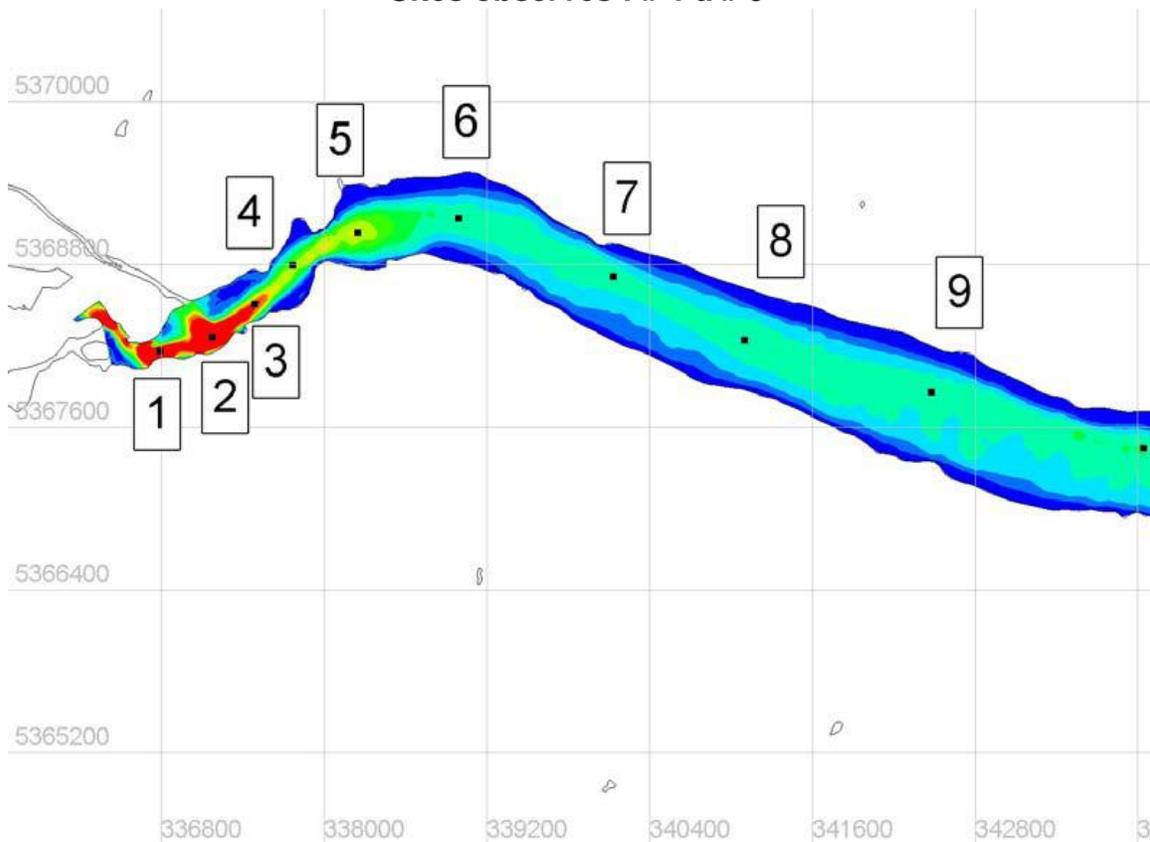
Potentiel fort:	
Potentiel moyen:	
Potentiel faible:	



