

ANALYSE D'INCERTITUDE D'UN MODÈLE HYDRODYNAMIQUE BIDIMENSIONNEL DE LA RIVIÈRE RICHELIEU

Khalid Oubennaceur¹ (khalid.oubennaceur@ete.inrs.ca), Karem Chokmani¹ et Miroslav Nastev²

¹ Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Centre Eau Terre Environnement, Québec (Québec), Canada.

² Commission Géologique du Canada, Québec (Québec), Canada.

1. Contexte

Les modèles hydrauliques sont couramment utilisés en gestion des risques d'inondation. Ces modèles sont affectés par diverses sources d'incertitudes. La quantification et la prise en considération de ces incertitudes, notamment de sorties du modèle, sont devenues une étape essentielle pour la validation des modèles. La méthode d'estimation ponctuelle (MEP) est utilisée pour estimer les moments statistiques des résultats du modèle à partir d'un nombre limité de calculs. La MEP est un cas particulier de la quadrature numérique basé sur des polynômes orthogonaux. Elle est très utile particulièrement pour des modèles hydrauliques complexes, comportant plusieurs variables.

2. Objectifs

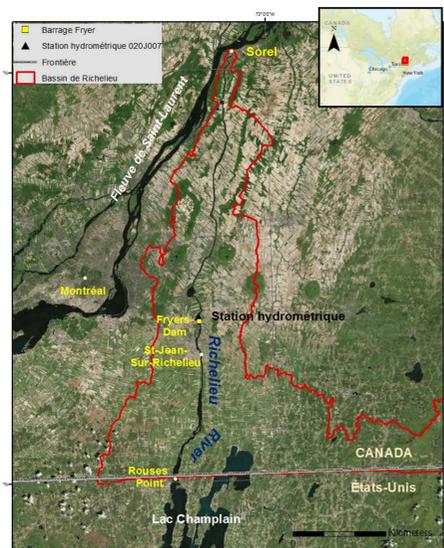
L'objectif principal de cette étude est de tester la méthode MEP sur les sorties simulées du modèle hydrodynamique 2D pour un tronçon de la rivière Richelieu en considérant trois principaux paramètres : débit, coefficient de Manning, topographie. Des cartes de moyenne et d'écart-type de profondeurs d'eau pour quatre débits potentiels ont été obtenues.

3. Zone d'étude

La rivière Richelieu est située au sud-est de Montréal, au Canada.

Le domaine modélisé s'étend de Rouses Point (NY) jusqu'au barrage Fryer (QC)

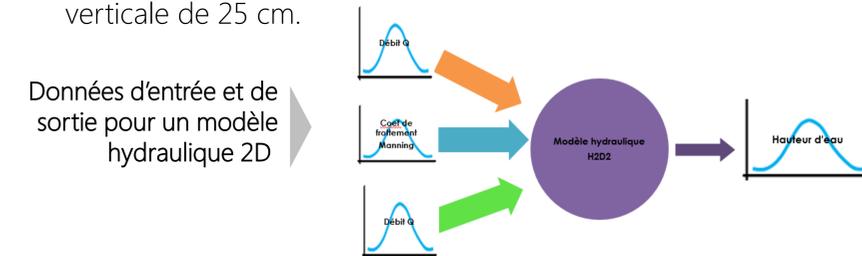
Localisation de la rivière Richelieu



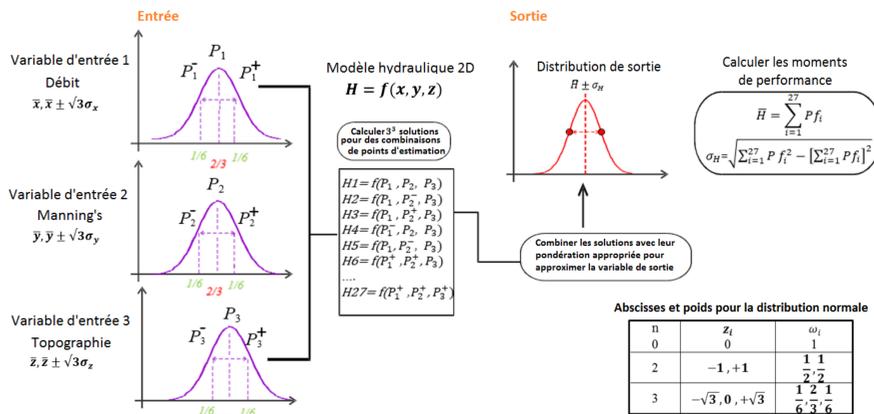
4. Modèle 2D du Richelieu

La modélisation hydrodynamique a été effectuée à l'aide du modèle H2D2 [1]. Trois paramètres sont considérés :

- ❖ Débit: série de débits observés à la station des rapides Fryers, QC, (1970-2011).
- ❖ Coefficient de Manning: Coefficient de frottement calibré variant de 0,02-0,036.
- ❖ Topographie: Modèle numérique d'élévation avec une précision verticale de 25 cm.



