

# Peaufiner les observations pour mieux gérer et concevoir les infrastructures hydroélectriques



**« Dans notre première évaluation, l'agrandissement de la centrale de Búrfell n'était pas rentable, mais après avoir pris en compte les hausses attendues dans les débits, le projet est devenu nettement plus intéressant. »**

Óli Grétar Blöndal Sveinsson,  
vice-président à la direction, Recherche et développement, Landsvirkjun<sup>1</sup>



Certains effets des changements climatiques peuvent s'avérer être des avantages pour le secteur de l'hydroélectricité, notamment la hausse des débits attribuable à la fonte des glaciers. Pour tirer parti de ces avantages, il faut toutefois avoir une bonne connaissance des changements climatiques projetés et de la production d'hydroélectricité. Depuis une quinzaine d'années, Landsvirkjun, la société d'État nationale d'énergie de l'Islande, est devenue un chef de file dans ce domaine. En collaboration avec d'autres sociétés d'électricité, des universités et des services météorologiques scandinaves, l'entreprise a produit des données sur les débits en rivière qui incorporent les tendances climatiques. Tous les cinq ans, elle utilise les données pour adapter ses plans de gestion de réservoir. Elle s'appuie aussi sur les projections climatiques à long terme pour concevoir et adapter ses infrastructures actuelles et futures en vue de tirer parti des hausses attendues de débits.

## CONTEXTE

Les changements climatiques demeurent l'un des plus importants enjeux de la planète, mais créent aussi des opportunités pour le secteur hydroélectrique. La hausse des températures mondiales entraîne la fonte des glaciers. Dans certains bassins versants recueillant principalement la fonte glaciaire, les changements climatiques vont accélérer la fonte et accroître les débits. Néanmoins, dans les bassins versants alimentés par des glaciers qui ont déjà perdu une masse importante, il se peut que les débits diminuent. Les changements projetés de précipitations – et les opportunités éventuelles que ces changements créeront pour la production hydroélectrique – varient selon les régions; la disponibilité des ressources en eau augmentera dans certaines et diminuera dans d'autres. La demande d'électricité également variera en réponse aux changements climatiques. Un climat plus chaud pourrait réduire la demande de chauffage en hiver et augmenter celle de climatisation en été.

Pour profiter de ces opportunités, les projets hydroélectriques doivent s'adapter à de nouvelles conditions. Dans certains cas, les ressources hydroélectriques existantes, comme les barrages, les turbines et les réservoirs, peuvent s'adapter à la hausse des débits, à la demande et à la disponibilité des ressources en eau grâce à de bonnes stratégies de gestion. Dans d'autres cependant, un changement dans les pratiques de gestion ne suffira pas, entre autres parce que les réservoirs et les turbines n'auront pas la capacité voulue pour prendre en charge des volumes d'eau considérablement plus élevés. Le cas échéant, il faudra modifier les infrastructures.

À ce jour, peu d'entreprises dans le monde ont justifié des modifications de cette envergure pour tirer parti des occasions ou atténuer les risques associés aux changements climatiques.

L'Islande jouit d'une abondance de ressources énergétiques renouvelables : la presque totalité de l'électricité du pays est produite par des centrales hydroélectriques et géothermiques. Les industries énergivores, dont les alumineries, représentent 80 % de la demande d'électricité. Les centrales hydroélectriques et géothermiques répondent à cette demande fixe, tandis que l'énergie géothermique répond à 90 % de la demande liée au chauffage. L'accélération de la fonte des glaciers islandais offre l'occasion de produire une énergie propre et d'attirer de nouvelles entreprises énergivores.

Landsvirkjun, la société d'État nationale d'énergie de l'Islande, produit et distribue l'électricité aux industries et services publics. Elle est consciente depuis de nombreuses années qu'elle doit exploiter la hausse des débits. Au cours des 15 dernières années, elle est devenue une pionnière dans l'adaptation aux changements climatiques en modifiant non seulement ses centrales hydroélectriques, mais aussi la conception de ses infrastructures.