Tableau 9
Sites observés : # 1 à # 9

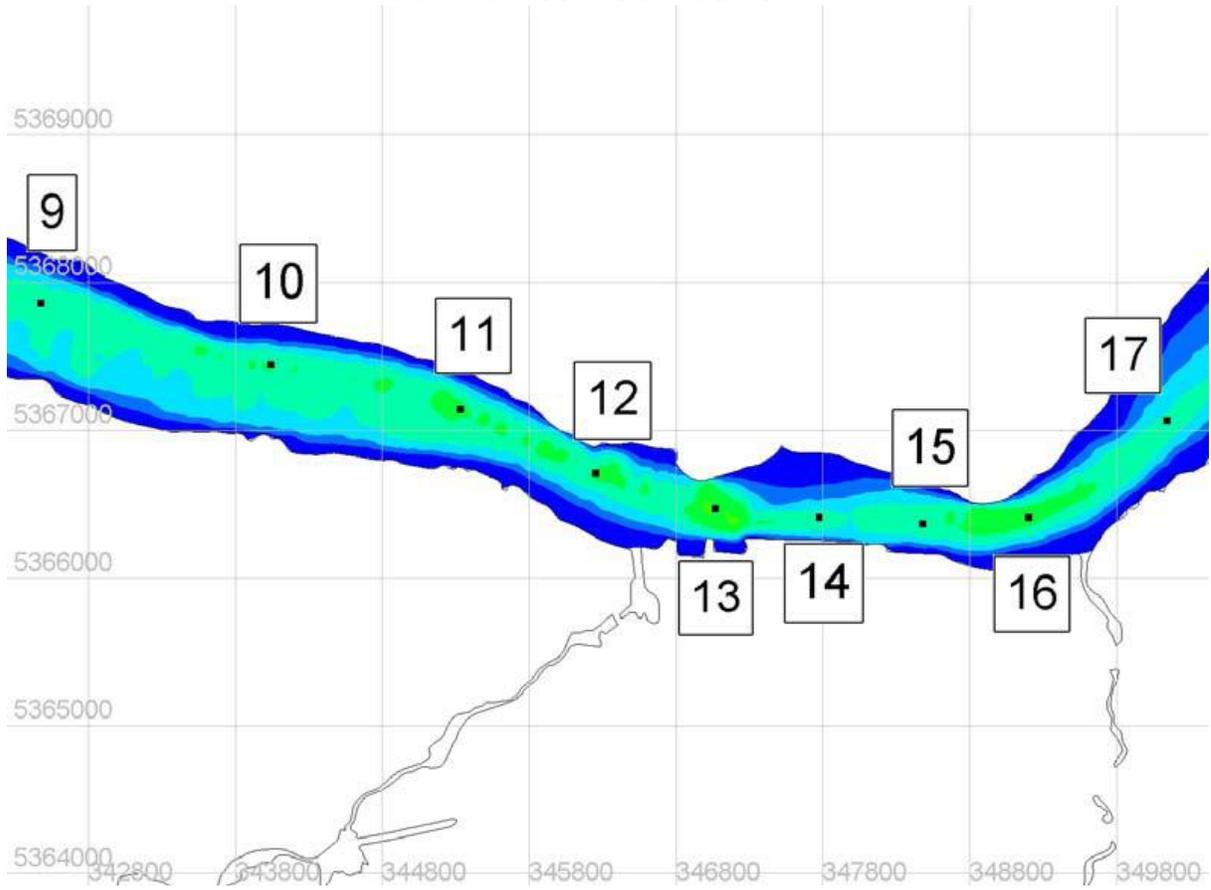


Légende

Potentiel fort:	#1-2-3
Potentiel moyen:	#4-5
Potentiel faible:	



