

Rapport concernant le deuxième Forum sur les prévisions des inondations au Canada



@ArnaeLouise

Le deuxième Forum sur les prévisions des inondations au Canada s'est déroulé en ligne du 22 au 24 février 2021. Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) ainsi que le programme Global Water Futures (GWF) ont procédé à l'organisation conjointe de cet événement, lequel faisait suite à l'atelier sur la prévision du débit des cours d'eau au Canada (c.-à-d. le National Streamflow Forecasting Workshop) qui a eu lieu à l'Université Simon Fraser en 2019. Le Forum a poursuivi ses efforts visant à améliorer la communication et la collaboration entre les gouvernements provinciaux et territoriaux, ECCC, le milieu universitaire et les partenaires de partout au pays en vue d'établir une communauté de pratique nationale pour la prévision des inondations, lesquels ont bénéficié d'un large soutien. L'atelier était également axé sur les progrès réalisés récemment en lien avec la prévision des inondations et des débits; une séance d'information a d'ailleurs été organisée avec des experts de la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) des États-Unis ainsi que le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme. De plus, on a présenté les progrès liés aux prévisions et à la modélisation hydrologiques qui ont été réalisés au sein des communautés de recherche et de développement d'ECCC et du

programme GWF, de même que les systèmes opérationnels de prévision des provinces et des territoires. Enfin, le Forum a facilité la tenue de discussions sur les besoins opérationnels en matière de prévisions des provinces et des territoires, les progrès accomplis récemment en lien avec les produits et les services de données, ainsi que les mesures pouvant être prises pour améliorer le tout afin de soutenir les initiatives de prévision des inondations de partout au pays.

Première journée

La prévision hydrologique s'est transformée en entreprise internationale, et le Canada se doit d'établir son rôle, d'analyser ce que les autres pays font et de déterminer ce qu'il pourrait faire pour contribuer à cet effort mondial. Le Canada se doit également d'utiliser au mieux les progrès scientifiques réalisés sur la scène mondiale afin de soutenir ses partenaires gouvernementaux et territoriaux, lesquels sont responsables d'émettre des prévisions et des avertissements à l'égard des inondations. Dans ce contexte, la **première journée** de l'événement était axée sur la prévision des inondations dans un cadre mondial plus large. On a d'ailleurs présenté les progrès accomplis à ECCC, de même que les efforts similaires déployés aux États-Unis (É.-U.) et dans l'Union européenne (UE). L'événement a été lancé par le directeur général de la Direction de la surveillance et des services de données d'ECCC, David Harper, ainsi que le directeur du programme GWF, le professeur John Pomeroy.

Pendant la séance du matin, on a présenté les systèmes de prévision des É.-U. et de l'Europe. Des représentants de la NOAA ont présenté un aperçu du National Water Centre (NWC) et de l'initiative portant sur la cartographie des inondations. Ils ont notamment présenté le plan stratégique 2019-2022 de la NOAA, dont l'objectif est de fournir de l'information sur les eaux (du niveau national au niveau des rues, et ce, selon toutes les échelles temporelles), ainsi que le National Water Model (NWM), qui est un modèle du territoire à l'échelle continentale servant à produire des estimations haute résolution et spatialement continues des états et des flux hydrologiques. On a également présenté la stratégie de prévision environnementale du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme, laquelle comprend la surveillance atmosphérique, l'évaluation des changements climatiques ainsi que la prévision des inondations et des incendies. Le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme s'efforce de mettre en œuvre un modèle du système terrestre en vue de faciliter la création de représentations mondiales réalistes des cycles de l'eau, de l'énergie et du carbone d'ici 2030. On s'attend à ce que cela permette de réduire davantage la partialité du modèle et de produire des variables réalistes sur le plan physique.

Par la suite, on a résumé les perspectives canadiennes à l'échelle nationale, ainsi que des mises à jour sur les progrès réalisés récemment en lien avec les systèmes nationaux de prévision hydrologique d'ECCC. Ces systèmes ont été conçus et sont bien placés pour fournir un soutien et une orientation en matière de modélisation aux provinces, aux territoires et aux autres autorisés responsables de prévoir les inondations et les débits au Canada. On a également donné un aperçu des différents systèmes d'analyse prédictive et de réanalyse d'ECCC, y compris le Système national de prévision hydrologique et de surface (SNPHS), le Système de prévision du cycle de l'eau (SPCE) et le Système de simulation hydrodynamique opérationnel (SHOP). On a insisté sur le fait que ces systèmes sont le fruit d'efforts de recherche et de développement

en collaboration avec le milieu universitaire et d'autres groupes faisant partie d'ECCE, y compris les Services hydrologiques nationaux, la Division de la recherche météorologique et le Centre canadien de prévision météorologique et environnementale. Les orateurs invités du milieu universitaire ont souligné les progrès réalisés dans le cadre des efforts de « modélisation de base » du programme GWF ainsi que leur contribution à l'égard des initiatives de prévision nationales et internationales. Ils ont également donné un aperçu de certains des progrès scientifiques réalisés dans différents thèmes de modélisation, y compris l'amélioration des données de forçage météorologique, le renseignement géospatial, la modélisation hydrologique de nouvelle génération et la modélisation des ressources en eau. On a d'ailleurs mentionné que ces projets de collaboration visent à faire du Canada un chef de file mondial du domaine des sciences de l'eau dans les régions froides et que d'autres groupes universitaires au Canada qui contribuent à ces initiatives devraient être inclus dans les forums futurs.

