



L'évaluation des changements climatiques pour faciliter l'approbation d'un projet hydroélectrique

**« Les parties prenantes
considèrent que les
changements
climatiques sont très
importants et veulent
s'assurer que
Manitoba Hydro
s'y est préparée. »**

Kristina Koenig, directrice,
Études hydrologiques et hydroclimatiques,
Manitoba Hydro¹



Manitoba Hydro construit actuellement la centrale hydroélectrique de Keeyask sur le cours inférieur du fleuve Nelson, dans le nord du Manitoba. Dans le processus d'octroi de permis, les autorités réglementaires ont tenu à s'assurer que les nouvelles installations fonctionneraient efficacement même si le climat changeait venait à affecter les ressources hydriques. Cet enjeu a été examiné avec un niveau de détails sans précédent tout au long du processus et des audiences publiques. Comme Manitoba Hydro étudie les impacts des changements climatiques depuis plus d'une décennie, elle était bien placée pour inclure ceux-ci dans l'évaluation environnementale, puis dans une analyse de sensibilité économique comparant les changements climatiques à d'autres risques du projet.

CONTEXTE

Les investissements hydroélectriques importants s'appuient habituellement sur des observations et des mesures du milieu naturel. Les caractéristiques climatiques et hydrologiques revêtent un intérêt particulier dans la conception et le dimensionnement des ouvrages bâtis pour harnacher les forces de la nature.

À ce jour, la plupart des installations ont résisté à des conditions climatiques et hydrologiques qui sont demeurées relativement stables pendant de très longues périodes. Comme le montre la recherche, des changements ont commencé à se produire dans ces conditions et leurs effets sur l'exploitation, le rendement et la sécurité des infrastructures hydroélectriques actuelles pourront s'accroître à l'avenir. Ces changements indiquent entre autres que la planification de nouvelles installations ne peut plus reposer uniquement sur les données historiques, celles-ci n'étant plus forcément de bons prédicteurs des tendances futures.

Au Manitoba, environ 98 % de l'électricité est produite par des centrales hydroélectriques. Manitoba Hydro, une société d'État établie à Winnipeg, est responsable de la gestion et de la maintenance des installations hydroélectriques qui desservent quelque 500 000 clients. Une partie importante de sa capacité de production se situe près de l'exutoire du réseau hydrographique Nelson-Churchill, l'un des plus grands bassins versants de l'Amérique du Nord. À partir du versant oriental

des Rocheuses dans le sud de l'Alberta, l'eau s'écoule vers l'est sur plus de 2 000 kilomètres jusqu'à l'embouchure du fleuve Nelson dans la baie d'Hudson (voir la figure CS4.1).

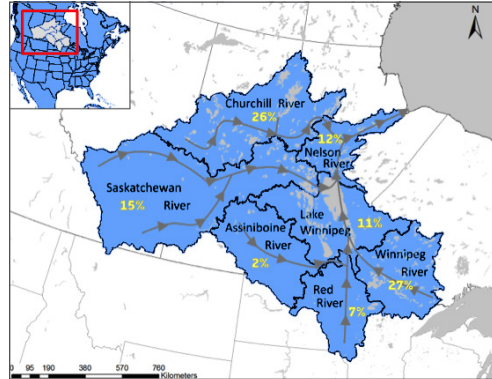


Figure CS4.1 Carte des bassins versants du réseau hydrographique Nelson-Churchill (pourcentage approximatif de l'apport en eau à l'apport total moyen)

La partie est du bassin versant prend source aux États-Unis puis s'étend jusqu'à la limite septentrionale de la forêt boréale, traversant plusieurs zones climatiques qui influent sur la disponibilité des ressources en eau au sein du réseau. Manitoba Hydro possède une connaissance approfondie des caractéristiques hydrologiques des sous-bassins qui contribuent à son réseau de centrales et dispose d'une base de données des débits à long terme, enregistrés depuis 1912.

Consciente de sa dépendance au climat et aux débits, Manitoba Hydro incorpore l'évaluation du climat futur dans sa stratégie organisationnelle et sa planification des ressources. Au cours de la dernière décennie, l'étude des changements climatiques a été intégrée aux évaluations environnementales et économiques.

