



COMPRÉHENSION DES BESOINS ET DES MÉCANISMES DÉCISIONNELS DES FUTURS UTILISATEURS DE L'OUTIL PRÉVISIONNEL EN TEMPS RÉEL DES CRUES

RECHERCHE QUALITATIVE MENÉE AUPRÈS DES MINISTÈRES DU
GOUVERNEMENT DU QUÉBEC

Rapport final
Juin 2021

COMPRÉHENSION DES BESOINS ET DES MÉCANISMES DÉCISIONNELS DES FUTURS UTILISATEURS DE L'OUTIL PRÉVISIONNEL EN TEMPS RÉEL DES CRUES: RECHERCHE QUALITATIVE MENÉE AUPRÈS DES MINISTÈRES DU GOUVERNEMENT DU QUÉBEC

Rapport final

Juin 2021

ÉQUIPE DE RÉALISATION :

Anissa Frini, responsable de projet, Université du Québec à Rimouski
Marie-Amélie Boucher, Co-chercheure, Université de Sherbrooke
Valérie Jean, coordonnatrice de projet, Université du Québec à Rimouski
Raphaël Desjardins, co-chercheur, Ouranos

Avec la participation de : (en ordre alphabétique)

Alex Clément, Université du Québec à Rimouski
Boutheina Ben Nasr, Université du Québec à Montréal
Marianne Savoie, Université du Québec à Rimouski
Sabrina Rhéaume, Université du Québec à Rimouski
William Gagné, Université de Montréal
Yannick Sanschagrin, Université de Montréal

ÉQUIPE DE RÉDACTION :

Valérie Jean, Université du Québec à Rimouski
Anissa Frini, Université du Québec à Rimouski
Marie-Amélie Boucher, Université de Sherbrooke

**Titre du projet Ouranos : Compréhension des besoins et des mécanismes décisionnels des futurs
utilisateurs de l'outil prévisionnel en temps réel des crues**

Numéro du projet Ouranos : 701100

Citation suggérée : Jean V., Frini A., Boucher M-A., Desjardins R. (2021), Compréhension des besoins et des mécanismes décisionnels des futurs utilisateurs de l'outil prévisionnel en temps réel des crues : Recherche qualitative menée auprès des ministères du gouvernement du Québec. Rapport présenté Ouranos. Montréal. Université du Québec à Rimouski. 114 p. + annexes.

Les résultats et opinions présentés dans cette publication sont entièrement la responsabilité des auteurs et n'engagent pas Ouranos ni ses membres. Toute utilisation ultérieure du document sera au seul risque de l'utilisateur sans la responsabilité ou la poursuite juridique des auteurs.

REMERCIEMENTS

Ce projet a été rendu possible grâce au financement accordé par Ouranos dans le cadre de l'initiative INFO-Crue du gouvernement du Québec.

Nous tenons à remercier plus particulièrement pour leur collaboration Alexandrine Bisaillon et Raphaël Desjardins d'Ouranos ainsi que Simon Lachance Cloutier et Dominic Roussel du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques pour leur soutien tout au long de ce projet.

Enfin, nous tenons à souligner que cette enquête n'aurait pu être réalisée sans la générosité des personnes que nous avons interrogées. Toutes et tous, par le temps qu'ils nous ont accordé, par les propos qu'ils ont partagés, et par l'intérêt qu'ils nous ont manifesté, ont largement contribué à l'aboutissement de ce projet.



PRÉAMBULE

Les inondations constituent le risque naturel le plus répandu dans le monde et qui a le plus d'impact. Elles ont représenté, entre 1995 et 2015, 47% de toutes les catastrophes météorologiques (Nations Unies, 2015). Au Québec, plusieurs régions sont régulièrement touchées par cet aléa et plusieurs événements extrêmes ont affecté le territoire ces dernières années. Suite aux événements survenus en 2017, le gouvernement du Québec a mené une réflexion sur la gestion des risques des inondations dans un contexte de changements climatiques. Dans ce cadre, le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), en collaboration avec d'autres ministères, a mis en place le projet INFO-Crue qui vise d'une part, à revoir la cartographie des zones inondables et, d'autre part, à mieux outiller les communautés et les décideurs en leur fournissant une cartographie prévisionnelle des crues de rivières.

Ce projet de recherche s'inscrit dans ce second volet de l'initiative INFO-Crue qui vise à développer un outil de visualisation des prévisions hydrologiques qui fournira aux autorités une cartographie prévisionnelle des secteurs pouvant être inondés sur un horizon de quelques jours et à rendre l'information accessible à la communauté. L'objectif général de ce projet consiste à mener une consultation auprès des divers utilisateurs pouvant bénéficier de l'outil de visualisation des prévisions hydrologiques afin que ce dernier puisse les supporter adéquatement pour bien se préparer et intervenir. Plusieurs groupes d'acteurs ont été visés par la consultation : i) les ministères pour lesquels les prévisions hydrologiques pourraient leur permettre d'avoir des interventions optimales sur le territoire afin de réduire les pertes économiques et les impacts environnementaux; ii) les municipalités pour qui les prévisions hydrologiques sont nécessaires à la préparation et à l'intervention auprès de leur population (alerter, coordonner, évacuer, protéger, etc.), iii) les organismes pour lesquels les prévisions peuvent être utiles à une meilleure coordination et un meilleur soutien à la communauté qu'ils desservent et iv) les citoyens et les agriculteurs qui, grâce aux prévisions, seraient alertés à temps et préparés à la montée des eaux. De façon plus spécifique, ce projet vise la collecte des préférences des utilisateurs quant à i) la nature et la présentation de l'information qui devrait être véhiculée par l'outil de visualisation ; ii) la proposition d'une communication efficace de l'incertitude qui répond aux besoins des utilisateurs et prend en compte leur perception du risque; et iii) la compréhension des mécanismes décisionnels des différents utilisateurs suite à l'émission d'une prévision.

Pour atteindre les objectifs du projet, nous avons privilégié une méthodologie qualitative. D'une part, 24 entretiens semi-dirigés ont été conduits auprès d'intervenants des ministères concernés par l'outil de visualisation des prévisions. D'autre part et suivant une méthode d'échantillonnage aléatoire stratifiée, une soixantaine de municipalités ont été choisies en fonction de leur taille et de leur niveau de risque aux inondations. De celles-ci, cinquante-deux ont été finalement interrogées. Pour chaque municipalité, des responsables de la Sécurité publique ont été interrogés par le biais d'entretiens semi-dirigés. De plus, quelques organismes ont été considérés et interrogés de la même manière, soit l'Union des producteurs agricoles (UPA : central et trois fédérations régionales), quatre organismes de bassin versant situés dans des régions différentes (dont le territoire connaît des épisodes d'inondation), ainsi que la Financière agricole. Enfin, 13 groupes de discussion virtuels ont été menés auprès de citoyens provenant de municipalités de l'échantillon permettant ainsi d'entendre 38 citoyens de différentes régions du Québec. Ce nombre comprend quelques agriculteurs interrogés séparément. Afin de compléter l'enquête auprès des citoyens, un questionnaire en ligne a été mis à disposition des citoyens. 104 répondants ont rempli le

questionnaire ce qui a permis l'analyse des facteurs pouvant conduire ou non à l'adoption d'un outil de visualisation des prévisions hydrologiques.

Les résultats et les recommandations issus de cette très large enquête sont présentés dans quatre rapports distincts de façon à bien identifier les besoins et préférences relativement à chaque groupe d'acteurs. Un rapport synthèse final identifie les lignes de force des résultats obtenus, les points de convergence, ou au contraire les particularités relatives à un groupe d'utilisateurs. Le présent rapport présente les résultats et les recommandations pour les ministères.

Nous souhaitons rappeler que la méthodologie relative à la collecte des données a dû être revue à la lumière des impératifs qu'a impliqués la pandémie de Covid-19. En effet, tous les entretiens se sont déroulés virtuellement, ce qui a impliqué un réajustement substantiel de la méthodologie initialement prévue.

Rappelons finalement que ce projet vise à supporter Ouranos, le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), et le ministère de la Sécurité publique (MSP) dans l'étape de valorisation de l'outil prévisionnel. Une communication efficace de la hauteur et de l'étendue de l'eau permettra la réalisation d'un outil utile et facilement consulté par les citoyens et les décideurs pour planifier leurs actions de mitigation face aux inondations.

RÉSUMÉ

Contexte général

Suite aux inondations importantes de 2017 et de 2019, le gouvernement du Québec, et notamment le MELCC et le MSP, a mis sur pied l'initiative INFO-Crue qui vise à cartographier l'aléa d'inondation pour le Québec avec une priorité pour les milieux densément peuplés et les milieux vulnérables. Plus particulièrement, le projet INFO-Crue souhaite revoir la délimitation des zones inondables en tenant compte des changements climatiques et à mettre en place un système de prévision en temps réel des crues de rivières qui fournira aux autorités une cartographie prévisionnelle des secteurs pouvant être inondés sur un horizon de quelques jours. L'enquête faisant l'objet de ce rapport s'inscrit dans ce second volet d'INFO-Crue. Elle vise à comprendre quels sont les éléments à prendre en compte pour communiquer efficacement l'information prévisionnelle aux intervenants des différents ministères appelés à intervenir en situation d'inondation. Il s'agit à terme de produire des prévisions qui favorisent des prises de décisions efficaces et coordonnées lors d'épisodes de crues.

Objectifs

Ce rapport présente donc les résultats d'une partie de l'enquête, soit celle qui s'est intéressée aux intervenants de différents ministères. L'objectif général est la réalisation d'une consultation auprès des divers ministères appelés à intervenir lors d'une inondation et pouvant bénéficier de l'outil de visualisation des prévisions hydrologiques afin que ce dernier puisse les supporter adéquatement pour bien se préparer et intervenir. Plus spécifiquement, il s'agit de

- collecter les préférences de ces utilisateurs quant à la nature et la présentation de l'information qui devrait être véhiculée par l'outil prévisionnel;
- comprendre la façon dont ceux-ci interprètent les prévisions probabilistes de débit et de niveau d'eau;
- proposer une communication efficace des prévisions et de leur incertitude qui répond aux besoins exprimés;
- comprendre les mécanismes décisionnels suite à l'émission d'une prévision et les impacts d'une mauvaise prévision.

Méthodologie

La méthodologie qualitative s'inscrit dans le courant des approches participatives.

Elle a consisté à réaliser :

- une revue de littérature sur les meilleures pratiques en matière de visualisation des prévisions, en particulier les prévisions probabilistes ou d'ensemble;
- 24 entrevues semi-dirigées avec des intervenants des ministères interpellés par l'aléa d'inondation soit le ministère de la Sécurité publique (MSP), le ministère des Transports (MTQ), le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH) ainsi que le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). Pour ces

24 entrevues, 28 participants ont été entendus (certaines entrevues ayant été réalisées avec plus d'un représentant du ministère).

- Une analyse qualitative de contenu des verbatims des entrevues et la synthèse des résultats menant à des recommandations visant à enrichir la réflexion sur la manière de présenter l'information prévisionnelle des crues de rivières.

Résultats

Les résultats ont permis de cibler les éléments qui sont pris en compte par les différents intervenants des ministères lorsqu'ils interprètent une prévision et à les relier aux processus décisionnels en situation d'inondation. Ils ont également fourni des informations originales quant à leurs besoins et à leurs préférences relativement aux informations souhaitées dans l'outil. Notamment, les résultats révèlent l'importance d'inclure des informations sur les conséquences appréhendées ainsi que des informations claires relatives aux seuils d'inondations. Les propos entendus ont aussi montré que les utilisateurs souhaitent comprendre ce qui est inclus dans les modèles qui génèrent les prévisions. Enfin, des pistes intéressantes relativement à la visualisation des prévisions ont permis des conclusions significatives. La discussion des résultats ainsi que les recommandations sont présentées à même les différentes sections du rapport.

Retombées et suite

L'approche participative de ce projet de recherche mérite d'être soulignée. En effet, la participation des répondants des différents ministères a permis d'impliquer les futurs utilisateurs de la cartographie prévisionnelle et répond à l'essentielle collaboration entre les prévisionnistes et les utilisateurs de prévisions. En ce sens, l'enquête contribue à la diffusion de l'initiative INFO-Crue, mais aussi, et surtout, à l'appropriation de l'outil de visualisation des prévisions par les divers intervenants lors d'épisodes d'inondation. L'implication active et motivée des participants a montré que cette façon de faire est particulièrement pertinente dans une optique d'augmentation des capacités à faire face à l'aléa d'inondation. La cartographie prévisionnelle qui sera réalisée permettra de répondre plus adéquatement aux besoins des différents utilisateurs, ce qui est une condition primordiale à sa pertinence. L'initiative INFO-Crue pourra ainsi bénéficier dans le futur, des collaborations amorcées par cette enquête. Un processus de rétroaction pourrait être envisagé afin de maintenir le dialogue entre divers acteurs du territoire, ce qui est essentiel à la réponse collective face à l'aléa d'inondation.

NOTE

Il nous apparaît important de rappeler que cette recherche qualitative a généré des résultats qualitatifs. Ainsi, les résultats ne sont pas présentés de manière quantitative, et une idée même mentionnée une seule fois a été considérée avec attention. C'est aussi la raison qui a justifié la manière de relier les propos aux répondants. En effet, la plupart du temps, nous avons utilisé des termes tels qu'*un répondant*, *la majorité des répondants*, *plusieurs d'entre-eux*, *quelques-uns* ou *certains répondants* plutôt que de dire *x répondants ont mentionné que*. L'idée est davantage ici de montrer des tendances relatives à l'occurrence d'un propos ou d'une idée ou au contraire son originalité sans mettre l'accent sur le nombre exact. Cependant, pour la dernière portion du rapport s'intéressant aux préférences en matière de visualisation, et plus spécifiquement à la priorisation des maquettes, les résultats sont présentés quantitativement. Néanmoins, cette dernière portion doit être interprétée à la lumière des résultats qualitatifs qui la précèdent. De plus, suivant les réponses obtenues et au regard de la littérature, nous émettons des propositions pour le développement et l'amélioration de l'outil prévisionnel. Nous demeurons toutefois conscients que des enjeux techniques et autres peuvent limiter la prise en compte de ces propositions à court terme et que le processus d'amélioration continu de l'outil permettra à travers le temps de considérer ces propositions.

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements	i
Résumé	iv
Note	vi
Liste des figures	ix
Liste des tableaux.....	x
1. Introduction	1
1.1 Objectif général et objectifs spécifiques.....	2
2. Méthodologie.....	3
3. Résultats préliminaires	7
3.1 Présentation des répondants / Ministères	7
3.2 Le risque d'inondation	11
3.2.1 Expériences d'inondation vécues.....	11
3.2.2 Le niveau de risque perçu	12
3.2.3 L'utilisation des prévisions par les répondants	14
3.2.4 Autres sources d'information utilisées par les répondants.....	16
3.3 Définition et conséquences d'une inondation.....	17
3.3.1 Qu'est-ce qu'une inondation ?.....	17
3.3.2 Conséquences d'une inondation.....	18
3.4 Les prévisions	20
3.4.1 Rôle et utilité des prévisions	20
3.4.2 Préférences entre la prévision de débit ou de profondeur.....	22
3.4.3 Éléments favorisant l'intérêt envers les prévisions pour ceux qui ne les utilisent pas.....	23
3.4.4 Une mauvaise prévision et ses impacts	24
3.4.5 Niveau de confiance envers les prévisions.....	28
3.4.6 Comment compose-t-on avec l'incertitude ?.....	29
3.4.7 Qu'est-ce qui pourrait faire augmenter la confiance des utilisateurs ?.....	33
3.5 Mécanismes décisionnels	36
3.5.1 Les informations qui déclenchent les mécanismes décisionnels	36
3.5.2 Décisions prises : nature, complexité et impacts	36
3.5.3 Comment ces décisions sont-elles prises ?	40

3.5.4	Impacts d'une mauvaise décision	46
3.6	Préférences en matière de l'information qui sera véhiculée par l'outil prévisionnel	48
3.6.1	Horizon temporel de la prévision	48
3.6.2	Pas de temps	50
3.6.3	Fréquence de mise à jour	52
3.6.4	Informations et caractéristiques souhaitées dans l'outil	54
3.7	Préférences en matière de visualisation de l'information.....	59
3.7.1	Mode de représentation qui convient le plus	59
3.7.2	Représentation de l'incertitude dans l'outil.....	61
3.7.3	Éléments à retrouver dans les cartes	63
3.7.4	Niveau de détail spatial	65
3.8	Préférences pour les maquettes.....	68
3.8.1	Couleur, transparence et libellé de l'horizon	68
3.8.2	Maquette 1.....	74
3.8.3	Maquette 2.....	81
3.8.4	Maquette 3.....	85
3.8.5	Maquette 4.....	87
3.8.6	Préférences entre les Maquettes.....	90
3.8.7	Préférences pour les outils existants / visualisation à grande échelle.....	96
3.9	Accès à la prévision	108
4.	Conclusion.....	111
5.	Références	112

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Le niveau d'implication des parties prenantes selon l'approche du processus décisionnel (Basseras, 1999).....	3
Figure 2.	Niveau de risque aux inondations selon les régions tel qu'il est perçu par les répondants 14	
Figure 3.	Échelles de couleur proposées aux répondants	69
Figure 4.	Représentation de la maquette 1	74
Figure 5.	Représentation de la maquette 2	82
Figure 6.	Représentation de la maquette 3	85
Figure 7.	Représentation de la maquette 4	88
Figure 8.	Histogramme présentant l'ordre de préférence pour la maquette 1	91
Figure 9.	Histogramme présentant l'ordre de préférence pour la maquette 2	91
Figure 10.	Histogramme présentant l'ordre de préférence pour la maquette 3	91
Figure 11.	Histogramme présentant l'ordre de préférence pour la maquette 4	91
Figure 12.	Histogramme présentant la fréquence de la position 1 de chaque maquette.....	92
Figure 13.	Histogramme présentant la fréquence de la position 2 de chaque maquette.....	92
Figure 14.	Histogramme présentant la fréquence de la position 3 de chaque maquette.....	92
Figure 15.	Histogramme présentant la fréquence de la position 4 de chaque maquette.....	92
Figure 16.	Histogramme présentant l'occurrence de chaque ordonnancement des maquettes	93
Figure 17.	Représentation de l'outil EFAS.....	97
Figure 18.	Représentation de l'outil Vigicrues.....	99
Figure 19.	Représentation de l'outil vigilance	100
Figure 20.	Représentation de l'outil de la Grande Bretagne	102
Figure 21.	Histogramme présentant l'ordre de préférence de l'outil à grande échelle no 1.....	105
Figure 22.	Histogramme présentant l'ordre de préférence de l'outil à grande échelle no 1.....	105
Figure 23.	Histogramme présentant l'ordre de préférence de l'outil à grande échelle no 3.....	105
Figure 24.	Histogramme présentant l'ordre de préférence de l'outil à grande échelle no 4.....	105
Figure 25.	Histogramme présentant la fréquence de la position 1 pour chaque outil à grande échelle	106
Figure 26.	Histogramme présentant la fréquence de la position 2 pour chaque outil à grande échelle	106
Figure 27.	Histogramme présentant la fréquence de la position 3 pour chaque outil à grande échelle	106
Figure 28.	Histogramme présentant la fréquence de la position 4 pour chaque outil à grande échelle	106
Figure 29.	Histogramme présentant l'occurrence de chaque ordonnancement des outils à grande échelle.....	107

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Utilisation des prévisions selon les différents ministères.....	14
Tableau 2.	Horizon optimal selon les répondants.....	48
Tableau 3.	Pas de temps optimal selon les répondants.....	50
Tableau 4.	Fréquence de mise à jour optimale selon les répondants.....	52

1. INTRODUCTION

Les inondations constituent le risque naturel le plus répandu dans le monde et qui a le plus d'impact, elles ont représenté, entre 1995 et 2015, 47% de toutes les catastrophes météorologiques (Nations Unies, 2015). Au Québec, plusieurs régions sont régulièrement touchées par ce risque et plusieurs événements extrêmes ont affecté le territoire ces dernières années. En effet, au printemps 2017, la fonte des neiges et les pluies abondantes ont causé une crue historique de plusieurs cours d'eau et un nombre record de mouvements de terrain, provoquant des inondations majeures au Québec. Ces inondations ont sévi dans 15 régions administratives touchant 291 municipalités, plus de 5300 résidences, 4000 personnes évacuées et 400 routes endommagées (Gouvernement du Québec, 2017). Tout récemment, au printemps 2019, 13 500 sinistrés ont été évacués et plus de 5 000 maisons ont été inondées. Ces inondations ont eu des conséquences économiques considérables. 5 000 demandes d'indemnisation ont été transmises et en date de juin 2019 un montant de 25,9 millions de dollars a été versé aux sinistrés (Radio-Canada, 2019). Suite à ces événements, le gouvernement du Québec a mené une réflexion sur la gestion des risques des inondations dans un contexte de changements climatiques. Dans ce cadre, le ministère de la l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) a mis en place le projet INFO-Crue qui vise à cartographier l'aléa d'inondation pour le Québec avec une priorité pour les milieux densément peuplés et les milieux vulnérables. Plus particulièrement, le projet INFO-crue vise à élaborer une délimitation des zones inondables tenant compte des changements climatiques et à mettre en place un outil de visualisation des prévisions des crues de rivières qui fournira aux autorités une cartographie prévisionnelle des secteurs pouvant être inondés sur un horizon de quelques jours. Ouranos a été mandaté par le MELCC pour le soutenir dans la conception, le développement et la mise en œuvre d'INFO-Crue. Dans ce cadre, un projet a été mis en place avec l'Université du Québec à Rimouski et l'Université de Sherbrooke pour de mener une enquête d'envergure auprès de différents types d'acteurs (ministères, municipalités, citoyens) afin de mieux comprendre leurs besoins à l'égard d'un outil de visualisation des prévisions hydrologiques.

Cette enquête s'inscrit plus précisément dans le volet de valorisation de l'outil de visualisation auprès des différents utilisateurs potentiels. Rappelons que le projet INFO-Crue vise à rendre l'information prévisionnelle accessible aux communautés. Il s'agit de fournir aux divers utilisateurs une information appropriée sur les risques de crues à court terme permettant aux différents intervenants de se préparer à l'événement. Cette information doit être disponible dans un format adapté aux besoins des utilisateurs, transmise à travers les bons canaux et au bon moment afin qu'ils puissent se préparer et intervenir efficacement lors de crues. Or, plusieurs utilisateurs (ministères, municipalités, citoyens, organismes, etc.) sont interpellés par les prévisions hydrologiques et leurs besoins ne sont pas nécessairement les mêmes.

Plusieurs questions se posent alors quant aux besoins de chaque groupe d'utilisateurs : quelle échelle temporelle est-il nécessaire d'avoir et quelle fréquence de mise à jour l'outil devrait-il afficher ? Sous quel format la prévision devrait-elle paraître et à quel niveau de détail ? Comment devrait-on caractériser le risque ? Comment l'incertitude de la prévision devrait-elle être représentée et communiquée ? Quel mécanisme décisionnel suit l'émission d'une prévision ? Quelles sont les décisions qui en découlent ? Quels seraient les impacts d'une mauvaise prévision ?

Afin de répondre à ces multiples questions, une vaste consultation a été menée auprès de divers utilisateurs potentiels à travers le Québec inondable. La première phase de l'enquête s'est intéressée aux ministères pour lesquels les prévisions hydrologiques pourraient leur permettre d'avoir des interventions optimales sur le territoire afin de réduire les pertes économiques et les impacts environnementaux et mieux supporter les municipalités en situation d'inondation.

1.1 OBJECTIF GÉNÉRAL ET OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

L'objectif général de cette portion de l'enquête a consisté à mener une consultation auprès des intervenants de divers ministères appelés à intervenir lors d'une inondation et pouvant bénéficier de l'outil de visualisation des prévisions hydrologiques afin que ce dernier puisse les supporter adéquatement pour bien se préparer et intervenir.

Cet objectif général se décline en 4 objectifs spécifiques.

Objectif 1 : Collecter les préférences des utilisateurs quant à la nature (quoi afficher) et la présentation (comment l'afficher) de l'information qui devrait être véhiculée par l'outil prévisionnel.

Objectif 2 : Comprendre la façon dont les utilisateurs de l'outil de visualisation interprètent les prévisions probabilistes de débit et de niveau d'eau.

Objectif 3 : Proposer une communication efficace des prévisions et de leur incertitude qui répond aux besoins des utilisateurs.

Objectif 4 : Comprendre les mécanismes décisionnels suite à l'émission d'une prévision et les impacts d'une mauvaise prévision. La compréhension des processus décisionnels permettra à terme d'identifier les rôles, les responsabilités ainsi que les capacités d'utilisation de l'information des différents intervenants permettant d'adapter à la fois le produit et sa valorisation aux besoins des utilisateurs.

La section 2 du rapport décrit la méthodologie qui se décline en quatre volets, soit une revue de littérature, la préparation et la réalisation de 24 entrevues longues semi-dirigées, l'analyse des données issues des entretiens retranscrits en verbatims, et enfin la diffusion des résultats obtenus. Nous terminons cette section par un bref tour d'horizon des avantages et des inconvénients relatifs à la tenue virtuelle des entrevues.

La section 3 présente les résultats de l'enquête ainsi que les recommandations associées aux différents thèmes abordés. Ceux-ci sont présentés dans l'ordre des thèmes abordés lors des entrevues. Ils touchent les mécanismes décisionnels reliés aux épisodes de crues, ainsi que les besoins et les préférences à l'égard de la communication et de la visualisation des prévisions hydrologiques. Les résultats incluent les préférences exprimées par les participants relativement à 4 maquettes qui présentaient différemment les informations prévisionnelles de crues de rivières ainsi que la priorisation d'outils à grande échelle qui existent ailleurs dans le monde.

Enfin, dans la dernière partie, nous concluons, en rappelant brièvement les contributions de cette portion de l'enquête, tout en mettant l'accent sur l'intérêt d'une démarche participative.

2. MÉTHODOLOGIE

Une méthodologie qualitative et participative

Pour réaliser les objectifs de l'étude, nous avons considéré une **méthodologie qualitative qui s'inscrit dans le courant des approches participatives**. En effet, la participation publique prend une place de plus en plus importante dans les processus de décision (Bherer, 2011), au point d'être considérée comme un facteur clé de succès dans le domaine de la décision publique. Le terme « participation » inclut un éventail complet de méthodes basées sur l'implication du public, telles que l'information, la collecte d'information, la consultation, la concertation, etc. (Tille, 2001). La légitimité du résultat qui émane d'un processus de décision participatif découle de la légitimité de la procédure en elle-même, et celle-ci dépend de la procédure d'arbitrage des intérêts des parties prenantes. Si cette dernière est jugée légitime par les participants, la décision qui va résulter du processus de décision le sera aussi (Rousseau & Martel, 1996; Urli, B., 2013).