Les représentants de la NOAA ont présenté le National Water Model (NWM) actuel et celui des prochaines générations. Le NWM est un modèle opérationnel de prévision hydrique – le premier en son genre – alimenté par le système de superinformatique de la NOAA qui fournit des prévisions de débit à court et à moyen terme (c.-à-d. jusqu'à dix jours). La prochaine génération du NWM, qui est en cours d'élaboration, vise à combiner les normes de données des sciences de l'informatique, de l'hydrologie et de la terre. L'accent est principalement mis sur la prévisibilité hydrologique, l'infrastructure agnostique des modèles, la souplesse de la modularité, l'amélioration de l'interopérabilité et la modélisation à plusieurs objectifs. Les représentants de la NOAA ont également discuté des systèmes Community Hydrologic Prediction System/Flood Early Warning System (CHPS/FEWS) utilisés par leurs River Forecast Centers (RFC). Ces systèmes peuvent fournir des scénarios hypothétiques, comprennent le modèle « Snow-17 » et peuvent être mis en œuvre sur une architecture distribuée. Enfin, les représentants de la NOAA ont noté que le RFC du Nord-Est a collaboré avec le centre de surveillance des cours d'eau du Nouveau-Brunswick, au Canada, pour coordonner les efforts portant sur les rivières transfrontalières partagées.

Le programme GWF a présenté un aperçu du modèle hydrologique canadien, qui est en cours d'élaboration à l'Université de la Saskatchewan et qui est considéré comme un outil de modélisation hydrologique de prochaine génération. Il s'agit d'un système modulable pouvant capter une topographie complexe à l'aide de mailles triangulaires non structurées afin de représenter la surface terrestre. Il possède des algorithmes préétablis pour réduire l'échelle des données de forçage météorologique et peut simuler en 3D le transport, la redistribution et la sublimation de la poudrière, ce qui est particulièrement important dans les montagnes canadiennes. Un dispositif d'accouplement hiérarchique flexible est en cours d'élaboration et permettra de combiner différentes résolutions de la représentation du processus dans un même domaine modélisé.

Un représentant de Deltares a présenté un aperçu du FEWS, lequel est utilisé par plusieurs provinces et territoires au Canada en tant que cadre pour le traitement des données hydrologiques et la gestion des flux de travail dans leurs systèmes opérationnels de prévision hydrologique. Ce représentant a présenté le cadre du FEWS comme un système permettant aux

prévisionnistes d'intégrer les données sur de grands domaines à l'échelle du continent aux modèles régionaux et aux connaissances locales axées sur les opérations, d'appliquer différentes données de forçage et de mettre à jour les systèmes lorsque de nouvelles informations sont accessibles. Les développements futurs incluent l'intégration du modèle RIVICE et des données provenant de la mission de la Constellation RADARSAT en vue d'améliorer la surveillance et la modélisation de la glace fluviale.

La dernière séance de la journée a débuté par une présentation d'ECCC sur différents produits et services opérationnels conçus pour fournir une orientation sur la prévision des inondations, y compris l'intégration de la constellation satellitaire IMERG (Integrated Multi-satellite Retrievals for Global Precipitation Measurement) dans l'analyse canadienne de précipitations (CaPA). On a également présenté le Système régional de prévision déterministe (SRPD), le Système à haute résolution de prévision déterministe (SHRPD) ainsi que les systèmes NSRPS, WCPS et SHOP.

Les deux dernières présentations de la journée étaient axées sur les questions transfrontalières internationales. Les représentants de la Commission mixte internationale (CMI) ont présenté un aperçu de la CMI et de la prévision collaborative des débits le long de la région transfrontalière canado-américaine. Ils ont énoncé le mandat et la structure organisationnelle de la CMI, ainsi que les défis propres aux prévisions pour les rivières transfrontalières qui traversent la frontière canado-américaine. Ils ont également partagé les enjeux liés à la disponibilité et à l'harmonisation des données, de même qu'un aperçu de leurs ressources, compétences et outils existants, de la coopération entre les deux pays, de l'intégration des prévisions et de la participation des intervenants concernés. La NOAA a elle aussi invoqué les enjeux liés aux données transfrontalières dans son approche visant à intégrer les données de l'analyse CaPA à ses données à radars et à capteurs multiples (MRMS) afin de produire un ensemble de données rectangulaires binationales, y compris une transition harmonieuse partout en Amérique du Nord. On a insisté sur l'importance d'une science hydrologique transfrontalière coordonnée à l'échelle binationale en évoquant l'exemple des Grands Lacs, où des efforts sont en cours pour remplacer les anciennes données pondérées par région et basées sur des jauges par les meilleures données scientifiques de chaque pays afin de créer un ensemble coordonné de données rectangulaires sur les précipitations en temps quasi réel. Des approches similaires sont également envisagées pour améliorer les données transfrontalières sur la neige.

Deuxième journée

Au cours de la **deuxième journée**, des exposés axés sur la recherche et les opérations aux échelles provinciale, territoriale et régionale ont été présentés. De plus, ECCC a présenté de l'information sur l'évolution actuelle des produits de prévision hydrologique qui aident les provinces, les territoires et les autres partenaires à s'acquitter de leurs responsabilités relativement à la prévision des inondations et des débits. Le but de la deuxième journée de l'atelier était de donner une idée de l'état actuel des systèmes de prévision de partout au Canada, de souligner quelques-uns des défis et des questions émergentes, ainsi que de lancer une discussion sur le partage de données et de modèles entre les administrations.

Pendant la séance du matin, les représentants du milieu universitaire, de certaines provinces et de l'industrie ont présenté des exposés, lesquels étaient notamment axés sur les systèmes nouveaux et innovants qui ont servi à orienter le processus décisionnel de plusieurs administrations. Les représentants de l'Université de la Saskatchewan ont présenté les progrès accomplis récemment à l'égard d'un système opérationnel de prévision des inondations pour le territoire du Yukon, ainsi que les analyses des débits aux échelles sous-saisonnière à saisonnière. Ce faisant, ils ont démontré comment un groupe traditionnel, non axé sur l'exploitation, a pu mettre à l'essai et faire fonctionner un système opérationnel pour le compte du territoire en vue de contribuer à l'élaboration d'un nouveau système de prévision de pointe.