Tableau 10
Sites observés : # 9 à # 17

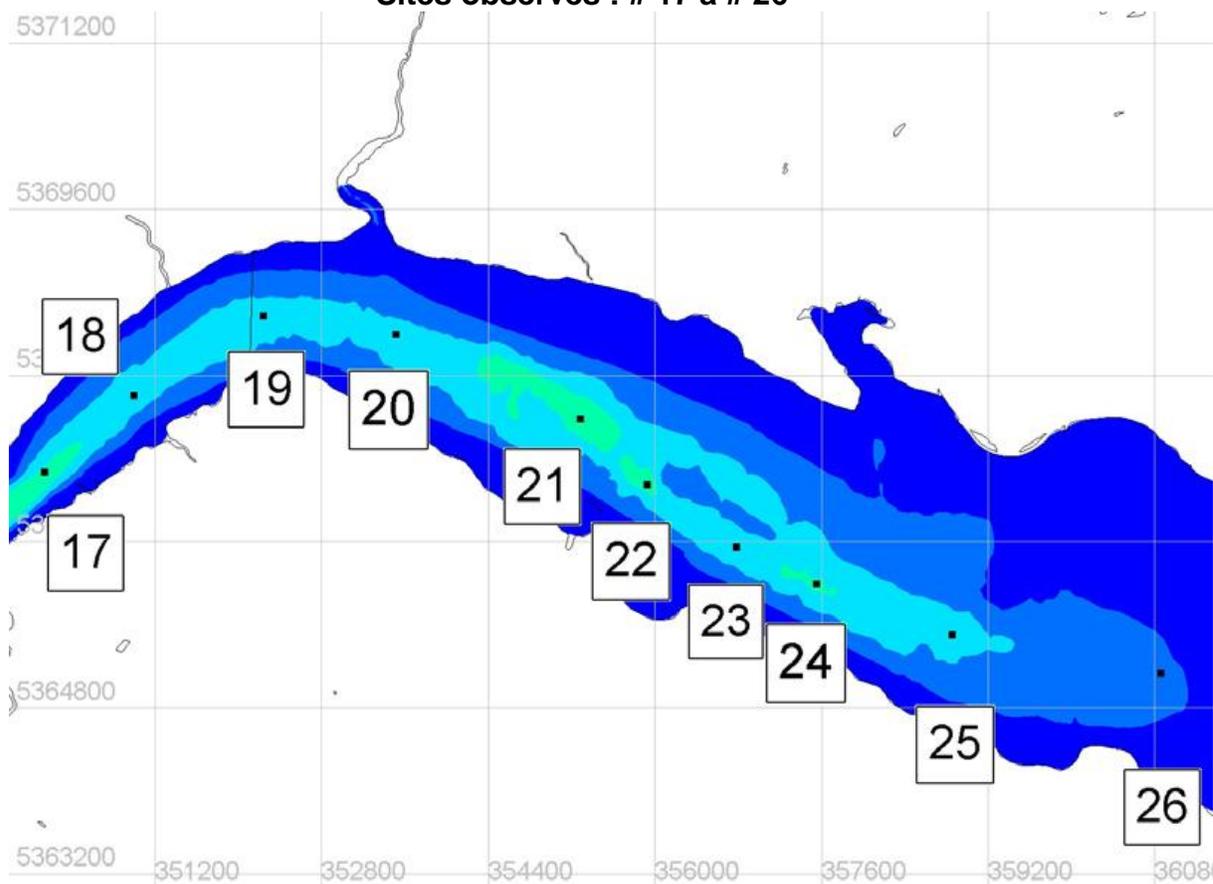


Légende

Potentiel fort:	
Potentiel moyen:	#13-16
Potentiel faible:	#10-11-12



Tableau 11
Sites observés : # 17 à # 26



Légende

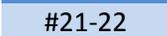
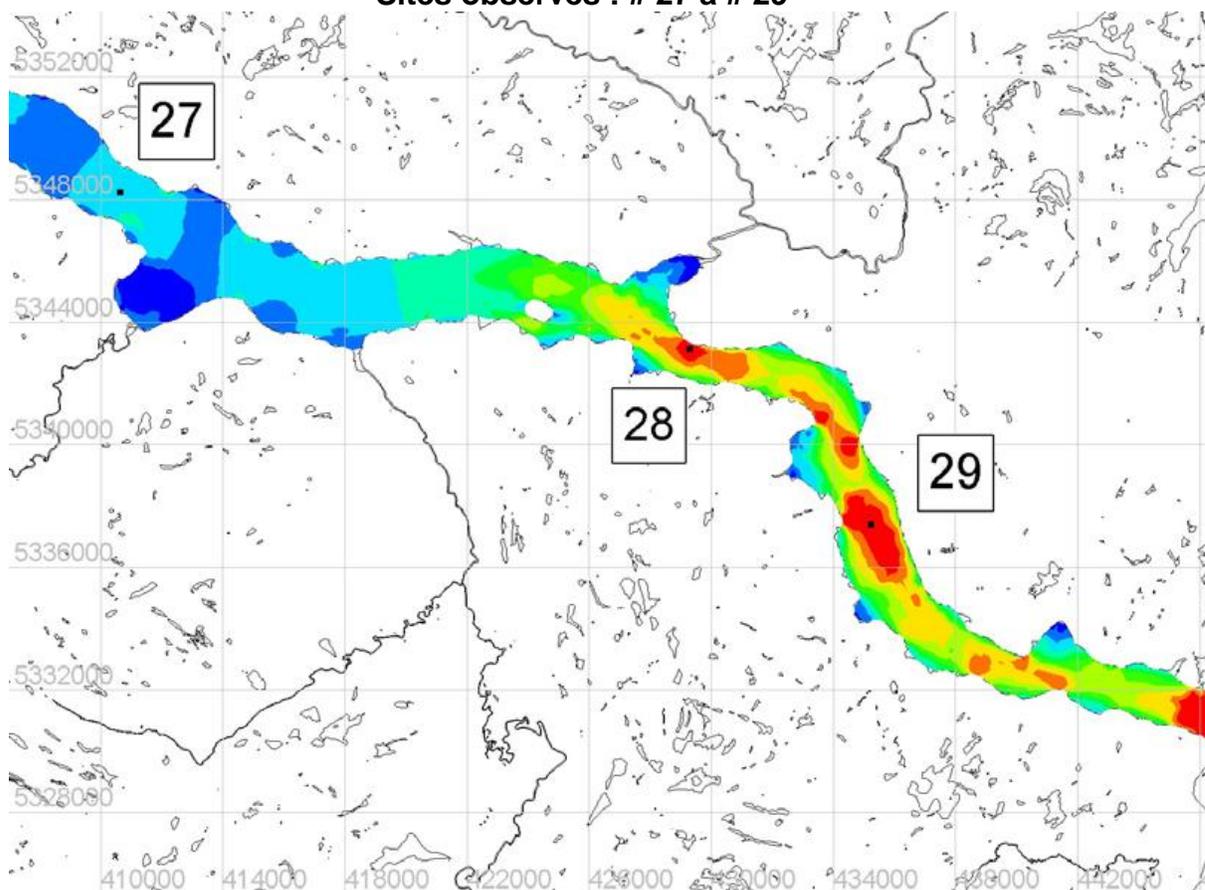
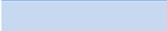
Potentiel fort:	
Potentiel moyen:	
Potentiel faible:	 #21-22



Tableau 12
Sites observés : # 27 à # 29



Légende

Potentiel fort:	
Potentiel moyen:	
Potentiel faible:	



Annexe D

Prédiction de la ressource à exploiter

Annexe D

Prédiction de la ressource à exploiter

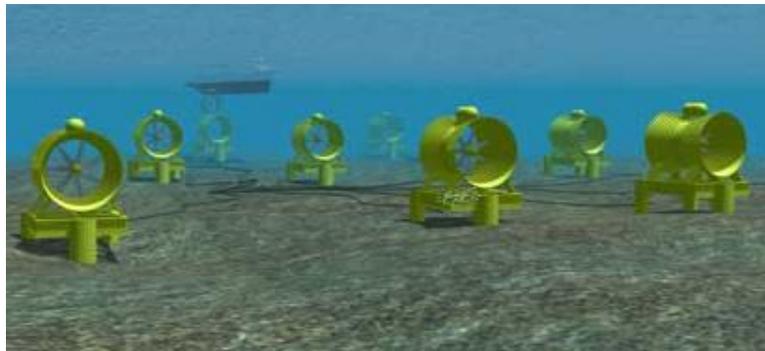
L'énergie disponible exploitable dans la zone ciblée est de quelques centaines de mégawatts.