La participation se caractérise dans le cadre des processus de décision publique principalement par une série d'échanges, d'ajustements de positions, de propositions et de contre-propositions visant à faciliter et améliorer la formulation et la résolution de la problématique et/ou à adapter les décisions aux besoins et systèmes de valeurs des acteurs (Amorim, 2000). Ce que l'on cherche à faire dans un processus participatif est de mieux refléter les valeurs des parties prenantes dans les décisions prises.

La participation englobe plusieurs concepts selon le niveau d'implication des parties prenantes. On parle de consultation, de négociation, de concertation. Les termes « consultation » ou « négociation » sont souvent utilisés indifféremment du terme « concertation » (ou participation) (Damart *et al.*, 2001). Selon Basseras (1999), la consultation constitue un premier niveau où un décideur unique prend connaissance des points de vue des différentes parties prenantes avant de prendre sa décision. La négociation est un mode de décision par consensus où plusieurs décideurs doivent s'entendre sur une solution. La solution qui émane de la négociation est une solution mutuellement acceptable. La concertation ou la décision participative correspond à une situation où l'on est en présence de plusieurs parties prenantes (décideurs, experts, groupes d'intérêts, grand public) dont l'implication dans le processus de décision est essentielle pour atteindre une certaine légitimité. Basseras (1999) illustre cette différence entre les trois concepts par un continuum sur une échelle à un seul axe représentant le niveau d'implication des parties prenantes (Figure 1):

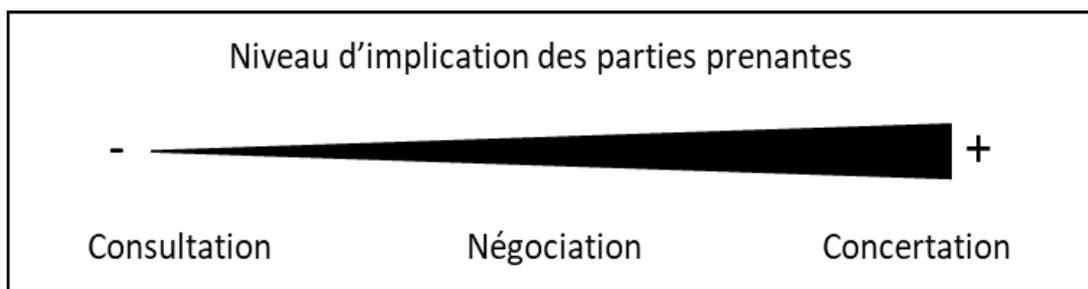


Figure 1. Le niveau d'implication des parties prenantes selon l'approche du processus décisionnel (Basseras, 1999).

Dans le contexte de cette recherche et en cohérence avec les objectifs poursuivis, la conduite d'un processus participatif vise à i) mieux refléter les valeurs et opinions des différentes parties intéressées par l'outil prévisionnel, ii) favoriser l'appropriation de l'outil par les utilisateurs, iii) amener une meilleure légitimité aux résultats, et iv) offrir un outil adapté aux besoins spécifiques des utilisateurs et permettant ultimement d'assurer une meilleure gestion des inondations. Dans ce projet, la forme de participation qui a été retenue est la consultation. Lors d'un processus consultatif, le public donne son avis, mais n'a qu'un pouvoir décisionnel indirect sur des aspects partiels du projet. En effet, il peut influencer le décideur qui l'écoute, mais qui décide seul de tenir compte ou non de ces propositions. Dans ce processus consultatif, les utilisateurs de l'outil de visualisation sont au centre de la démarche puisque la consultation vise à produire des résultats par lesquels ils seront directement concernés. Nous nous plaçons ici dans une logique de co-construction en faisant participer d'autres acteurs qui ne sont pas des chercheurs universitaires dans le développement des connaissances. Les informations qui seront retenues concernant la représentation de la prévision hydrologique sont le produit de plusieurs préférences locales où chacun des intervenants joue un rôle particulier. Ce qui importe à ce niveau est que le processus puisse permettre l'expression légitime de tous les participants et la prise en compte de leurs préférences sans tomber dans la dictature d'un point de vue sur les autres (Rousseau et Martel, 1996).

Les étapes méthodologiques de l'enquête

La première portion de l'enquête s'est intéressée aux différents ministères appelés à intervenir lors d'épisodes d'inondation. En effet, plusieurs ministères ont la responsabilité d'assurer le bien-être et la sécurité de la population. En situation d'inondation, les prévisions hydrologiques leur sont également nécessaires afin d'agir pour réduire les pertes économiques et les impacts environnementaux sur leur territoire. Il est donc important de bien comprendre leurs besoins en termes d'information véhiculée par la prévision hydrologique et aussi de bien saisir leurs mécanismes décisionnels face à l'aléa d'inondation. L'idée étant que l'outil de visualisation permette une interprétation rapide des données favorisant une prise de décisions efficace dans un temps court.

Basée sur les étapes d'une recherche qualitative, la méthodologie se décline en 4 volets. Le premier volet a consisté à réaliser une **revue de littérature**, afin de recenser les meilleures pratiques en matière de visualisation des prévisions, en particulier les prévisions probabilistes ou d'ensemble. Comme la majorité des recherches faites à ce jour dans le domaine portent sur les tornades ainsi que sur les prévisions météorologiques, cette revue de littérature ne s'est pas limitée uniquement aux prévisions de hauteur d'eau. En fait, une analyse préliminaire a montré que le nombre d'études effectuées spécifiquement sur la communication des prévisions d'hauteur d'eau est très limité, probablement parce que ce type de prévision est relativement nouveau (comparativement par exemple aux prévisions de débit). Ainsi, la revue de littérature s'est intéressée à tous les aspects de la communication et de la visualisation de prévisions probabilistes, tels que l'influence des échelles de couleur, du niveau de détail géographique, de la fréquence de mise à jour et de la représentation de l'incertitude. Cette revue de littérature a permis également de documenter la façon dont les gens prennent des décisions sur la base d'information incertaine, ainsi que les effets associés à une mauvaise prévision.

Le deuxième volet était la **préparation et la réalisation des consultations**. Le territoire concerné par la recherche fut le Québec inondable. La délimitation du territoire « Québec inondable » a été réalisée en collaboration avec Ouranos et le MELCC et s'est basée sur les données collectées au niveau de l'ensemble du territoire. Par exemple, les indicateurs collectés dans le cadre du projet

de priorisation des bassins versants ont servi comme base pour la délimitation du territoire retenu pour cette enquête. Notamment, la ZIP développée dans ce même projet s'est avérée utile.

Pour la consultation auprès des acteurs institutionnels (intervenants dans différents ministères), nous avons choisi les experts parmi une liste recommandée par l'équipe thématique. Le choix a été fait de sorte à varier les domaines d'expertise des participants et à couvrir l'ensemble de tous les acteurs institutionnels concernés par les prévisions hydrologiques. De chaque ministère, nous avons rencontré des futurs utilisateurs de l'outil de visualisation des prévisions hydrologiques. Aucune autre restriction n'a été requise à part leur future utilisation du système. Au total, vingt-quatre entrevues ont été réalisées, mais 28 répondants ont participé (certaines entrevues ayant été réalisées avec plus d'un répondant). Les ministères consultés ont été le ministère de la Sécurité publique (MSP) le ministère des Transports (MTQ), le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH) et le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). Nous avons considéré un représentant par direction régionale notamment pour le MSP et le MTQ.

Les représentants de ces différents ministères ont été consultés sur une période de 5 mois. En raison des conditions particulières dues à la pandémie de Covid-19, l'ensemble de la méthodologie de collecte des données a été revue de façon à respecter les consignes sanitaires qui empêchaient de mener l'enquête en présence. Nous avons systématiquement réalisé tous les entretiens par Zoom.

L'approche participative par consultation a privilégié des entretiens longs virtuels (2 heures) le plus souvent individuels permettant aux participants de décrire leurs réalités professionnelles relativement aux inondations ainsi que d'exprimer leurs besoins et leurs préférences à l'égard de la communication et de la nature de l'information prévisionnelle. La grille d'entrevue s'intéressait aux expériences d'inondations vécues par les répondants et leur manière de qualifier leur territoire au risque d'inondation, ainsi qu'à l'utilisation ou non des prévisions hydrologiques dans leurs pratiques. De plus, cette grille abordait les mécanismes décisionnels qui se déploient en situation d'inondation. Par la suite, la nature de l'information prévisionnelle potentiellement utile, ainsi que la visualisation et la communication de cette information étaient abordées. Sur la base des informations acquises lors de la revue de littérature, différentes techniques de visualisation (quatre) des prévisions de hauteur d'eau ont été proposées. Il est important de noter que ces exemples concrets n'ont pas été présentés d'emblée aux personnes consultées. Dans un premier temps, les gens ont été invités à présenter leur point de vue sur les éléments de visualisation qu'ils souhaiteraient retrouver dans l'outil INFO-Crue, sans suggestion a priori de notre part. Ceci a permis d'évaluer leur compréhension de l'information disponible dans les prévisions, et de découvrir des éléments auxquels nous n'aurions pas pensé. Les exemples qui leur ont été présentés dans un deuxième temps, l'ont été afin de rendre très concret ce qu'il est possible de réaliser (techniquement).

Le troisième volet concerne l'**analyse des données**. Les entretiens issus des consultations ont été enregistrés, retranscrits en verbatim et analysés sur la base des thèmes abordés lors des entrevues. L'analyse des données a eu pour but de comprendre les mécanismes décisionnels de chaque entité, et d'identifier leurs besoins relativement à la nature de l'information prévisionnelle, à la communication du risque et à l'incertitude qui y est associée. Elle a également eu pour but de faire émerger des idées nouvelles, des propositions inédites susceptibles d'enrichir l'outil prévisionnel.

Le quatrième volet vise la **diffusion des résultats**. Ce projet aboutira à la publication de quatre rapports présentant respectivement les résultats pour les intervenants des ministères, les responsables de la sécurité civile des municipalités, les responsables d'organismes gouvernementaux ou non gouvernementaux ainsi que les citoyens. L'ensemble des conclusions de l'enquête sera également diffusé ultérieurement dans une conférence et sous forme d'un article scientifique.

Entrevues virtuelles : avantages, inconvénients et retour d'expérience

La méthodologie d'enquête virtuelle, notamment la tenue d'entretiens virtuels qui utilisent la plateforme Zoom, comporte selon certains chercheurs, plusieurs avantages non négligeables. Archibald *et al.* (2019) soulèvent le fait que ce type d'entretien permet à un plus grand nombre de personnes qui habitent dans des régions éloignées de participer. Ce mode d'entrevue permettrait également de réduire certaines difficultés inhérentes aux déplacements, et aux frais requis pour le faire. Bien que ces auteurs soulèvent que certains désavantages caractérisent ce type d'entrevue (par exemple la difficulté à se connecter, l'absence d'appareil électronique, etc.), il y aurait au final plus de bénéfices que de désavantages.

Les principales réserves que l'on peut émettre sont relatives à la qualité relationnelle d'une entrevue en ligne comparativement à une entrevue en personne. Pour Foley (2019), il existe cependant peu d'évidence qui prouve qu'il est plus difficile d'établir une relation lors des entrevues en ligne que lors de rencontres en personne. Selon elle, les entrevues en personne seraient modestement supérieures aux entrevues en lignes pour générer des données brutes. Néanmoins, plusieurs autres avantages compensent cette lacune, comme la réduction du stress des participants qui sont dans leur environnement, le confort des participants qui choisissent l'environnement de la rencontre, l'efficacité dans le temps notamment par la réduction des déplacements, etc. À l'instar de Foley (2019) Guillemette (2011) considère que les différences entre les entrevues en ligne et les entrevues en personnes ne sont pas si grandes qu'on pourrait le croire. Il soulève néanmoins l'importance accrue de l'animateur de la rencontre qui doit être dynamique et capable de maintenir le fil conducteur et les temps de parole, notamment si plusieurs participants sont interrogés ensemble. Enfin, la logistique pour les chercheurs eux-mêmes peut être facilitée et les coûts moins élevés que lors d'une recherche en présence (Halliday *et al.*, 2021). Notons tout de même que les signaux non verbaux peuvent être plus difficiles à capter lors d'une entrevue virtuelle, alors qu'ils peuvent apporter aux chercheurs un complément d'information (Wiederhold, 2019).

Disons de notre côté, que malgré quelques réserves initiales de la part de l'équipe de recherche, cette méthodologie s'est avérée productive, et considérablement moins chronophage que si nous avions eu à voyager à travers les différentes régions du Québec. De plus, il nous a semblé tout à fait possible d'initier des contacts humains réels favorisant les échanges et permettant à terme d'atteindre pleinement les objectifs de la recherche. Autrement dit, les rencontres virtuelles n'ont pas été un frein au bon déroulement des entrevues, elles ont au contraire permis d'augmenter l'efficacité de la conduite de l'enquête, tout en générant des résultats tout aussi valables que si nous avions fait les entrevues en personne. Notre expérience va dans le sens des conclusions des travaux cités plus haut.

3. RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

3.1 PRÉSENTATION DES RÉPONDANTS / MINISTÈRES

Les répondants des ministères rencontrés occupent des fonctions potentiellement en lien avec l'aléa d'inondation. Le ministère de la Sécurité publique (MSP) et le ministère des Transports (MTQ) sont ceux pour lesquels nous avons réalisé le plus d'entrevues, notamment en raison de leurs rôles à l'égard de la sécurité publique et de la sécurité relative à la mobilité de la population lors d'épisodes d'inondation. Ainsi, 8 représentants du MSP et 10 du MTQ représentant différentes directions régionales ou occupant des postes à la direction centrale de leur ministère ont été interrogés. Nous avons également interrogé 5 représentants du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) dont les fonctions sont reliées à l'aménagement du territoire, à la valorisation de l'information géospatiale ou encore aux affaires régionales, 3 du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), dont les fonctions sont directement reliées à la santé publique et enfin 2 du ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH) conseiller en aménagement du territoire et en gestion municipale.

Répondants du ministère de la Sécurité publique (MSP)

Huit répondants travaillant au ministère de la Sécurité publique ont été rencontrés en tant que membres des équipes organisationnelles. La plupart sont conseillers régionaux en sécurité publique. Un conseiller en gestion de risque et un directeur des opérations font également partie de l'échantillon. Le MSP a pour mission la sécurité du citoyen à travers l'accompagnement et le soutien municipal. La loi sur la sécurité publique au Québec considère plusieurs paliers de responsabilités relativement à la gestion du risque. Le premier palier est le citoyen, qui est responsable de sa propre sécurité. Le second palier est la municipalité qui est responsable de la gestion des urgences, et enfin, le ministère dont le rôle est davantage d'accompagner les municipalités. L'accompagnement municipal se fait soit par le transfert de connaissances, soit par l'accompagnement des municipalités dans la mise sur pied de leur plan de mesures d'urgence (les municipalités sont censées développer leur propre plan, mais elles bénéficient de formations et d'exercices mis en place par le MSP afin qu'elles s'approprient certaines connaissances de base). Les directions régionales sont les portes d'entrée pour les services gouvernementaux en matière de sécurité civile. Toutes les régions administratives du Québec sont dotées d'une direction régionale du MSP et de conseillers en sécurité civile, qui travaillent avec le directeur des opérations qui veille à la sécurité civile dans son ensemble. Ce dernier intervient dans les quatre phases de la gestion de la sécurité civile : la planification ou prévention, la préparation, l'intervention et le rétablissement.

Tout au long de l'année, quand il n'y a pas de sinistre, les conseillers en sécurité civile aident les municipalités à se préparer et s'assurent que leurs plans de sécurité civile sont à jour et que toute leur structure de gestion de risque est opérationnelle. Pour plusieurs répondants, l'aspect préventif de l'étape de planification n'est toutefois pas assez développé dans leurs actions. Un seul répondant nous a parlé de l'apport de la prévention dans sa direction régionale comme réponse au problème des inondations.

Répondants du ministère des Transports du Québec (MTQ)

Dix représentants du ministère des Transports ont été interrogés. Il s'agissait de répondants régionaux en sécurité civile, de répondants territoriaux de la vielle opérationnelle, d'ingénieur et de directeur en exploitation, de chef et de technicien au centre de service et finalement d'ingénieur en hydraulique. Ce ministère est en lien direct avec des aléas potentiels qui peuvent être des inondations, des feux de forêt, des glissements de terrain. Sa mission principale est d'assurer la mobilité des gens et de la marchandise sur l'ensemble du réseau routier national québécois, ainsi que de fournir, en situation d'urgence, l'information sur la sécurité de ses routes. Le ministère peut aussi partager des équipements ou du personnel avec d'autres ministères qui en auraient besoin et parfois de l'expertise comme des évaluateurs agréés pour aider d'autres ministères. Le MTQ est organisé en douze directions régionales territoriales si on inclut le territoire de la CMM. Dans chaque direction régionale, on retrouve quatre directions : la direction des projets, de l'exploitation, de la sécurité civile et la direction de la veille opérationnelle. Nous avons eu la chance de rencontrer des membres du ministère des Transports qui représentent la majorité de ces directions (sauf la direction des projets) et qui nous ont défini les rôles de celles-ci :

- *La direction des projets* mène des études d'opportunités et des études de sécurité qui génèrent des constats et des recommandations (par exemple de revoir la géométrie d'une route, refaire une partie de route, etc.).
- *La direction de l'exploitation* s'occupe de l'inspection et participe à la définition des besoins et de la planification des travaux d'entretien et de réparation. Elle est responsable du fauchage, du débroussaillage, du marquage, de la signalisation et par la suite de l'entretien des routes, du déneigement, des réparations mineures.
- *La direction de veille opérationnelle* agit à titre de coordonnateur régional de préalerte et d'alerte en fonction des risques identifiés sur un territoire tel que la gestion des crues.
- *La direction de la Sécurité civile* a pour rôle de coordonner la gestion des événements qui ont un impact sur le réseau routier du ministère, tel que les inondations, les tempêtes, etc. Le centre de coordination régional en sécurité civile est donc au premier rang si des actions en mesure d'urgence et de sécurité civile sont nécessaires, il fournit sur le terrain, les véhicules, la machinerie, les outils, etc.

Un répondant du Bas-Saint-Laurent souligne que récemment, un centre de coordination en viabilité hivernale et de veille en sécurité civile (CCVHVSC) a été développé et implanté pour Rimouski. Son rôle consiste à traiter de l'information pour les chefs des opérations et les chefs d'équipes en période hivernale, du 15 octobre à la fin avril. Les informations transmises peuvent être collectées à partir des stations avec des caméras installées à différents endroits ou des données observées aux stations météo. En matière d'inondation, le centre produit un topo des tendances à la hausse des cours d'eau, sans entrer dans les détails, et l'évolution des cours d'eau avec un seuil de surveillance atteint ou seuil d'inondation mineure ou majeure. Ces informations aident à la prise de décision en ce qui concerne la fermeture de routes, ainsi que toute la gestion des avalanches. Cette formule sera probablement implantée ailleurs au Québec, car l'expérience bas-laurentienne est jugée performante.

Répondants du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Cinq répondants ont été rencontrés travaillant au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. Le MERN gère le territoire public et s'occupe de quatre grands domaines d'expertise: les services de l'arpentage, du cadastre, de la cartographie et du registre du domaine de l'État où se retrouvent l'information sur les droits et les contraintes du gouvernement sur le territoire public. Il est à noter que 92% du territoire du Québec relève du territoire public, et la gestion de certains de ces territoires est déléguée soit à des municipalités ou à d'autres ministères ou organismes du gouvernement dont Hydro-Québec, le ministère des Transports, etc. Lors de la collecte des données, un représentant de la division *Territoire* du ministère, un représentant de la *direction des politiques et de l'intégrité du territoire* et des représentants de deux *sous-directions* liées à cette même direction ont été rencontrés (la sous-direction de l'information géo spatiale et la sous-direction du réseau régional).

La direction générale de l'information géo spatiale voit à la cartographe officielle au gouvernement du Québec, et s'occupe notamment des référents géographiques provinciaux. Un répondant conseiller en aménagement et en développement territorial explique le rôle de la direction des politiques et de l'intégrité du territoire. Cette direction intervient dans l'aménagement et la gestion du territoire public en élaborant les orientations des politiques et des programmes à portée réglementaires. Elle a aussi comme rôle la mise en valeur du territoire public par la modification ou la mise à jour des lois et de la planification du développement sur les terres du domaine de l'État. Le rôle du ministère est aussi d'accompagner les citoyens et de fournir de l'information au domaine de l'immobilier pour les enjeux de droits/contraintes, terrains contaminés, etc. Pour le citoyen, plusieurs dépôts d'informations relèvent du MERN, que ce soit au niveau du registre foncier, du registre du domaine de l'État ou de l'information cartographique du gouvernement du Québec. Pour protéger son droit et la valeur de sa propriété, le citoyen doit être informé des différents risques naturels et anthropiques, tels que la présence d'un droit minier sous sa propriété. Un répondant a fait remarquer que l'autorité du domaine hydrique dans les terres publiques relève du ministère de l'Environnement, le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles intervient au-delà de la limite des hautes eaux. Le MERN est divisé en directions régionales qui traitent les demandes d'utilisation du territoire en vérifiant notamment si des plans d'aménagement sont prévus. L'accompagnement des promoteurs relativement à l'exploitation des ressources énergétiques ou des travaux de développement du territoire public fait également partie des rôles de ce ministère.

Répondants du ministère de la santé et services sociaux (MSSS)

Les trois répondants du ministère de la Santé et Service sociaux interviewés travaillent tous sous la direction générale de la santé publique. Au Québec, il y a dix-huit régions sociosanitaires dotées d'un directeur de santé publique qui porte, avec son équipe de direction le poids légal pour répondre aux devoirs qui leur sont conférés par la loi. La direction générale de la santé publique a quatre grandes fonctions : le suivi des indicateurs de santé; la promotion de la santé (en se demandant qu'est-ce qu'on peut faire globalement pour améliorer l'état de santé d'une population, l'accent est mis sur l'individu, mais aussi sur les groupes d'individus que ce soit des communautés géographiques ou communautés d'appartenances (religieuse, ethnique, selon le genre, l'âge, etc.) et sur la population tout entière); la prévention contre les problèmes de santé et traumatismes de façon générale; la protection qui est la mission principale de la direction de santé publique. Cette direction se focalise principalement sur la protection de la santé de la

population, mais elle met aussi en place des moyens de prévention ou de promotion de saines habitudes de vie, ou de comportements qui favorisent la santé. Le ministère de la Santé doit émettre des avis et des communications qui doivent être faites à la population régulièrement. Cela est notamment le cas en situation d'inondation, et des avis peuvent être émis s'il y a un événement inattendu qui survient. De plus le directeur de la santé publique peut aussi demander des enquêtes épidémiologiques si on suspecte la présence d'un contaminant ou d'un agent infectieux qui nécessite de prendre des décisions pour protéger la santé de la population. Un représentant en santé publique souligne que leur rôle de protection est plus visible que celui de promotion et de prévention en santé qui a pourtant plus d'impacts notamment sur le long terme.

« C'est peut-être plus en surveillant, en monitorant les choses, en jouant un rôle d'exemple pour faire prendre conscience aux gens des enjeux principaux, en faisant de la promotion et de la prévention, je pense que c'est là qu'on a le plus d'impact. Mais où est-ce qu'on a le plus de pouvoir et où est-ce que c'est peut-être plus visible et où est-ce qu'on entend plus parler de nous, c'est en protection ». (Santé, Estrie)

Un répondant précise que parfois il se peut qu'il n'y ait aucune menace tangible sur la santé physique, mais qu'il y ait tout de même des menaces sur la santé psychosociale. Un répondant souligne qu'une bonne organisation doit se centrer sur la gestion du risque et non de l'événement, et donc penser aux impacts multiples et à long terme. Il rappelle que ceux-ci sont à 80% du domaine de santé publique et très souvent reliés à la santé mentale. Selon ce même répondant, il serait plus judicieux, dans ce cas de figure, de mettre plus d'efforts sur les actions de promotion et de prévention que de se limiter à des actions de protection.

En lien avec les inondations, la direction générale de la Santé publique, Santé et Environnement intervient en réponse aux urgences environnementales quand elles se présentent. Le répondant qui fait état de ce rôle travaille en adaptation aux changements climatiques. La réponse de la Santé publique doit être donnée 24h par jour 7 jours sur 7 et ces urgences sont signalées habituellement par la direction de la sécurité civile de la région ou par les municipalités ou les établissements du réseau de la santé. Un répondant mentionne que son ministère intervient en support aux populations, aux municipalités et aux ministères. Les inondations font partie des situations d'urgence pour lesquelles il peut y avoir des signalements. En situation d'urgence, les équipes soutiennent les premiers répondants dans la prise de décision en ce qui concerne l'identification des mesures qui doivent être prises pour prévenir, diminuer et contrôler les risques pour la santé de la population. Ils ont également un rôle d'analyse de la situation en termes de santé publique, en évaluant les risques sur la santé qui peuvent découler des événements.

Répondants du ministère des Affaires municipales et de l'habitation (MAMH)

Deux répondants de ce ministère ont été rencontrés. Selon eux, le rôle de leur ministère est d'aider les municipalités, en leur fournissant de l'information et de la documentation leur permettant d'assumer les responsabilités qui leur sont dévolues. Au sein du MAMH, on retrouve des experts en affaires municipales, en aménagement du territoire et en développement régional qui administrent notamment des programmes destinés aux MRC ou aux régions administratives. Un répondant rappelle que la Loi sur la compétence municipale confère aux MRC et aux municipalités un rôle relatif à l'écoulement de l'eau. Selon ce répondant,

« Différentes études ont démontré qu'elles (les municipalités) ne l'appliquaient pas nécessairement très bien et c'est pour ça qu'il y a d'ailleurs le plan d'action inondation dont vous (initiative INFO-Crue) faite partie qui probablement va réviser tout le cadre normatif en vigueur ». (MAMH, Montérégie)

Un des répondants a mentionné qu'il se sentait davantage concerné par les questions relatives à l'aménagement et au développement du territoire et qu'il était surtout intéressé par la cartographie des zones inondables. Par contre, l'autre répondant, conseiller en gestion municipale, joue également un rôle relatif à la sécurité civile en intervenant en soutien aux municipalités lors de sinistres. Outre la cartographie des zones inondables, il montrait un intérêt réel pour l'outil de visualisation des prévisions hydrologiques.