L'ancien directeur général des Services hydrologiques nationaux a présenté un projet récent dans le cadre duquel les universités, l'industrie, ECCC ainsi que les partenaires provinciaux et territoriaux ont uni leurs efforts pour diagnostiquer et évaluer un événement hydrologique extrême survenu en 2020, où les communautés nordiques ont été soumises à des conditions vulnérables causées par les niveaux d'eau record qui persistent dans le Grand lac des Esclaves. Ces travaux ont démontré comment divers groupes issus du milieu universitaire, de l'industrie et de différentes administrations gouvernementales ont pu se réunir rapidement pour aborder collectivement des questions cruciales et émergentes, et ce, peu importe leur origine. Le projet a également fait ressortir les cas où les administrations tirent parti de l'engagement d'autres partenaires et groupes externes pour obtenir une orientation et un soutien supplémentaire lors d'événements de débits critiques.

Par la suite, deux exposés sur l'état actuel de la prévision provinciale des inondations au Canada ont été présentés, notamment par les représentants du Québec et de Terre-Neuve-et-Labrador. La prévision des inondations dans la province de Québec a évolué, passant d'un système initial conçu pour fournir des prévisions sur l'afflux aux gestionnaires des barrages en 2000 à un système en ligne rendu public, lequel comporte des graphiques de prévision interactifs. En outre, un prototype de service de cartographie est en cours d'élaboration, et on y a intégré l'incertitude relative à la prévision des inondations. Un aspect unique et essentiel du programme de prévision des inondations de la province concerne la coordination entre le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), qui est responsable de la surveillance hydrométrique, des prévisions hydrologiques et de la communication, et le ministère de la Sécurité publique du Québec (MSP), qui est responsable des avis d'inondations, de la coordination et des mesures d'intervention. Les représentants du Québec ont noté que tous les éléments du système de prévision des inondations de la province ont été déployés dans les rivières jaugées et non jaugées, et que la province coordonne activement les activités de recherche et de développement (y compris avec des groupes universitaires) en vue d'améliorer ce système. Dans ce contexte, l'incidence et la valeur des nouveaux produits et des nouvelles capacités d'ECCC peuvent être considérées comme des ajouts susceptibles d'améliorer les systèmes opérationnels existants; c'est dans cette optique qu'on les étudie dans le cadre des partenariats et des activités de recherche en cours.

Quant à eux, les représentants de Terre-Neuve-et-Labrador ont présenté les systèmes de prévision des inondations pour trois bassins fluviaux uniques (Lower Churchill, Exploits et Humber), ainsi que le système d'annonce d'inondations pendant la saison des ouragans de la province. Ils ont également souligné que la surveillance des glaces et la prévision des embâcles sont considérées comme un aspect unique et important de la prévision des inondations dans la province, et que des systèmes opérationnels ont été déployés sur le fleuve Churchill et la rivière Exploits. Enfin, ils ont montré l'utilisation faite par la province des produits d'ECCC, bien que cela ne soit pas sans difficulté. Par exemple, bien que la province ait utilisé avec succès certains des produits d'ECCC, elle a dû commander des produits personnalisés à un bureau externe de consultation en ingénierie afin de combler ses besoins en matière de prévisions après avoir constaté des lacunes dans d'autres produits du Ministère.

Pour clore la séance du matin, le représentant de l'entreprise 4DM a fait une démonstration de son outil communautaire de sensibilisation aux risques d'inondation en temps quasi réel pour les environnements fluviaux (HydrologiX II), lequel a été adopté par la province de Terre-Neuve-et-Labrador. En présentant le cadre de cet outil, le représentant de 4DM a insisté sur le fait que, bien que plusieurs administrations soient en train d'explorer le FEWS, d'autres ont exploré d'autres options et ont démontré leur succès avec celles-ci. Il a également souligné qu'une communauté de pratique devrait être suffisamment générique pour ne pas favoriser un logiciel en particulier. De plus, la présentation de 4DM a permis de faire connaître le système aux participants qui sont rendus à l'étape de l'exploration, du développement ou du redéveloppement d'un système opérationnel de prévision des inondations ou d'un système d'alerte rapide et qui n'étaient peut-être pas au courant de son existence.

Au cours de la séance de l'après-midi, les représentants des équipes de recherche, de développement et d'exploitation d'ECCC ont fait des exposés sur les différents produits disponibles ou en cours d'élaboration pour fournir une orientation relative à la prévision des inondations. Des mises à jour ont été présentées sur les progrès accomplis récemment en lien avec l'analyse CaPA, y compris l'élaboration d'une version haute résolution du produit couvrant le Canada selon une résolution spatiale de 2,5 km (comparativement au produit de 10 km offert pour l'Amérique du Nord), l'ajout de l'assimilation de nouveaux réseaux de précipitations en Ontario et au Manitoba, de 29 radars en bande S aux États-Unis et de cinq nouveaux radars en bande S au Canada, ainsi que l'inclusion de l'information satellitaire IMERG. Enfin, une technique actualisée de traitement visant à améliorer le produit dans les régions montagneuses ainsi qu'une version d'ensemble (actuellement en cours d'élaboration) ont été présentées.

Un produit de réanalyse des précipitations et de la surface terrestre sur 10 km a été présenté. Ce produit fournira 39 années de variables atmosphériques et de surface (d'heure en heure), à compter de 1980. Il pourra donc servir à entretenir les modèles de prévision qui utiliseront les prévisions d'ECCC. Un sous-ensemble de 18 années d'enregistrement, de 2000 à 2017, est déjà accessible à partir des Canadian Surface Prediction Archive (CaSPAR : <https://caspar-data.ca/caspar>).