5. Méthodologie



Principes de base de la méthode d'estimation de points dans l'évaluation des moments statistiques du paramètre de sortie, sur la base de trois variables d'entrée aléatoires normales indépendantes

7. Conclusions

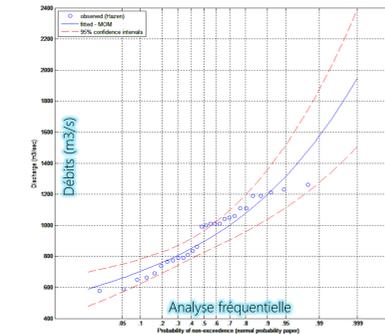
La méthode d'estimation ponctuelle a été appliquée pour évaluer l'incertitude au niveau de la modélisation des inondations de la rivière Richelieu. Les résultats ont montré que les valeurs d'écart types des profondeurs d'eau sont inférieures à 30 cm pour les débits considérés. Ces valeurs d'écart-type calculées montrent également que ces variations sont significatives principalement en aval du seuil rocheux de Saint-Jean-sur-Richelieu. Ces résultats ont permis de mettre en évidence la robustesse et l'efficacité de la méthodologie proposée et contribuent à l'optimisation des efforts de réduction d'incertitudes de l'évaluation.

Références

- [1] Beven, K. and J. Hall, Applied uncertainty analysis for flood risk management. 2014: World Scientific.
- [2] Cloke, H., F. Pappenberger, and J.P. Renaud, Multi-method global sensitivity analysis (MMGSA) for modeling floodplain hydrological processes. Hydrological processes, 2008. 22(11): p. 1660-1674.

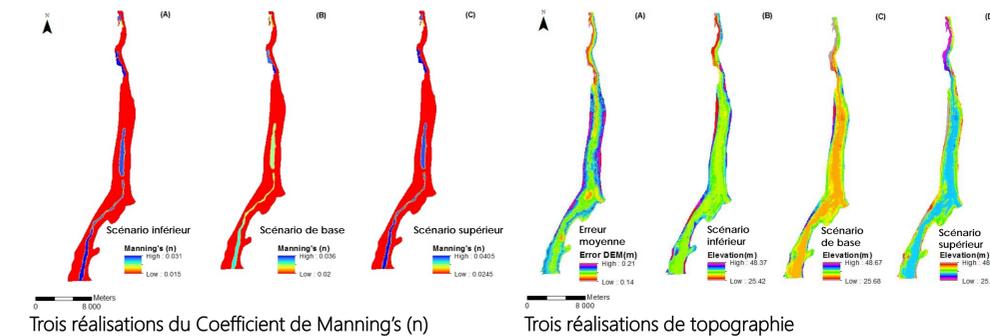
6. Résultats

Quantification des incertitudes

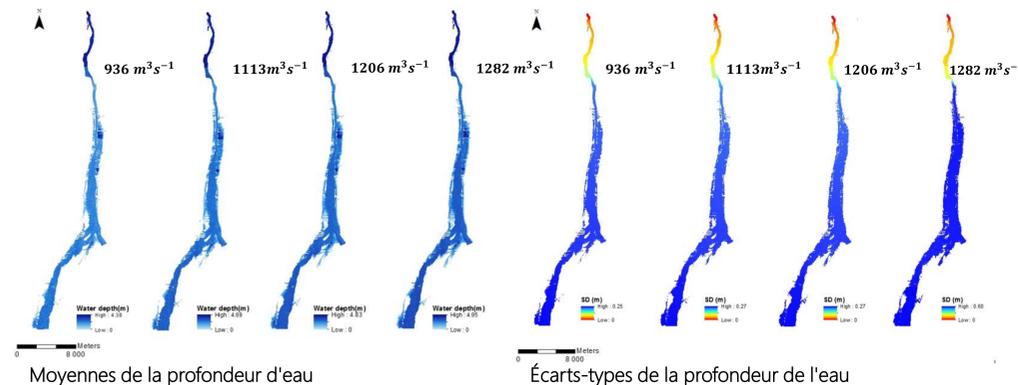


$Q(m^3 \cdot s^{-1})$	SD	$x_i - \text{point}$	$x_i + \text{point}$
μ	σ	$x_i - \sqrt{3}\sigma$	$x_i + \sqrt{3}\sigma$
936	33.74	902.26	969.74
1113	39.26	1073.74	1152.26
1206	45.53	1160.47	1251.53
1282	51.75	1230.25	1333.75

Méthode d'estimation ponctuelle. Valeurs du débit utilisé pour évaluer la fonction de performance.



Propagation des incertitudes



Remerciements

Ce travail a été mené par l'INRS-ETE en collaboration avec Ressources naturelles Canada dans le cadre du projet intitulé: Développement et application d'un outil de gestion et d'analyse du risque d'inondation sur le système transfrontalier du Lac Champlain - Rivière Richelieu (GAR). Le financement a été financé en partie via le Programme canadien de sécurité dirigé par le Centre de la Science, de la Sécurité de la Défense et de la Recherche en partenariat avec le Ministère de Sécurité publique Canada. Les auteurs remercient les contributions d'Environnement Canada et de la Commission mixte internationale.