Comme indiqué précédemment, les points 1 à 26 se trouvent dans la zone peu profonde où les vitesses sont beaucoup plus fortes. Les sites 1, 2 et 3 sont à très forte concentration en énergie mais nécessiteront des engins robustes.

Les sites 4 et 5 à forte concentration sont faciles d'accès mais de faibles profondeurs. Les sites 10, 11, 12, tous activés par le fort débit à la source et les grandes marées offrent des concentrations moyennes et un accès facile. Les postes 13 et 16 sont propulsés par le débit le plus important et les fortes marées et est facile d'accès. Les points 21, 22 et 24 sont surtout soumis aux marées et affectés aussi par le débit important en amont lors des fortes crues et profitent de la présence du chenal.

L'énergie disponible exploitable dans la zone ciblée est de quelques centaines de mégawatts dont une partie seulement peut être extraite. L'action combinée du débit à la source et des courants de marées importants en aval permet d'espérer une possibilité d'extraction d'environ 45 mégawatts par le moyen des hydroliennes dont la technologie serait adaptable aux sites particuliers dans cette portion du Saguenay.

Le principe consisterait à immerger en réseau une série d'hydroliennes de moyenne puissance interconnectées pour chaque poste dont la concentration en énergie est suffisante et dont la vitesse moyenne est égale ou supérieure à 1.2 m/s et la concentration 1.5 kw/m².



Annexe E

Les marées références

Annexe E Les marées références

Tableau 13
Le cycle complet de marées à Tadoussac
exprimé en valeurs métriques versus le temps.

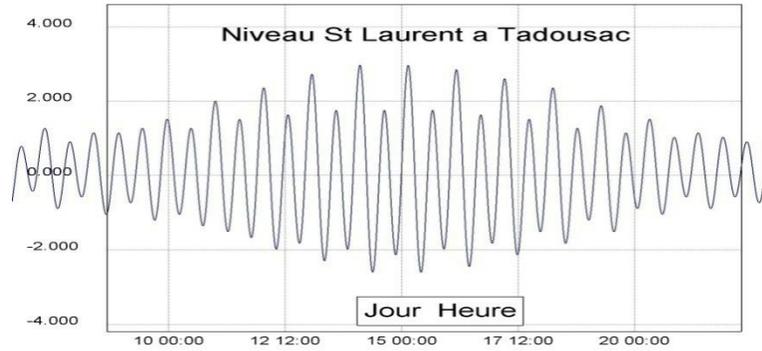


Tableau 14
Marées à La Baie confirmant le cycle de Tadoussac.

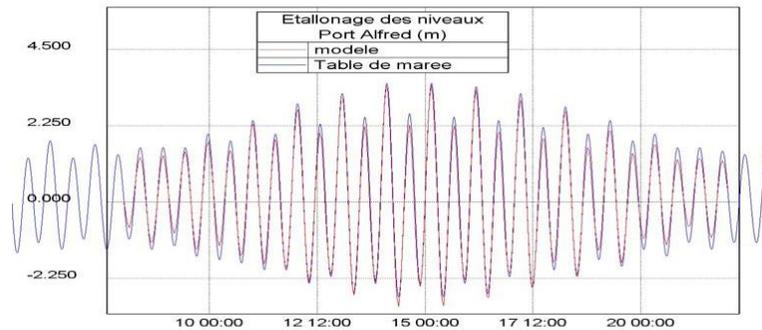
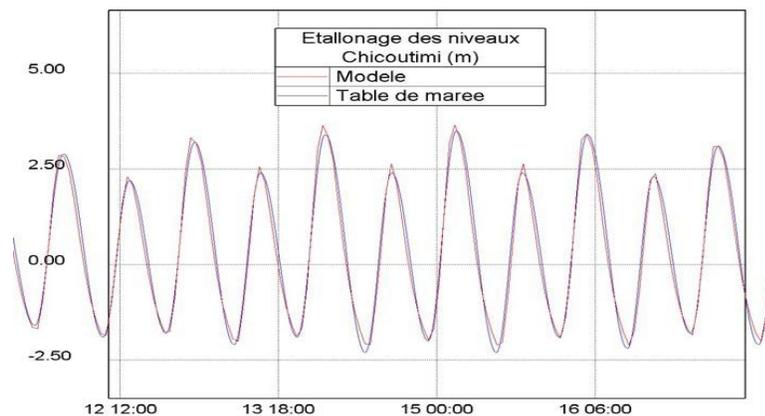


Tableau 15
Marées à Chicoutimi : modèle conforme aux tables.



Annexe F

Trois technologies installées

Annexe F

Trois technologies installées

Tableau 16
Canada : Clean Current Turbine (Vancouver)



Tableau 17
U.S.A.: Free Flow Turbine (Minnessota)



Tableau 18
UK.Irlande :Open Center Turbine (Greenore)



Annexe G

Effet du relief sur la vitesse du courant

Annexe G

Effet du relief sur la vitesse du courant.