3.2 LE RISQUE D'INONDATION

3.2.1 EXPÉRIENCES D'INONDATION VÉCUES

La très grande majorité des intervenants des différents ministères oeuvrant dans différentes régions du Québec a affirmé que leur territoire a déjà été ou est périodiquement affecté par des inondations. Beaucoup ont fait référence aux inondations de 2017 et de 2019. Ces épisodes sont mentionnés comme un point de référence significatif, même lorsque leur région n'a pas été touchée lors de ces inondations comme cela est le cas pour la région Bas-Saint-Laurent-Gaspésie. D'autres interviennent dans des régions où les inondations font partie de l'expérience collective, car de grandes portions habitées sont situées à proximité de cours d'eau qui débordent périodiquement. La modification de l'occupation du territoire est notée par certains ainsi que l'ampleur des inondations comme le montrent les propos de ce conseiller en sécurité civile du MSP :

« Disons qu'à l'intérieur de quatre ans, on a eu deux épisodes d'inondations qui ont dépassé la récurrence 0-100 ans. Donc, on est quand même inondé; nous avons eu deux bonnes grosses inondations. Sinon, dans le secteur, le long de la rivière des Outaouais et dans plusieurs secteurs en fait, pas seulement la rivière des Outaouais, il y a quelques zones qui sont en récurrence 0-2 ans alors les maisons sont presque installées à même la bande riveraine. Ensuite, nous avons plusieurs résidences principales, qui étaient autrefois des chalets, qui sont souvent installés dans des zones 0-20 ans. » (MSP, Outaouais)

Pour certains, les inondations sont une réalité récurrente annuellement, d'autres en revanche mentionnent qu'elles ont lieu plutôt en moyenne aux deux ans. Certains constatent l'augmentation de l'ampleur des inondations ces dernières années. Des répondants ont soulevé que les inondations se produisent toujours au même endroit sur leur territoire, et que les gens sont devenus habitués, laissant entendre que les inondations font bel et bien partie des réalités auxquelles les répondants ont à faire face.

Des intervenants ont mentionné leur expérience relative aux crues éclairs, c'est notamment le cas en Outatouais, dans la région de Montréal-Laurentides-Lanaudière, dans le Bas-Saint-Laurent ou encore en Mauricie. Il s'agit souvent de cas de figure particuliers, pour de très petits cours d'eau non jaugés, voire des cours d'eau intermittents, où rien ne permet de prévoir la montée soudaine et rapide de l'eau. Cette réalité est nommée comme une problématique plus difficile à gérer, car imprévisible.

«On avait eu une montée de 13 pieds en une heure» (Santé, Outaouais)

« [...] en 2017 vraiment une crue éclair sur trois petits cours d'eau qui étaient situés sur la couronne nord et puis ça a été le premier coup d'eau [...] parce qu'en amont il y a un développement galopant qui se fait au niveau de la MRC de Mirabel, ce qui fait que ça a changé un peu la synergie de l'eau et puis on voit qu'elle arrive beaucoup plus rapidement et c'est de l'urbanisation intensive qui s'est faite en amont. » (MSP, Montréal-Laval-Laurentides-Lanaudière)

Notons que tous les intervenants interrogés ont eu quelque chose à dire relativement à leur expérience d'inondation.

3.2.2 LE NIVEAU DE RISQUE PERÇU

En début d'entretien, il était demandé aux participants de caractériser le niveau de risque aux inondations de leur territoire, à savoir s'ils jugeaient leur territoire à *risque faible, moyen ou élevé*, sans que des éléments permettant de caractériser ce risque leur soient spécifiés. Il est intéressant de souligner que le niveau de **risque perçu relativement aux inondations a principalement été défini sur la base de la récurrence des inondations**, et ce pour 25 des 28 participants.

Le niveau de risque élevé correspond généralement aux inondations annuelles ou bisannuelles. C'est le cas notamment pour les territoires de l'Outaouais, Laurentides, Lanaudière, Montérégie, Chaudière-Appalaches, Centre-du-Québec et Mauricie. Signalons que toutes ces régions ont été touchées par les inondations de 2017 et 2019. Selon un participant de la région de Gatineau (Outaouais), les inondations de 2017 et 2019 ont rendu la tendance assez forte pour d'autres inondations dans l'avenir, elles ont en quelque sorte révélé le niveau potentiel de risque, et changé l'appréciation de ce risque. Deux participants soulignent le fait que les inondations sont souvent dues aux crues printanières et qu'elles peuvent arriver comme des crues «éclairs» dans de très petits bassins versants ou encore lors de fortes pluies soudaines qui provoquent des crues rapides en eaux vives.

Le niveau de risque moyen correspond aux territoires où les inondations sont jugées peu fréquentes et/ou il y a eu des années plus critiques que d'autres comme cela est le cas pour le Bas-Saint-Laurent, le Saguenay-Lac-Saint-Jean ou encore la Gaspésie. Un intervenant du MSP Bas-Saint-Laurent-Gaspésie mentionne lui aussi les crues éclairs qui représentent selon lui, une situation en augmentation, et souligne l'importance de ne pas les sous-estimer pour l'avenir. Rappelons toutefois que les ruisseaux dont ce répondant parle sont de très petits cours d'eau non jaugés, voire intermittents. Ils ne font donc pas partie de la plateforme de prévision de la DEH.

« [...] je parle beaucoup des inondations printanières que l'on peut quand même anticiper, mais il y a un autre aléa qui ne nous épargne pas et c'est plus les crues éclaircies qui surviennent à l'automne. [...] Puis ça c'est difficile à prévoir et ça, les municipalités j'aurais tendance à dire qu'elles sont presque toutes exposées à ça. En tout cas dans notre région, dans les Appalaches où il y a beaucoup de bons reliefs, donc moins qu'il y a une cellule orageuse au-dessus d'une municipalité et qu'il y a des ruisseaux, bien ils sont presque tous exposés et puis ça, les municipalités ne le savent pas et en 2017 il y a eu une grosse crue intense à Pohénégamook et c'est sur le bord d'un lac, il n'y a pas de grosses rivières, mais il y a eu un gros orage avec un ruisseau et il y a eu une crue importante et il y a eu des canalisations et des routes qui ont sauté et puis ça quand ça arrive tout le monde est pris de cours, car les gens ne sont pas préparés et ils ne le savent pas. » (MSP, Bas-Saint-Laurent)

Le niveau de risque faible a été choisi pour un territoire où les inondations sont ponctuelles dans le temps et isolées dans l'espace. C'est le cas de la Côte-Nord.

Mais pour trois répondants de ministères différents, **tous de la région de l'Estrie, le niveau de risque a plutôt été relié aux impacts des inondations.** Un répondant du MAMH et un autre du MSSS ont évalué leur région à risque moyen, en prenant en considération le fait que les dégâts en santé et pour la sécurité publique ont été somme toute assez limités lors des inondations passées. Ces intervenants comparent leur région aux autres régions ayant eu des conséquences importantes sur leur population, et cette comparaison relativise l'ampleur des conséquences des inondations qu'ils attribuent à leur propre territoire.

« Bien je pense que c'est moyen, parce que je regarde les inondations des deux dernières années 2017 et 2019 et puis l'Estrie a été moins affectée que si je regardais mes collègues de la Montérégie, Chaudière-Appalaches et tout ce qui s'est passé en bordure du fleuve. » (MAMH, Estrie)

Pour un représentant du ministère des Transports, le risque est jugé plutôt élevé en raison de la topographie montagnaise et du ruissellement qui en est accentué.

« Bien par expérience je dirais de moyen à élevé. Nous on a une topographie importante montagnaise qui fait en sorte que les inondations arrivent subitement et ne durent pas longtemps dans le temps comparativement à d'autres où c'est l'inverse, l'eau monte tranquillement, mais sur plusieurs jours. » (MTQ, Estrie)

Il souligne que des inondations peuvent arriver subitement et peuvent créer des problèmes aux structures (sous la responsabilité de son ministère) même si les crues ne durent pas longtemps.

La figure 2 présente sur une carte les niveaux de risque tels que rapportés par les répondants.

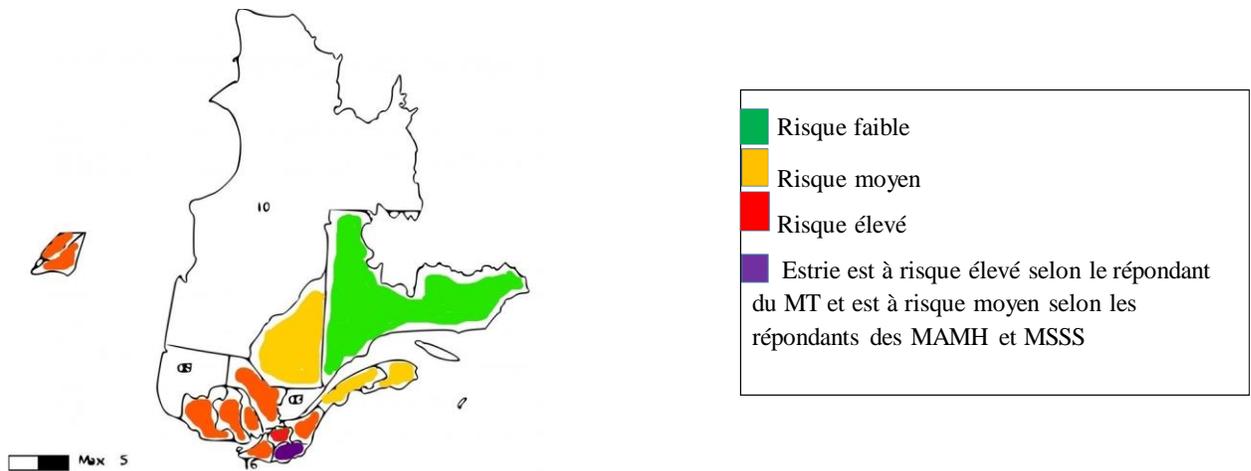


Figure 2. Niveau de risque aux inondations selon les régions tel qu'il est perçu par les répondants

3.2.3 L'UTILISATION DES PRÉVISIONS PAR LES RÉPONDANTS

Afin de savoir si les répondants utilisent déjà des prévisions, une question directe leur demandait s'ils utilisaient ou non des prévisions de débit ou de profondeur d'eau. Cette question permettait de départager les répondants, car les questions pour une partie de la grille d'entrevue différaient légèrement en fonction de l'utilisation ou non des prévisions.

Une nette majorité (21 sur 28) des répondants de différents ministères utilisent des prévisions. Ils utilisent en premier lieu le site Vigilance et, dans une moindre mesure différentes autres formes de données prévisionnelles fournies par la DEH ou par d'autres sources lors des crues printanières. **Il est à noter que tous les répondants du MSP consultent les prévisions.** Les intervenants en santé publique utilisent peu les données prévisionnelles de crues, et les deux représentants du MAMH ont dit ne pas les utiliser du tout. Le tableau 2 montre la manière dont se distribuent les réponses en fonction des différents ministères consultés.

Tableau 1. Utilisation des prévisions selon les différents ministères

Ministères	Utilisent les prévisions	N'utilisent pas les prévisions
MSP	8	0
MTQ	7	3
MERN	4	1
MSSS	2	1
MAMH	0	2

Les sources des **prévisions utilisées sont potentiellement variables**. Ainsi, le **site Vigilance où les données de la DEH sont consultées par une dizaine de répondants essentiellement du MSP, du ministère des Transports et du MERN. Un répondant du ministère des Transports utilise également les prévisions de Rio Tinto Alcan qu'il juge plus précises pour sa région**. Il y a accès par l'entremise des hydrologues de Rio Tinto et il ajoute qu'ils ont parfois des rencontres avec eux, moments où ils reçoivent des informations.

Un représentant du MSP Outaouais utilise **plusieurs données provenant de plusieurs sources**. Il consulte les données provenant de la Commission de la planification de la régularisation de la rivière des Outaouais, a régulièrement des discussions avec les gestionnaires de barrages et consulte Hydro-Météo. Ce cas de figure est intéressant, car il met en relief la situation hydrologique particulière de la rivière des Outaouais soumise à l'influence de barrages et située en bordure de la province. Une autre intervenante en Santé cette fois, mais de la même région, mentionne qu'elle consulte Énergie Brookfield qui gère la rivière du Lièvre en Outaouais. Selon elle, cet organisation fait parfois des communications publiques qui sont utiles. Un participant se fie aux rapports internes comme les rapports transmis par la direction générale de la Sécurité civile de son ministère (Transports), ou encore au site Station Météo-Route (du même ministère). Environnement-Canada est utilisé par un répondant (MSP) en complément des informations qu'il retrouve de Vigilance/DEH.

La liste des sources nommées :

- Vigilance et/ou DEH
- Rio Tinto Alcan
- Énergie Brookfield
- Commission de la planification de la régularisation de la rivière des Outaouais
- Hydro-météo
- Cartes de profondeur d'eau développée par l'INRS et l'organisme de bassin versant de la rivière Petite Nation/riivière Saumon.
- Environnement Canada
- Station météo Route
- Rapports transmis par la direction générale de la Sécurité civile du ministère des Transports
- Cartes de profondeur d'eau développée par l'INRS et l'organisme de bassin versant de la rivière Petite Nation/riivière Saumon.

Cependant, il est important de noter qu'en cours d'entrevue, il y a parfois eu tendance à certaines confusions entre données d'observations et données de prévisions ce qui peut expliquer certaines des sources nommées.

Ceux qui n'utilisent pas de prévisions de débit/profondeur, ont des façons alternatives d'aller chercher l'information dont ils ont besoin ou encore disent ne pas en avoir besoin. Ces manières alternatives d'avoir des données peuvent être de faire de la surveillance terrain et de se fier à des balises connues qui alertent des seuils atteints ce qui permet d'anticiper les réactions des cours d'eau. Un représentant du MAMH dit qu'il aimerait utiliser des prévisions dans l'avenir alors qu'un collègue du même ministère (autre région) mentionne qu'il n'en a pas besoin pour son travail (aménagement du territoire).

3.2.4 AUTRES SOURCES D'INFORMATION UTILISÉES PAR LES RÉPONDANTS

D'autres sources d'informations sont utilisées par plusieurs participants. Il s'agit principalement de données en temps réels (des données d'observations) qui sont parfois de sources internes à leur ministère ou des informations externes. Les règles limnimétriques installées sur différents ponts ou dans des endroits ciblés dans les rivières reviennent à plusieurs reprises essentiellement utilisées par le MSP et le MTQ. Le MSP effectue souvent des patrouilles de terrain et certains répondants se disent en lien régulier avec les municipalités avec lesquelles ils partagent de l'information.

Des données en temps réel :

- Les stations hydrométriques (DEH et autres)
- L'observation terrain à l'aide des règles limnimétriques installées sur les différents ponts (MTQ) ou à différents endroits dans les rivières (MTQ, MSP, MERN)
- Des relevés de bathymétrie et le LIDAR (MERN),
- Des données sur la quantité de neige au sol et la densité de neige (couplées aux précipitations et aux températures annoncées)
- Des patrouilles sur le terrain à l'aide d'un réseau d'observateurs composé de citoyens ou des membres des municipalités (MSP), courriels des municipalités avec des photos et noms de rues prises par les équipes de travaux publics qui font des tournées (MSP), monitoring par des patrouilleurs sur les routes (MTQ)
- Les rapports de fermetures de routes du MTQ indiquant les raisons (MSP).
- Centres intégrés de la gestion de la circulation (MTQ)

Certains répondants ont souligné le manque de données disponibles, notamment dû au fait que sur plusieurs cours d'eau, il n'y a pas de station hydrométrique. C'est le cas de la région du Bas-Saint-Laurent.

« Au Bas-Saint-Laurent on n'en a pas beaucoup des rivières qui sont jaugées, donc c'est difficile, car ce serait le fun d'avoir plus de données. C'est difficile d'avoir des stations pour les cours d'eau et aussi difficile d'avoir accès aux données. Par exemple, nous on a une entente avec Hydro-Québec qui nous donne accès à la dernière heure, mais on n'a pas les prévisions, il faut leur demander. On voit la courbe et on sait les prévisions pour les rivières, mais pour les cours d'eau jaugés par Hydro-Québec, la qualité des données est moindre » (MSP Bas-Saint-Laurent).

« Un besoin qu'on a, c'est vraiment d'avoir plus de stations » (MSP Bas-Saint-Laurent)

Constats :

Il est important de mentionner d'emblée que le commentaire indiquant qu'il manque des données et plus spécifiquement des stations hydrométriques n'est pas à négliger. En effet, les régions du Bas-Saint-Laurent-Gaspésie, de la Côte-Nord et du Saguenay ont été nommées à quelques reprises lors des entrevues comme ayant peu de rivières jaugées. Or, la pertinence de l'outil de visualisation des prévisions hydrométriques est étroitement reliée à la manière dont l'ensemble des régions du Québec seront prises en compte, y compris celles où la population est moins importante.

Proposition :

1. Augmenter le nombre de stations hydrométriques sur l'ensemble du territoire québécois et notamment dans les régions qui sont pour l'instant globalement moins bien pourvues en stations (par exemple le Bas-Saint-Laurent-Gaspésie, la Côte-Nord et le Saguenay-Lac Saint-Jean).

3.3 DÉFINITION ET CONSÉQUENCES D'UNE INONDATION

3.3.1 QU'EST-CE QU'UNE INONDATION ?

De façon systématique, cette question a été posée à tous les répondants de manière à comprendre le ou les éléments déclencheurs qui les amènent à déclarer un territoire inondé.

Un territoire est jugé en inondation pour certains dès que la **rivière sort de son lit normal** et provoque un débordement. Dans ce cas, c'est la délimitation entre le milieu hydrique et le milieu terrestre qui est le point de repère permettant de détecter une inondation.

« C'est une bonne question, pour moi une inondation est lorsqu'il y a débordement d'un cours d'eau. Aussitôt que le cours d'eau surpasse au niveau plein bord et qu'il y a un débordement. Pour moi c'est aussi simple que ça et il s'agit d'un phénomène naturel. Je ne fais pas de lien avec les conséquences par contre, pour moi c'est tout simplement ça. » (MSP, Bas-Saint-Laurent-Gaspésie)

Pour d'autres, la définition d'une inondation fait davantage référence au **dépassement d'un seuil**. Il peut s'agir d'une limite prédéfinie visuellement, soit le dépassement du niveau normal de la rivière, ou le débordement au-delà de la ligne des hautes eaux, mais aussi du seuil de surveillance (faisant référence au site Vigilance).

Pour d'autres en revanche, c'est essentiellement lorsque **l'eau atteint des infrastructures ministérielles**. Cela est particulièrement le cas pour les intervenants du ministère des Transports pour lesquels l'inondation est décrétée uniquement au moment où les infrastructures dont ils sont responsables sont menacées ou atteintes. L'inondation advient lorsqu'une «partie de la chaussée est recouverte d'eau», ou quand «l'eau entrave le réseau routier». Pour certains intervenants de ce ministère, seules les routes sous la direction du MTQ les intéressent, le réseau municipal n'est pas inclus dans leur définition d'une inondation, même si certaines routes municipales sont immergées.

«À partir du moment où l'une de nos infrastructures risque d'être touchée on peut dire qu'on est en inondation. » (MTQ, Estrie)

Les représentants de la Santé publique et du MSP associent l'inondation aux **conséquences humaines**. Il y a inondation si l'eau atteint des résidences ou des entreprises, à partir du moment où des gens devront être évacués ou seront confinés chez eux. Une intervenante en Santé souligne que les conséquences sont multiples et qu'une inondation peut avoir des répercussions sur la société (son fonctionnement, la santé, l'économie, l'écologie, etc.). En parlant de la santé, un autre mentionne que la contamination des puits est pour eux un problème qui les inquiète.

Ainsi, une inondation est tout débordement susceptible d'engendrer des conséquences négatives sur les humains. Dans ce même ordre d'idée, un territoire est en inondation lorsque l'eau sort de son lit et **engendre des problèmes ou des dégâts sur les structures, les biens et/ou les humains (notamment la sécurité de ceux-ci)**. Cette définition est souvent celle du MSP, du MAMH ou de la Santé.

« Mais plus concrètement, il va y avoir un problème si ça affecte des biens. Si ça inonde dans des champs, ce n'est pas grave, c'est la nature. Mais il va y avoir un problème si ça se rapproche des infrastructures municipales, des routes, des usines d'épuration d'eau ou bien des résidences. » (MSP, Bas-Saint-Laurent)

« Et en fait nous, et selon la loi de la sécurité civile, il faut que les biens ou les personnes soient touchés ou menacés. Mais c'est ça la différence, touchés ou menacés, est-ce que de l'eau sur les terrains... dans ce cas-là nous on va le répertorier, mais ce n'est pas une inondation parce qu'il faut que ça touche à un bien. Donc il faut que l'eau rentre dans la résidence ou qu'une route soit fermée pour que l'on puisse considérer des inondations avec des impacts sur notre aide financière. Si ça reste avec de l'eau sur le terrain bien alors on reste en surveillance et en alerte, mais pour considérer comme telle une inondation il faut qu'il y aille dommage à des biens. » (MSP, Montréal-Laval-Laurentides-Lanaudière)

« C'est sûr que comme on dessert les municipalités, on dessert beaucoup le volet humain, donc pour nous c'est sûr que les inondations c'est quand il y a des impacts sur des résidences, sur des citoyens...ouais je devrais peut-être dire des citoyens ou des usagers. » (MSP, Lanaudière-Laurentides)

« Comme une combinaison d'une montée d'eau et occupation d'un territoire où l'eau a monté et qui n'y en a pas normalement. » (Santé, Estrie)

3.3.2 CONSÉQUENCES D'UNE INONDATION

Les conséquences d'une inondation qui ont été nommées par les différents intervenants des différents ministères regroupent différentes catégories d'impacts. Il s'agit des **impacts sur les citoyens, sur les immeubles, sur les municipalités, sur les infrastructures, sur le territoire public**, et enfin plus globalement **sur la société**.

Les conséquences sur les citoyens qui ont été soulevées peuvent être très concrètes, mais aussi possiblement plus diffuses, plus difficiles à quantifier, mais non moins importantes. Ainsi, les aspects plus concrets et plus à court termes peuvent être l'évacuation des citoyens et leur relocalisation, les coupures d'électricité, l'isolement au domicile ou au contraire l'impossibilité de s'y rendre, l'inondation des terrains et des champs, l'accès à l'eau potable qui peut être interrompu, la contamination des puits, l'intoxication au monoxyde de carbone dû à l'utilisation des génératrices, la crainte relative au bien-être des animaux (de compagnie), le manque d'aliments frais, la difficulté ou l'impossibilité de secourir une personne en ambulance même si celle-ci n'est pas dans une zone inondable (dû à une route bloquée).

Mais d'autres impacts ont aussi été soulevés notamment par des intervenants de la Santé, du MAMH et du MSP, tels que des noyades (Santé), la détresse et l'anxiété (MSP, Santé, MAMH), l'atteinte éventuelle de la santé mentale à court et à long terme (Santé), le suicide des personnes touchées (MAMH), la baisse du sentiment de sécurité de la population (Santé), des pertes matérielles et financières importantes, dont la perte de son logement (Santé), l'atteinte des zones de villégiature où les gens ne reçoivent pas forcément de l'argent de la Sécurité publique suite à une inondation (MAMH).

Les impacts sur les immeubles nommés touchent l'insalubrité dans les maisons dont l'apparition de moisissures soulevées par deux intervenant, un en santé publique et l'autre au MAMH. La valeur foncière des propriétés et plus largement tous les dommages aux résidences.

Les impacts sur les municipalités font référence surtout aux actions que les municipalités doivent mettre en place en situation d'inondation. Ainsi, l'installation des sacs de sable, des remblais ou des aquadams, ainsi que la fermeture des routes municipales est soulevée. Un élément intéressant est mentionné par un représentant du MSP qui parle de l'impact potentiel pour les municipalités relié au fait d'être appelé à agir sous pression, puisque celles-ci sont aux premières lignes en situation d'inondation.

Les impacts sur les infrastructures ont surtout été soulevés par le MSP et le MTQ, et font essentiellement référence à la fermeture des routes, des bretelles d'accès, des sorties ou encore des ponts qui sont susceptibles de causer des détours. Cela est jugé particulièrement problématique lorsque ces fermetures isolent des secteurs qui ne sont desservis par aucune autre route. Dans le même ordre d'idée, le transport des marchandises et des personnes peut s'en trouver affecté. Outre les fermetures, ce sont les dommages causés aux infrastructures qui sont également soulevés. Il peut s'agir des infrastructures routières (qui requièrent alors des tests de portance suite à une submersion) des ponts qui peuvent être emportés par de fortes crues, ou encore l'affaissement du terrain aux approches de ponts. La destruction des digues et les bris sur les barrages ou encore le débordement de ceux-ci sont également mentionnés. Finalement, les coûts relatifs à tous les bris d'infrastructures sont évoqués.

Les Impacts sur le territoire public ont essentiellement été soulevés par le MERN qui est gestionnaire des terres publiques. Ces intervenants ont cité la dégradation du territoire public, le déplacement des lits de rivières, les impacts relatifs aux enjeux de l'exploitation hydroélectrique ou des hydrocarbures, des impacts reliés à l'exploitation agricole (et/ou forestière). De plus, ils ont nommé le risque d'impacts sur les réserves naturelles et les espèces à protéger, l'évacuation des zones de villégiatures qui sont présentes sur les terres publiques (notamment dans les chalets de camps de chasse ou de pêche). Des représentants du MERN, mais aussi du MSP et du MTQ ont fait référence plus globalement aux dommages aux terrains (pertes, modifications, érosion, glissements de terrain, etc.).

Enfin, des impacts à une échelle plus large ont été soulevés par le MERN et la Santé publique. Ce sont **des impacts sur la société** tels que le ralentissement économique que peuvent provoquer des inondations majeures, ainsi que des impacts sur l'écologie plus largement (risques environnementaux reliés aux crues importantes).