Puis, on a présenté les échéanciers des progrès liés au système NSRPS, de même que les détails de ses systèmes de modélisation de la surface terrestre, d'assimilation et de routage des rivières et des réservoirs. À l'heure actuelle, ces produits sont opérationnels dans les domaines des Grands Lacs, des fleuves Saint-Laurent, Nelson, Churchill, Mackenzie et Yukon, ainsi que du golfe du Saint-Laurent. Des produits sont en cours d'élaboration pour les rivières Skeena, Saint-Jean et Columbia. Les autres progrès réalisés à l'égard de ce système incluent la création d'une version d'ensemble, la mise à jour du modèle de surface terrestre ainsi que l'amélioration de l'assimilation de l'information satellitaire et des données sur les débits. En outre, un modèle hydrodynamique sera intégré pour les domaines du Saint-Laurent et du lac Érié.

Troisième journée

Pendant la **dernière journée** du Forum, les représentants des provinces et des territoires ont fait des exposés, et on a organisé des séances en petits groupes pour favoriser la tenue de discussions ciblées. Le but des exposés était de permettre aux représentants des provinces et des territoires de faire le point sur les avancées récentes, de discuter des enjeux actuels et de cibler les questions émergentes aux échelles locale et régionale en lien avec leurs systèmes de prévision des inondations et d'alerte rapide.

Un représentant de la Colombie-Britannique a partagé le succès connu par la province dans le cadre de la modernisation et de l'expansion de son modèle CLEVER. Ces avancées incluent l'automatisation de l'assurance et du contrôle de la qualité (AQ/CQ), l'élimination des lacunes dans les flux de données ainsi que la révision des modèles statistiques de l'analyse des composantes principales (ACP) pour les principaux bassins hydrographiques de la province. Les travaux actuels ayant trait aux prévisions basées sur des ensembles météorologiques, à l'analyse en temps réel du manteau neigeux des bassins versants, à l'amélioration de la modélisation de l'accumulation de neige et à l'élaboration du FEWS ont également été mis de l'avant.

Quant aux Prairies, les mises à jour de l'Alberta ont notamment porté sur l'amélioration de son site Web destiné au public (<https://rivers.alberta.ca>), l'état d'avancement de la mise en œuvre de son FEWS, quelques-uns des résultats de son projet d'évaluation à modèles multiples, ainsi que les initiatives concernant la carte de sensibilisation aux inondations (laquelle est accessible au public). Par la suite, les mises à jour de la Saskatchewan ont porté sur les détails de ses efforts de planification opérationnelle et de prévision des inondations. De l'information a notamment été fournie sur les points suivants : les collaborations avec des partenaires du milieu universitaire en vue de cibler et de combler les lacunes en matière de modélisation; l'élaboration de nouveaux outils et modèles de prévision; la stratégie d'établissement des priorités et de sélection des bassins hydrographiques de la province pour les nouveaux développements; l'échéancier pour la mise en œuvre d'un FEWS; les prochaines étapes et les plans futurs de la province. La province du Manitoba a été invitée à prendre part au Forum, mais n'a pas pu assister à la séance du matin.

En ce qui concerne les territoires, le Yukon a souligné les enjeux associés à la prévision et à la surveillance, étant donné que les ressources sont limitées, que les données sont peu nombreuses

et que les processus hydrologiques sont complexes. Le Yukon a également fait le point sur les progrès liés à la collecte de données hydrométriques et météorologiques (y compris les mesures sur le terrain), de même que sur les travaux récents portant sur l'imagerie satellitaire et les produits pour la surveillance des glaces fluviales. Par la suite, le Yukon a présenté les initiatives de prévision des débits qui ont été élaborées en collaboration avec le programme GWF pour le fleuve Yukon et la rivière Porcupine. Enfin, le Yukon a souligné les efforts à venir en vue d'élaborer un projet pilote de FEWS pour le fleuve Yukon à l'aide du modèle MESH. Dans leur présentation, les Territoires du Nord-Ouest ont indiqué qu'à l'heure actuelle, ils ne fournissent pas de service de prévision des inondations ou des débits en raison de la capacité limitée du personnel, de la rareté des données, des capacités de surveillance limitées et des lacunes dans les connaissances. Ils se concentrent actuellement sur le travail de terrain en vue de recueillir des données et d'installer des stations de surveillance à des endroits hautement prioritaires, et s'efforcent d'élaborer des programmes pour l'analyse des conditions hydrométriques et climatiques en temps réel. Enfin, ils ont souligné les efforts déployés en collaboration avec leurs partenaires du milieu universitaire et de l'industrie en vue d'intégrer le modèle hydrologique Raven dans un FEWS pour le bassin de la rivière Liard, c'est-à-dire pour les conditions en eau libre. Le Nunavut a été invité à prendre part au Forum, mais n'avait rien à partager.

L'Ontario a présenté son approche unique, où le Centre de contrôle des eaux de surface appuie la prévision des inondations à l'échelle régionale/provinciale, en plus de collaborer avec 36 offices de protection de la nature qui possèdent leurs propres capacités de prévision et leurs propres responsabilités à l'égard de l'annonce des inondations. Le Centre de contrôle des eaux de surface s'occupe également de coordonner les travaux en la matière réalisés par ces organisations. La « Stratégie ontarienne de lutte contre les inondations » visant à fournir une réponse plus résiliente aux inondations, laquelle constitue un guide général pour les projets actuels et futurs, a également été présentée. Quant à la province de Québec, elle a fait une démonstration en direct de son système de prévision, lequel est basé sur le FEWS et comprend des prévisions interactives sur le niveau des eaux ainsi qu'un prototype de système d'information géographique (SIG) pour une cartographie interactive des inondations. Le Québec s'efforce aussi de créer une version d'ensemble probabiliste des produits existants.