Lorsqu'il y a étranglement, remontée du fond marin ou une courbe accentuée, la vitesse du courant peut augmenter du double, du triple et même plus.

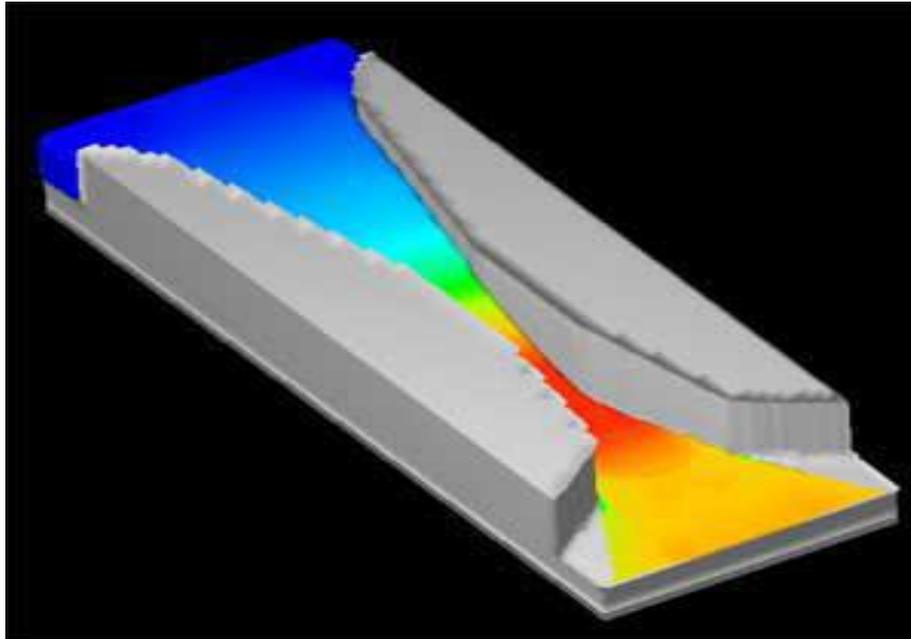
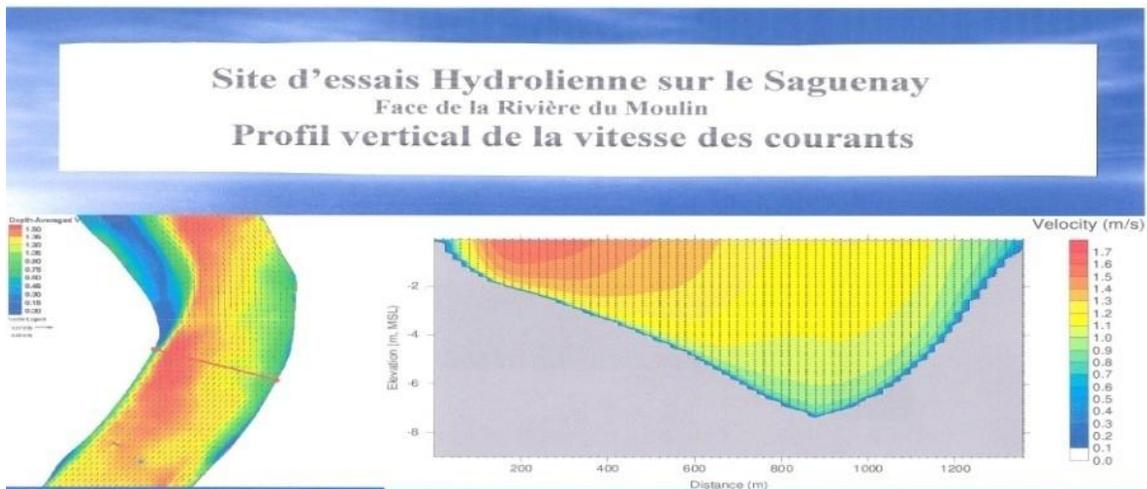


Tableau 19
Exemple de la représentation d'une coupe de la rivière
illustrant l'accélération du courant dans une courbe.



Annexe H

Bathymétrie du Saguenay

Annexe H Bathymétrie du Saguenay

Tableau 20
Zones 1 à 5 : Secteur de Saint-Fulgence à Tadoussac .!

