

Étude de cas de Manitoba Hydro

Explorer le changement climatique pour l'évaluation de la mise à niveau de centrales

Contact : Kristina Koenig, kkoenig@hydro.mb.ca



Contexte

Manitoba Hydro fournit de l'électricité à plus de 580 000 clients au Manitoba et en exporte sur les marchés au Canada et aux États-Unis. En moyenne, 96 % de l'électricité produite annuellement provient de 15 centrales principalement établies sur les rivières Winnipeg et Saskatchewan, ainsi que sur le fleuve Nelson.

Avec l'appui d'Ouranos, les professionnels responsables du génie des ressources hydriques et de la planification des ressources à Manitoba Hydro ont exploré l'intégration de scénarios de changement climatique dans leurs modèles hydrologiques et dans leurs modèles de planification des ressources. Cet exercice a permis de conjuguer de façon pragmatique la science du climat et les pratiques sectorielles.

Objectif

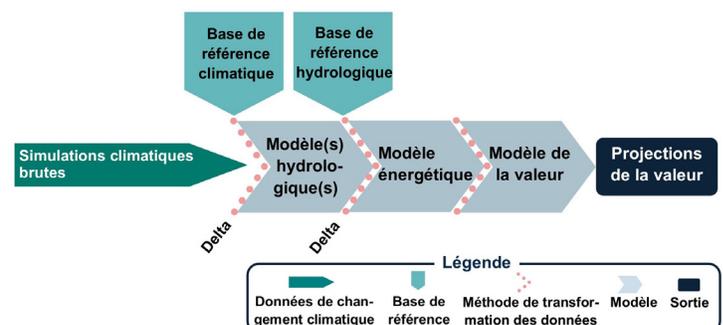
- Améliorer les techniques actuelles pour produire des scénarios de débits futurs.
- Produire des scénarios de débits futurs et en tester l'application pour la planification des ressources.
- Explorer l'impact des scénarios de débits futurs sur la mise à niveau potentielle d'une centrale.
- Étudier le processus menant à l'intégration de scénarios de débits futurs dans les modèles de planification des ressources.

Démarche

À partir d'un ensemble de 40 simulations de modèles climatiques (Manitoba Hydro, 2020), les changements projetés dans la précipitation et la température minimale et maximale ont été combinés à une base de référence climatique pour produire des scénarios de climat futur à l'horizon 2050 pour le bassin versant Nelson-Churchill (1,4 million km²). Ces scénarios ont ensuite servi à piloter des modèles hydrologiques distribués WATFLOOD afin de produire des scénarios de débits futurs.

La démarche utilisée a été adaptée afin de tirer parti de l'accès privilégié à un historique long-terme de données de débits (HLTDD; une base de référence hydrologique qui couvre 106 ans), essentiel pour les études de planification des ressources. Les scénarios hydrologiques réalisés avec WATFLOOD ont servi à développer un ensemble de deltas futurs basés sur les quantiles de débits, dans le but d'évaluer les changements dans les moyennes, les extrêmes et la variabilité. Les deltas ont été appliqués mensuellement, sur les saisons et semi-annuellement pour générer des scénarios HLTDD futurs.

Pour utiliser au mieux les ressources de calcul et les ressources humaines, un sous-ensemble de six scénarios HLTDD futurs représentant un vaste éventail d'impacts liés à la production d'énergie a été sélectionné au moyen d'une analyse par grappes. Le sous-ensemble a servi à piloter une série de modèles de planification des ressources afin d'évaluer les impacts énergétiques et économiques de diverses options de mise à niveau dans des scénarios de débits futurs.



Résultats

Des modèles hydrologiques WATFLOOD ont été développés et calés sur un éventail de conditions historiques. En raison des incertitudes liées à la simulation de la régularisation future, les modèles ont été configurés pour simuler les conditions naturelles à des emplacements clés.