Constats :

Rappelons que le Québec, tel que souligné dans Matte et al. (2017), ne dispose pas vraiment d'outils ou d'informations accessibles permettant de quantifier facilement les impacts liés aux inondations. Le Québec n'est toutefois pas le seul endroit où cette information est manquante. L'information au sujet des impacts des inondations est éparsée et anecdotique. Par exemple, il n'existe pas, actuellement, de courbes débit-dommages ou niveau-dommages pour le Québec. Bien que certains travaux sont en cours (INRS, Université de Sherbrooke), peu de résultats sont publiés à ce jour. Or, le développement de ces courbes permettrait de répondre aux préoccupations énoncées par les répondants, mais demanderait des ressources considérables. Ces ressources ne sont pas que monétaires. En effet, il faudrait premièrement commencer à compiler l'information relative aux dommages (de tous types) dus aux inondations. Dans un deuxième temps, il faudrait faciliter l'accès à ces données aux chercheurs pour leurs projets de recherche. Actuellement, le peu de données disponibles relativement aux dommages associés aux inondations est détenu par le MSP, le MTQ et les compagnies d'assurances. Il s'agit de données sensibles qui soulèvent des questions éthiques, puisque souvent, ces informations permettent d'identifier des citoyens. Des mécanismes de certification éthique peuvent toutefois être mis en place. Ainsi, outre le financement de projets portant sur l'établissement de courbes débit-dommages, les recommandations suivantes sont faites :

Propositions :

1. *De concert avec les parties prenantes impliquées (MTQ, MSP, municipalités, et idéalement les compagnies d'assurances), mettre en place un processus de compilation des dommages de tout acabit liés aux inondations au Québec ;*
2. *Élaborer une procédure centralisée pour faciliter l'accès aux données de dommages et d'impacts liés aux inondations, afin de stimuler la recherche dans le domaine de la modélisation des impacts liés aux inondations.*

3.4 LES PRÉVISIONS

3.4.1 RÔLE ET UTILITÉ DES PRÉVISIONS

Globalement, le rôle des prévisions de crues permet d'informer et prévenir les municipalités le plus tôt possible, d'anticiper pour mieux planifier et préparer les ressources humaines qui devront agir en situation d'inondation, ainsi que préparer les équipements et le matériel nécessaire en fonction du niveau de crues appréhendées. Les prévisions permettent de répartir les ressources de la façon la plus optimale et efficace possible. Elles fournissent «une grosse ligne directrice pour savoir si on agit ou pas» (MTQ). Les prévisions ont **un rôle d'alerte** notamment auprès des municipalités en aidant à activer le processus d'alerte et la mobilisation des mesures d'urgence. Elles fournissent aussi des informations qui seront utiles pour appréhender l'assistance financière qui sera requise pour les municipalités qui ont assumé des mesures préventives. Pour le MERN, les prévisions de crues permettent de calmer les ministères et les autorités qui pourraient être inquiètes face à des inondations appréhendées.

La plupart des répondants de ministères différents considèrent que les prévisions ont le rôle de les informer à l'avance des conséquences, impacts, dommages que le débit d'une rivière aura sur un territoire, notamment en termes d'étendue potentielle de la surface inondée. **Ainsi, pour jouer pleinement ce rôle, la prévision doit être contextualisée, transposée en impacts potentiels.**

Cette réponse est autant faite par les utilisateurs de prévisions de débits de ceux qui travaillent avec les niveaux. Pour plusieurs répondants, la prévision doit faire partie d'un **triolet prévision-seuil-conséquences** afin de donner à la prévision une signification claire et précise permettant d'adapter les opérations et la prise de décision. La prévision seule ne veut souvent rien dire, elle doit être associée à des seuils de hauteur pour certains, à des impacts possibles sur les infrastructures (telles que les routes) pour d'autres. Deux répondants rappellent d'ailleurs que les prévisions servent à alerter d'un risque potentiel en fonction de seuils (et rappellent que les municipalités souhaitent connaître les conséquences reliées aux seuils). Lorsque traduite en niveau de risque, la prévision permet par exemple de cibler les lieux où il y a vraiment des risques afin de concentrer les efforts là où c'est pertinent.

Ce qui doit être retenu ici, c'est que le rôle d'alerte de la prévision n'est effectif que dans la mesure où sa lecture est corrélée à d'autres informations contextualisées. À cet égard, **les seuils** (de hauteur ou de débit) et les prévisions de leur dépassement servent à faire ce lien entre la prévision de la crue et les effets sur le terrain. C'est pour cette raison qu'un participant (MSP) déplore le fait que sur plusieurs rivières qui le concernent, il n'y a aucun seuil associé aux stations, alors même que les seuils lui permettraient d'associer un débit à une intensité de crue et potentiellement d'inondation. Cet intervenant dit que pour l'instant, il ne peut rien prévoir avec ces stations, puisqu'il ne peut rattacher leurs données à des conséquences. Il souhaiterait que les prévisions de débit soient systématiquement rattachées à des seuils.

Deux participants, un de la Santé publique, l'autre du MAMH soulèvent le fait que les prévisions ne donnent pas seulement de l'information sur une rivière jaugée, elles peuvent aussi jouer un rôle **d'indicateur sur les débits/ou la hauteur d'eau sur de plus petites rivières non jaugées** aux alentours, mais qui peuvent être affectées par une crue dans un bassin versant. Autrement dit, la prévision peut jouer un rôle d'alerte d'une situation de plus grande ampleur que ce que la prévision couvre effectivement. La prévision peut aussi permettre de repérer les tronçons les plus affectés dans un bassin versant.

Un autre point intéressant est soulevé par quelques participants de différents ministères qui sont intéressés non seulement par la prévision de la crue, mais aussi par la décrue à venir. Cette information permet d'appréhender la durée des conséquences sur un territoire. Outre l'alerte de l'événement appréhendé de la crue, c'est l'évolution de celle-ci qui est regardée et analysée. **Le rôle de la prévision** est alors de donner une **indication sur cette évolution**.

Pour certains, le rôle des prévisions vient en **complément des données observées sur le terrain**. Ce qui fait dire à un répondant que

«travailler avec des prévisions c'est bien, mais travailler avec les données sur le terrain c'est une très bonne chose, c'est empirique, c'est réel» (MSP, Côte-Nord).

L'intérêt pour certains est de comparer les données réellement observées avec celles qui avaient été prévues. Il s'agit à l'aide des prévisions de valider ce qu'ils observent.

Constats :

Pour remplir pleinement son rôle, une prévision doit être contextualisée afin de permettre à l'utilisateur de relier l'information prévisionnelle au territoire réel. Cet impératif est revenu à plusieurs reprises lors des entretiens. Comme le montre Belin *et al.*, 2019, il faut garder en tête que la prévision est utilisée dans un contexte de capacité de planification et de gestion des urgences qui impliquent des stratégies d'actions localisées. C'est dans ce contexte que la prévision doit inclure le triptyque prévision-seuils-conséquences. En effet, pour beaucoup d'utilisateurs, l'impact est souvent plus important que l'aléa lui-même, nos résultats rejoignent ici les propos de Kox *et al.*, 2018.

Propositions :

1. *L'outil de visualisation devrait systématiquement inclure les seuils d'inondation ;*
2. *L'outil devrait présenter, en plus des prévisions, les conséquences potentielles de celles-ci sur les territoires et les populations ;*
3. *L'outil de visualisation devrait contenir des informations relatives à l'évolution de la crue (repérer visuellement la durée appréhendée, le moment du pic de crue, etc.).*

3.4.2 PRÉFÉRENCES ENTRE LA PRÉVISION DE DÉBIT OU DE PROFONDEUR

Tous les participants ont été interrogés à savoir s'ils avaient une préférence entre une prévision de débit et une prévision de profondeur. **Certains considèrent que des prévisions de profondeurs seraient plus faciles à interpréter, car il est plus facile de faire des liens avec le territoire en parlant de profondeur que de débit.** En revanche, **d'autres se disent à l'aise avec les données prévisionnelles de débit.** Règle générale, **les personnes qui ont une connaissance du lien entre le débit et les seuils d'inondation relient plus facilement les données de débits au comportement de la rivière** en termes de débordement appréhendé.

Deux participants travaillant ensemble au MTQ soulignent que la prévision de débit (et la prévision météorologique) est essentiellement importante pour la surveillance des ponceaux puisque ceux-ci peuvent céder avec un fort débit et après 50mm de pluie en 24h. Selon eux, l'information prévisionnelle de débit est cependant plus utile pour les centres de service locaux puisque c'est eux qui sont responsables du suivi de ces structures.

Quelques répondants ont dit être **intéressés par les deux**, notamment parce que les prévisions de **débits seules parlent peu, mais lorsqu'elles sont couplées à la profondeur de l'eau l'information devient plus éloquente.** Un répondant du MSP justifie son intérêt pour les deux données (débit et profondeur) en mentionnant que ce sont des données complémentaires puisque le déplacement des sédiments et les glissements de terrain sont reliés à la force de l'eau, et que l'étendue et la gravité des impacts aux endroits touchés sont reliées à la profondeur.

Un répondant rappelle que pour le fleuve, les prévisions sont en hauteur, mais que pour les rivières elles sont données en débit. Un participant (Santé région Outaouais) mentionne que son choix dépend du lieu pour lequel elle considère la prévision.

« Ça dépend sur quoi je travaille et où je prends ma prévision. Si je suis prêt d'un réservoir, j'utilise la hauteur, mais si je suis en pleine rivière ou sur un affluent je travaille avec le débit ». (Santé, Outaouais)

Enfin, deux répondants ne souhaitent ni l'une ni l'autre. Le premier dit n'être intéressé que par les impacts, et l'autre que par les seuils.

Constats :

La préférence pour une prévision de débit ou une prévision de profondeur d'eau varie selon les utilisateurs. Ceux qui connaissent les valeurs de débit des rivières de leur territoire interprètent plus facilement une prévision de débit et sont davantage aptes à traduire cette prévision en conséquences sur le terrain. Cependant, il faut garder en tête que lorsque les données de débits sont couplées à des informations relatives à la profondeur d'eau, la prévision est plus lisible par une majorité d'utilisateurs potentiels, et pour certains, cet ajout est d'emblée considéré comme une information complémentaire intéressante. Nous aimerions souligner cependant que le terme de niveau a été mentionné à quelques reprises, et que pour certains, c'est ce terme qu'ils auraient souhaité.

Propositions :

- 1. Permettre une lecture simultanée des données prévisionnelles de débit et des données relatives à l'étendue et à la profondeur de l'eau ;**
- 2. Clarifier ce que l'outil présente et expliquer la différence entre le niveau et la profondeur afin de dissiper tout malentendu relatif à ce que la prévision présente.**

3.4.3 ÉLÉMENTS FAVORISANT L'INTÉRÊT ENVERS LES PRÉVISIONS POUR CEUX QUI NE LES UTILISENT PAS

Les participants qui n'utilisent pas de prévisions ont été interrogés pour savoir quelles seraient les raisons qui pourraient les inciter à souhaiter les utiliser dans le futur. La majorité des répondants auraient de l'intérêt pour leur utilisation si celles-ci prennent en compte certains aspects.

Ainsi, quelques participants disent qu'ils utiliseraient les prévisions si celles-ci leur permettaient d'avoir une **interface cartographique et qu'elles anticipaient les inondations en intégrant les précipitations**. Quatre répondants dont trois du MTQ disent qu'ils utiliseraient les prévisions si celles-ci étaient **relatives à des seuils**, soit des seuils d'alertes ou des dépassements de seuils. Pour eux, c'est l'information qui indique à partir de quand la situation devient problématique qui est pertinente, et ce afin d'assurer une rapidité d'intervention.

Un participant en Santé publique mentionne qu'il utiliserait les prévisions si elles permettaient de faire la **corrélation entre les prévisions traduites sur une interface géomatique et les impacts psychosociaux et économiques**. Cette personne fait référence aux informations cartographiées dont il dispose (pour sa région, Estrie) et c'est le lien avec ces informations qui rendrait la prévision pertinente. Une idée mentionnée par un participant du MAMH est qu'il serait intéressant que les **prévisions soient accompagnées d'une «to do list»** qui serait reliée à différents niveaux d'eau. Cette personne serait intéressée à savoir qui fait quoi et quand, et fait référence aux différents intervenants en situation d'inondation (ministères, municipalités, citoyens). En lien avec les propos sur les éléments rendant la prévision utile, la **connaissance des dommages** causés par les aléas serait un élément favorisant l'adhésion d'un participant du MERN.

La plupart des répondants qui n'utilisent pas les prévisions ont manifesté leur intérêt à les utiliser dans le futur. Mais quelques-uns ont dit qu'elles leur seraient peu utiles. Deux répondants

du MAMH expliquent qu'ils sont en mode réaction, en mode mesure d'urgence et qu'ils interviennent après que d'autres ministères les aient alertés. Ils ne sont pas mandatés pour surveiller ou interpréter des données prévisionnelles. D'autres interviennent en post inondation et attendent l'appel de la sécurité publique et donc que le signal leur soit donné par le MSP afin de savoir s'ils doivent intervenir. C'est le cas de la Santé publique, qui n'a pas fonction d'intervenir en amont de l'aléa.

Quelques raisons peuvent amener des experts de différents ministères qui n'utilisent pas actuellement de prévisions de crue de rivière à en utiliser dans le futur. Nous les traduisons directement en recommandations.

Propositions :

- 1. Inclure une interface cartographique ;**
- 2. Inclure les seuils d'inondation ;**
- 3. Réfléchir aux possibilités de relier l'information prévisionnelle à une cartographie des informations relatives aux impacts humains (jumeler l'outil avec des couches d'informations supplémentaires au besoin) ;**
- 4. Accompagner l'information prévisionnelle d'une liste d'actions à prendre.**

3.4.4 UNE MAUVAISE PRÉVISION ET SES IMPACTS

Qu'est-ce qu'une mauvaise prévision, et qu'est-ce qui est le plus grave dans un mauvais système de prévision? Les réponses des participants font référence à une sous-estimation, ou encore à une surestimation, ou les deux, ou encore une estimation carrément erronée c'est-à-dire où il y aurait un écart important entre la prévision et le fait réel. Ainsi un répondant dit :

« ...pour une prévision, on ne veut pas juste un chiffre et on ne veut pas se faire dire que ça va être à peu près ça. On veut savoir combien précisément parce qu'à partir du moment où il y a le potentiel d'avoir un risque, on veut se préparer en conséquence. On a des barèmes très précis de quand on doit intervenir, on doit donc avoir des prévisions précises aussi » (MERN, Central-Montréal).

Dans le même ordre d'idée, un répondant mentionne qu'une prévision risque d'être erronée si elle est basée sur des débits interpolés en raison du manque de station de mesure hydrique sur certaines rivières. Enfin, une prévision qui ne se produit pas au bon moment est jugée problématique par deux répondants.

Et qu'est-ce qui est le plus grave ?

Une majorité des répondants considèrent qu'une **sous-estimation** de la crue est l'erreur la plus grave. Conséquemment, les répondants ont souvent affirmé qu'il vaut mieux trop en faire que pas assez.

« L’an passé, on nous annonçait plus de 100mm de pluie en quelques jours, mais finalement le système a dévié et c’est le Nouveau-Brunswick qui a été touché. Le fait qu’on avait été mis en alerte m’avait permis de me remettre à jour rapidement ainsi que de me préparer pour une inondation. Dans ces situations on doit être prêt pour n’importe quoi. Si la tempête était tombée ici, on aurait eu des inondations, mais j’étais prête à tout » (MSP, Bas-Saint-Laurent)

« ...Je préfère en faire trop que pas assez » (Santé, Laurentides).

« ...Une fausse alerte est moins pire que de manquer un événement important » (MTQ, Côte-Nord)

« ...Au pire, si la situation prévue n’arrive pas, au moins ça va leur faire une pratique » (MSP, Bas-Saint-Laurent)

« ...mieux en faire trop que pas assez en termes de préparation à une inondation » (MTQ, Saguenay-Lac-Saint-Jean)

Néanmoins, la **surestimation** peut être jugée comme un problème grave, notamment lorsqu’il s’agit d’une **surestimation à répétition**. Les raisons qui sont nommées sont alors liées au déploiement trop fort des effectifs et des actions (qui représentent des coûts), mais aussi la perte de confiance de la population à leur endroit qui leur fait «perdre la face» donc perdre en crédibilité. En effet, une réaction trop forte par rapport à ce qui arrive réellement, «crier au loup» n’est pas toujours sans conséquence.

« ...La surestimation peut faire très mal, surtout au niveau de la crédibilité de l’organisme qui les communique à ses équipes ou à ses citoyens. À la longue ça affaiblit le sentiment d’urgence des gens » (MSP, Montréal-Laval-Laurentides-Lanaudière)

« ...Si on n’envoie pas l’information aux personnes et qu’il se passe quelque chose, c’est une mauvaise décision. Si on envoie de l’information et il ne se passe rien, ce n’est pas une mauvaise décision, mais si ça se répète souvent ça perd en crédibilité » (MSP, Outaouais)

« ...Quand on communique une prévision aux municipalités et que celle-ci s’avère surestimée, eux ils ne sont vraiment pas contents et ils nous le font savoir » (MSP, Laurentides-Lanaudière)

Un répondant mentionne que c’est la surestimation qui est le plus grave à cause essentiellement du fait que selon son expérience, les prévisions sont rarement sous-estimées.

« ...Il y a beaucoup de surestimation, les données prévues sont souvent exagérées » (MSP, Bas-Saint-Laurent)

Pour un répondant, des prévisions surestimées ne posent aucun problème.

« ...Il y a de la surestimation, mais c'est bien correct, j'aime bien ça » (MSP, Montréal-laval-Laurentides-lanaudière)

Pour d'autres, l'important est qu'il n'y ait pas trop **d'écart entre la prévision et la situation réelle**, dans ce cas, c'est la différence entre l'information prévisionnelle et la situation réellement observée qui est jugée grave. Quelqu'un mentionne que le problème est encore plus grave s'il y a un cumul de mauvaises prévisions, car cela est nuisible à la confiance générale envers l'information prévisionnelle. Pour un répondant la sous-estimation et la surestimation sont autant problématiques, car :

[...] l'essentiel c'est de ne pas se tromper trop souvent, car tu vas perdre ta crédibilité assez vite. Que ce soit de la surestimation ou de la sous-estimation si ta prévision n'est jamais bonne, plus personne ne va la croire » (MSP, Mauricie)

Une réponse est intéressante est relative au degré d'incertitude. En effet, pour un participant une prévision qui **contient trop d'incertitude** ne permet pas de tirer des conclusions claires et devient inutilisable. Ici, c'est le degré d'incertitude jugé trop important qui rend la prévision mauvaise.

Règle générale, **l'erreur de timing** a été jugée moins grave que les raisons mentionnées ci-dessus, sauf pour certains qui jugent que cela peut être problématique.

« ...C'est embêtant si tu n'as pas le temps de réagir, si l'inondation arrive plus tôt que prévu » (Santé, Outaouais)

« ...Un peu. C'est sûr qu'une inondation qui arrive avant le temps va faire en sorte qu'on va avoir du retard sur notre plan, mais les municipalités sont déjà en alerte, donc ce n'est pas si grave » (MSP, Montréal-Laval-Laurentides-Lanaudière)

« ...Si on parle d'une erreur de près de 12h, c'est problématique. Si on a prévu un événement, mais il arrive 12h plus tard ou plus tôt, notre mobilisation d'effectif ne sera pas optimale, on ne sera pas prêt » (MTQ, Central-Québec)

Pour les autres, en revanche l'erreur de timing est jugée moins grave et ne pose pas de problème particulier.

« ...C'est moins grave, ça occasionne moins d'impact » (MTQ, Saguenay-Lac-Saint-Jean)

« ...Non, puisqu'on n'est pas en intervention sur le terrain. On est en soutien, ce n'est pas pareil » (MSP, Laurentides, Lanaudière)

« ...La prévision qu'elle soit décalée un peu ce n'est pas si grave » (MTQ, Côte-Nord).

« ...Parfois, le délai est plus court que prévu, mais en sachant les impacts qu'il peut avoir, on est capable de s'ajuster » (MERN, Central-Montréal)

Quels sont les impacts d'une mauvaise prévision ?

Comme le laissent entendre les propos ci-dessus, les impacts d'une mauvaise prévision s'il s'agit d'une surestimation, sont essentiellement pour certains, **la perte potentielle de crédibilité** notamment auprès des citoyens. Le fait d'alerter pour rien affaiblit le sens à donner aux alertes et le sens du danger pour les citoyens. **À terme, cette situation peut s'avérer très contre-productive en situation d'urgence.** C'est le même genre de perte de crédibilité qui est nommé à l'égard des municipalités qui pourraient être alertées pour rien et perdre confiance envers les informations transmises par les ministères. De plus, **surmobiliser des ressources a un coût financier et humain qu'il ne faut pas négliger.**

En revanche, une sous-estimation peut engendrer **une mauvaise préparation et l'impossibilité de se rattraper**, faute de temps. De ce fait, plus d'infrastructure et plus de biens risquent d'être touchés. Quelqu'un souligne que travailler à partir d'une mauvaise prévision peut **affecter le lien de confiance des membres des équipes sur le terrain et envers le réseau d'information à l'interne.**

Les exemples relatifs à de mauvaises prévisions ne semblent pas avoir été fréquents, en effet, peu de répondants ont dit avoir vécu cela. Deux répondants du MSP rapportent une expérience reliée à une mauvaise prévision. L'un d'eux mentionne qu'ils n'ont jamais eu de conséquences directes d'une mauvaise prévision à part le fait d'avoir alerté des municipalités pour rien. L'autre raconte qu'il a déjà reçu une prévision complètement surestimée (320 m³/s, alors qu'ils ont des impacts à partir de 180 m³/s.). Cette prévision ne s'est jamais avérée, mais elle avait créé un mode panique dans les municipalités alertées et des équipes avaient été déployées pour rien.

Constats :

Pour plusieurs experts de différents ministères, la sous-estimation d'une prévision semble plus problématique qu'une surestimation. L'inquiétude est alors de ne pas en faire assez et de mettre des vies et des biens en danger en n'ayant pas suffisamment anticipé l'ampleur des conséquences. Néanmoins, une surestimation à répétition peut engendrer un affaiblissement des messages d'urgence adressés à la population et constituer une préoccupation pour plusieurs. En revanche, un décalage temporel est jugé moins problématique.

Une des propositions de l'étude de Fundel *et al.* [2019] relative aux fausses alertes, est la mise en place d'un système permettant aux utilisateurs de rapporter les ratés du système de prévision aux responsables et aux prévisionnistes. Suite aux entretiens avec les participants de notre étude, il apparaît que cette piste pourrait être pertinente et contribuerait à impliquer les utilisateurs des divers ministères.

Propositions:

- 1. Afin de réduire les erreurs (sous-estimation ou surestimation), mais aussi pour inclure les experts des différents ministères dans le processus de réajustement des données, il serait utile d'imaginer un processus de rétroaction permettant aux utilisateurs de rapporter les ratés du système de prévision ;**
- 2. Inclure des métriques d'évaluation des prévisions pour les jours précédents. Il existe plusieurs façons d'évaluer la qualité des prévisions (en les comparant avec les observations). Il pourrait être très pertinent par exemple que l'outil de visualisation inclue un indice de performance des prévisions des 10 jours précédents (par exemple Continuous Ranked Probability Score).**

3.4.5 NIVEAU DE CONFIANCE ENVERS LES PRÉVISIONS

La majorité des répondants disent avoir un niveau de confiance de bon à très bon à l'égard des prévisions de débit actuellement produites par la DEH et diffusées sur le site Vigilance. Selon certains, ces prévisions reflètent la rigueur et le professionnalisme, et ils comprennent que les prévisions doivent être interprétées.

Certains les utilisent en complément des observations qu'ils font sur le terrain, c'est la lecture des prévisions en lien avec les observations qui contribue à la confiance.

« ...Les inondations sont beaucoup plus faciles à anticiper qu'une tempête de vent par exemple. Pour les inondations, on marche sur du solide, on connaît déjà un peu la situation, on peut se fier à des éléments (ex. : reste-t-il de la neige dans le nord, est-ce qu'ils annoncent des précipitations) » (MTQ, Central-Québec)

D'autres insistent sur l'interprétation des prévisions qui est inhérente à sa lecture. D'une certaine manière, cette interprétation permet de situer la confiance à l'égard d'une prévision, car il est admis qu'elle contient toujours de l'incertitude.

« ...Pour analyser les prévisions, ça prend un certain niveau d'interprétation et si tu es nouveau dans le domaine, tu vas prendre les prévisions comme du « cash » et c'est là que ça peut être problématique » (MSP, Bas-Saint-Laurent)

Un répondant du MERN a une réponse un peu plus mitigée quant à la confiance qu'il accorde aux prévisions se disant assez confiant, sans plus. Enfin, **quelques répondants (MSP, Bas-Saint-Laurent et MTQ, Saguenay) considèrent que les données ne sont pas nécessairement justes**. Un répondant (MSP) mentionne que les modèles réagissent beaucoup au moindre petit ajout, ils ne sont pas nécessairement bien calibrés.

Deux répondants soulèvent le fait que les **données ont tendance à être moins justes pour des bassins versants de petite taille** que pour des bassins versants de plus grande taille. Un participant du MERN considère que les données pour le sud du Québec sont fiables, mais que **pour le Nord il manque d'informations**. Ce qui est aussi l'avis d'un répondant du MSP qui considère que certaines régions manquent de données comme c'est le cas sur la Côte-Nord, où le répondant juge qu'il n'y a pas beaucoup de stations, et où en plus il n'y aurait pas beaucoup de personnes qui surveillent les données pour ce secteur.

Les réponses qui révèlent une **confiance plus mitigée** se traduisent aussi par certains propos qui montrent que la confiance envers les prévisions est analysée à travers la **crédibilité que les répondants ne souhaitent pas perdre** dans le cadre de leur travail.

« ...Ça m'est arrivé quelques fois de me fier sur Vigilance pour mettre en place un processus et qui finalement ne s'est pas produit. Dans ce temps-là, c'est ma crédibilité qui écope... Même si tout le monde me dit que Vigilance c'est fiable, si moi je l'essaie et je ne le trouve pas fiable, je ne vais plus l'utiliser. Je vais utiliser ma propre opinion » (MSP, Mauricie)

« ...La confiance est toujours bonne quand tu n'as pas à utiliser les données ou quand tu n'en as pas besoin dans le cadre de ton travail directement. En d'autres mots, quand ta crédibilité n'est pas en jeu, c'est plus facile d'accepter les prévisions » (Santé, Estrie)

De plus, la confiance envers les prévisions peut aussi être teintée du **niveau de connaissance reliée aux prévisions ou de la capacité d'interprétation des utilisateurs.**

« ...Est-ce qu'on a vraiment le choix de se fier ou de ne pas se fier à la prévision ? » (MTQ, Gatineau)

Enfin, pour un répondant, la confiance est très subjective.