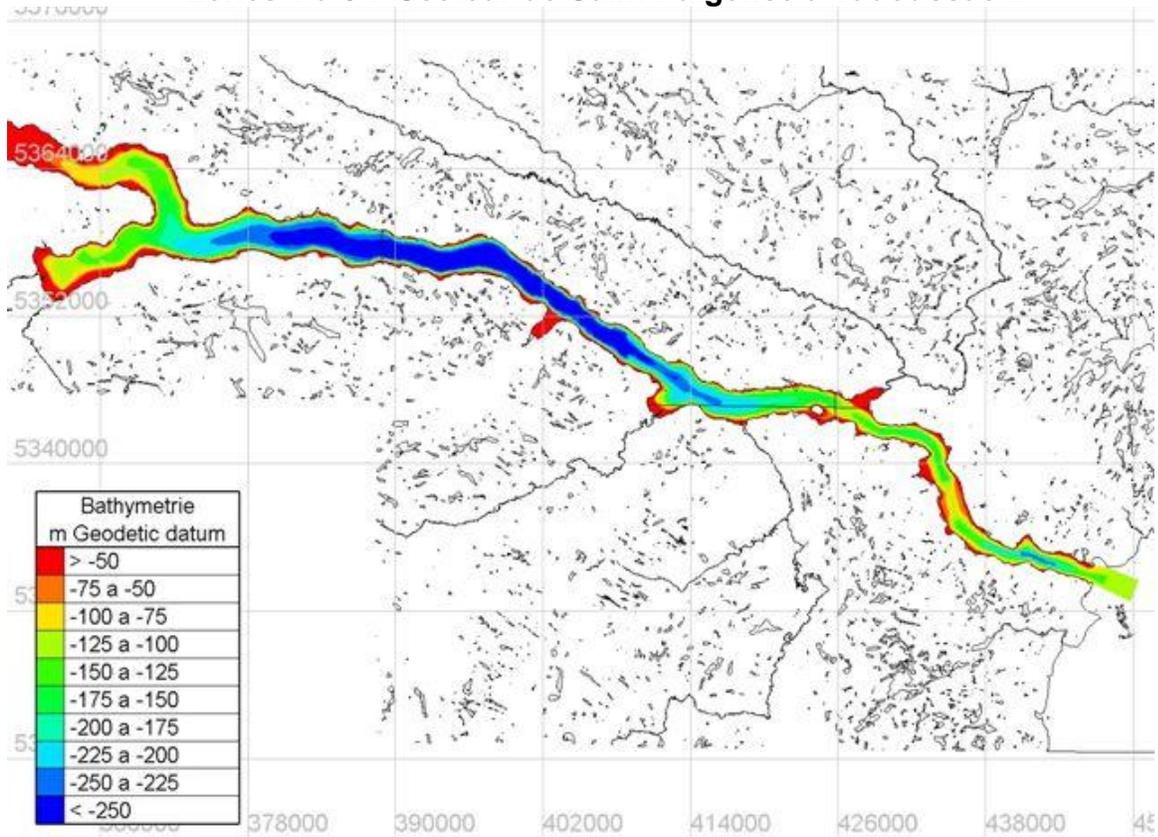


Tableau 21
Zone 1 : Secteur de l'île Wilson jusqu'à Terres Rompues

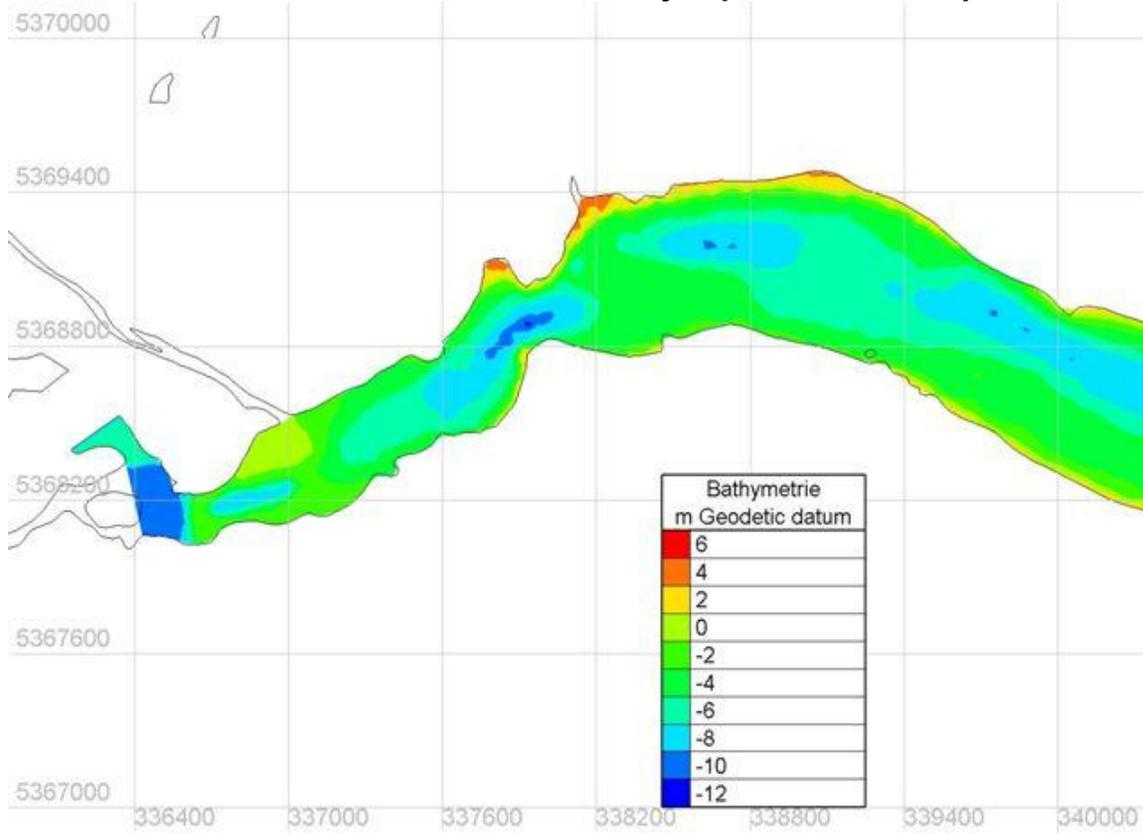


Tableau 22