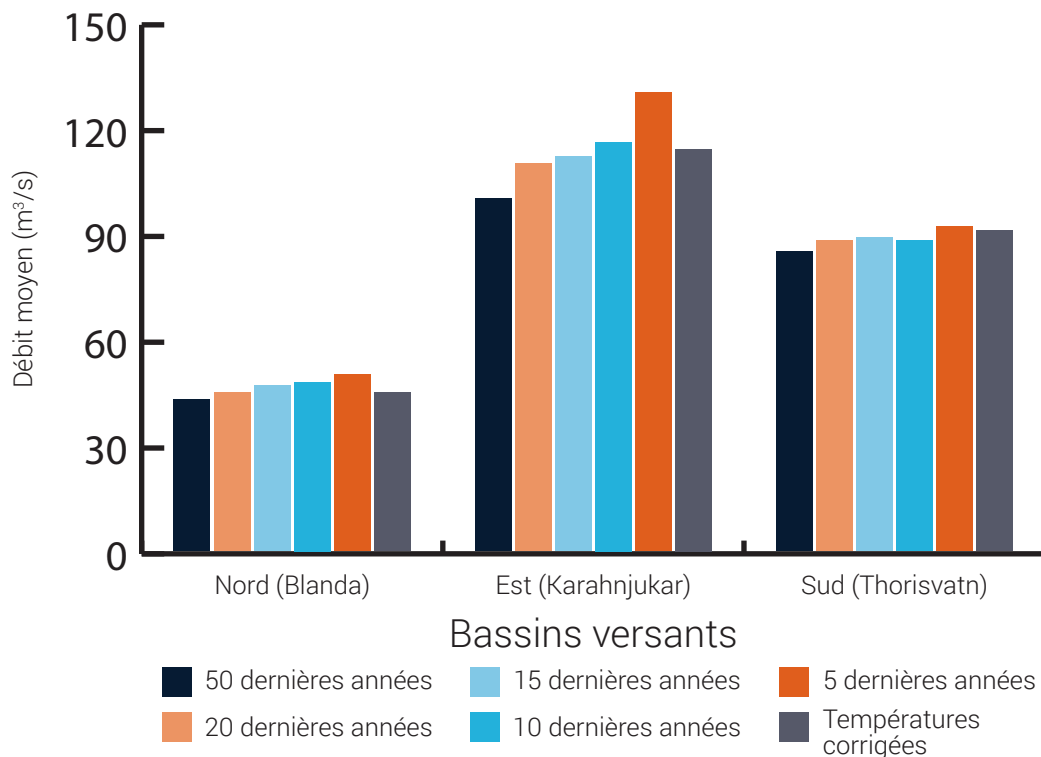
## PEAUFINER LES OBSERVATIONS

« Aux environs de 2005, nous avons constaté que les débits n'évoluaient pas dans la direction que les données historiques laissaient entrevoir<sup>1</sup> », dit Óli Grétar Blöndal Sveinsson, vice-président à la direction,

Recherche et développement, de Landsvirkjun. À l'époque, l'entreprise faisait déjà partie de Norden, une coalition de gouvernements et d'organismes de recherche scandinaves qui s'emploie à déterminer et à analyser les impacts des changements climatiques sur l'énergie renouvelable.

Dans les travaux de Norden, les données observées de température et de précipitation, de même que les courbes superficie-volume-hauteur des glaciers ont été adaptées selon les tendances qui se dégagent des modèles climatiques. Dans le cas de la température, les tendances montrent pour la période 1950-1975 une hausse de 0,75 °C par siècle; pour la

période 1975-2000, une hausse de 1,55 °C par siècle; et après 2000, une hausse de 2,35 °C par siècle. Ces tendances ont été appliquées aux données historiques de températures observées pour faire des projections du climat futur. Celles-ci ont ensuite été incorporées à un modèle hydrologique afin de produire des séries de débits corrigés<sup>2</sup>. Les bassins versants ayant les plus forts débits entrants ont affiché les réponses les plus fortes aux hausses de température. Pour le bassin de Karahnjukar, qui est couvert de glace à 75 %, la série de débits corrigée montre une hausse d'environ 10 % par rapport aux observations des 50 dernières années (voir la figure CS2.1).