Pour ce qui est des provinces de l'Atlantique, le Nouveau-Brunswick a présenté son système de prévision des inondations, lequel combine les systèmes WISKI et FEWS. La province a d'ailleurs fait une brève démonstration de ce système pendant le Forum, en plus de souligner les travaux de prévision en cours sur la rivière Saint-Jean. La Nouvelle-Écosse a indiqué qu'à l'heure actuelle, elle ne possède pas de système de prévision des inondations et n'a pas la capacité d'émettre des prévisions des inondations basées sur un modèle. Elle a toutefois ajouté qu'elle fournit des estimations d'inondations et des messages connexes en se basant sur des conditions antérieures similaires (connaissances communautaires anecdotiques). Parmi les initiatives en cours, elle a cité l'amélioration de la couverture provinciale de la détection et de la télémétrie par la lumière (LIDAR), la cartographie des inondations à l'échelle municipale, ainsi que l'estimation et l'exploration de la résilience et de la capacité d'adaptation. La province de Terre-Neuve-et-Labrador a fait une présentation pendant la deuxième journée du Forum.

L'Île-du-Prince-Édouard a été invitée à prendre part au Forum, mais a choisi de ne pas le faire, puisque la prévision des inondations n'est pas quelque chose qu'elle fait actuellement en raison de la petite taille de ses bassins hydrographiques intérieurs.

Il existe de nombreux domaines d'intérêts communs ainsi que des défis similaires dans les provinces et les territoires. Plusieurs d'entre eux utilisent de plus en plus les produits d'ECDC, et certains collaborent actuellement avec des groupes issus du milieu universitaire, de l'industrie et d'autres communautés en vue d'améliorer ou d'élaborer des systèmes de prévision. Des enjeux communs ont également été ciblés, y compris la rareté des données dans les grandes zones non jaugées, l'insuffisance des ressources humaines, les compétences limitées et la complexité de certains bassins.

Pendant l'après-midi de la dernière journée, on a organisé des **séances en petits groupes** pendant lesquelles les représentants d'ECDC ont eu l'occasion d'interagir directement avec les partenaires provinciaux et territoriaux. Les séances en petits groupes ont également donné lieu à un échange de renseignements et de perspectives entre les différentes administrations. Les discussions avaient comme objectif de souligner les priorités et de cibler les lacunes et les obstacles relativement aux produits et aux services de données d'ECDC pour la prévision des inondations, ainsi que de recueillir les commentaires des participants à propos des produits ou des services qui pourraient être améliorés ou conçus afin de mieux soutenir leurs rôles et leurs responsabilités à l'échelle régionale. Voici quelques-uns des sujets abordés : la création d'une communauté de pratique, l'état actuel des services de données, les opérations hydrométriques et d'autres questions connexes. Trois questions ont été posées à chacun des groupes. Ces questions et un résumé des discussions connexes sont présentés ci-dessous.

Quels sont les principaux problèmes ou obstacles actuels en lien avec la prévision hydrologique des inondations dans votre province/territoire?

Il existe de grandes différences entre les provinces et les territoires du pays, notamment en ce qui a trait aux éléments suivants : capacité, expertise, temps disponible, priorités, rôles, responsabilités et établissements. Certaines provinces et certains territoires ont des centres de prévision qui fonctionnent à l'année, disposent d'une main-d'œuvre spécialisée et s'efforcent de répondre à des besoins précis et immédiats, tandis que d'autres sont en train de concevoir ou d'élargir leurs systèmes de prévision, disposent d'équipes et de ressources beaucoup plus restreintes, et offrent uniquement des prévisions des inondations sur une base saisonnière ou pour un petit nombre de systèmes fluviaux.

Plusieurs participants ont identifié les ressources limitées et la capacité organisationnelle existante comme des obstacles. Certains participants ont fait remarquer que leurs centres de prévision des inondations sont axés sur les opérations, et qu'ils ont très peu de temps pour explorer des produits expérimentaux ou collaborer avec les communautés de recherche. Il a aussi été noté que l'approche actuelle visant à obtenir des solutions de prévision est de plus en plus vaste et comprend notamment l'utilisation de produits de télédétection, de modèles climatiques mondiaux, de divers modèles hydrologiques et de trousse de programmation. Par conséquent, certains participants ont de la difficulté à trouver un équilibre entre leur exigence

primaire (c.-à-d. réaliser des opérations de prévision en continu et en temps réel) et la nécessité d'allouer du temps et des ressources à la recherche, à l'étude de nouveaux produits, à l'évaluation de leur pertinence et à l'amélioration générale des systèmes par l'entremise d'innovations ou de nouveaux produits. Il a également été noté que certaines provinces n'ont pas les mêmes limites à cet égard; certaines d'entre elles disposent de ressources partiellement ou entièrement suffisantes pour participer à des activités de recherche et de développement de différents niveaux, tout en soutenant leurs fonctions opérationnelles. En outre, les participants ont fait part de leur intérêt envers le concept de la communauté de pratique et la collaboration avec ECCC, mais n'ont pas tous les mêmes objectifs en la matière. En voici un exemple : travailler de concert sur des développements et des innovations de grande envergure qui pourraient être avantageux pour plusieurs provinces et territoires, y compris là où les ressources sont plus limitées.

Un obstacle connexe est la préoccupation concernant la cohérence et la confiance dans les données et les produits disponibles ainsi que la rareté des sites de surveillance, surtout dans les régions nordiques. La coordination et la communication à l'égard de la diffusion des produits d'ECCC pourraient être améliorées, bien que cela doive être fait en reconnaissant les problèmes de capacité des utilisateurs de cibler et d'évaluer la valeur ajoutée des nouveaux produits à mesure qu'ils sont offerts. Plusieurs provinces et territoires ont fait part de leurs préoccupations concernant les ressources limitées et le temps disponible. Les participants ont également exprimé leur désir d'avoir plus d'occasions de discuter des produits, de les évaluer, de les mettre en œuvre et de traiter les problèmes connexes collectivement.