Zone 2 : Secteur des Terres Rompues jusqu'au Cap de la Croix

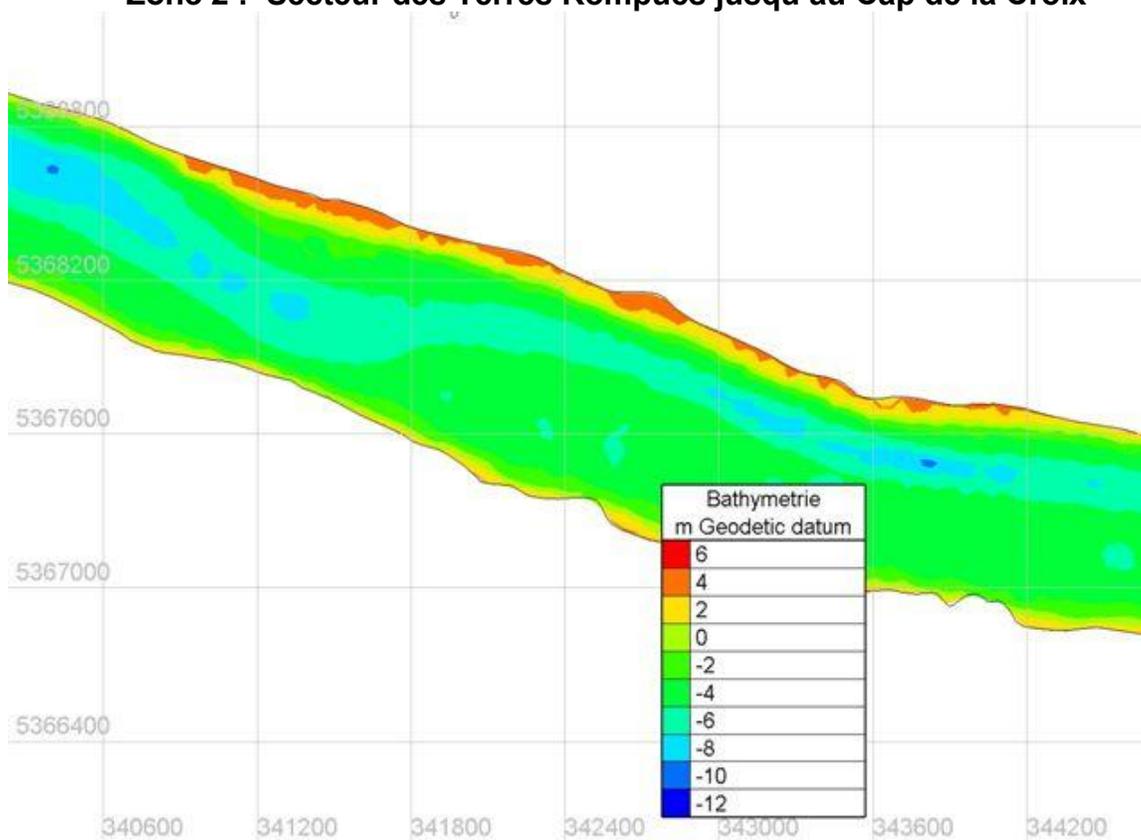


Tableau 23
Zone 3 : Secteur du Cap de la Croix jusqu'à Rivière du Moulin

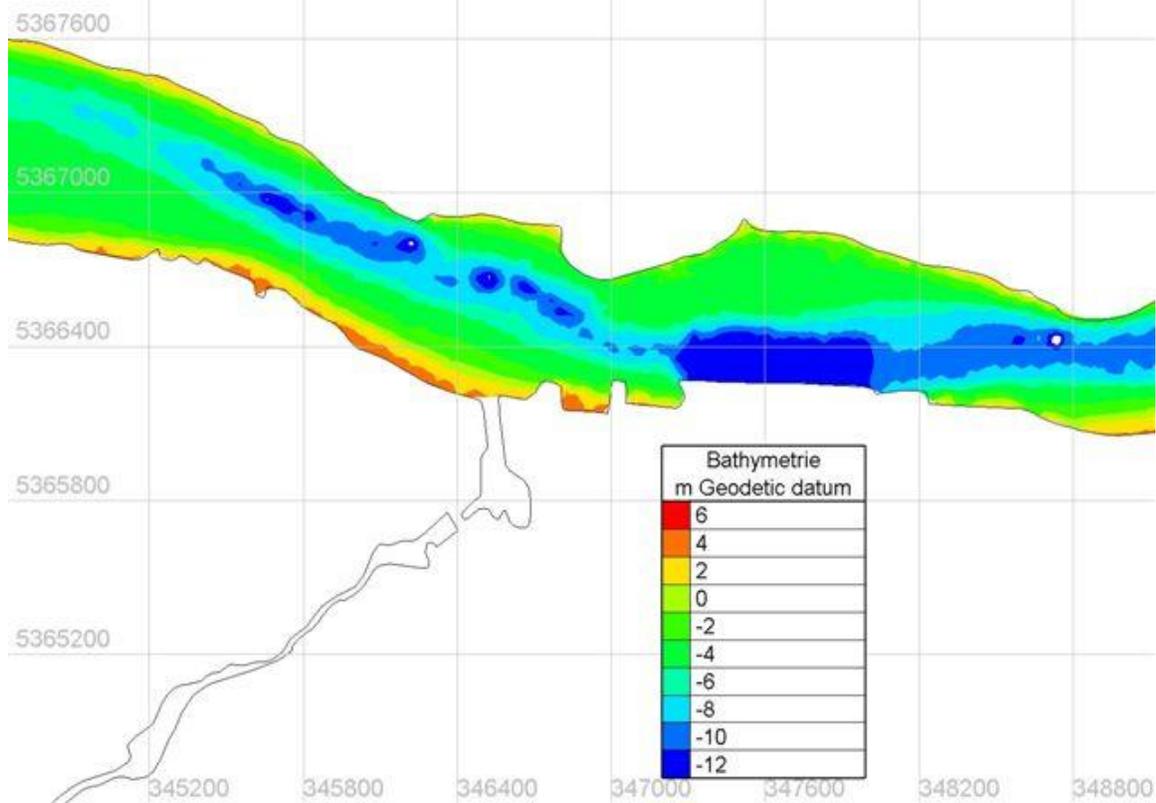