« ...La confiance c'est quelque chose de personnel un peu à chacun, c'est relatif » (MTQ, Central-Québec)

Constats :

Le niveau de confiance des répondants envers les prévisions émises par la DEH et retrouvées sur le site Vigilance est généralement bon à très bon. Par ailleurs, deux commentaires méritent une attention. Le premier concerne les plus petits bassins versants où les informations prévisionnelles sont considérées moins précises ; ce qui fragilise la confiance à leur endroit. De plus, le manque de données (hydrologiques, météo, type de sol, etc.) a été soulevé par quelques répondants, et cet aspect n'est pas sans influencer leur rapport aux prévisions émises par la DEH. En effet, ces utilisateurs potentiels se sentent moins concernés par les prévisions actuellement produites puisqu'ils ne disposent pas d'information prévisionnelle concernant les rivières de leur territoire. Ils se sentent en quelque sorte exclus du processus prévisionnel mis en place par le gouvernement et conservent une certaine méfiance à son endroit.

Propositions :

- 1. Inclure un complément d'information lorsque les données prévisionnelles sont plus incertaines ou potentiellement moins précises (explications, information relative au degré de précision, etc.) ;**
- 2. Pallier au manque de stations hydrométriques et/ou informer les utilisateurs potentiels de la façon dont les prévisions incluent leur territoire, autrement dit, ne laisser aucun territoire orphelin ;**
- 3. Utiliser des méthodes de calcul spécifiques aux petits bassins versants pour diminuer l'incertitude des prévisions et expliquer aux utilisateurs que la taille de ces bassins versants est prise en compte dans le calcul des prévisions qui sont émises.**

3.4.6 COMMENT COMPOSE-T-ON AVEC L'INCERTITUDE ?

L'incertitude joue un rôle lors de la préparation à une forte crue. Selon les répondants, une donnée incertaine sera interprétée comme une donnée à mettre à jour et/ou à compléter avec d'autres informations. Pour d'autres, elle sera plutôt considérée « comme si » elle était ce qui allait se produire, en fonction du pire scénario (selon des propositions de scénarios fort, moyen et faible).

Dans **plusieurs cas, l'incertitude fait partie du quotidien des répondants**, ils sont habitués à prendre en considération des informations incertaines dans le cadre de leurs fonctions. Certains mentionnent que pour **pallier à l'incertitude ils vont chercher d'autres informations** qui sont considérées nécessaires à l'interprétation de la prévision **ou encore consulter des experts**.

« ...On utilise aussi un bulletin météorologique du MTQ ainsi qu'un météorologue qui nous est attiré pour compléter les informations de Vigilance » (MTQ, direction sécurité civile, Québec)

« ...L'utilisation de plusieurs sources d'information augmente la confiance... Une seule source en termes de prévision n'est pas assez... Je ne crois pas qu'une seule source soit fiable à 100 % » (MSP, Bas-Saint-Laurent).

Ces répondants sont **conscients cependant que l'incertitude diminuera au fur et à mesure que la crue anticipée approche, ils vont donc aller voir les mises à jour afin d'évaluer si une prévision tend ou non à se confirmer**. Dans ces cas de figure, les prévisions permettent de prévoir et de planifier des scénarios qui pourraient nécessiter des actions ou la répartition éventuelle des ressources. Les actions elles-mêmes ne sont pas déployées, les participants se mettent en préalerte, ils considèrent l'information tout en évaluant l'incertitude qu'elle contient.

« ...Si j'ai une inondation de prévue dans 4 jours, la probabilité est quand même faible. Je vais avertir mes gens à l'interne, mais je ne vais pas annoncer ça dans les médias tout de suite pour ne pas crier au loup trop tôt et risquer de me tromper » (Santé, Estrie).

« ...On utilise plus les prévisions comme des indices de ce qui va arriver au lieu de les prendre à la lettre. On va se fier sur les prévisions tout en étant à l'affût de tout changement » (MTQ, direction sécurité civile, Québec)

Il est à noter que l'expérience et la connaissance du terrain sont nommées par certains. La **prévision, même incertaine est évaluée à travers cette connaissance empirique du territoire**.

« ...L'expérience des gens d'expérience est très utile pour compléter les données de Vigilance » (MSP, Laurentides-Lanaudière)

« ...Confirmer une information avec les gens qui sont sur le terrain augmente ma confiance pour les prévisions à venir » (MTQ, Laurentides-Lanaudière)

Un répondant du MTQ affirme quant à lui que la meilleure manière de composer avec l'incertitude est d'aller confirmer sur le terrain.

D'autres en revanche considèrent l'information incertaine de la même manière qu'une information certaine. Peu importe le niveau de certitude, l'information sera considérée parfois même selon le pire scénario proposé afin d'être prêt à toute éventualité et diminuer tout risque pour la population. Un participant dit qu'il préfère être proactif et ne pas prendre de chance, tout en restant aux aguets des mises à jour. Pour ce répondant, il est également question d'informer les municipalités sans le faire pour rien et en étant transparent avec elles. Un autre dit que parce

que ça fait partie de l'univers des possibles et que parfois ça peut être pire, il prend la donnée en considération malgré son incertitude. Un répondant (MERN) doit avoir besoin des informations en avance puisque ça lui prend un certain temps à se préparer, ne serait-ce que pour avertir les employés d'avance ou mettre du matériel à la disposition d'autres ministères. Finalement, un dernier mentionne que dès qu'il y a une chance qu'une inondation se produise, une équipe est dépêchée aux centres de service, bien qu'il admette qu'avoir une meilleure certitude lui permettrait de mieux déployer les effectifs requis.

Pour d'autres, la préparation ne change pas, mais les mises à jour des prévisions seront regardées souvent. Il s'agit pour ces répondants d'être à même d'avertir les municipalités pour qu'elles puissent se préparer sans les alerter pour rien. L'incertitude intervient dans ce cas sur la façon de communiquer l'information aux municipalités. Pour deux participants, si l'incertitude est bien communiquée elle ne pose pas de problème, car ils sont capables de l'intégrer à leurs prises de décisions.

Certains participants qui ont moins de connaissances reliées aux prévisions **ne se disent pas capables d'évaluer vraiment la justesse des prévisions.** C'est le cas pour ces deux répondants en Santé par exemple :

« ...Je prends les prévisions comme du « cash », sans douter, sans poser de questions » (Santé, Outaouais)

« ...Plus facile d'avoir confiance quand on connaît moins le sujet » (Santé, Estrie)

C'est également le cas d'un représentant du **MAMH** qui affirme que ses fonctions ne **l'amènent pas à prendre des décisions relativement à la gestion des inondations et que conséquemment il ne composera pas avec l'incertitude d'une prévision.** Selon ce répondant, l'incertitude n'a pas beaucoup d'impact à son niveau, elle en aura davantage pour les personnes qui ont des décisions à prendre sur le terrain. Un participant qui travaille au **MERN** mentionne quant à lui que la façon de composer avec l'incertitude relève du cas par cas en fonction des différents éléments qui entrent en ligne de compte. **Ainsi, selon lui, il n'y a pas de balise quant à la façon d'intégrer les informations incertaines. Ce n'est que lorsque celles-ci deviennent certaines qu'elles seront prises en considération.** Ici, l'incertitude des informations est davantage considérée comme un élément négatif qui freine leur interprétation.

Un participant (MSP) ajoute une information intéressante dans son analyse de l'incertitude. Il mentionne que selon lui, il y a trois volets dans son travail qui l'obligent à considérer l'incertitude. D'une part la préparation, c'est-à-dire, les plans et les réflexes qu'il faut avoir à partir du moment où une prévision arrive. Les opérations comme telles qui impliquent le déploiement des équipes, **et finalement la durée de l'inondation, qui implique la gestion des équipes qui doivent se relayer, qui ne peuvent pas être toujours sur le terrain.** Selon l'expérience de ce répondant, **c'est ce dernier volet où l'incertitude est la plus grande.**

Constats :

Le rapport entre l'incertitude et la prise de décision est une question centrale dans la communication de l'information prévisionnelle (Kox *et al.*, 2015). Pour plusieurs acteurs, l'incertitude fait partie du processus de prise de décision. Décider de prendre action à partir d'informations incertaines implique la capacité d'anticiper une situation et les risques éventuels qu'elle engendre (Belin *et al.*, 2019). Et, comme le mentionne Fundel *et al.* (2019), pour prendre une décision éclairée, les utilisateurs doivent connaître l'incertitude rattachée à la prévision.

Plusieurs représentants de différents ministères intègrent l'incertitude dans leur processus de prise de décision et développent des stratégies pour pallier à l'incertitude d'une prévision. Pour certains, la prévision est un indice systématiquement couplé à d'autres informations. Ainsi, recueillir des informations complémentaires, utiliser l'expertise des collègues, mais aussi adapter la temporalité des prises de décision en fonction de l'horizon de la prévision, sont des moyens utilisés. De plus, les mises à jour des prévisions seront constamment vérifiées afin de valider la tendance de la prévision et confirmer une décision. En revanche, d'autres participants considèrent l'information incertaine au même titre qu'une information certaine et, peu importe le niveau de certitude, le pire scénario sera considéré afin d'être prêt à toute éventualité. Enfin, certains ont mentionné leur difficulté à évaluer l'incertitude d'une prévision (MSSS et MAMH) ou disent ne pas composer avec l'incertitude des prévisions dans leur processus décisionnel.

Néanmoins, l'incertitude reste un défi dans la communication des prévisions et les pistes envisagées pour l'outil de visualisation devront probablement faire l'objet d'une attention particulière, mais aussi de réajustements au fil du temps.

Propositions :

1. Comme le proposent certains auteurs, il serait utile d'utiliser plusieurs façons de présenter l'incertitude de la prévision. Cependant, si une seule façon était envisagée, alors nous proposons que celle-ci soit la plus simple possible. Il pourrait s'agir par exemple d'un hydrogramme sur lequel seraient incluses seulement les bornes inférieures et supérieures d'un intervalle de confiance (ex. 95%), mais sans référer explicitement à un pourcentage ou à la notion d'intervalle de confiance. Cet intervalle pourrait donc apparaître simplement comme une zone ombragée, autour du scénario de débit médian. On pourrait y ajouter les scénarios de débit "forts" et "faibles". Pour ce qui est de la carte qui présente les profondeurs et l'étendue, on suggère de présenter par défaut celle du scénario médian, mais les cartes correspondant aux scénarios forts et faibles pourraient aussi être présentées (ou encore aux bornes inférieures et supérieures de l'intervalle de confiance).

2. Inclure lisiblement l'information sur la fréquence de mise à jour des données (date et heure de la dernière mise à jour et fréquence de mise à jour), afin de faciliter l'évaluation de l'incertitude de la prévision.

3.4.7 QU'EST-CE QUI POURRAIT FAIRE AUGMENTER LA CONFIANCE DES UTILISATEURS ?

Une question visait à comprendre ce qui pourrait faire augmenter le niveau de confiance des participants à l'égard des prévisions émises par la DEH et retrouvées sur le site Vigilance. La majorité des réponses ont été fournies à la suite de cette question, alors que quelques-unes sont apparues ailleurs dans l'entrevue, mais reflètent bien les éléments qui sont susceptibles de jouer sur la confiance à l'égard d'un système prévisionnel.

Certains font référence au **système de prévision lui-même**. Par exemple, la dimension du bassin versant devrait être considérée dans le calcul des prévisions selon un participant (qui ne savait pas que cela est déjà le cas). De plus, il serait important que le système de prévision se réajuste continuellement en fonction des leçons apprises, autrement dit, que le système de prévision soit constamment amélioré. Un autre point soulevé est la nécessaire **uniformisation des seuils** entre les municipalités et les différents ministères afin d'avoir des points de référence partageables. Quelqu'un soulève qu'il pourrait être intéressant d'utiliser un système multi-modèle hydrologique, en faisant référence à un projet à l'Université Laval à ce propos. Un représentant du MSP suggère que le nouvel outil de la DEH s'inspire du modèle développé à la ville de Montréal en 2019, et qui selon lui est fiable à 98%. Ce représentant travaille dans la région Montréal-Laurentides-Lanaudière, ce qui explique qu'il soit au courant de ce que Montréal a développé comme outil. Enfin, il est mentionné que produire des prévisions en travaillant avec un réseau de chercheurs est un point qui peut faire augmenter la confiance envers les données produites.

Un répondant du MSP considère qu'ils reçoivent beaucoup d'informations et qu'ils ont accès à différents modèles qui ne s'appuient pas toujours sur les mêmes données produisant des prévisions différentes. Il est important dans ce contexte que l'utilisateur soit conscient du modèle qu'il choisit, et qu'il travaille avec un seul modèle et non tous les systèmes de prévisions en même temps. Ainsi, sa confiance augmente si **l'information sur le modèle utilisé dans l'outil est claire**. C'est un peu ce que soulève un autre participant du MTQ lorsqu'il dit :

«Beaucoup de facteurs et de données jouent sur la prévision. Si on décide d'utiliser d'autres données que celles qu'on utilise présentement, la prévision ne sera pas la même. Elle pourrait être plus juste, ou pas» (MSP, Outaouais).

D'autres participants considèrent qu'il faut améliorer la **disponibilité et le nombre de données**. En effet, certains participants ont souligné le fait qu'il serait important de mieux documenter les rivières pour lesquelles il n'y a pas encore de données et d'augmenter le réseau de stations hydrologiques notamment au nord du Québec (notons que ces répondants ne mentionnent pas le fait que très peu de stations météo sont présentes dans le nord, alors qu'elles sont importantes pour la calibration du modèle hydrologique et pour la correction et l'évaluation des prévisions météo). Pour un autre répondant, il serait pertinent de prendre en compte toutes les données recueillies par tous les organismes qui recueillent des données. Ainsi, « ...Il faudrait que chaque donnée recueillie par rapport aux inondations soit placée à un endroit partagé et que toute personne/organisation d'intérêt puisse y avoir accès pour consulter et pour ajouter des données ».

Certains ont plutôt parlé de la **performance des prévisions** produites. Ainsi, leur confiance augmenterait si comme le note un participant, ils avaient des indicateurs de performance de la prévision c'est-à-dire le taux de succès de la prévision lorsqu'a posteriori elle est comparée aux observations historiques. Il s'agirait en quelque sorte de garder des traces permettant de mieux évaluer la justesse des prévisions passées. La justesse des prévisions est également mentionnée par d'autres qui soulignent que la confiance augmente avec l'augmentation de la justesse des prévisions.

« ...On ne veut pas juste un chiffre et on ne veut pas se faire dire que ça va être à peu près ça. On veut savoir combien précisément parce qu'à partir du moment où il y a le potentiel d'avoir un risque, on veut se préparer en conséquence. On a des barèmes très précis de quand on doit intervenir, on doit donc avoir des prévisions précises aussi ». (MERN, Central-Québec)

Enfin, un autre soulève qu'il aurait davantage confiance si des informations complémentaires venant d'Hydro-Météo étaient ajoutées à l'outil Vigilance.

D'autres souhaitent surtout avoir accès à **des informations sur le ou les modèles hydrologiques et sur la méthodologie** utilisée par la DEH pour produire les prévisions que l'on retrouve sur Vigilance. L'idée est d'être capable de mieux comprendre les chiffres inclus dans les prévisions. Quelqu'un mentionne également qu'il souhaiterait savoir comment la DEH s'assure de garantir des bons résultats, par exemple il serait utile selon lui, d'obtenir des informations sur l'entretien des équipements de mesure. Enfin, un participant aimerait que l'on retrouve des informations relatives à l'incertitude elle-même afin d'expliquer aux utilisateurs qu'une prévision est toujours incertaine.

« ...Je trouve bon que le DEHA¹ nous rappelle que ce sont des scénarios qui sont incertains ». (MSP, Montréal-Laurentides-Lanaudière)

Enfin, quelques participants ont associé l'augmentation de leur confiance à l'égard des prévisions du site Vigilance à la **manière de présenter l'information**. Un participant souhaite que d'autres types d'informations soient ajoutées dans l'outil (météo, type de sols, etc.) et que toutes ces informations soient regroupées ensemble. Pour un autre, le système de prévision ne doit pas perdre le lien avec le territoire, il doit **représenter avec précision les zones inondées**. Ce participant fait référence ici au fait que la visualisation doit être crédible, par exemple, le pont Pierre-Laporte ne peut pas être représenté sous l'eau.

Constats :

Les éléments susceptibles de faire augmenter le niveau de confiance à l'égard des prévisions semblent principalement liés à différentes caractéristiques relatives aux calculs qui génèrent les données prévisionnelles et aux informations relatives à l'incertitude. À l'instar de LeClerc et Joslyn (2015), il faut garder en tête que la diffusion des prévisions probabilistes peut faire augmenter la confiance des utilisateurs, car elles seraient jugées plus honnêtes que les

¹ Notons ici que c'est le répondant qui utilise cet acronyme.

prévisions déterministes. En revanche, des explications quant aux modèles utilisés et à la façon de générer les données peuvent contribuer à augmenter leur crédibilité.

De plus, l'utilisation de certains mots peut favoriser l'augmentation de la confiance à leur endroit. Par exemple, parler de niveau *de confiance* plutôt que *d'incertitude* pourrait être un élément à retenir. Disons enfin que l'uniformisation des seuils (soit que la manière de définir les seuils soit la même pour tous les utilisateurs de l'outil) est un point qui est revenu à plusieurs reprises au cours des entretiens et relativement à différentes questions posées, et ce particulièrement par les représentants du MTQ. Ce dernier point rappelle une recommandation de Matte *et al.* (2017) à l'effet d'utiliser les mêmes seuils que les municipalités.

Propositions :

- 1. Fournir des informations sur les modèles utilisés et la façon dont les données sont générées ;**
- 2. Uniformiser la façon de définir les seuils pour tous les utilisateurs et expliquer ce qu'ils prennent en compte ;**
- 3. Représenter clairement le caractère probabiliste de la prévision (intervalle de confiance, % de probabilité) et inclure un indicateur de performance ou un indicateur de niveau de confiance associé à la donnée prévisionnelle.**

3.5 MÉCANISMES DÉCISIONNELS

3.5.1 LES INFORMATIONS QUI DÉCLENCHENT LES MÉCANISMES DÉCISIONNELS

L'entrevue abordait les mécanismes décisionnels qui sont mis en branle en amont d'une inondation appréhendée. Notamment, nous cherchions à savoir quelles étaient les informations qui déclenchent les mécanismes décisionnels. Pour beaucoup de répondants, le **mécanisme décisionnel se déclenche par un seuil atteint**. Ils ont alors en tête un seuil de hauteur, de débit ou de niveau d'eau qui déclenche les mécanismes décisionnels de gestion de crue. Pour ce faire, outre les prévisions de débit qu'ils retrouvent sur Vigilance, plusieurs utilisent **d'autres sources d'informations** relativement au débit ou à la profondeur d'eau (ou encore de niveau) qui leur sont utiles. Deux répondants du MTQ affirment qu'ils se basent sur les données qui proviennent de l'expertise hydrique du MELCC. Certains sont en lien avec les gestionnaires de barrages (un répondant mentionne Évolugen/ énergie Brookfield relativement à la rivière au Lièvre, qui lui transmet des informations relatives au niveau et au débit). Hydro-Météo et Hydro-Québec sont également des sources mentionnées. Un répondant du MTQ souligne qu'ils obtiennent des informations relatives à la profondeur d'eau sur certaines portions de rivières à l'aide de carte développée par l'INRS. Un autre, du même ministère mentionne que depuis peu, le centre de veille opérationnelle à Québec envoie en période de fortes pluies, des cartes d'inondation qui indiquent les zones à risque et le nombre de millimètres de pluie à recevoir. D'autres reçoivent des rapports de la Sécurité civile et ont une collaboration avec le MSP, ou encore se fient aux données fournies par l'organisation de la sécurité civile du Québec (OSCQ), c'est le cas notamment du MAMH qui n'a pas l'expertise interne pour interpréter les données.

Pour plusieurs répondants, qu'ils utilisent ou non les prévisions de débit, d'autres informations sont utiles au déclenchement des prises de décisions. **Il s'agit très souvent des observations faites sur le terrain** (certains mentionnent leurs stations sur des tronçons de rivières (MSP), d'autres des échelles limnimétriques (MSP, MTQ) dont la lecture est effectuée périodiquement en période de crue. Un représentant du MSP parle des photos envoyées par des municipalités qui constatent l'évolution de la situation, un répondant du MERN évoque quant à lui des informations fournies par des patrouilleurs de terrain ainsi que l'information provenant du MTQ sur les fermetures de routes. Enfin, les prévisions météo (environnement Canada et Météo Média) sont des indicateurs regardés également par certains.

Ces informations (prévisions, données provenant de différentes instances, et observations de terrain) sont interprétées et agissent comme des préalertes qui déclenchent les mécanismes internes de prises de décisions et les collaborations avec d'autres partenaires si nécessaire.

3.5.2 DÉCISIONS PRISES : NATURE, COMPLEXITÉ ET IMPACTS

La nature des décisions qui sont prises

Les décisions qui sont prises sont de différentes natures, mais surtout elles se prennent à différents moments. Certaines arrivent en amont des inondations et visent à préparer le processus d'alerte, tant dans la collecte des informations que dans le transfert de ces informations en message d'alerte aux municipalités. Mais d'autres arrivent en cours d'inondation et après celle-

ci. **Les décisions prises s'inscrivent donc dans un continuum qui intègre la préparation à la crue, la crue elle-même, la décrue, le temps post inondation. Selon les ministères concernés, certains tels que le MSP, mais aussi le MTQ, et parfois le MERN, sont appelés à agir à toutes ces étapes de l'inondation. D'autres comme le MAMH ou la Santé interviennent davantage pendant ou encore après un épisode d'inondation.**

Tous les répondants communiquent et collaborent avec divers partenaires (MRC, Municipalités, Hydro-Québec, Sûreté du Québec) **qui sont appelés à coordonner les mesures d'urgence.** Néanmoins, plusieurs (surtout du MSP) ont tenu à préciser que la prise de décisions en matière d'intervention sur le terrain en situation d'inondation revient aux municipalités après concertation avec les différents acteurs. Ainsi, le MSP nous a souvent rappelé qu'ils interviennent en soutien aux interventions des municipalités, et qu'ils font le lien entre les différents partenaires gouvernementaux et les municipalités. C'est aussi le MSP qui agit comme sonneur d'alerte, car il est **chargé d'avertir les municipalités.** Ainsi, globalement, **évaluer le risque et surveiller son évolution**, et s'assurer que les municipalités sont bien préparées est la base du travail des répondants du MSP, de certains du MERN et du MTQ qui sont responsables du réseau routier. Le MSP peut prendre des décisions relatives à des interventions directes sur le terrain, si les municipalités le demandent. Règle générale, tous les participants de tous les ministères **conseillent, suggèrent, recommandent, accompagnent, supportent et appuient les décisions municipales** à un moment ou à un autre lors d'un épisode d'inondation.

Pour les gestionnaires d'équipes de terrain du MSP, du MTQ et de la Santé, les décisions à prendre sont souvent relatives à la **gestion des ressources tant humaines que matérielles.** De plus, de par sa responsabilité, **le MSP doit s'assurer d'aviser et d'alerter les municipalités qui tarderaient à intervenir.**

Le MAMH agit davantage pour répondre aux besoins des municipalités notamment en lien avec les informations juridiques ou de l'information sur un programme d'aide spécial à développer ou une mesure législative ou un décret à adopter. **Le MSP et le MERN disent prendre des décisions relatives à la planification de l'aide financière aux municipalités. Dans ces cas, les décisions prises sont post-inondation.**

La complexité des décisions

La grille d'entretien contenait une question qui cherchait à savoir si les décisions prises par certains étaient considérées comme étant complexes. Nous leur demandions si, selon eux, il arrivait qu'ils aient à prendre des décisions qui pouvaient améliorer certains aspects, mais en détériorer d'autres. Autrement dit, si certaines décisions impliquaient une évaluation et un questionnement du type « balance positive versus balance négative ». Cette question a été souvent difficile à comprendre par les participants. Et plusieurs participants n'y ont pas vraiment répondu.

Pour certains, notamment des conseillers en sécurité civile du MSP, les décisions sont jugées non complexes, essentiellement parce que tout l'appareil de la sécurité civile est cadré par des missions établies. Néanmoins, ils affirment que lors d'épisodes de crise, par exemple lors des crues de 2019, les décisions à prendre sont devenues plus complexes notamment à cause du manque de ressources. L'enjeu est alors de prendre les bonnes décisions relativement à l'affectation de ces ressources en priorisant les points névralgiques de la crise. Les décisions

peuvent être plus difficiles à prendre dans ce genre de situation. **Mais cette question a montré que la vision qu'ont les répondants à l'égard de leur travail teinte énormément les réponses qui seront données.** En effet, un autre conseiller en sécurité publique d'une autre région, répond sans détour qu'il a tout le temps des décisions complexes à prendre.

Un représentant du **MTQ** explique qu'au fond leurs décisions sont **toujours un peu complexes**, mais qu'ils s'organisent pour que les différentes expertises internes pallient à la difficulté d'évaluation d'une situation.

« Dans les faits, travailler avec des ingénieurs spécialisés en hydraulique chez nous et les ingénieurs de structures, et bien ces gens-là sont à même de nous dire quand effectuer les fameuses opérations. » (MTQ, Central).

Un autre du même ministère (chef de service) pense que ses décisions comportent toujours de possibles conséquences négatives et que forcément il faut qu'il évalue la situation. Une fermeture de route n'est jamais une décision anodine.

« Au niveau du camionnage, le chemin de détour on ne peut pas envoyer des véhicules lourds nécessairement partout donc souvent on va les envoyer sur des routes du ministère donc parfois le détour est très long. Si on décide de les envoyer en urgence sur des routes municipales, il faut s'assurer qu'il n'y a pas des ponts à limitations, car des camions lourds ne seraient pas capables d'y passer. Il y a aussi des rangs de fond de campagne qui ne peuvent pas accueillir ce type de véhicule là à cause des virages, etc. ». (MTQ, Estrie)

Cette question a conduit une représentante de la **santé publique à souligner le fait que la pandémie actuelle a contribué à complexifier leurs prises de décisions en situation de crises.** Ainsi, au sujet d'une évacuation potentielle appréhendée, elle explique qu'ils ont dû se questionner sur les impacts négatifs relativement au risque de contamination à la Covid, ce qui contribue à la difficulté de la prise de décision.