APPROBATION DU PROJET DE LA CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE DE KEYASK

Comme tout grand projet public d'infrastructure, la centrale de Keeyask de 695 mégawatts (MW) sur le cours inférieur du fleuve Nelson² a été soumise aux processus d'évaluations environnementales et réglementaires exigées pour l'octroi de permis. Contrairement à des projets antérieurs semblables, ces processus ont pris en compte un nouveau facteur susceptible d'influer sur la viabilité environnementale et économique, à savoir les changements climatiques.

L'équipe affectée aux changements climatiques de Manitoba Hydro, qui fait partie du Service d'ingénierie en ressources hydriques, était prête à relever le défi. Pour le compte du Partenariat limité de la centrale de Keeyask, elle a adopté une approche prospective en se penchant sur les changements climatiques dans son énoncé des impacts environnementaux (EIE) du projet et dans l'étude de la nécessité du projet et des solutions de rechange (NFAT³).

L'EIE a tenu compte de trois facettes des changements climatiques (CC): 1) l'effet de

l'environnement, dont le climat, sur le projet; 2) l'effet du projet sur l'environnement, dont les émissions de gaz à effet de serre; et 3) la sensibilité de l'évaluation aux CC.

Les deux premières facettes répondaient aux directives fédérales de l'EIE, et la troisième s'inscrivait dans une mesure de précaution prise par le Partenariat pour déterminer si les conclusions de l'évaluation environnementale demeureraient valables avec de futures conditions climatiques. Cette information a été présentée à la Commission de protection de l'environnement (CPE), un organisme autonome du gouvernement manitobain qui fournit au ministère de la Conservation et de la Gestion des ressources hydriques des recommandations concernant l'octroi de permis (voir la figure CS4.2).

Aux fins de l'étude NFAT, Manitoba Hydro a évalué la nécessité du plan de développement privilégié, qui englobait la centrale de Keeyask. Elle a déterminé si celui-ci servait ou non l'intérêt de la province à long terme. Dans son évaluation du dossier, la province a confié à un groupe de la Régie des services publics (la Régie) l'examen du plan et la formulation d'une recommandation au ministre. Dans plusieurs plans de rechange proposés, les CC et leurs impacts éventuels étaient considérés comme l'une des incertitudes.



Figure CS4.2 Audience de la Commission de protection de l'environnement de Keeyask, à l'hôtel Fort Gary, à Winnipeg, au Manitoba (21 octobre 2013)

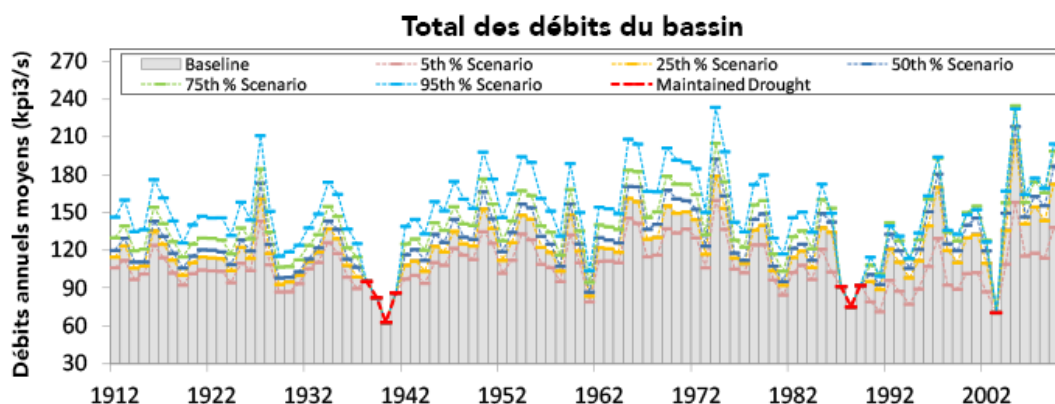


Figure CS4.3 Données de débits à long terme et leurs perturbations établies au moyen de cinq scénarios de CC. Ces scénarios ont servi à piloter le programme de simulation pour l'analyse à long terme du système hydraulique en vue d'évaluer les revenus comme une fonction des impacts des changements climatiques.