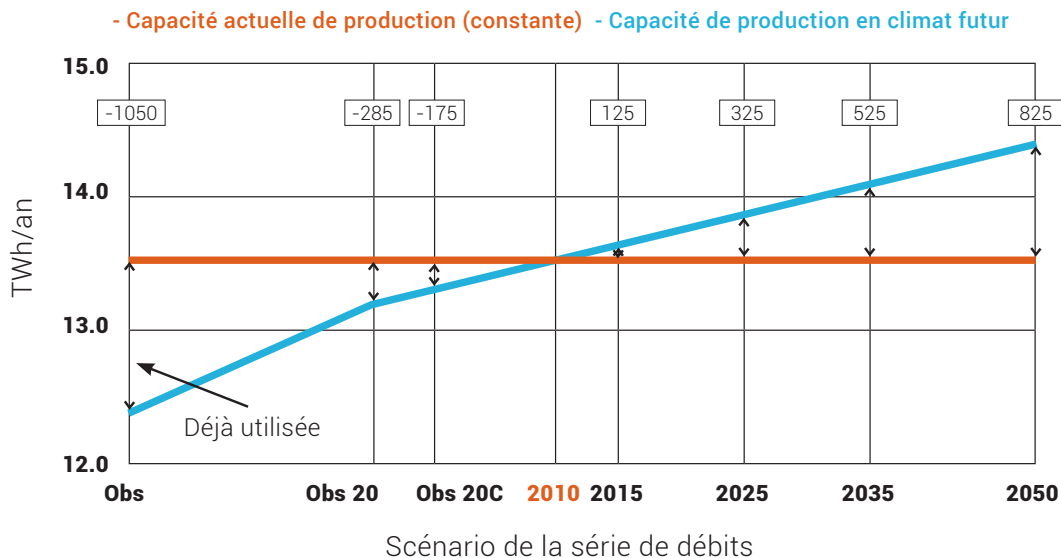


**Figure CS2.1** L'analyse des débits historiques réalisée en 2005 a nettement montré une tendance à la hausse. Le débit moyen de tous les bassins diminuait quand la moyenne mobile reculait dans le temps. Le débit moyen des séries de températures corrigées (gris) était dans tous les cas supérieur à la moyenne historique (noir), surtout pour les bassins dont l'apport glaciaire est important.

## LANDSVIRKJUN PREND LES DEVANTS

Au terme de sa collaboration avec Norden, Landsvirkjun ne s'est pas contentée d'analyser les impacts des changements climatiques à partir des séries de débits corrigées, mais a intégré les données dans ses stratégies de gestion de réservoir. Or gérer les réservoirs de manière à maximiser la capacité hydroélectrique tout en tenant compte de facteurs environnementaux et sociaux représente un défi important. Dans un premier

temps, l'entreprise a décidé d'utiliser les débits des 20 dernières années seulement et a vu sa capacité de production passer de 12,4 à 13,1 TWh/an, comme le montre la figure CS2.2 (Meas ligne bleue à Meas20 ligne bleue). Dans un deuxième temps, elle a ajouté les débits corrigés aux débits des 20 dernières années. Puis dans un troisième temps, elle n'a retenu que les débits corrigés, et c'est maintenant l'approche qu'elle utilise tout le temps. Elle met les séries à jour aux cinq ans pour prendre en compte les conditions climatiques courantes.