« On a été bien chanceux, puis on s'est posé la même question pour les premières canicules! La COVID-19 a remis en question certaines décisions que l'on prenait de façon assez automatique, mais là ça nous apporte à poser le pour et le contre pour des décisions qui avant nous apparaissaient toutes simples. » (Santé, Outaouais)

Les décisions prises ont-elles des impacts à court, moyen et long termes ?

La temporalité des impacts des décisions qui sont prises par les différents participants varie en fonction du type de décisions et du moment où celles-ci sont prises. **Beaucoup de participants de ministères différents considèrent que les impacts de leurs décisions peuvent être à court, moyen et long terme.** En effet, cela dépend pour certains de la situation. Ainsi, un participant explique qu'en période d'inondation les impacts de ses décisions sont surtout à court terme. En revanche, toute la préparation aux inondations qui se fait tout au long de l'année fait intervenir des décisions à moyens et longs termes.

Pour un participant du MTQ, les impacts à long terme des décisions sont surtout lorsque des infrastructures sont endommagées, le reste du temps c'est à court et moyen terme. Un autre du même ministère considère que des décisions relatives à des interventions préventives peuvent avoir des impacts à moyen et long terme, l'idée étant de gagner du temps sur les interventions à faire lors des inondations.

« Par exemple, ils ont mis un mur de palplanche que là il va être à long terme au cas où il y aurait d'autres inondations [...], mais ils sont en train de regarder à long terme des projets pour éviter que les infrastructures soient atteintes lors de prochaines inondations ». (MTQ)

Un répondant en Santé déplore que la plupart des décisions soient à court terme, et affirme que la plupart des régions avec lesquelles il travaille sont dans le court terme, parfois le très court terme. Selon ce répondant, il faudrait changer cette mentalité. Un autre du même domaine (Santé) mentionne qu'il agit surtout à court terme lors des inondations, mais que la préparation aux inondations est sur le long terme.

Par contre, certains considèrent que les impacts de leurs décisions sont à court terme exclusivement. Un représentant du MTQ explique que la période d'inondation est constituée d'un «peak» de 2 à 4 jours, puis ensuite la situation revient à la normale. C'est la raison qui lui fait dire que ses décisions ont des impacts essentiellement à court terme.

Un participant émet le souhait que les impacts de ses décisions soient de plus en plus à long terme.

«Moi j'espère toujours que c'est à long terme pour inculquer une culture, mais en même temps développer des réflexes [...]donc moi c'est vraiment du long terme qu'on recherche pour développer ça. » (MSP)

Constats :

Les décisions qui sont prises relèvent souvent d'une collaboration et impliquent l'échange d'informations entre différents partenaires et différents intervenants de terrain. Ces résultats invitent à considérer l'importance de partager une même information et donc de disposer d'un outil commun favorisant les échanges et la compréhension mutuelle des interventions.

De plus, les décisions à prendre en lien avec l'aléa d'inondation s'inscrivent le plus souvent dans un continuum qui intègre la préparation à la crue, les interventions en situation de crue et le rétablissement suite à la décrue. La temporalité des impacts des décisions à prendre dépend donc en partie de la manière dont sont envisagées les actions à l'égard de l'aléa. Les gestionnaires d'équipe et les répondants qui travaillent en coordination avec d'autres ont souvent le sentiment que les impacts de leurs décisions s'inscrivent autant dans le court terme que le moyen et le long terme, car ils incluent les étapes de planification, de préparation, de gestion de la crue et de la décrue, et des étapes de rétroaction post-inondation. En revanche, les techniciens de terrain, notamment au MTQ, interviennent davantage dans le court terme, en situation de crise.

Ces résultats invitent à prendre en compte l'étude de Fundel *et al.* (2019), qui a montré que la temporalité des décisions diffère selon les utilisateurs et peut engendrer des besoins différents quant à l'horizon des prévisions et aux besoins relatifs à la fréquence d'émission.

3.5.3 COMMENT CES DÉCISIONS SONT-ELLES PRISES ?

Quel plan d'intervention sous-tend la prise de décision?

Plusieurs participants disent posséder un plan formel sur lequel ils s'appuient lorsqu'ils arrivent en période d'inondation. Néanmoins, les réponses varient en fonction des ministères, mais aussi de la fonction du répondant à l'intérieur de son organisation ministérielle. Par exemple, le MTQ (centre de veille opérationnelle) explique qu'ils ont à la fois un plan à l'échelle de leur ministère, mais aussi que chaque direction régionale possède son propre plan.

« Il faut comprendre que déjà des plans d'intervention nous on en a un ministériel et puis chaque région a un plan régional, donc chaque direction générale territoriale a son plan également, ce qui couvre les inondations et puis pleins d'autres aléas en même temps.[...] chaque région a une organisation régionale de sécurité civile sur laquelle siège les ministères et les organismes, donc le ministère de la Sécurité publique par son bureau régional peut nous fournir des données par l'entremise de gestionnaires de l'environnement, Hydro-Québec, les Grands Lacs aussi, qu'est-ce qui se passe avec la commission. Tout ça pour essayer d'évaluer la situation avant l'arrivée des crues printanières, déjà là, c'est le genre de couvert qu'on a, à quoi ça peut ressembler. Ça c'est l'aspect je vous dirais recherche de données. » (MTQ, Direction de la sécurité civile, Central-Québec)

De même, le MSP dispose d'un plan national de sécurité civile, mais aussi d'un **plan régional géré par l'organisation régionale de sécurité civile (ORSC)**.

« Oui on a un plan d'intervention, en fait les partenaires de l'ORSC on va d'abord envoyer un courriel pour aviser qu'on tombe en mode alerte ou surveillance peut-être plus selon les prévisions. Et puis on va faire en sorte aussi qu'ils soient tous mobilisés, par une conférence téléphonique. Ou si de besoin selon les prévisions, si ça va plus loin on va leur demander de se déplacer vers notre centre de coordination. » (MSP, Montréal-Laurentides-Lanaudière)

Par contre, certains répondants, essentiellement du MSP (conseillers en sécurité civile) agissent surtout avant les épisodes d'inondations afin de vérifier si les municipalités sont bien préparées, si elles ont un plan de mesure d'urgence à jour et seront prêtes à faire face aux inondations. Si un problème majeur survient, ils agissent en support, et jouent le rôle de coordination entre les différents intervenants ministériels et les municipalités. **Dans les entrevues, certains ont alors hésité à parler de plan d'intervention proprement dit bien qu'ils interviennent tout de même dans le cadre global d'intervention de leur ministère.**

« Ils s'organisent des conférences téléphoniques qu'on peut écouter et qu'à partir des connaissances qu'on a chacun sur nos rivières et nos territoires et bien c'est un peu ça pour le moment notre mécanisme. C'est pas très formel, c'est basé beaucoup sur une connaissance... puis on connaît un peu les seuils sur nos différents

territoires, mais en tout cas moi je me rafraîchis la mémoire chaque année lorsque je ressorts les cartes pour voir les zones inondables et tout ça pour me rappeler un peu c'est où les spots pour lesquels je dois faire un suivi un peu plus serré. Ça se passe beaucoup comme ça. » (MSP Laurentides-Lanaudière)

« Notre rôle premier est en support aux municipalités, ce n'est pas nous qui prenons en fait le « lead » dans toute la coordination dans les mesures d'urgence. Donc là on attend, je dirais généralement, en fait il y a plusieurs aspects, mais, je dirais généralement on va attendre une cloche d'une municipalité. Par exemple, la municipalité de Pontiac a été impactée, a été inondée cette année, donc là on va les suivre un peu plus près, communiquer avec eux pour vérifier, en fait, si premièrement les mesures d'urgence fonctionnent bien, la coordination se fait bien, on va les accompagner[...] ». (MSP, Outaouais)

Dans certains cas, les mécanismes décisionnels ne sont pas intégrés à un plan formel d'intervention. Par exemple, un représentant du MTQ (Côte-Nord), qui est ingénieur de terrain affirme qu'ils n'ont pas de plan, qu'ils interviennent au cas par cas. Deux autres également techniciens au MTQ, affirment qu'ils n'ont pas de pouvoir décisionnel, qu'ils recommandent que certaines décisions soient prises, mais qu'ils n'ont pas de prise réelle sur les décisions finales.

« La prise de décision revient soit aux gestionnaires locaux des différents centres de service ou de notre directeur général. Donc c'est assez limité notre champ d'action pour pouvoir mettre des trucs en place durant les événements. » (MTQ, Laurentides-Lanaudière)

D'autres (MSP, MTQ) dont les fonctions les amènent essentiellement sur le terrain, procèdent à des patrouilles et alertent les organisations concernées lorsqu'il y a une action à poser, sans suivre un plan d'intervention strict. Dans certains cas, il s'agit plutôt de séquences d'intervention qui se mettent en place après une série de questionnement.

« Il y a des questions qu'on va se poser. Est-ce qu'il y a des vies en danger? Est-ce qu'il y a un danger pour les infrastructures du ministère? Est-ce qu'il y a un danger pour l'environnement? Ensuite on va déterminer les intervenants à informer/alerter et eux vont décider quel moyen de mitigation ils vont mettre en place. » (MTQ, Laurentides-Lanaudière)

Les répondants qui oeuvrent en Santé interviennent surtout en support aux municipalités, mais ne coordonnent pas les actions. Ils attendent que quelqu'un sonne les alertes, puis vérifient si l'organisation a besoin d'aide. Leur travail a pour but d'assurer la prévention et la gestion des problèmes de santé qui sont causés pendant ou après l'inondation. Ils travaillent surtout lors de la réintégration aux maisons, ils vont aussi donner des conseils aux municipalités. Ainsi, un répondant explique, néanmoins, **qu'ils suivent un plan de mesures d'urgence.**

« Oui, en fait à la direction de la santé publique, on a un plan de mesures d'urgence et de santé publique pour l'Outaouais. Donc à

l'intérieur de ce plan, il y a tous les processus pour mettre en place le centre de contrôle qui va être établi à la direction de la santé publique, mais également les processus pour la directrice puisque c'est elle qui fait office de figure auprès des autres ministères et de la population. » (Santé, Outaouais)

Un autre plus près de la direction (Santé, Estrie) explique **la séquence des questionnements qui déterminent la prise de décision :**

«[...] je vous dirais que les seuils oui on s'en sert, mais juste pour la réponse immédiate de la santé publique. Juste pour bon, est-ce que y'a des zones industrielles, est-ce qu'il pourrait avoir des déversements de produits chimiques, est-ce que c'est des zones résidentielles, combien de maisons pourraient être touchées? Puis là après ça c'est de voir comment bien décontaminer et comment bien nettoyer la maison une fois que l'inondation a eu lieu pour éviter les moisissures. Donc on est plus dans ce type d'enjeux là, donc oui la notion de prévision de seuil va être importante pour la réponse de type prévision. » (Santé, Estrie)

Des répondants du MERN expliquent qu'ils ont une structure décisionnelle qui prend en compte trois éléments : l'historique des événements, la gestion de l'impact et la disponibilité des ressources. L'aspect coût-bénéfice fait partie de l'évaluation d'une intervention ou d'une non-intervention. **Par exemple, un territoire non habité ne sera pas pris en charge lors d'une inondation. La superficie du territoire couvert impose selon eux une agilité dans les prises de décisions.**

« Là où il faut être agile, et c'est un peu les mécanismes qu'on est en train de mettre en place...il y en a qu'on a déjà mis en place et qu'on veut bonifier...c'est qu'il faut avoir d'autres sources d'acquisition de données. On peut-tu envoyer des gens sur place? On peut-tu faire des relevés de terrain? On peut-tu utiliser de l'Hydro éventuellement, etc.? Ça, ça va être à évaluer pour être capable de desservir un plus grand. » (MERN, Québec)

Comment s'organise la prise de décisions ?

Lors d'épisodes d'inondations, la prise de décision se fait généralement de concert avec d'autres organisations et instances décisionnelles, et dépend du moment, qu'il s'agisse de préalerte ou de l'intervention lors des inondations. La plupart des répondants ont expliqué qu'ils travaillent en situation de crise afin d'optimiser les actions de tout le monde. Cela se fait soit en conseillant, en informant, en distribuant des ressources entre les ministères, et/ou vers les municipalités, et/ou entre municipalités afin de permettre une coordination et une entraide efficaces entre les organisations municipales et gouvernementales et ainsi aider à la prise de décisions en situation de crise. Ainsi, plusieurs participants de différents ministères disent participer à la coordination entre les organisations gouvernementales au sein des ORSC et/ou des directions régionales. De même, les décisions sont prises par plusieurs personnes d'une même organisation ou en coopération avec d'autres en fonction du niveau d'intervention requis et des impacts des décisions sur les autres organisations. Puisque les municipalités sont responsables des

interventions en situation d'inondation sur leur territoire, les interventions de plusieurs répondants de différents ministères visent à venir en soutien aux municipalités. Le travail de certains répondants consiste plus spécifiquement à conseiller les municipalités, et à les accompagner tout au long du processus, c'est-à-dire en prévention, en préparation, en intervention et en rétablissement, et à leur fournir des informations sur les décisions des ministères.

Intervention en prévention

Pour les répondants qui s'occupent de la prévention il s'agit de s'assurer de l'efficacité du plan d'intervention des municipalités, et que tout le monde soit prêt à l'appliquer, de faire des mises à jour, des suivis de tableaux et des conférences téléphoniques ou encore en donnant une formation aux élus municipaux aux quatre ans sur les inondations. L'étape de préparation est donc une étape cruciale pour plusieurs répondants, notamment ceux qui oeuvrent au sein du MSP. Ils doivent s'informer des mesures prises en prévision d'une forte crue et s'assurer que tout est en place et prêt y compris la préparation à une éventuelle évacuation. Il s'agit le plus souvent d'un travail de communication qui vise à mettre en place les conditions nécessaires à la capacité éventuelle de tous de prendre les bonnes décisions lorsque viendra un épisode d'inondation.

Intervention en situation d'inondation

Les propos d'un répondant de la direction de la veille opérationnelle du MTQ illustrent bien les mécanismes de décisions qui se mettent en place lors d'une situation de crise.

« On a un centre de coordination de mesure d'urgence donc moi c'est sûr que je suis dans cette salle-là. Je vous dirais qu'on est quand même plusieurs personnes, tout dépendant du type d'événement et souvent même on va avoir des partenaires qui vont être dans la salle de coordination aussi, en sécurité civile. Ça veut dire souvent, pratiquement toutes les fois la sûreté du Québec est présente avec nous parce que dans le fond notre priorité à la base c'est de fermer la route, implanter un chemin de détour, puis de sécuriser les lieux. Puis ensuite c'est de faire aussi le lien avec les municipalités, avec les MRC et les autres partenaires qui pourraient être impactés aussi. Dans le centre de coordination, c'est vraiment ça. Aussi avec le ministère de la Sécurité publique. » (MTQ, direction de l'exploitation, Veille opérationnelle).

Des répondants du MSP mentionnent qu'ils doivent fournir les ressources nécessaires aux municipalités pour que celles-ci puissent mener les actions désirées, surtout si les capacités de certaines municipalités sont dépassées.

« [...] souvent les conseillers en sécurité civile du ministère, on va être dans le centre de coordination des mesures d'urgence avec le conseil des municipalités et on va les conseiller, on va les appuyer dans la gestion de crise donc sans nécessairement le faire pour eux, bien des fois dans les petites municipalités, on en mène un petit peu plus large. On est là vraiment pour les accompagner là-dedans. Des fois ils n'ont vraiment pas besoin de nous parce

qu'ils sont chevronnés et qu'ils sont habitués de le faire et se sont des leaders, mais d'autres fois on arrive dans certaines municipalités et elles sont complètement dépassées. » (MSP, Bas-Saint-Laurent/Gaspésie)

En situation d'intervention lors d'une inondation, les tâches et décisions sont potentiellement variées. Pour des répondants du MSP, il s'agit souvent de s'informer des besoins des municipalités pour combler les manques en utilisant les ressources de ministères ou d'autres municipalités, bien qu'il puisse arriver que les municipalités ne soient pas toujours réceptives. Il peut également s'agir de s'assurer qu'elles aient pensé à certaines décisions telles que la préparation de centres d'hébergement, la logistique d'évacuation, la capacité à nourrir les sinistrés. Deux répondants expliquent qu'ils doivent s'assurer que le plan de mesure d'urgence des municipalités soit respecté. Un répondant du MSP mentionne que selon la situation, ils devront entrer en contact avec les différents ministères gouvernementaux pour qu'ils interviennent. Cet informateur tient les propos suivants :

« On a un vieux quartier ici qui chauffe principalement à l'huile. Alors, si ce quartier inonde, on doit demander au Ministère de l'Environnement pour avoir une équipe qui vont aller voir sur le terrain s'il y a des risques pour la population. » (MSP, Outaouais)

Plusieurs gèrent l'accompagnement dans la mobilisation et prennent les décisions relatives au déploiement du personnel des équipes internes. Quatre répondants du MTQ mentionnent leur rôle de courroie de transmission pour faire remonter l'information vers le haut aux instances de prises de décisions (de leur ministère ou leur direction), ou encore pour fournir l'information aux services municipaux potentiellement touchés, par exemple les services d'urgence qui doivent tenir compte de la fermeture d'une route.

Il s'agit également pour certains de prendre des décisions très concrètes relatives aux actions directes sur le terrain telles que la fermeture des routes. Pour d'autres (MTQ), le rôle est plus proactif puisqu'après avoir déterminé s'il y a un danger pour des vies, des infrastructures ministérielles ou encore pour l'environnement, ils contactent les autorités compétentes pour qu'elles prennent les décisions nécessaires à mettre en place. Ils sont alors davantage en mode recommandations auprès des instances décisionnelles. Pour d'autres, l'intervention est plus réactive puisqu'elle est en support aux autres directions ayant besoin de ressources comme la mise en place d'un centre d'hébergement, un support psychosocial à la population ou encore pour une évacuation (Santé).

Intervention lors du rétablissement et après les épisodes d'inondation

Certains répondants, notamment ceux qui oeuvrent en Santé publique, expliquent bien qu'ils ont un rôle à jouer après un épisode d'inondation, cela peut être juste après une inondation, lors de la réintégration des habitations par la population qui a été évacuée par exemple. Mais comme le soulève un participant, cela peut être beaucoup plus en aval, et même plusieurs mois après une inondation. Ainsi, ce répondant mentionne qu'ils essaient de plus en plus de tenir compte des impacts globaux sur la santé et notamment ceux qui se révèlent beaucoup plus tardivement.

« [...], mais ce qu'on ne prend jamais la peine de quantifier c'est les impacts sur la santé et le bien-être six ou douze mois après et ils sont excessivement nombreux. Notre étude montre que c'est environ une personne sur deux qui va développer une forme ou l'autre de trouble de santé mentale parmi ceux qui ont été inondés. » (Santé, Estrie)

Constats :

Il nous apparaît utile de mentionner que les mécanismes décisionnels mobilisés face à l'aléa d'inondation ainsi que la multiplicité des rôles et des fonctions de chacun devraient inciter à réfléchir plus globalement à tout ce qui pourrait faciliter l'utilisation de l'outil de visualisation des prévisions hydrologiques. Dans ce contexte, nous souhaitons mentionner l'importance de la formation. En effet, nous avons souvent eu l'impression, lors des entrevues, qu'il y avait un grand besoin de formation pour permettre aux répondants de relier pleinement et efficacement les prévisions à la prise de décisions.

Rappelons à ce propos que d'autres auteurs ont soulevé l'importance d'accompagner les utilisateurs de prévisions (Belin *et al.*, 2019; Berthet *et al.*, 2016; Wernstred *et al.*, 2019). Wernstred *et al.* (2019) suggèrent que les prévisionnistes devraient communiquer souvent avec les gestionnaires afin de guider l'interprétation des prévisions. D'autres comme Stempel et Becker (2019), Ramos, (2016); Terti *et al.*, (2019) suggèrent que cet apprentissage gagne à se faire par des expériences concrètes de manipulations de l'outil de visualisation et d'expérimentations variées. Rappelons finalement que Guyonnet *et al.*, 2019, mentionne que la communication sur les risques n'est jamais qu'une question technique ou mathématique, et que des approches sociologiques et partenariales sont essentielles à la communication efficace des prévisions et leur interprétation dans un contexte de prise de décisions. Nous soulignons que tous les participants de notre enquête se sont montrés intéressés à être sollicités ultérieurement afin de contribuer à l'évolution de l'outil de visualisation des prévisions.

Enfin, rappelons que les propos entendus montrent à quel point les situations de crise lors d'un épisode d'inondation mobilisent beaucoup de ressources et ont des conséquences multiples, parfois à très long terme. Ces propos invitent à réfléchir plus globalement aux façons d'envisager la gestion des inondations dans le futur. Plus largement, nous pourrions imaginer tendre collectivement vers une philosophie « room for the river » (en français, « donner plus d'espace à la rivière »), de façon à graduellement s'éloigner des berges. En effet, aux endroits où cela est possible, ce serait une façon pérenne de diminuer les conséquences des inondations. Rappelons cependant que nous sommes tout à fait conscients qu'il s'agit là d'une décision collective d'ampleur, très certainement difficile à prendre, et qui peut paraître ambitieuse de prime abord. Il s'agit sur le long terme, d'un changement de paradigme afin de tendre vers une meilleure résilience des communautés et des territoires et de sortir, lorsque cela est possible, des situations de crise à répétition qui ont des conséquences multiples. Par ailleurs, il pourrait être intéressant dans cette optique, d'envisager d'inclure les intervenants des différents ministères. Nous soulignons leur réel intérêt à collaborer à l'enquête et leur potentielle capacité à s'impliquer activement dans toute réflexion visant à diminuer l'ampleur des situations de crises.

Propositions :

- 1. Nous proposons que soit inclus un projet pour la formation des utilisateurs de prévision afin de leur permettre de bien comprendre l'outil de visualisation, et de se l'approprier dans un contexte de prise de décision souvent collective ;**
- 2. Nous proposons également de garder en tête que les futurs utilisateurs ont un intérêt à collaborer à l'évolution de l'outil de visualisation des prévisions et à expérimenter ce genre d'outil dans le cadre de leur travail.**

3.5.4 IMPACTS D'UNE MAUVAISE DÉCISION

Pour la majorité des répondants représentant le MTQ, les principaux impacts d'une mauvaise décision sont des **dommages matériels** qui sont reliés potentiellement à des **impacts financiers**. Ainsi, une mauvaise décision pourrait conduire à la perte d'une structure ou le bris d'une route ou de véhicules qui circuleraient sur une route dangereuse. Permettre de rouler sur une route affaiblie peut engendrer des bris importants de la chaussée, mais aussi comporter de réels **dangers pour la population**. Une intervention mal choisie peut avoir des conséquences humaines. Ainsi, un participant explique son expérience d'une mauvaise décision dont les impacts ont été importants :

« Nous avons déjà fait une mauvaise intervention qui a causé une fermeture de route. On avait fait une barrière en jersey qui n'était pas imperméable, mais qui bloquait les débris. Les résidents quand ils ont vu ça, ils pensaient qu'ils avaient du temps devant eux pour aller chercher leurs affaires dans leurs maisons. Alors, la majorité des gens n'ont pas pu aller chercher la totalité de leurs biens et ça cause beaucoup de détresse humaine, on a eu beaucoup de chocs post-traumatiques » (MTQ)

Deux répondants de la même équipe au MTQ expliquent qu'ils ont eu à réfléchir à la nécessité ou non d'augmenter le niveau de la route. Bien que très risquée, en raison du danger d'affaissement de la route, l'intervention a été réalisée. Le but était de tenter de diminuer le détour de 30 km pour les services d'urgence, pour ne pas ralentir l'arrivée de secours. S'il y avait eu un affaissement, les impacts auraient été considérables. La décision de rehausser une route est également mentionnée par un autre participant du même ministère. Il explique qu'il a pratiqué le rehaussement d'une route, et qu'un poids lourd s'est endommagé en passant sur un pont d'étagement. De plus, le moment choisi pour la fermeture d'une route peut également avoir comme conséquence l'enlèvement des véhicules. Enfin, la fermeture d'une route ou encore la construction d'un remblai sur une autoroute par exemple a également un impact sur la fluidité de la circulation.

Pour d'autres répondants de ministères différents, les impacts peuvent affecter **la sécurité et la santé des citoyens** et peut aller jusqu'à la mort de personnes.

« [...] si je donne un exemple, il y a eu une année à Saint-Anne-des-Monts et il y a un véhicule qui avait été emporté par la rivière Saint-Anne, et on va trouver le véhicule avec les occupants sur le bord du fleuve. Là, je ne me souviens pas c'est vague est-ce que le véhicule était sur une voie municipale et la voie n'avait pas été fermée, je ne me souviens pas, mais ça peut être une des conséquences. » (MTQ, Bas-Saint-Laurent)

Un répondant mentionne qu'en plus des impacts potentiels d'une mauvaise décision sur la santé des personnes, il pourrait également y avoir des **impacts socio-économiques indirects** tels que la fermeture de commerces par exemple. Un répondant considère qu'une des conséquences pourrait être que des municipalités ne fassent rien suite aux recommandations du MSP, et mettent en danger leur population.

La santé physique et la santé mentale sont des éléments qui sont revenus lors de la discussion sur les impacts d'une décision. Il a été question notamment de la santé mentale qui est potentiellement négligée, mais qui est de l'ordre du long terme alors que la gestion du risque et la distribution des ressources sont à court terme. En effet, lors de l'événement, l'attention est souvent mise sur la capacité des ambulances à rejoindre la population, sur les trajets, etc., mais peu de ressources sont destinées à l'aspect **santé mentale de la santé publique**, ce que ce répondant (Santé, Estrie) appelle le « disaster hangover ». Un second répondant en santé définit également les impacts sur la **santé psychosociale** de la population lorsqu'il y a une mauvaise communication, par exemple une municipalité qui requiert l'aide d'intervenants de la santé, mais dont la demande a été retardée, ce qui décale l'envoi de l'aide à la population.

Un point névralgique qui est revenu à plusieurs reprises est le transfert d'information. Un répondant en Santé parle de l'accès à l'information (et sa circulation entre les différents organismes compétents: (pompiers, policiers, SQ, etc.) qui doit être distribuée en même temps et de la même façon sans quoi des **tensions entre ces organismes** peuvent se créer. De plus, cette information doit être interprétée de la même façon par toutes les parties. D'autres du MSP et du MTQ mentionnent **l'enjeu du transfert de l'information** comme étant important afin de référer les bonnes ressources aux municipalités et de bien gérer les ressources en place afin de les épauler de façon efficace.