Pour évaluer les impacts des CC, l'équipe d'ingénieurs spécialisés en climat de Manitoba Hydro a retenu 5 des 109 simulations de Modèles de circulation générale (MCG) pour représenter les changements futurs dans les débits moyens à l'horizon 2050, soit une période de 35 ans. Les projections retenues, qui couvrent 90 % de l'incertitude de toutes les simulations climatiques, vont d'une réduction de 9,6 % des débits à une hausse de 28 %. Pour intégrer cette évaluation hydrologique dans une analyse de rentabilité économique, les signaux de changement des cinq simulations ont été ajoutés dans la base de données des débits à long terme (voir la figure CS4.3).

Les cinq scénarios de débits futurs ont ensuite été entrés dans le programme de simulation de l'analyse à long terme du système hydraulique (SPLASH) pour évaluer les revenus annuels moyens. Comme le système actuel de Manitoba Hydro s'appuie principalement sur la production hydroélectrique, les plans de développement examinés ont montré une sensibilité aux changements de débit. Le plan privilégié, qui comprend la centrale de Keeyask, a dégagé le potentiel de

hausse le plus élevé, tant dans les revenus moyens différentiels que dans la valeur actuelle nette différentielle. Étant donné que 70 % des 109 projections initiales des modèles de climat montrent une augmentation des débits, l'analyse a attribué une probabilité de hausse des revenus plus élevée au plan comprenant la centrale de Keeyask.

Pour examiner la question complexe du risque futur de sécheresse, les pires épisodes de sécheresse ont été maintenus constants dans les données historiques, tandis que les débits moyens ont été modifiés en fonction des simulations climatiques. Cela a permis de tenir compte du fait que la recherche actuelle demeure incertaine quant aux énoncés de confiance sur l'évolution future du risque de sécheresse. Au cours du processus d'examen, Manitoba Hydro a indiqué qu'elle était en mesure de prendre en charge la pire sécheresse observée et qu'elle augmenterait sa résilience en établissant une capacité de production et de transport pour les importations d'énergie afin de pouvoir répondre à une sécheresse plus intense que les sécheresses déjà observées.

Durant les audiences de la Régie, des experts externes ont rigoureusement examiné l'analyse de Manitoba Hydro. Selon eux, la résolution des modèles climatiques utilisés n'était pas adéquate et l'analyse de l'entreprise ciblait exclusivement le ruissellement annuel moyen sans tenir compte des changements dans le cycle saisonnier et de la gravité de la sécheresse. La réponse à ces critiques a cependant posé peu de problèmes, car celles-ci portaient sur des enjeux que l'équipe des CC avait déjà examinés à fond, par exemple, le fait que la variable du ruissellement utilisée intégrait les changements dans la précipitation, l'évapotranspiration, le rayonnement et le vent.

Par ailleurs, l'entreprise a tiré parti du fait qu'elle est membre du consortium Ouranos, qui lui a permis d'étoffer son dossier grâce à des données probantes écrites et orales fournies par des scientifiques qui se consacrent à l'étude des CC régionaux et de l'adaptation aux CC.

« En étant membre d'Ouranos, nous avons amélioré notre capacité de répondre aux préoccupations des organismes de réglementation et accru notre crédibilité », a dit Michael Vieira, ingénieur du Service d'ingénierie en ressources hydriques de Manitoba Hydro.

RECONNAÎTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES LE PLUS TÔT POSSIBLE

Comme le dit Kristina Koenig, directrice des Études hydrologiques et hydroclimatiques, l'intérêt de Manitoba Hydro pour les CC remonte à plus de deux décennies. À l'étape de la planification de la centrale de Conawapa

sur le cours inférieur du fleuve Nelson, les ingénieurs ont commencé à remarquer de petits changements dans le bassin et se sont interrogés sur l'évolution future du climat et des débits dans le nord du Manitoba.

Les travaux du projet de Conawapa entrepris dans les années 1990 ont été interrompus depuis, mais l'intérêt pour la quantification des impacts des CC et des vulnérabilités a refait surface au milieu des années 2000, alors que Manitoba Hydro entreprenait la planification et la construction de la centrale de Wuskwatim sur la rivière Burntwood dans le nord du Manitoba.