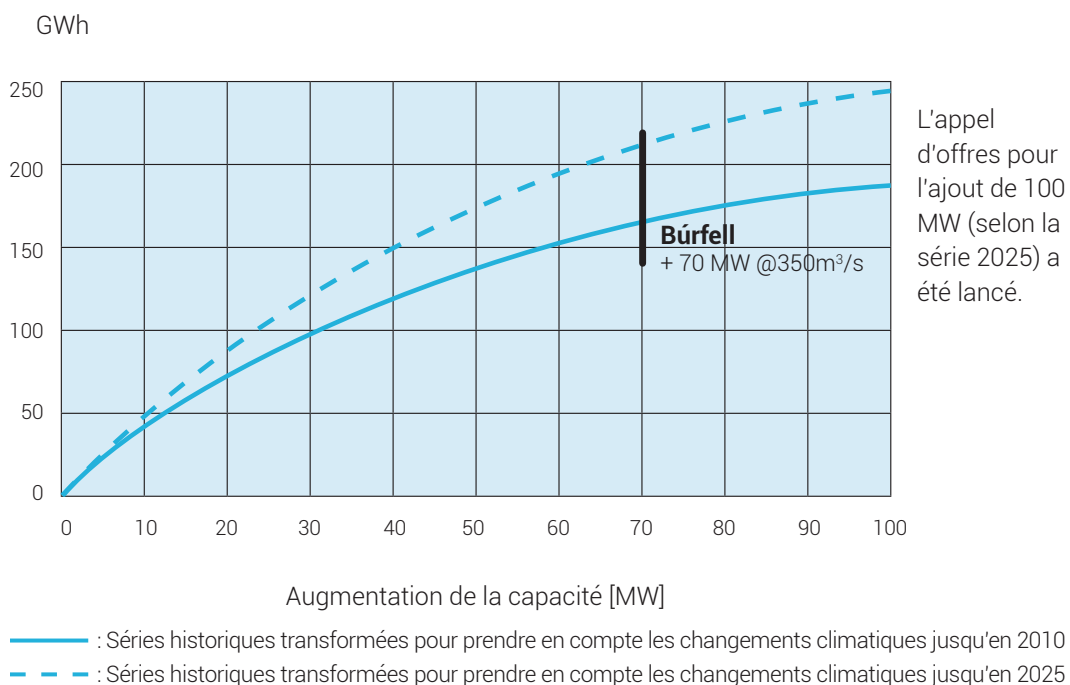
**Figure CS2.2** Capacité de production de Landsvirkjun de la série 2010 (ligne orange) et capacité de production potentielle dans un climat plus chaud (ligne bleue). Les observations tiennent compte des débits sur 50 ans; les obs 20 comprennent les données des 20 dernières années; les obs 20C comprennent les observations 20 et les débits corrigés; et les années 2010, 2015, etc., représentent les séries de débits corrigés des années correspondantes. Les nombres dans les boîtes du haut montrent la différence entre la capacité de production du scénario de débit et le scénario de débit 2010 (GWh).

Avec l'augmentation des débits entrants dans un climat plus chaud, la modification des plans de gestion de réservoir ne suffira pas à tirer pleinement parti des débits plus élevés : l'évacuateur de crue laissera passer des débits plus importants puisque la capacité des

infrastructures sera dépassée. Entre les données de débits historiques et le scénario de débits 2050, on constate une augmentation de 3,9 TWh/an, mais parallèlement, le système peut uniquement absorber une augmentation de la capacité de production de 1,9 TWh/an,

comme le montre la figure CS2.2 (1050 GWh + 825 GWh). L'entreprise a donc modifié la conception des nouvelles infrastructures pour tirer pleinement parti des débits plus élevés. « Nous utilisons les débits auxquels nous nous attendons dans 15 ou 20 ans pour dimensionner la capacité de nouvelles centrales »<sup>1</sup>,

explique Óli Sveinsson. « L'agrandissement proposé de la centrale de Búrfell en est un bon exemple. Au départ, il ne semblait pas rentable d'ajouter 70 MW de capacité. Cependant, en tenant compte des débits corrigés pour 2025, le projet devenait rentable, et nous avons augmenté la capacité des turbines de 70 à