Un participant soulève que les relations avec les médias représentent un enjeu quant à la justification des décisions qui sont prises. Ce n'est pas tant la mauvaise décision dont il est question, que la manière dont le gouvernement transmettra l'information.

« Par contre, on peut revenir au niveau médiatique, là on va voir qu'il va y avoir des impacts. Parce que là c'est l'organisation de sécurité civile qui va devoir s'expliquer ou devoir parler des décisions qui peuvent être prises en générale. Je pense qu'à chaque fois, le gouvernement est toujours jugé par sa façon de répondre. » (MSP, Montréal, Lanaudière, Laurentides)

Quelques participants ont directement relié une mauvaise décision à une mauvaise prévision. Cela peut également amener une perte de confiance envers les alertes puisque les prises les décisions sont adaptées aux informations fournies. Néanmoins, un répondant (MSP) rappelle que les décisions ne sont jamais l'affaire d'une seule personne ou même d'un seul organisme. Puisqu'ils sont constamment en concertation, les risques d'une mauvaise décision sont amoindris.

Dans un contexte d'aménagement du territoire, un représentant du MSP mentionne que la pire décision serait de ne pas prendre de décisions. Il fait référence aux questions relatives à l'urbanisme où des quartiers se développent dans des zones potentiellement inondables qui deviennent potentiellement des zones à risques.

Constats :

Les impacts d'une mauvaise décision seraient pour la majorité des participants des impacts financiers, des dommages aux biens matériels ou un danger pour la population (santé, sécurité). Plusieurs représentants de différents ministères ont conscience de l'importance des décisions qui sont prises en situation d'inondation et de l'importance de leur jugement. Néanmoins, ces décisions sont le plus souvent prises en collaboration avec d'autres (ministères, organismes, collègues), ce qui diminue les risques d'erreurs de jugement.

Un des points qui a été mentionné par des répondants de différents ministères est l'enjeu du transfert de l'information, notamment l'importance de transmettre les bonnes informations aux municipalités. En ce sens, une mauvaise décision est associée par certains à une mauvaise information de départ, et notamment une mauvaise prévision. Il faut donc garder en tête que bien que la prévision ne soit pas le seul moyen pour obtenir des informations sur une crue appréhendée, elle participe, en partie du moins, à la crédibilité des décisions qui sont prises.

3.6 PRÉFÉRENCES EN MATIÈRE DE L'INFORMATION QUI SERA VÉHICULÉE PAR L'OUTIL PRÉVISIONNEL

3.6.1 HORIZON TEMPOREL DE LA PRÉVISION

Tableau 2. Horizon optimal selon les répondants

Horizon	12 heures	24 heures	36 heures	48 heures	3 jours	4 jours	5 jours	Une semaine
Nombre de répondants	2	2	1	4	12	3	2	2

La question de l'horizon de la prévision est cruciale, car elle conjugue à la fois la notion d'incertitude qui s'accroît plus l'horizon est grand (ce dont la plupart des répondants sont conscients), et la capacité à rendre la prévision utile aux décisions à prendre et donc au temps requis suffisant pour enclencher le processus décisionnel et déployer les actions sur le terrain. **Les réponses à cette question relient donc le plus souvent ces deux éléments, soit l'exactitude de la prévision et les décisions et actions à prendre (qui requièrent un certain temps, un besoin de planification, un délai d'actions).**

Pour plusieurs des parties prenantes (ministères confondus), l'horizon optimal serait un horizon de trois jours. Cet horizon donnerait assez de temps pour préparer les équipes d'intervention, en particulier lorsque la crue est prévue pendant la fin de semaine ou pendant des jours non ouvrables, jours fériés par exemple, ce qui représente un enjeu pour plusieurs gestionnaires d'équipes. Une prévision pour les 3 jours à venir, leur permet d'orienter les mécanismes décisionnels en conséquence afin d'assurer le déploiement des interventions sur le terrain en dehors des jours de semaine. Autrement dit, il permettrait de planifier les équipes d'intervention et d'assurer leur déploiement dans des moments où normalement il y a moins d'effectifs.

Néanmoins, certaines **variantes sont apparues dans l'explication du choix d'un horizon de trois jours**. Pour certains, **cet horizon représente un minimum plus qu'un optimum** et, pour l'une d'elles, **la prévision de trois jours devrait être couplée à une seconde prévision d'une semaine**. Une autre suggère qu'un horizon de 3 à 5 jours serait utile, notamment en saison des crues où les prévisions à plus long terme seraient tout de même, plus fiables.

Pour d'autres, c'est un horizon de 24 à 48 heures qui est mentionné comme utile. Un des participants mentionne que ce **délai est suffisant pour effectuer des évacuations de résidents**. **Son collègue ajoute l'idée d'une préalerte d'une semaine qui pourrait tout de même être utile**. Mais, c'est aussi la question de fiabilité de la prévision qui influence le choix de cet horizon. Selon un répondant, puisqu'une prévision dont l'horizon est trop éloigné dans le temps devient moins fiable, privilégier un horizon de 24 à 48 heures assure une plus grande fiabilité à l'information ce qui la rend plus pertinente et donc plus utile.

La relation entre l'incertitude d'une prévision et l'aide à la planification est soulevée également par d'autres participants privilégiant néanmoins un horizon plus long. Ainsi, **pour deux d'entre eux, le rapport de l'horizon versus l'exactitude pourrait être assuré par une prévision ayant un horizon de 5 jours**. L'un d'eux mentionne qu'un horizon de 5 jours est l'idéal puisque cela permet de planifier pour une semaine au complet. Toutefois, cette même personne ne verrait pas d'objection à utiliser une prévision pour un horizon plus court soit de 2 à 3 jours, mentionnant qu'il comprend bien qu'un horizon de 5 jours contient une plus grande part d'incertitude. Pour pallier à cela, **il propose d'ajouter un degré de confiance associé à chaque horizon de manière à rendre visible l'incertitude qui leur est associée ce qui lui permettrait d'avoir accès à une prévision pour 5 jours potentiellement utile à ses décisions, tout en étant à même d'en apprécier l'incertitude**.

Pour certains, ce qui est mis de l'avant **est surtout le besoin de temps**. Pour ces personnes, **un horizon d'une semaine** est celui qui leur serait le plus utile. Ce délai permettrait de panifier à l'avance certaines actions ou encore de mobiliser les gens ce qui peut prendre plus de temps.

Cependant, dépendamment du type d'intervention qu'ils ont à faire, et aussi de l'organisation qu'ils ont sur le terrain, certains peuvent s'accommoder d'un horizon plus court. Ainsi, un horizon de **36 heures** est suffisant pour l'un des répondants, qui mentionne que leurs équipes sont constamment sur le terrain et prêtes à intervenir. **12 heures** peuvent même suffire pour un autre. **Un des répondants soulève le lien entre la taille du bassin versant et l'horizon souhaité**. En effet, pour lui, la taille du bassin joue un rôle dans l'utilité de l'horizon retenu puisque les petits bassins versants sont plus réactifs, il est plus utile d'avoir un horizon court. Enfin, deux répondants mentionnent qu'un horizon de **2 à 3 jours est suffisant**.

D'autres réfléchissent à la question du meilleur horizon en se collant davantage sur les séquences de leurs interventions, en faisant moins référence à l'incertitude potentielle d'un horizon plus long. C'est le cas d'un répondant qui propose un horizon de 4 jours. Cela permet selon lui, une journée pour prendre connaissance de la situation, une seconde pour parler à toutes les personnes impliquées dans les opérations, une troisième pour mettre les actions en place et enfin une quatrième journée qui sert de journée tampon au cas où il y aurait des imprévus. Les 4 jours permettent également de prendre en compte les fins de semaine et les journées non ouvrables. Ce qui donne à la prévision une utilité supplémentaire.

Constats :

Les choix relatifs à l'horizon souhaité montrent une grande variation de réponses. Nos résultats rejoignent ceux de Fundel *et al.* (2019) qui suggèrent que les préférences et les besoins quant à l'horizon des prévisions varient grandement selon les types d'utilisateurs.

Néanmoins, dans notre étude, pour plusieurs participants de différents ministères, un horizon de trois jours semble répondre adéquatement aux besoins d'informations préalables aux prises de décisions. Cet horizon remplit d'emblée les besoins de ceux qui préfèrent un horizon plus court et répond ainsi à leurs attentes. Cependant, afin de répondre au tempo de la prise de décisions de certaines organisations, il pourrait s'accompagner d'un horizon plus long que trois jours, à condition que l'information sur l'incertitude soit explicite et permette à l'utilisateur de l'évaluer correctement.

Propositions :

1. *Fournir un horizon de trois jours, mais en permettant également une lecture des prévisions pour un horizon de cinq jours en indiquant bien que l'intervalle de confiance n'est pas le même pour cette prévision plus incertaine ;*
2. *S'assurer que le programme de formation qui suivra l'implantation opérationnelle de l'outil de visualisation consacra le temps suffisant à expliquer et à distinguer les concepts de fiabilité, de précision, d'incertitude, d'intervalles de confiance et de probabilités, qui demeurent mal compris et amalgamés par plusieurs intervenants.*

3.6.2 PAS DE TEMPS

Tableau 3. Pas de temps optimal selon les répondants

Pas de temps	24 heures	12 heures	8 heures	6 heures	Chaque heure
Nombre de participants	6	3	1	6	8

(Certains répondants n'ont pas donné de réponse explicite à ce propos ne sachant pas quoi répondre ou parce qu'ils ont laissé leur collègue s'exprimer seul sur cette question)

La notion de pas de temps a souvent eu tendance à être confondue avec la notion de fréquence de mise à jour ou parfois avec la notion d'horizon. Lors des entrevues, il a fallu expliquer plus d'une fois la définition du pas de temps d'une prévision. Nous avons souvent donné l'exemple des prévisions météo émises pour le lendemain, mais découpées narrativement en portions de journées (avant-midi, après-midi, soirée) ou encore en heures telles qu'elles sont souvent émises. Mais même là, il est apparu que cette notion est restée plus difficile à cerner pour plusieurs répondants. Certains répondants n'ont pas vraiment répondu à la question.

De plus, il est à noter que les réponses qui sont relatives au pas de temps varient beaucoup, passant de tranches de 24 heures pour certains à des pas d'une heure pour d'autres. La raison de cette grande variation semble être la nature de l'intervention que le répondant doit faire. En effet, certains agissent à court terme, proche des mesures d'urgence, mais d'autres interviennent

à plus long terme. Par exemple, certains doivent effectuer le relevé de certaines données spécifiques, ce qui demande un temps de préparation plus long. **Cependant, ce qui revient constamment, c'est le rôle potentiel du pas de temps : lorsque la question est posée, la réponse tourne le plus souvent autour des ajustements du plan d'action en fonction du pas de temps, permettant en quelque sorte de moduler plus finement leurs décisions et leurs actions.**

Plusieurs participants de ministères très différents aimeraient un pas de temps de 24h. Un pas de temps quotidien est suffisant selon eux pour ajuster leurs opérations puisqu'ils agissent sur du plus long terme. Un participant a parlé d'un pas de temps par tranche de 24h tout en stipulant qu'une prévision par tranche de 12h serait tout aussi utile puisque cela permettrait à ses équipes de mettre en place la préparation nécessaire. Pour certains, le **pas de temps permettrait de voir la tendance de la crue. Pour eux, le pas de temps minimal est de 12h ce qui permet de suivre la tendance** de l'évolution de la crue, ce qui serait utile pour la planification des interventions.

Cependant, un des répondants mentionne qu'il serait préférable **d'ajuster les pas de pas à la superficie des bassins versants.** En effet, une rivière située dans un petit bassin versant réagira plus rapidement et la gestion de l'inondation sera différente. Dans ce cas, un pas de temps plus fin serait plus intéressant, car il décrirait mieux l'évolution de la crue.

Pour plusieurs répondants, essentiellement ici du ministère des Transports, il serait pertinent que lors des inondations ils puissent avoir des prévisions avec des pas de temps aux heures, afin de voir comment les inondations fluctuent et ainsi affiner leurs interventions. Un de ces répondants mentionne que c'est nécessaire dans le cas où quelqu'un aurait à aller dans des endroits difficiles d'accès pour faire un coup de sonde par exemple puisqu'il faut se préparer d'avance et connaître le niveau d'eau prévu à court terme. Par contre, lorsque les périodes d'inondation ne sont pas encore vraiment commencées, selon un répondant, un pas de temps de 12h est suffisant et permet d'observer les tendances, mais un pas de 1h est nécessaire lors des événements de crues. Pour deux autres, comme ils sont habitués à avoir des prévisions à l'heure avec les SMR, ils se disent plus à l'aise avec des prévisions dont le pas de temps est aux heures. La raison donnée est souvent reliée à l'ajustement qu'un pas de temps fin leur permet pour l'anticipation des besoins de terrain ou plus généralement afin de s'ajuster au moment de l'inondation.

Deux participants d'une même équipe verraient un pas de temps aux **6h afin d'avoir 4 pas de temps par 24h.** Selon eux, cela permet de faire sortir les avions au bon moment pour prendre des photos sur le terrain et faire des levées bathymétriques. Il est à noter que leurs interventions concernent de vastes territoires publics, peu habités. **D'autres réponses réfèrent à quelques pas de temps par tranche de 24 heures. Pour l'un d'eux, l'idéal serait un pas de temps aux 3h.** Cela permet de commencer la journée de travail avec une donnée et de voir son évolution à travers la journée en intégrant dans les routines de patrouille des employés qui vont justement voir la météo aux 2-3h environ. Il précise tout de même que de **l'avoir aux 6h serait un minimum acceptable.** Le pas de temps aux 6 heures rejoint la réponse d'un autre répondant pour qui cet intervalle permet de regarder l'évolution de la crue par tranches reliées au découpage de la journée, un peu comme le fait la météo soit matin-midi-soir-nuit.

Constats :

Les réponses obtenues au sujet du pas de temps optimal varient considérablement selon les répondants. Règle générale, ceux dont les fonctions sont directement reliées à des interventions sur le terrain et notamment les représentants du ministère de Transports souhaitent un pas de temps très fin (aux heures). Néanmoins, ce qui semble important à retenir c'est l'idée de tenir compte de la superficie des bassins versants et du moment où on se situe par rapport à la crue (pendant ou avant une crue). En effet, pour les bassins versants plus réactifs, plus le pas de temps est fin plus la prévision permet de suivre l'évolution de la crue. De même, en situation d'inondation, les besoins relatifs à un pas de temps fin sont plus grands, car cela permet d'ajuster les actions à prendre en situation de crise en étant à même de suivre la moindre évolution de la crue. Une finesse de la résolution temporelle (toutes les heures ou quelques fois par jour) est manifestée par la moitié des répondants. Cette tendance rejoint celle soulevée par Berthet *et al.* (2019) qui remarquent un besoin grandissant relatif à l'augmentation de la résolution temporelle des prévisions.

Propositions :

1. Inclure le pas de temps le plus fin qui soit techniquement réalisable ;
2. À partir du pas de temps le plus fin, permettre à l'utilisateur de visualiser la prévision sur un pas de temps agrégé plus élevé (ex. Si le pas de temps du modèle est de 3h00, permettre à l'utilisateur d'agréger la prévision sur des pas de temps supérieurs, comme 6h00 ou 24h00, par exemple).

3.6.3 FRÉQUENCE DE MISE À JOUR

Tableau 4. Fréquence de mise à jour optimale selon les répondants

Fréquence de mise à jour	En temps réel	Chaque heure	8 fois par jour	4 fois par jour	3 fois par jour	2 fois par jour	Une fois par jour
Nombre de répondants	2	1	2	3	2	6	5

(Certains répondants n'ont pas donné de réponse explicite à ce propos ne sachant pas quoi répondre)

La fréquence de mise à jour jugée pertinente est conditionnée pour certains avec le moment de l'année. En effet, lors d'épisode d'inondations, les mises à jour des données de prévisions sont alors ressenties comme plus cruciales et devraient être plus fréquentes. Le reste du temps, il semble moins nécessaire d'avoir une mise à jour aussi fine.

Une majorité de répondants mentionne une fréquence de mise à jour de deux fois par jour, notamment en période de crues. Pour certains cette fréquence est un minimum. Par contre, le moment de cette mise à jour peut différer selon les répondants. L'un d'eux souhaite cette mise à jour le matin et le midi, alors que pour un autre la seconde mise à jour devrait être le soir afin d'avoir des données plus justes utiles pour le lendemain. Néanmoins, pour ce répondant, le plus de mise à jour possible serait le mieux afin de réajuster les actions en conséquence.

Dans des proportions presque aussi grandes, plusieurs répondants jugent qu'une fréquence de mise à jour quotidienne est possiblement suffisante. Un rafraîchissement quotidien des données permet de s'ajuster plus adéquatement aux potentiels changements dans l'évolution de la crue. Certains (d'une même équipe) mentionnent que **la fréquence de mise à jour quotidienne des données prévisionnelles est un minimum, et ils sont d'avis tout de même que le délai entre les mises à jour pourrait être plus court. En effet, ce qui motive leur réponse est le lien qu'ils font entre l'organisation de leur travail et la fréquence de mises à jour souhaitée.** Selon eux, puisque dans leur organisation, ils sont habitués à obtenir des rapports trois fois par jour, notamment pour les prévisions de pluie et de neige, ils jugent que les prévisions de crues pourraient être mises à jour au même rythme, elles agiraient ainsi comme un marqueur de temps dans les opérations. Pour ces répondants, ainsi que pour un autre du même ministère, une fréquence de trois fois par jour permet également de se réajuster, de redéfinir l'attribution des ressources s'il y a lieu, mais surtout de prendre des décisions en fonction de la prévision la plus à jour possible. **Le lien entre l'organisation du travail et la fréquence de mises à jour jugée optimale amènent d'autres répondants à souhaiter une mise à jour idéalement aux 3 heures, sinon aux 6 heures afin de permettre deux mises à jour par quart de travail.**

Certains répondants souhaitent que la fréquence de mise à jour suive le découpage des pas de temps. En fonction des pas de temps qu'ils avaient choisis, la mise à jour souhaitée est de 4 à 5 fois par jour pour deux d'entre eux, et deux fois par jour pour un autre.

Pour d'autres enfin, **la fréquence optimale est le plus de mises à jour possibles.** Certains mentionnent une mise à jour aux heures, expliquant toutefois qu'ils sont conscients des difficultés associées à la multiplication des mises à jour. L'un d'eux prévient contre le risque que les données fournies aux ministères ne soient pas toujours les mêmes que celles fournies au public incluant les maires des municipalités et les médias. Autrement dit, il pourrait y avoir un risque à ce que les données soient davantage actualisées pour les ministères que pour les autres et que cela ne produisent une distorsion dans l'information reçue par les uns et par les autres.

Certains participants ont carrément souhaité des données en temps réel, ils souhaitent ainsi avoir accès à chaque nouvelle donnée qui sort, permettant de suivre la crue en temps direct. Mais alors que pour l'un d'eux, il admet que ce souhait est peut-être difficilement réalisable, pour un autre, la mise à jour en temps réel est directement reliée à la fiabilité même de la prévision lorsqu'il faut agir à très court terme, elle est donc essentielle en période de crues.

Constats :

Les travaux de Kox *et al.*, 2018 et de Fundel *et al.*, 2019 montrent que plusieurs utilisateurs de prévisions préfèrent que la fréquence d'émission ne soit pas uniforme dans le temps. Par exemple, pour les horizons lointains, il ne semble pas nécessaire d'avoir une grande fréquence d'émissions. En revanche en situation de crise, et pour un horizon à court terme, la fréquence doit être plus grande. Certaines réponses que nous avons obtenues vont dans ce sens. De plus, comme le souligne Berthet *et al.* (2019) il y aurait globalement une tendance au sujet des prévisions et notamment une demande croissante pour augmenter la fréquence d'émission (passer d'une fois par jour à plusieurs fois par jour). Nos résultats font écho à ces conclusions.

Propositions :

- 1. Compte tenu des contraintes techniques reliées à la fréquence d'émission des prévisions, nous recommandons d'ajuster ou d'augmenter la fréquence d'émission en fonction de ce qui est techniquement faisable dans le but de répondre aux besoins exprimés ;**
- 2. Indiquer clairement l'information relative à la fréquence de mise à jour et inscrire la date et l'heure de la dernière mise à jour ;**
- 3. Faire les mises à jour les plus fréquentes possibles en période de crues. Celles-ci peuvent être plus espacées en dehors des périodes de crues.**

3.6.4 INFORMATIONS ET CARACTÉRISTIQUES SOUHAITÉES DANS L'OUTIL

La grille d'entrevue prévoyait une question très ouverte portant sur les autres informations pouvant être incluses dans un outil de visualisation des prévisions hydrologiques (nous précisons que cette question était posée bien avant la présentation des maquettes). Les réponses ont été très diverses et de diverses natures. Il est à noter que plusieurs des informations mentionnées comme étant utiles proviennent d'un même répondant. De plus, certaines réponses recourent celles obtenues par d'autres questions de la grille notamment celle qui s'intéressait au contenu potentiel d'un outil sous forme d'une carte, ou encore celle qui visait à mieux comprendre ce qui rend une prévision utile, et plus particulièrement, ce qui dans l'information prévisionnelle est l'élément déclencheur des prises de décisions. Plusieurs informations se sont avérées intéressantes et permettent de comprendre ce qui globalement peut aider à rendre l'outil de visualisation utile.

Avoir des informations sur les conséquences

Plusieurs (de ministères différents) jugent qu'il serait utile que les prévisions incluent des informations sur les conséquences, les impacts et les dommages reliés aux débits prévus. Pour certains, l'utilité de la prévision est intimement reliée à l'information sur l'étendue de l'eau sur le territoire, car l'information sur le débit seul ne veut souvent rien dire. L'information prévisionnelle doit être contextualisée pour avoir toute son utilité. **Elle doit être traduite en niveau de risque ou encore contenir les impacts sociosanitaires et économiques appréhendés.** Un participant propose que si l'outil était interactif, il serait intéressant que les citoyens puissent intégrer des informations (personnaliser l'outil en quelque sorte, par exemple en fournissant des informations techniques sur leurs bâtiments comme la hauteur de fenêtre), l'outil pourrait intégrer ces informations dans la prévision des impacts. Plusieurs répondants souhaitent avoir accès à une estimation des conséquences de l'inondation. L'un d'eux mentionne même qu'il ne s'intéresse qu'à l'impact du phénomène. Il veut savoir s'il y aura une inondation et si oui, le moment où elle arrivera et finalement les conséquences anticipées en simulant, dans l'outil, le niveau d'eau atteint, et en indiquant la vulnérabilité du cadre bâti. Tout comme un autre répondant, il souhaite avoir le profil et le nombre de personnes qui seraient touchées par les inondations. D'autres répondants vont dans le même sens et mentionnent l'intérêt d'avoir des données sur la nature des bâtiments possiblement touchés, comme les écoles par exemple.

Dans un contexte d'impact sur la santé publique, un intervenant soulève l'importance de connaître la présence et la nature des industries qui sont sur le territoire mentionnant les impacts potentiels sur la santé publique. Pour cette personne, même s'il s'agit d'une industrie (ou un site d'enfouissement) qui normalement ne devrait pas être affectée par les inondations, cette

information est pertinente. Ce répondant voudrait également connaître les prises d'eau afin de savoir si des gens sont alimentés par des puits privés, ne serait-ce que pour leur donner des informations sur la façon de rétablir l'eau. Le besoin d'information sur les bâtiments est ressorti chez un autre participant qui voudrait savoir quelles maisons ont des sous-sols. Cette remarque fait référence au rapport d'Isabelle Thomas (2020)² qui propose des recommandations et des retours d'expérience de l'inondation causant la rupture de la digue à Sainte-Marthe-sur-le-Lac. Il note que l'information est disponible au niveau municipal, mais qu'il serait important que celle-ci soit partagée avec son ministère (MSP).

Une autre information qui pourrait être pertinente serait de standardiser la dangerosité de l'accès à un chemin. Par exemple, un répondant du MTQ propose de retrouver dans l'outil de l'information relative au fait qu'un chemin est praticable à 10 cm, 20 cm ou 30 cm. Selon lui, cette information pourrait être signifiée avec un code de couleur.

Enfin, un participant a soulevé l'intérêt de pouvoir repérer la ligne des hautes eaux. Outre les données de débit, l'idée de pouvoir repérer les zones inondables de 20 ans et de 100 ans par exemple a été soulevée, cela permettrait une meilleure lecture de la prévision, en la situant dans un contexte de risques aux inondations.

La spatialisation et la géolocalisation de l'information

Certains ont insisté sur l'importance que l'information soit spatialisée sous forme de cartographie, avec des alertes de couleurs afin d'informer sur le danger (exemple le rouge pour signifier une situation de danger élevé). Un répondant ajoute qu'il préférerait que les informations soient présentées dans un encadré plutôt que seulement sur une carte. Deux participants verraient une information sur la hauteur d'eau et les dépassements de seuils sur une cartographie en temps réel. Enfin, quelqu'un mentionne qu'il aimerait que d'autres sources d'informations soient incluses dans l'outil de visualisation (pas uniquement les données de la DEH). Globalement, une représentation géographique est considérée pertinente, car elle permet de relier le territoire réel aux données de prévision. Ainsi, certains ont parlé de la géomatique afin d'avoir un fond cartographique et être capables de bien repérer les zones inondables, ou même juste le réseau routier municipal afin de connaître les secteurs potentiellement inondés a également été soulevé.

Disposer d'une prévision facile à comprendre

L'utilité de la prévision est associée pour quelques répondants à sa facilité de compréhension et à la convivialité de l'outil prévisionnel. L'importance est mise sur le fait que l'outil de visualisation soit convivial et qu'il contienne une information vulgarisée, accessible, compréhensible pour tout le monde. Un participant (MSSS) mentionne que l'information doit être expliquée (c'est-à-dire qu'il serait utile que les raisons du débit prévu soient expliquées). De plus, un répondant souligne que pour être utile il est important que l'information prévisionnelle soit facilement analysable, qu'elle permette par exemple de faire un topo de la situation en moins de 30 minutes, sans se perdre dans les chiffres et les graphiques, signifiant ainsi que le chemin entre la prévision et la prise de décision doit être le plus court possible.