Un défi commun a été ciblé, c'est-à-dire la communication de documents au public dans un format accessible et concis. La communication de l'incertitude des prévisions (pour permettre aux intervenants de mieux évaluer leurs risques) est particulièrement difficile. Des préoccupations ont été soulevées quant à la possibilité d'offrir plusieurs produits de prévision et au risque de confusion dans le contexte de la sensibilisation et de la consommation du public. On a insisté sur le fait qu'ECCC n'a pas l'intention d'intégrer les débits à l'ensemble de produits de prévision offert au public par le Ministère, mais plutôt de fournir ces données aux provinces et aux territoires à titre d'orientation supplémentaire pour soutenir leurs opérations de prévision. Néanmoins, certaines administrations font face à des difficultés supplémentaires et à des situations uniques (p. ex., dans le contexte provincial, municipal, binational, interprovincial et universitaire) qui présentent d'autres défis, ce qui fait en sorte qu'une stratégie nationale unique pourrait ne pas répondre aux besoins des partenaires de chaque administration.

Comment ECCC peut-il, en créant de nouveaux produits et services ou en améliorant ceux qui existent déjà, contribuer à résoudre ou à surmonter ces problèmes et ces obstacles?

Un grand nombre de provinces et de territoires ont relevé des priorités ou des préoccupations communes, notamment : l'amélioration de l'information en temps réel sur les débits et les niveaux d'eau; l'évolution de la surveillance et de la prévision des embâcles; le caractère opportun des mesures corrigées de l'écoulement hivernal; l'amélioration des produits liés aux précipitations et à la neige (équivalent en eau de la neige et fonte des neiges), y compris la

facilité d'accès à ces produits et la quantification claire de leurs incertitudes. Ces préoccupations étaient communes à plusieurs administrations, mais pas universelles. Par exemple, certaines administrations exploitent leurs propres réseaux de surveillance ou produisent leurs propres analyses régionales, ce qui fait qu'elles ne partagent pas les mêmes préoccupations. On a également posé la question suivante : comment les produits d'ECCC sont-ils validés et, plus précisément, quelles sont les données utilisées pour ce faire?

Bien que la capacité relative à l'utilisation des produits varie, la plupart des provinces et des territoires souhaitent que les prévisions et les analyses soient enrichies de mesures spécifiques afin de quantifier l'incertitude, puisque cela pourrait renforcer la confiance et répondre aux préoccupations concernant la qualité des données. Par exemple, plusieurs partenaires ont relevé des écarts entre les produits de précipitation, comme l'analyse CaPA, lorsque ces produits sont comparés aux observations. De plus, certains ont noté que les données des stations régionales ne sont pas assimilées dans l'analyse CaPA ou n'étaient pas convaincus qu'elles le soient. Des préoccupations similaires ont été soulevées à propos de la qualité des ensembles de données sur la neige et l'équivalent en eau de la neige, ainsi qu'à propos de la façon dont les observations sur la neige sont utilisées dans divers produits. L'amélioration de l'analyse CaPA et des ensembles de données sur la neige et l'équivalent en eau de la neige est souhaitée afin d'accroître leur rendement dans les applications de modélisation hydrologique, surtout en région montagneuse.

Les partenaires ont d'ailleurs noté qu'ils ont observé des problèmes similaires avec des produits autres que ceux d'ECCC, mais qu'ils n'ont peut-être pas le temps ni les ressources nécessaires pour mener les analyses requises en vue de les résoudre. Dans le même ordre d'idées, certains partenaires ont souligné qu'ils auraient besoin de mieux comprendre l'exactitude et la fiabilité des produits avant de les utiliser de manière opérationnelle. Bien qu'il soit entendu qu'ECCC procède à une validation de ses produits, les résultats de ce processus et les méthodes utilisées ne sont pas facilement accessibles ou communiqués de manière intuitive.

Malgré les problèmes relevés, en général, les produits d'ECCC sont bien accueillis et, le plus encourageant dans tout ça, c'est que les partenaires ont exprimé leur désir de poursuivre leur collaboration avec ECCC. Plusieurs partenaires ont proposé à ECCC de l'aider à s'assurer que toutes les observations disponibles sont assimilées, tandis que d'autres se sont portés volontaires pour faire des vérifications sur le terrain afin de valider les produits qui sont présentement offerts, ce que le Ministère apprécierait grandement, puisque de telles améliorations seraient avantageuses pour toutes les parties concernées.

La plupart des parties concernées accueilleraient favorablement les efforts visant à rendre les produits d'ECCC plus accessibles aux provinces et aux territoires, ce qui pourrait être fait au moyen d'un répertoire de produits centralisé, normalisé et consultable ou d'un SIG/tableau de bord visuel et convivial, ainsi que de documents simplifiés, consultables et plus faciles à trouver. En général, les partenaires connaissaient quelques-uns ou plusieurs des produits offerts et savaient où les trouver, mais de l'information plus concise et mieux organisée sur les produits est tout de même souhaitée. Les sites Web complexes qui sont difficiles à parcourir ou qui ne

sont pas consultables constituent des obstacles à la découverte et à l'utilisation plus répandue des produits.