Le risque de sécheresse future a été l'un des facteurs qui ont motivé cet intérêt, mais les attentes de la population et des parties prenantes grandissaient déjà. « Pour pouvoir réaliser d'autres projets de développement, Manitoba Hydro s'est rendu compte qu'elle devait non seulement en savoir davantage sur les changements climatiques, mais aussi être en mesure de démontrer la résilience des infrastructures dans un climat changeant, dit Kristina Koenig. Peu après les audiences concernant l'approbation de la centrale de Wuskwatim, l'entreprise a mis sur pied la division actuelle des Études hydrologiques et hydroclimatiques. »¹

Intégrée au service des Ressources hydriques, la division a pour mandat de fournir à l'ensemble de l'entreprise des études spécialisées en génie et une expertise dans plusieurs domaines – impacts des CC, hydrologie, modélisation des bassins versants et prévision des débits – pour répondre plus particulièrement aux besoins des études environnementales, de la planification

des ressources, des examens réglementaires, de l'exploitation, de l'approbation et du soutien technique durant la planification, la conception et la construction.

MISE SUR PIED D'UNE ÉQUIPE RESPONSABLE DE L'ÉTUDE DU CLIMAT

Ayant choisi de développer et de renforcer son expertise en climat à l'interne, Manitoba Hydro a formé une équipe réunissant les connaissances et les compétences voulues (voir la figure CS4.4) afin d'étudier les recherches scientifiques les plus récentes sur les changements climatiques et déterminer ce que celles-ci signifiaient pour ses installations sur le bassin Nelson-Churchill. En 2007, l'entreprise s'affiliait à Ouranos pour tirer parti de l'importante base de données sur le climat du consortium, participer à des projets conjoints et profiter de l'expérience d'autres experts en climat.

Manitoba Hydro a réalisé plusieurs études qui ont fourni d'importantes données historiques sur les moyennes et les tendances climatiques et a élaboré des scénarios de climat futur pour divers sites de projet et pour des sous-bassins individuels du bassin Nelson-Churchill. Une fois

les résultats de ces études pris en compte dans les activités de planification et d'exploitation à long terme, l'entreprise a pu commencer à planifier l'adaptation future de ses infrastructures et pratiques commerciales⁴.

Plusieurs des grands projets d'immobilisation de Manitoba Hydro sont soumis aux processus d'examen réglementaire. Bien que ceux-ci n'exigent pas expressément l'évaluation des impacts des CC, il est recommandé d'effectuer cette évaluation comme mesure de précaution. L'équipe a donc préparé des rapports sur les conditions climatiques passées et projetées aux sites d'infrastructures nouvelles ou modifiées. À l'aide de ces rapports, il a été possible de démontrer la résilience climatique au cours de l'analyse environnementale et du processus d'octroi de permis pour des projets tels que le remplacement du déversoir à Pointe du Bois, la ligne de transport Bipole III, la régulation du lac Winnipeg et le projet de transport d'électricité Manitoba-Minnesota.

Les préparatifs en vue des audiences pour la centrale de Keeyask ont représenté le plus grand défi de l'équipe jusqu'à maintenant et exigé une compréhension de plus en plus pointue des changements climatiques.



Figure CS4.4 Division des Études hydrologiques et hydroclimatiques de Manitoba Hydro. Dans l'ordre : Phil Slota, Mark Gervais, Kristina Koenig, Michael Vieira, Shane Wruth



Figure CS4.5 Photo du site de la centrale de Keeyask en construction (21 juin 2015)

LEÇONS APPRISSES

Avec le temps, l'entreprise a considérablement approfondi sa compréhension de sa dépendance au climat et a dû intégrer les connaissances acquises aux processus réglementaires. Comme il n'existait pas de solution toute faite sur la manière d'incorporer de manière exhaustive les changements climatiques dans l'évaluation environnementale, elle a élaboré une méthode qui respectait le plus fidèlement possible l'approche originale tout en permettant d'y ajouter le paramètre du changement climatique.

Grâce à l'étroite collaboration d'Ouranos, l'équipe a pu évoluer de façon cohérente et professionnelle, dégageant ainsi des résultats favorables pour les pratiques commerciales de l'entreprise. Entre autres, les outils qui ont été développés pour les études des changements climatiques, dont les modèles de bassins versants fondés sur la physique, ont

également été utilisés pour la prévision hydrologique à court terme.