Tableau 24
Zone 4 : Secteur de Rivière du Moulin jusqu'à Saint-Fulgence

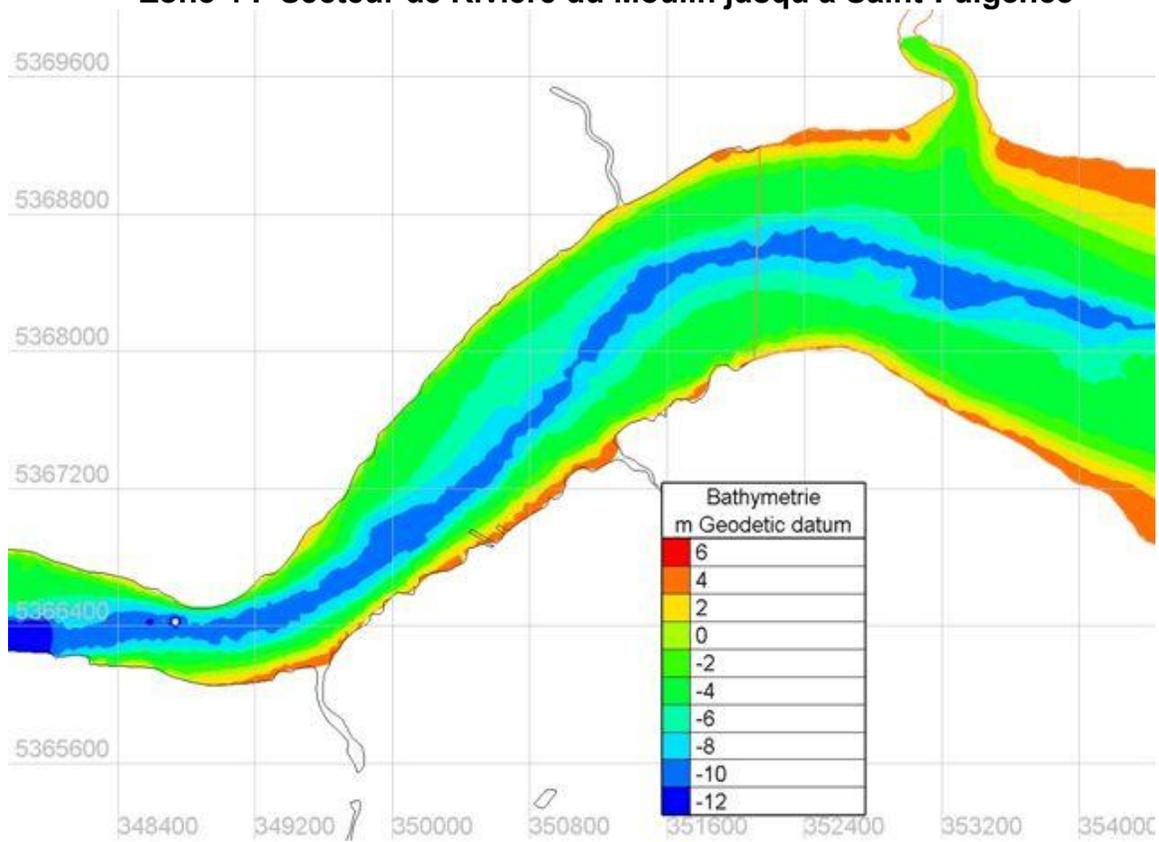


Tableau 25
Zone 5 : Secteur de Saint-Fulgence jusqu'à la Baie des Ha! Ha!