Des améliorations supplémentaires ont été ciblées pour rehausser la convivialité de ces produits et services. En voici quelques exemples : réduire la latence ou le retard en lien avec leur diffusion, offrir un soutien en tout temps (24 heures sur 24, 7 jours sur 7), combler les lacunes dans les données plus rapidement, ainsi que d'autres mesures d'optimisation ou d'amélioration liées aux systèmes dorsaux. On a noté qu'en plus d'offrir des produits et des documents généraux, ECCC pourrait jouer un rôle plus direct en fournissant des conseils sur l'établissement de normes relatives aux processus d'intégration pour différents produits, ainsi qu'en coordonnant l'élaboration et la mise en œuvre d'approches d'AQ/CQ entre les administrations.

Comment devrait-on mettre en place la communauté de pratique, et sur quels domaines clés devrait-elle se concentrer dans les trois à cinq prochaines années?

Le concept de la communauté de pratique a été largement soutenu. Les participants ont exprimé un fort désir de pouvoir travailler avec d'autres praticiens et prendre part à des conversations constructives en continu, surtout en ce qui a trait à la gestion des priorités/besoins immédiats et à l'obtention de résultats. La capacité des praticiens à avoir des lignes de communication directes et ciblées avec d'autres administrations a également été soulignée, puisqu'il n'y a pas souvent d'occasions en la matière. On a reconnu que pour améliorer la prévision des inondations au Canada, il est important de poursuivre l'échange de renseignements sur l'évolution des produits, des outils, des applications et des idées, les expériences communes ainsi que les pratiques exemplaires entre les différentes administrations. On a également reconnu qu'il existe une grande variété d'enjeux et d'approches relativement à la prévision des inondations à travers le pays, mais aussi des éléments communs. Bien que certaines administrations puissent choisir de traiter un même problème différemment, il est tout de même avantageux de s'efforcer de comprendre ce qui fonctionne et ce qui ne fonctionne pas; ainsi, les administrations faisant face à des problèmes similaires pourront tirer parti des connaissances et des expériences acquises.

Compte tenu de l'élargissement des compétences requises pour produire des prévisions et de la capacité opérationnelle limitée des centres de prévision de répondre à ces demandes croissantes, ECCC et la communauté de pratique pourraient jouer un rôle central dans l'uniformisation des règles du jeu. Les participants au Forum, et surtout ceux issus de groupes à capacité réduite, semblent avoir le désir de tirer parti de l'ensemble de la communauté et de bénéficier des connaissances et des expériences des autres administrations qui ont été confrontées à des enjeux similaires ou qui disposent de systèmes mieux établis. Une telle collaboration pourrait permettre de surmonter les obstacles existants.

Les participants ne sont pas parvenus à un consensus sur les principaux thèmes centraux en raison de la grande variété de préoccupations et d'enjeux propres à chacune des administrations. On a toutefois reconnu cette diversité, en plus de formuler des suggestions pour y remédier, notamment en créant des sous-groupes au sein de la communauté de pratique.

Cela permettrait aux administrations de coordonner les efforts visant à répondre aux préoccupations et aux enjeux communs.

Plusieurs participants ont exprimé le désir d'augmenter la fréquence des communications, puisqu'ils considèrent qu'il est difficile d'ingérer une grande quantité de renseignements dans un court laps de temps. On a reconnu qu'une communication continue est importante pour maintenir l'élan nécessaire à l'amélioration du suivi et à l'application des renseignements présentés dans un contexte réel. Certains ont suggéré que cela pourrait être fait au moyen de webinaires supplémentaires, lesquels pourraient être tenus sur une base semi-régulière (p. ex., tous les trois à six mois). Bien que le format de webinaire plus large d'un forum annuel soit pertinent, on a insisté sur le fait qu'un plus petit format conviendrait mieux à des réunions de groupe plus ciblées et d'actualité. Plusieurs des participants sont à l'aise avec la tenue de réunions virtuelles qui, selon eux, fonctionnent bien et permettent d'alléger le fardeau des déplacements, compte tenu des restrictions en place partout au pays.

D'autres approches de communication ont également été suggérées, y compris des bulletins, des forums de discussion en ligne et des dépôts communautaires. Voici quelques-unes des suggestions mises de l'avant : un bulletin d'information publié sur une base semi-régulière visant à souligner les travaux de recherche récents d'ECCC ainsi que les produits en cours d'élaboration; des outils de collaboration protégés et accessibles visant à faciliter le partage, le codéveloppement et la rétroaction; des outils en ligne où les questions émergentes peuvent être abordées, y compris des forums en ligne, des sites Wiki ou des dépôts de code gérés (p. ex., GitHub).

On a souligné que les administrations accueilleraient favorablement la possibilité d'utiliser une communauté de pratique pour fournir des commentaires à ECCC sur ses produits et ses services, et qu'il serait pertinent d'avoir un système officiel qui permettrait aux partenaires provinciaux et territoriaux d'agir ainsi. Toutefois, fournir des commentaires constructifs peut prendre beaucoup de temps et s'avérer difficile. Les mécanismes de rétroaction existants doivent faire l'objet d'une harmonisation stratégique afin qu'ils soient conformes aux objectifs des partenaires provinciaux/territoriaux et à ceux d'ECCC.

Enfin, on a souligné que des exemples semblables à l'approche de la communauté de pratique ont déjà été mis en œuvre par d'autres groupes ou dans différents pays et qu'il serait bon de s'en servir comme guide pour veiller à ce que les travaux en la matière soient efficaces et efficaces (c.-à-d. apprendre par l'exemple).

Parallèlement aux séances en petits groupes dont il est question ci-dessus, une **séance en petits groupes sur la modélisation du programme GWF** a été organisée pour examiner les façons dont la communauté de recherche peut apporter une contribution significative à l'égard des prévisions nationales et des systèmes mondiaux. Plusieurs progrès en matière de recherche ont été réalisés, et les travaux liés au renforcement de la capacité de prévision se poursuivent. Par exemple, bien que de nombreuses prévisions soient axées sur les débits sous-quotidiens, le programme GWF a élaboré des systèmes de prévisions saisonnières statistiques et basées sur des processus pour l'Amérique du Nord, et ce, en collaboration avec ECCC et le National

Center for Atmospheric Research (NCAR) des États-Unis. Ces prévisions à plus grande échelle de temps seront bénéfiques pour la planification et la gestion des ressources en eau, surtout pour l'exploitation des réservoirs, l'agriculture et la prévision des sécheresses.