Quand des questions liées au climat surgissent, l'équipe maison y répond et, ce faisant, permet à l'entreprise d'explorer plus à fond l'adaptation aux changements climatiques. Dans son dernier plan de ressources intégré, un document stratégique de haut niveau qui expose les diverses combinaisons de ressources examinées en vue de répondre aux futurs besoins en électricité de la province, Manitoba Hydro étudiera des mesures additionnelles qui tiendront davantage compte des impacts climatiques sur la planification à long terme. Ces mesures porteront entre autres sur l'examen de futurs changements dans les variations saisonnières de l'apport en eau, les sécheresses, la demande énergétique et la prévision de la demande de pointe.

Après avoir pris en considération les recommandations de la CPE et de la Régie, en 2014,

la province a octroyé un permis au Partenariat limité de la centrale de Keeyask, qui est actuellement en construction (voir la figure CS4.5). Au cours de l'évaluation économique, il a été constaté que l'effet des incertitudes relatives aux impacts des changements climatiques sur les débits était moins important que celui d'autres incertitudes, notamment les prix futurs de l'électricité.

L'intérêt des parties prenantes à l'égard des enjeux soulevés par les changements

climatiques ne cesse d'augmenter, comme l'a remarqué l'équipe de Manitoba Hydro. « Selon nous, les sociétés hydroélectriques qui veulent augmenter leur capacité de production seront sans doute confrontées aux mêmes enjeux climatiques et à la même surveillance des autorités réglementaires, des parties prenantes et des intervenants dans les processus de réglementation », a dit Michael Vieira. « Nous avons vite appris qu'il faut suivre de très près les progrès de la science du climat pour rester à la fine pointe »¹, a conclu Kristina Koenig.

Auteur : Marco Braun, Ouranos | **Collaborateurs :** Élyse Fournier, Kristina Koenig, Michael Vieira

Édition : Peter McKinnon | **Traduction française :** Lise Malo, La Plume Déliée | **Mise en page :** André Hughes, Pro-Actif

Citation suggérée : Ouranos, 2016. L'évaluation des changements climatiques et l'approbation d'un projet hydroélectrique. Étude de cas présentée à la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques, Ressources naturelles Canada, 10 p.

¹ Koenig, K. & Vieira, M. Communication personnelle (2015)

² Partenariat limité de la centrale de Keeyask, <http://keeyask.com/>

³ NFAT Business Case; http://www.pub.gov.mb.ca/nfat_mbhydro_application.html

⁴ Manitoba Hydro Climate Change Report Fiscal Year 2014-2015;

https://www.hydro.mb.ca/environment/publications/climate_change_report_2014_15.pdf



POINTS À RETENIR

- 1** Le public et les parties prenantes s'intéressent de plus en plus à la résilience climatique.
- 2** La mise en place d'une compétence interne dans le cadre de partenariats avec des experts en climat et dans d'autres disciplines est une pratique recommandée pour les sociétés énergétiques fortement dépendantes du climat.
- 3** Réaliser des études sur les impacts des changements climatiques et les comprendre pleinement est un travail de longue haleine.

ORGANISATION(S)

Manitoba Hydro (Canada)

SOUS-SECTEUR(S) ÉNERGÉTIQUE(S)

Production hydroélectrique

TYPE(S) D'ADAPTATION

- Information – Services climatiques
- Gestion – Exemptions réglementaires et contrats
- Gestion – Restructuration et gouvernance

IMPACT(S) DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

- Changements à long terme dans l'hydrologie des bassins

COÛTS D'ADAPTATION

- Le développement à l'interne d'une compétence en climat représente un coût moyen.

AVANTAGE(S) DE L'ADAPTATION

- Les risques liés au climat ont été évalués en vue d'obtenir des autorités réglementaires l'autorisation de construire une centrale hydroélectrique.
- L'étude des changements climatiques a favorisé la compréhension globale et la mise en œuvre de nouveaux outils utiles à l'analyse climatique et à l'évaluation hydrologique.
- La résilience climatique du système de production hydroélectrique s'est renforcée.

CONTACT

Kristina Koenig

kkoenig@hydro.mb.ca

RAPPORT ENTIER

<https://ouranos.ca/programmes/etudes-de-cas-adaptation-energie/>