**Figure CS2.3** Hausse du potentiel de production annuelle à la centrale de Búrfell, établie en fonction des débits corrigés de 2025 plutôt que des débits de 2010

100 MW »<sup>1</sup> (voir figure CS2.3 et CS2.4). Dans un autre projet à l'étude, celui de Hvammur, le plan original prévoyait une capacité de 83 MW, mais compte tenu des débits supérieurs attendus, dans le nouveau plan, la capacité prévue sera de 95 MW. L'entreprise estime qu'une fois ces projets terminés, ses ventes d'électricité devraient progresser de 8 %.

Et qu'arrivera-t-il lorsque les glaciers auront fondu? « Nous croyons que la quantité totale de pluie demeurera plus ou moins la même<sup>1</sup>. », dit Úlfar Linnét, directeur des Ressources de Landsvirkjun. « Le système ne s'asséchera pas. Par contre, les débits entrants seront plus réguliers tout au long de l'année, alors que maintenant, ils proviennent principalement de



**Figure CS2.4** Modélisation graphique du projet d'agrandissement souterrain de 100 MW de la centrale de Búrfell. Le côté gauche de la photo montre l'ancienne centrale de Búrfell et le côté droit, un dessin par ordinateur du canal de décharge projeté de la centrale souterraine.

la fonte glaciaire pendant les mois d'été<sup>1</sup>, ajoute Óli Sveinsson. Nous croyons que les débits plafonneront d'ici 2030, puis ne changeront pas beaucoup de 2030 à 2080. À partir de 2080, le volume des glaciers aura tellement baissé que les débits commenceront à diminuer<sup>1</sup>. À ce moment-là, le système et le marché seront complètement différents<sup>1</sup>. » Ce phénomène à long terme a peu de répercussions sur les projets actuels, car les décisions d'investissement reposent sur des projections de 50 ans seulement.

## LES LEÇONS APPRISSES

Quand ils ont entrepris d'intégrer les données sur les changements climatiques, la fonte des glaciers et la production hydroélectrique, Óli

Sveinsson et Úlfar Linnét se sont heurtés à une bonne dose de scepticisme. En tant que pionniers en adaptation, ils sont à même de conseiller ceux qui veulent à leur tour mettre en place des mesures d'adaptation aux changements climatiques.

Comme l'explique Úlfar Linnét, il est parfois difficile de convaincre les sceptiques si ces derniers n'ont pas constaté par eux-mêmes les tendances qui ressortent des observations. « C'est peut-être plus facile pour nous, car nous avons les données qui montrent vraiment que les débits ont changé et que les glaciers ont reculé depuis deux décennies<sup>1</sup>. Mais tout compte fait, le scepticisme a eu du bon : nous avons été obligés de répondre à de nombreuses questions épineuses

et cela a amélioré la qualité de notre travail<sup>1</sup>. » Selon Óli Sveinsson, c'est l'approche pas à pas qui a assuré le succès du projet. « En 2006, nous avons pris la décision de ne retenir que les observations historiques des 20 années les plus récentes et de laisser tomber les autres. Une partie de la variabilité inhérente aux observations a été perdue, mais ceci nous a permis de passer à la prochaine étape, soit d'ajouter les observations historiques recueillies pendant 20 ans aux séries de débits corrigées. Et finalement, en 2010, nous n'avons retenu que les séries de débits corrigées<sup>1</sup>. »