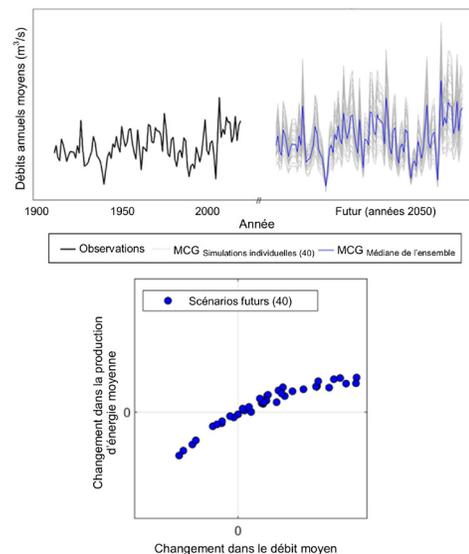
Des fonctions de transfert basées sur la comparaison entre les quantiles de débit de la base de référence et du futur (horizon 2050; 2040-2069) ont été bâties afin de créer des scénarios HLTDD futurs. Compte-tenu de la longueur des observations HLTDD, une approche de retrait et de réintroduction des tendances a été suivie, mais cette étape doit être étudiée davantage par la recherche scientifique.

L'ensemble de 40 scénarios futurs HLTDD tend vers des conditions plus humides, mais certains scénarios indiquent une baisse des débits. Un modèle de production d'énergie simple a permis de donner un aperçu des changements dans la production annuelle moyenne d'énergie à l'échelle du réseau. Les résultats montrent que l'augmentation des débits entraîne généralement une augmentation de la production d'énergie, mais commence à plafonner lorsque les débits s'approchent de la capacité de production de l'actif hydroélectrique. Un algorithme d'analyse par grappes a servi à sélectionner ce sous-ensemble, qui capture tout de même 97,3 % de l'étendue du changement de production d'énergie futur. Ce sous-ensemble est important, car il faudrait beaucoup de temps et d'énormes ressources informatiques pour évaluer les 40 scénarios au moyen d'un modèle de planification des ressources plus détaillé.

Le sous-ensemble de scénarios futurs HLTDD a servi d'intrant à une série d'outils de planification des ressources. Les scénarios HLTDD ont d'abord été exécutés dans un modèle de production à l'échelle du réseau à résolution grossière, qui

simule les opérations au réservoir, la production d'électricité et les revenus d'exportation au moyen d'intrants tels que les prévisions de demande et de prix d'exportation, ainsi que les limites opérationnelles. Les sorties de ce modèle alimentent un modèle de production qui représente les opérations de centrales individuelles. Pour les fins d'exploration, les impacts du changement climatique sont considérés séparément des autres effets, et seuls les scénarios HLTDD et diverses options de mise à niveau de centrale ont été modifiées par rapport aux conditions de la base de référence.

Ce processus permet de tester et de comparer diverses options de mise à niveau de centrale selon les conditions de la base de référence avec et sans changement climatique. Dans ce travail préliminaire, les options de mise à niveau se sont avérées économiquement robustes, autant avec les conditions de la base de référence HLTDD qu'avec l'intégration des scénarios futurs de changement climatique.



Leçons apprises

- L'engagement précoce et la collaboration entre des experts de plusieurs domaines (science du climat, hydrologie, modélisation de la production d'énergie) ont joué un rôle déterminant dans l'exécution du projet et le peaufinage de la méthodologie.
- Bien que les sources d'incertitude soient nombreuses dans la modélisation hydrologique et énergétique, l'exploration de l'étendue des impacts résultant de scénarios de climats futurs constitue une précieuse analyse de sensibilité.
- Les impacts du changement climatique sur les débits peuvent affecter l'aspect économique d'un projet, mais d'autres facteurs, notamment les coûts d'immobilisation, les prix de l'énergie et le taux d'actualisation, se sont avérés plus importants.
- Les sécheresses hydrologiques pluriannuelles jouent un rôle important dans la planification des ressources à long terme. Il sera intéressant d'étudier plus à fond les impacts du changement climatique sur ces événements extrêmes.

Références

Cette étude de cas a été développée dans le cadre du Guide : Fournier, E., Lamy, A., Pineault, K., Braschi, L., Kornelsen, K., Hannart, H., Chartier, I., Tarel, G. J., Minville, M. et Merleau, J. (2020). Valeur des actifs hydroélectriques et impacts physiques du changement climatique – Guide sur l'intégration des données climatiques dans la production d'énergie aux fins de modélisation, Ouranos, Montréal, 208 pages.

Manitoba Hydro (2020, March). Manitoba Hydro's Climate Change Report. https://www.hydro.mb.ca/environment/pdf/climate_change_report_2020.pdf