On a également abordé la question des nouvelles avancées dans la prévision des inondations dues aux embâcles. Le Canada et de nombreux pays des régions froides sont vulnérables aux inondations dues aux embâcles, mais en raison du processus complexe, des données limitées et de la capacité de modélisation inadéquate, il est très rare que de telles prévisions soient fournies. Les progrès réalisés récemment par l'entremise du programme GWF ont fourni quelques pistes potentielles pour la prévision opérationnelle des inondations dues aux embâcles. Le modèle de la glace fluviale a été intégré aux prévisions opérationnelles pour le cours inférieur du fleuve Churchill, ce qui constitue probablement le premier système « opérationnel » de prévision des inondations dues aux embâcles au monde. Des systèmes de prévision en temps réel de la rupture de la couverture de glace et des inondations dues aux embâcles ont également été élaborés et testés pour la rivière Athabasca, en Alberta. Les travaux en cours incluent l'élaboration d'un système agnostique de prévision des inondations dues aux embâcles, lequel pourra être intégré à n'importe quel modèle, et ce, dans n'importe quelle région du Canada.

Un autre domaine des travaux de recherche en cours concerne l'assimilation des données sur la neige dans les prévisions opérationnelles. Plusieurs chercheurs du programme GWF travaillent activement à l'élaboration d'un système d'assimilation de données amélioré, à la production de prévisions distribuées sur l'équivalent en eau de la neige pour les bassins non jaugés, ainsi qu'au renforcement des capacités de prévision. Ces progrès pourraient contribuer directement aux besoins des provinces et des territoires en la matière. On a toutefois noté que dans bien des cas, il existe un certain décalage entre les résultats de recherche et les produits basés sur les besoins opérationnels qui en découlent.

On a souligné qu'au cours des forums futurs, il serait bon de prolonger les séances en petits groupes. On a également souligné qu'au cours des séances en petits groupes supplémentaires, il serait bon de réunir les praticiens et les chercheurs; ainsi, les travaux de recherche en cours pourraient tirer parti des connaissances et de la longue expérience des prévisionnistes provinciaux et territoriaux. La suggestion concernant la tenue de réunions thématiques sur une base semi-régulière et la création de sous-groupes au sein de la communauté de pratique pourrait répondre à ce besoin.

Séance plénière

Le Forum s'est terminé par une **séance plénière** visant à aborder les commentaires sur les séances en petits groupes. On a souligné qu'un processus de mobilisation en continu est nécessaire pour faciliter la collaboration entre les provinces et les territoires, ECCC, le milieu universitaire et les partenaires de partout au pays. Voici un exemple de collaboration chercheur-praticien : les travaux en matière de prévisions pour le fleuve Yukon qui sont réalisés par le programme GWF, en partenariat avec ECCC, où un modèle opérationnel a été mis en place, en collaboration avec le territoire. Voici un autre bon exemple : les travaux de collaboration en

continu entre ECCC, les Territoires du Nord-Ouest et les partenaires provinciaux portant sur le Grand lac des Esclaves, où les récents niveaux d'eau élevés ont eu des répercussions pour plusieurs communautés nordiques. Voici un dernier exemple : la province de Québec et ECCC entretiennent une relation de longue date qui consiste à faire avancer la recherche et à mettre les développements et les innovations en pratique, ce qui s'est avéré bénéfique pour les deux parties (à noter qu'une stratégie similaire pourrait également être avantageuse pour d'autres provinces et territoires).

Bien que plusieurs provinces et territoires aient encore du mal à répondre à leurs besoins en matière de prévisions en raison de ressources humaines ou de compétences limitées, il existe peut-être des possibilités qui pourraient permettre à ces provinces/territoires, à ECCC et à la communauté de recherche de collaborer plus étroitement, de faire un partage de ressources et de créer des synergies pour faire progresser la prévision des inondations en dépit de ces limites. Lorsque les provinces et les territoires ne sont pas confrontés à de telles limites, les travaux de collaboration peuvent être axés sur l'avancement des sciences et la production de nouveaux résultats, en utilisant les systèmes existants ou en tirant parti de ces derniers, ce qui peut profiter à l'ensemble de la communauté. La « communauté de pratique nationale pour la prévision des crues » devrait être en mesure de faciliter un tel partage d'information et de tels efforts de collaboration en vue de gérer les problèmes communs et de continuer à élaborer des systèmes de prévision des inondations et d'alerte rapide de pointe. Certains des progrès réalisés par le Canada dans le domaine des prévisions hydrologiques dans les régions froides pourraient également présenter un intérêt à l'échelle mondiale; par conséquent, la poursuite de la mobilisation des partenaires mondiaux devrait constituer un autre aspect essentiel de ce processus.

Contributeurs:

Alain Pietroniro¹, Brenden Disher², Charmaine Hrynkiw², Daniel Princz², Evan Friesenhan², Francois Nzokou Tanekou², Jacob Bruxer², Matthew Noteboom², Sheila Ball², Prabin Rokaya³

¹ Département de génie civil, Schulich School of Engineering, Université de Calgary, Calgary, Alberta, Canada

² Services hydrologiques nationaux, Service météorologique du Canada, Environnement et Changement climatique Canada, Canada

³ Institut mondial pour la sécurité de l'eau, Université de la Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada

Photo de couverture:

Louise Arnal, Centre d'hydrologie, Université de la Saskatchewan, Canada