La collaboration avec d'autres groupes a également contribué à ce succès. « En faisant équipe avec un important groupe scandinave composé de plusieurs sociétés d'électricité, d'universités et d'autres instituts, nous avons donné au projet une plus grande crédibilité et une plus grande portée<sup>1</sup> », dit Úlfar Linnet. Óli Sveinsson renchérit : « il aurait été impossible à l'époque de vendre l'idée sans la collaboration internationale. Les scénarios climatiques ont été sélectionnés par tous les membres du groupe, pour la région dans son ensemble<sup>1</sup>. » Le partage

de la charge de travail a aussi facilité le projet. Landsvirkjun établit ses projections des changements futurs à partir des scénarios du GIEC et des résultats propres à l'Islande, et les revoit aux cinq ans. L'analyse a montré que la distribution des débits entrants des 10 dernières années diffère nettement des débits historiques et suit les séries de débit corrigées. Compte tenu de l'incertitude des prévisions climatiques, l'entreprise a élaboré des plans de remplacement qu'elle pourra mettre en œuvre si le scénario retenu ne se réalise pas. Il y a eu beaucoup moins d'incertitude quant aux avantages économiques pour Landsvirkjun. « Pour convaincre les gens, dit Óli Sveinsson, il faut leur démontrer que le bénéfice qu'ils réaliseront ira là où ça compte le plus, c'est-à-dire dans leurs poches<sup>1</sup>. »

Il existe désormais au sein de l'entreprise un vaste consensus quant à l'orientation de l'entreprise, et c'est en bonne partie grâce à la détermination d'Óli Sveinsson et d'Úlfar Linnet.

**Auteur :** Élyse Fournier, Ouranos | **Collaborateurs :** Marco Braun, Ouranos, Úlfar Linnet, Landsvirkjun, Óli Grétar Blóndal Sveinsson, Landsvirkjun  
**Édition :** Peter McKinnon | **Traduction :** Lise Malo, La Plume Déliée | **Mise en Page :** André Hughes, Pro-Actif  
**Citation suggérée :** Ouranos 2016. Peaufiner les observations pour mieux gérer et concevoir les infrastructures hydroélectriques. Étude de cas présentée à la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques, Ressources naturelles Canada, 9 p.

<sup>1</sup> Sveinsson, O. et Linnet, U. Communication personnelle. (2015).

<sup>2</sup> Nordic Co-operation. Climate Change and Energy Systems : Impacts, Risks, adaptation in the Nordic and Baltic countries. (Nordic Council of Ministers, 2012). Voir : <<http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:707411/FULLTEXT01.pdf>>



# SUR VOL

## POINTS À RETENIR

1

En matière d'adaptation aux changements climatiques, les gens sont plus réceptifs à une approche pas à pas.

2

La collaboration avec d'autres sociétés d'électricité, des universités et des instituts facilite et rehausse la crédibilité des efforts d'adaptation.

3

Il est toujours utile d'avoir un plan de rechange pour faire face à l'incertitude inhérente aux scénarios d'émissions de gaz à effet de serre.

### ORGANISATION(S)

Landsvirkjun (Islande)

### SOUS-SECTEUR(S) ÉNERGÉTIQUE(S)

Disponibilité des ressources en eau et hydroélectricité

### TYPE(S) D'ADAPTATION

- Physique – Nouvelle capacité de production, de transport et de transformation
- Gestion – Normes de conception et d'exploitation, lignes directrices, outils et programmes d'entretien

### IMPACT(S) DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

- Accélération de la fonte des glaciers
- Changements liés à la disponibilité des ressources en eau

### COÛTS D'ADAPTATION

- L'investissement dans les travaux de recherche d'une coalition scandinave représente un coût modéré.
- La modification des plans de gestion des réservoirs représente un coût modéré.
- La modification de la conception d'infrastructures planifiées représente un coût élevé.

### AVANTAGE(S) DE L'ADAPTATION

- Augmentation de la capacité de production

### CONTACT

Óli Grétar Blöndal Sveinsson

[Oli.Gretar.Sveinsson@landsvirkjun.is](mailto:Oli.Gretar.Sveinsson@landsvirkjun.is)

### RAPPORT ENTIER

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