² Ce document remis au MSP suite aux inondations de 2019 est mentionné par le répondant. Comme nous ne l'avons pas consulté dans le cadre de cette enquête il ne figure pas dans les références bibliographiques du présent rapport.

Inclure et uniformiser les seuils

Des répondants, tous du ministère des Transports, souhaiteraient que les seuils d'inondation soient inclus dans l'outil afin que les utilisateurs puissent savoir à quel moment ils seront inondés. Autrement dit, les seuils sont considérés comme des références utiles à la lecture des événements de crues et gagnent à être jumelés aux informations prévisionnelles. Il est important de mentionner ici que d'autres répondants d'autres ministères ont manifesté un intérêt pour que les seuils soient intégrés à l'outil de visualisation lors de la présentation des maquettes. Règle générale, les seuils sont considérés comme des repères utiles aux décisions à prendre qui facilitent la lecture de l'information prévisionnelle à l'égard des crues appréhendées. Plusieurs répondants, dont une grande majorité au MTQ, soulignent l'importance pour eux que les seuils soient uniformisés. Ce qu'ils souhaitent afin d'augmenter l'utilité de la prévision est que les seuils soient les mêmes d'une organisation à l'autre et notamment entre les ministères et les municipalités. Un participant du MSP voudrait une prévision couplée avec des seuils, une courbe et un historique afin d'alerter les municipalités d'une potentielle inondation ainsi que ses conséquences sur le territoire. La prévision est utile lorsqu'elle donne un signal d'alerte qui permet par la suite d'alerter les municipalités d'un potentiel danger sur leur territoire.

La justesse de la prévision essentielle à son utilité

Une prévision juste et précise est un prérequis de base à l'utilité perçue de la prévision pour plusieurs. La prévision doit être basée sur plus de données, sur plus d'informations provenant des stations. Il est important pour un répondant d'avoir l'assurance que la prévision se base sur des données générées par des experts. Un autre (MERN) souligne qu'il est important que l'information n'exagère pas une situation d'urgence.

La probabilité que l'événement arrive

Deux intervenants du MTQ mentionnent que pour eux, la probabilité que l'événement arrive est l'information utile à partir de laquelle ils interprètent la prévision.

«... nous aide à nous faire une tête sur la probabilité que ça arrive, c'est une bonne information à avoir.»

La probabilité doit être associée à la prévision afin d'en augmenter la lisibilité et par conséquent l'utilité.

Pouvoir comparer avec des événements ou des données passés

Certains répondants ont amené l'idée qu'il serait utile de pouvoir disposer de l'historique des événements à même l'outil de visualisation. Par exemple, à 400m³/s, la rue X a inondé en 2017, ou encore des informations sur les récurrences et fréquences d'une inondation de cette ampleur. Il serait utile pour l'un d'eux d'avoir des données historiques sur les plus grandes inondations passées afin que la prévision soit mise en référence avec une réalité passée et connue. Avoir accès à l'historique des données de profondeur et d'étendue avec dates et heures, permettrait d'avoir des données comparatives augmentant l'efficacité de l'interprétation des données. Une autre idée soulevée est la possibilité de retrouver dans l'outil la comparaison de la donnée prévue avec la donnée observée, autrement dit il serait souhaité qu'il reste des traces de ces deux informations dans l'outil de visualisation.

Avoir une prévision sous forme de scénarios

Quelques participants considèrent qu'il serait utile d'avoir des prévisions sous forme de scénarios, et certains proposent une idée un peu semblable en souhaitant avoir de l'information sur l'évolution de la crue (moment de la décrue entre autres). Pour un répondant du MTQ, obtenir l'impact au niveau de la route en fonction de 3 scénarios (risque majeur, normal et faible) serait une information pertinente qui permettrait d'anticiper les conséquences sur le réseau routier du ministère.

Obtenir des informations complémentaires

L'utilité de la prévision pourrait être accrue pour certains si elle était systématiquement jumelée à des informations complémentaires facilitant l'interprétation des données prévisionnelles. Ce qui est nommé est la météo, le couvert, l'étendue et l'épaisseur de la glace, les embâcles et débâcles, le couvert de neige, l'état de la fonte de la neige, les glissements de terrain. Ces informations complémentaires sont de nature à contextualiser l'information prévisionnelle et permettre une meilleure compréhension de ce qui s'en vient. Elles sont jugées complémentaires, car elles influencent potentiellement les inondations à venir. Certains répondants ont également mentionné qu'ils souhaiteraient une information sur l'étendue de l'inondation et la durée anticipée de celle-ci. (mentionnons que les répondants n'avaient pas encore visualisé les maquettes présentées en fin d'entrevue).

De plus, l'influence des barrages sur les rivières a été soulevée par un répondant. Selon lui, l'outil devrait inclure l'influence ou non de la rivière par un barrage afin de savoir si celle-ci est simplement soumise au régime naturel ou si d'autres éléments influencent son régime de crue. Un exemple est donné avec la rivière de l'Outaouais qui a plusieurs affluents et plusieurs barrages (notamment sur les affluents). Certains de ces affluents ne sont pas au Québec, et certains ne sont pas mesurés, alors il est difficile d'expliquer précisément la nature d'une inondation à certains endroits le long de cette rivière. Ce que ce répondant soulève c'est qu'il est difficile dans ce contexte de comprendre la nature d'une inondation, ce à quoi l'outil pourrait tenter de pallier. Deux participants (MTQ) suggèrent l'utilité d'avoir de l'information relativement à un barrage qui cède sur un territoire. Enfin, un répondant mentionne qu'il aimerait que lui soient fournies des informations sur la comparaison du niveau d'une rivière par rapport à l'ensemble du bassin versant.

Avoir la possibilité de faire des simulations

Un répondant propose l'intérêt d'avoir la possibilité de simuler une inondation et d'en vérifier les conséquences (comme le fait le portail de Rio Tinto par exemple), ou encore pour un autre de simuler les impacts sur un bâtiment en considérant les caractéristiques de ce bâtiment.

Jumeler les informations

Certains ont mentionné l'intérêt de pouvoir jumeler les données de prévisions à leurs propres banques de données. Ainsi, deux participants ont lancé l'idée de pouvoir associer les données prévisionnelles de débits ou de profondeurs à des données incluses sur d'autres plateformes qu'ils utilisent dans leur ministère. Ils proposent notamment d'avoir la possibilité de les extraire de la plateforme afin de les intégrer dans une autre ou encore d'utiliser un lien WMS réutilisable. Un autre répondant verrait comme autre alternative, une plateforme inter opérationnelle où il pourrait coupler plusieurs types de données, dont certaines qui ne peuvent être publiques.

Obtenir une prévision à l'avance

Plusieurs participants ont insisté sur l'importance d'avoir l'information prévisionnelle quelques jours avant l'événement. Bien que cette réponse semble une évidence, il est intéressant qu'elle ait été mentionnée.

Disponibilités les données

Mentionnons enfin que pour un répondant, c'est la disponibilité même de l'information qui a été mentionnée. En effet, ce participant note que l'outil devrait être élargi à un plus grand nombre de rivières, indiquant qu'il n'existe aucune donnée pour certaines rivières. Le fait que des rivières ne soient pas jaugées est considéré comme un manque d'information majeur, laissant certains cours d'eau orphelins de toute information sur le débit. Ainsi, avant de parler d'informations additionnelles aux données de débit ou de profondeur d'eau, ce sont les données mêmes de débit qui sont souhaitées.

Enfin, dans un autre ordre d'idées, deux répondants souhaiteraient avoir directement accès aux données hydrométriques en temps réel (au pas de temps original et non agrégé sur une journée). L'un d'eux mentionne qu'il pourrait ainsi établir ses propres seuils et ses propres calculs.

Constats :

Beaucoup de propositions ont été faites à l'effet d'inclure les conséquences de la crue dans l'outil lui-même. Ces propositions montrent que le courant des prévisions basées sur l'impact répond fort probablement à un réel besoin bien qu'il requiert davantage d'interaction entre les prévisionnistes et les utilisateurs (Kox *et al.*, 2018). Selon Pielke Jr. et Carbone (2002), les prévisions basées sur l'impact facilitent la prise de décision éclairée, ce que plusieurs participants à notre enquête ont également soulevé.

Une des caractéristiques des réponses fournies par les participants est l'importance de mettre en résonance l'information prévisionnelle avec d'autres informations et de pouvoir manipuler l'outil de façon à intégrer d'autres informations propres à leur ministère ou leur champ d'intervention. Ces réponses vont dans le sens de résultats exprimés dans d'autres recherches qui montrent que les utilisateurs de prévisions souhaitent s'approprier l'outil prévisionnel, notamment en le manipulant. Kox *et al.* (2018) ont montré que les participants à leur étude ont manifesté le souhait d'ajouter de l'information à l'outil afin d'augmenter sa pertinence en regard de leur champ d'intervention (ajouter une photo montrant un endroit précis dans un cours d'eau par exemple).

De même, pouvoir comparer les données prévues avec des données passées extrêmes est une idée intéressante qui rejoint une des recommandations de Fundel *et al.* (2019) qui suggèrent d'inclure des événements rares, mais graves afin de mettre en perspective la donnée prévisionnelle par rapport à une référence extrême et communiquer ainsi l'augmentation relative de la probabilité par rapport à cette référence. Rappelons que nos résultats font écho également aux propos de Berthet *et al.* 2016, qui soulignent l'intérêt d'enrichir les informations prévisionnelles notamment en ajoutant des informations complémentaires (zones inondables, enjeux majeurs, routes inondées, les données de valeurs de débit de référence, etc.). Selon eux, ces informations contribuent à amoindrir l'impact de l'incertitude des prévisions et aide la prise de décision.

Enfin, disons que certaines réponses vont au-delà de la prévision, mais elles montrent néanmoins que l'intérêt d'une prévision d'inondation est souvent couplé à d'autres besoins.

Ainsi, toute réflexion sur les besoins des utilisateurs relativement à un outil de visualisation des prévisions hydrologiques gagne à ne pas négliger ces propos qui indiquent dans quel mode d'esprit les prévisions sont potentiellement utilisées et interprétées afin qu'elles soient utiles à la prise de décision.

Propositions :

1. *Ne pas négliger l'intérêt du courant des prévisions basées sur les impacts, et notamment le besoin pour les utilisateurs des différents ministères de pouvoir échanger entre eux. S'inspirer des commentaires émis par les participants de l'étude de Kox et al. (2018) qui recommandaient que l'outil de visualisation comporte un réseau social informel permettant aux différents utilisateurs d'ajouter des informations rendant plus tangibles les impacts sur le terrain associés à la crue ;*
2. *Réfléchir à l'idée d'incorporer une grille de probabilités d'impacts en fonction d'enjeux territoriaux spécifiques ;*
3. *Présenter les prévisions en spatialisant et en géolocalisant les informations ;*
4. *Inclure clairement et distinctement les seuils d'inondation qui devraient être déterminés de la même manière pour toutes les organisations ;*
5. *Ne pas négliger l'intérêt pour certains utilisateurs de pouvoir simuler différents scénarios ;*
6. *Inclure des explications sur les informations qui sont prises en compte pour générer les prévisions (météo, équivalent en eau de la neige, etc.).*

3.7 PRÉFÉRENCES EN MATIÈRE DE VISUALISATION DE L'INFORMATION

3.7.1 MODE DE REPRÉSENTATION QUI CONVIENT LE PLUS

Dans la grille d'entrevue, des questions relatives à la visualisation de l'information ont été posées systématiquement avant de montrer les maquettes. L'idée était de permettre aux participants de réfléchir aux questions posées sans idées préconçues et sans à priori visuel. Le but était de favoriser des réflexions et l'émergence d'idées neuves, non orientées par une image. La première question posée portait sur la meilleure manière de visualiser différentes profondeurs (hauteur) d'eau dans un outil de visualisation des prévisions.

Une majorité de participants a mentionné une représentation visuelle sous forme de carte associant la profondeur (hauteur) d'eau à une représentation du territoire. Plusieurs idées ont été suggérées pour visualiser l'information de manière cartographiée. Un répondant mentionne des codes de couleurs pour représenter les seuils et des délimitations des zones inondables avec leur niveau de risque. Un autre propose une carte des cours d'eau avec leurs démarcations. Quelqu'un souligne l'intérêt d'utiliser des seuils, car c'est une manière qui est simple à comprendre pour les citoyens. Il donne l'exemple des seuils utilisés dans le site Vigilance, où les termes d'inondation majeure, moyenne, mineure qui sont utilisés représentent une formulation claire qui pourrait être reprise. Certains ont associé un code de couleur à un thermomètre.

Une autre idée soulevée est celle d'un **avertissement** qui pourrait être donné au niveau du bassin versant. On pourrait par la suite se référer à une carte plus précise, qui montrerait les impacts sur le terrain. Dans l'optique d'un outil interactif, une idée proposée est celle de montrer **l'information sur la carte de façon textuelle ou chiffrée**. Cela pourrait être de cliquer sur une zone, et cette dernière donnerait un niveau de profondeur. Un répondant, explique sa préférence pour une carte par le fait qu'il considère que les données provenant de diagrammes sont forcément ceux relatifs à un point précis, mais il ne sait pas nécessairement lequel, et qu'il ne connaît pas non plus la moyenne du secteur. De plus, puisque son territoire est très grand, il lui est plus difficile de connaître l'endroit exact de la crue à partir d'un diagramme alors que cela lui semble possible avec une carte.

Deux participants ont souhaité une **représentation 3D**, un peu du style de Google map ou Google earth avec le mode Street view.

Outre la représentation sous forme de carte, **certains répondants ont dit préférer le modèle graphique**. L'un d'eux aime bien l'idée d'une courbe représentant la médiane et le maximum, mais pas le minimum dont il n'a pas besoin. Il intégrerait à ces courbes un code de couleur permettant de distinguer la médiane du maximum.

Un autre s'intéresse surtout à l'aspect visuel qui doit être le plus simple à comprendre. C'est pour cette raison qu'il préfère les cartes, mais si c'était un graphique, il donnerait l'exemple des lignes sous forme d'escalier représentant les seuils de Vigilance qui sont un bon exemple puisqu'il n'y a pas d'étape d'interprétation de la donnée à faire.

Finalement, certains participants préfèrent les cartes aux graphiques, mais aiment également l'idée d'avoir accès à un graphique. Aussi bien pour les cartes que pour les graphiques, l'aspect visuel, permettant une compréhension facile et rapide d'une information grâce aux seuils, est important. Ce que plusieurs répondants soulignent c'est la nécessité d'obtenir rapidement une donnée reliée à une échelle de seuils afin d'associer rapidement un sens à cette donnée. Un répondant mentionne que sur un graphique, certaines informations de base sont essentielles, dont minimalement l'étiage de la rivière, sa moyenne mensuelle (de niveau ou de profondeur) afin d'avoir une référence pour analyser la situation. Selon lui, le visuel serait plus parlant lorsque vient le moment de coupler ces données avec la réalité de ce qui se produit sur le terrain et les conséquences potentielles. Il est à noter que deux participants voient les deux supports visuels (carte et graphique) ensemble et non mutuellement exclusifs.

La facilité de compréhension de l'information par le public est soulevée par deux participants. Pour l'un d'eux, il serait pertinent d'imaginer un modèle ajusté aux différentes catégories de la population qui aura accès à la prévision. Il voit, par exemple trois types de citoyens. Ceux qui ne maîtrisent pas vraiment les nouvelles technologies, ceux qui les maîtrisent et ceux qui sont davantage des experts. Pour répondre aux besoins des gens, il croit qu'il faut prendre en compte ces 3 catégories d'individus. La catégorie la plus difficile à rejoindre est selon lui la première. Cela est dû à leur moins grande capacité d'utilisation des technologies de l'information, ainsi que parfois leur moins grande capacité à interpréter des données empiriques ce qui inclut la lecture des cartes. Il propose par exemple, l'envoi d'un SMS afin de leur expliquer la situation puisqu'une carte ne leur parlera pas nécessairement. Il mentionne cependant qu'il y a entre 800 000 et 900 000 personnes illettrées au Québec, donc un texte explicatif par SMS n'est pas nécessairement la

solution à tous les problèmes. Bien que ce répondant ne propose aucun mode de représentation pour pallier à cette difficulté, il soulève tout de même des pistes de réflexion importantes.

Pour l'autre, il est important de parler en termes de catégories ou de classes générales. Il fait référence à **son expérience du site vigilance où étaient représentées des informations trop précises selon lui pour le public. Il propose de remplacer une information de type *plus ou moins de 30cm sur la route*, par une information relative au fait que *la route est praticable ou non*. En plus de la simplicité, il propose de délimiter des zones inondables avec leurs différentes profondeurs d'eau.**

Constats :

Le mode de représentation qui semble être le plus approprié est une représentation visuelle montrant la profondeur et l'étendue de l'eau sur une représentation du territoire réel, et donc sous forme d'une carte. L'idée étant de favoriser une compréhension rapide de la crue anticipée, et ce, en un coup d'œil. L'utilisation d'un code de couleurs, la présence des seuils d'inondations et la représentation de l'étendue de la zone potentiellement inondée en comparaison avec la zone inondable sont des propositions qui ont également été faites. De plus, fournir un avertissement à une échelle plus grande (au niveau du bassin versant) pour ensuite se rapprocher du territoire a été mentionné. Néanmoins, il ne faut négliger l'intérêt pour un modèle basé sur un graphique. Plusieurs répondants soulignent la nécessité d'obtenir rapidement une donnée reliée à une échelle de seuils afin d'associer rapidement un sens à cette donnée, ce qu'un graphique peut communiquer plus aisément.

Propositions :

- 1. Retenir l'idée de cartographier l'information prévisionnelle de l'étendue et de la profondeur prévue afin de permettre une lecture rapide des débordements prévus sur le territoire réel ;**
- 2. Associer à cette représentation cartographique un graphique montrant les débits prévus et les différents seuils afin de fournir une lecture complémentaire, mais visuelle de l'information, notamment relative aux débits et à la probabilité ;**
- 3. Réfléchir à la possibilité d'inclure les contours des zones inondables.**

3.7.2 REPRÉSENTATION DE L'INCERTITUDE DANS L'OUTIL

La préférence pour la représentation de l'incertitude par différents scénarios est ressortie de manière assez nette chez plusieurs répondants. Ce pourrait être la présentation de scénarios allant du plus réaliste (ou plus probable) au moins réaliste (moins probable) ou encore en présentant les scénarios optimiste, pessimiste et celui représentant un scénario médian. Un répondant propose que la moyenne soit représentée sur un graphique et que le maximum et le minimum puissent être représentés sur une carte. Ce maximum et ce minimum seraient ajustés à chaque zone, un peu comme ce que l'on retrouve sur Vigilance.

La seconde préférence pour communiquer l'incertitude est la représentation par pourcentages de probabilité qui correspond à la manière à laquelle plusieurs sont habitués, notamment parce que les prévisions météorologiques fonctionnent avec ce type d'information.

Deux répondants (MTQ, MSP) proposent que l'incertitude soit traduite par **un code de couleurs associé à des scénarios**. L'un d'eux a proposé l'idée d'une superposition de scénarios avec un code de couleurs qui permettrait de cerner l'incertitude, sans toutefois préciser de quelle manière la couleur interviendrait dans la représentation de l'incertitude. Il explique qu'il souhaiterait voir plusieurs simulations superposées sur une même carte (jusqu'à dix simulations), afin que soit montrée visuellement l'incertitude. Pour l'autre, il pourrait s'agir de la superposition des scénarios fort et faible qui seraient couplés à un code de couleur permettant d'apprécier l'incertitude. Deux autres idées ont également été mentionnées et mobilisent toutes les deux l'utilisation de la couleur. La première idée jumelle la couleur avec une courbe (un peu comme les courbes de niveau). Chaque courbe pourrait avoir une couleur reliée à un degré d'incertitude, une couleur pâle ou différente pourrait couvrir la zone d'incertitude. L'autre idée mentionne la possibilité de faire varier la densité de la couleur, plus celle-ci serait saturée, plus la prévision serait certaine.

L'intervalle de confiance a été nommé par deux répondants. Cet intervalle indiquerait le niveau actuel et les niveaux plus élevés et moins élevés un peu comme le propose le site Vigilance, mais cette fois pour la profondeur de l'eau.

Note : Mentionnons qu'un répondant qui était daltonien a souligné le fait qu'il est préférable d'éviter l'utilisation de la couleur.

Constats :

Le mode de communication de l'incertitude par scénarios est ressorti comme une préférence pour plusieurs participants. Néanmoins, communiquer la probabilité par % est une manière appréciée et que plusieurs répondants disent comprendre notamment parce que c'est celle qui est utilisée pour les prévisions météo (rappelons cependant qu'au fil des entrevues, il est apparu que la probabilité en % n'était pas toujours comprise de la même manière par tous). D'autres ont aussi souhaité un intervalle de confiance ou encore un code de couleurs pour définir la fourchette des tendances. À ce sujet Wernstred *et al.* (2019) suggèrent que l'incertitude gagne à être formulée dans une variété de formats ce qui permet de réduire les biais d'interprétation, et assure ainsi aux utilisateurs une compréhension plus juste de l'incertitude incluse dans la prévision. Nous retenons également la proposition de Berthet *et al.*, (2016), qui proposent d'associer à la représentation graphique des scénarios, une tendance centrale encadrée de deux tendances correspondant à un intervalle de prévision. Selon eux, ce choix présente l'avantage de fournir plusieurs niveaux de lecture, « allant de la prise en compte d'une information qualitative (les scénarios optimistes et pessimistes sont les niveaux qui ont peu de chances d'être dépassés) » à la prise en compte d'une information plus quantitative.

Propositions :

1. *Nous voyons au moins deux possibilités pour exprimer la notion d'incertitude dans les prévisions. Une première option serait d'utiliser des scénarios de débits (optimiste, pessimiste et médian) et de tracer les cartes de profondeur et d'étendue en conséquence (3 cartes possibles).*
2. *Une deuxième option serait d'utiliser plutôt un intervalle de confiance sur le débit (hydrogramme), par exemple l'intervalle de confiance 95%. Dans ce cas, la représentation de l'étendue et de la profondeur pourrait être celle qui correspondent aux bornes de l'intervalle, soit une carte pour la borne inférieure et une carte pour la borne supérieure.*

3.7.3 ÉLÉMENTS À RETROUVER DANS LES CARTES

Les informations à inclure dans un outil sous forme de carte sont multiples. En effet, cette question a suscité plusieurs idées et plusieurs besoins potentiels.

Une des propositions qui est ressortie le plus souvent est la représentation des zones inondables en plus de la représentation de la surface inondée. Certains proposent de circonscrire les zones problématiques davantage que ce que l'on retrouve sur le site Vigilance (où l'information est donnée par bassin versant ou par région). Même s'ils concèdent que la comparaison par régions puisse être intéressante, mieux circonscrire l'information leur paraît plus utile. L'un d'eux propose d'inclure les zones inondables par types de territoire. Par exemple, on pourrait voir les zones inondables résidentielles, industrielles, agricoles. L'un d'eux cependant considère qu'à plus grande échelle, l'information devrait être donnée par bassin versant.

En plus de la représentation des zones inondées, certains proposent de **mettre également l'état des rivières et des infrastructures, en signifiant par exemple avec un gradient de couleur les différentes zones à risques, les bâtiments ou encore le réseau routier.** Deux participants suggèrent d'utiliser des prévisions optimiste, médiane et pessimiste en affichant par exemple les différents **scénarios de profondeurs aux différents endroits en incluant la rivière elle-même.**

L'idée d'afficher des pictogrammes n'est pas ressortie de manière très explicite. **Un seul répondant a suggéré l'intégration de pictogrammes qui seraient sous forme de point d'exclamation et qui serviraient à indiquer les zones à risques, les pictogrammes agiraient comme des avertissements.** Cependant, sans que ne soit nommée explicitement l'idée des pictogrammes, **certains ont mentionné l'intérêt que soient intégrées certaines informations auxquelles on pourrait avoir accès en cliquant sur les zones de la carte.** Les informations potentiellement repérables pourraient être des informations sur la population (âge, niveau socioéconomique) afin de connaître leur niveau de vulnérabilité; mais également sur les ressources disponibles matérielles et humaines à mobiliser comme les intervenants (pompiers, policiers) ou les partenaires potentiels (Croix-Rouge); les services qui risquent d'être affectés; les bâtiments privés qui peuvent être à risque (maisons, appartements) comme pour les bâtiments publics (stations de pompage, écoles, CPE, résidences pour personnes âgées, etc.); le lieu de relocalisation et de rassemblement. Un des répondants propose également d'avoir la topographie des lieux. Un autre suggère que ces informations pourraient être disponibles **via des infobulles ou des onglets proposant des informations différentes en fonction du ministère et de ses besoins pour chacune des villes.**

Trois participants du ministère des Transports souhaitent que le réseau routier soit explicitement pris en compte. Il serait par exemple important que soient signifiées les routes qui sont inondées et donc impraticables par les gens du ministère. Cette information permettrait de prévoir la gestion de la circulation des véhicules d'urgence et des transports de marchandises avec les autres partenaires qui interviennent sur le terrain. D'autres ont mentionné l'importance que soient affichés **les noms des municipalités, les noms des rues, les noms des cours d'eau, les équipements gouvernementaux, les écoles, etc.**

Une idée qui est beaucoup revenue est l'intérêt de fonctionner par couches d'informations qui pourraient être ajoutées ou enlevées par l'utilisateur. Un des participants mentionne que cela existe déjà au MSP et qu'il serait intéressant que ce système par couches puisse relier les intérêts municipaux et provinciaux. Cela permettrait par exemple de visualiser les frontières municipales et le réseau routier afin que le MSP puisse savoir quelles sont les municipalités possiblement affectées par la fermeture d'une route. Deux répondants ont fait référence à l'outil «Territoire» développé par le MAMH. Cet outil regroupe des informations gouvernementales, les limites municipales, les MRC, le périmètre urbanisé. Il permet de consulter les différentes informations par couches sur un même site web. Enfin, sans nommer explicitement la superposition d'informations par couches, une idée est soulevée et s'y apparente un peu. En effet, un répondant propose que des informations différentes puissent être présentées selon l'échelle de territoire fournie par la carte. Par exemple, les informations relatives aux routes et aux cours d'eau pourraient se retrouver sur une carte à l'échelle régionale, et les routes secondaires et les bâtiments sur une carte à l'échelle municipale. **Malgré ces idées, certains ont mentionné l'importance de ne pas trop surcharger les cartes d'informations diverses** afin d'éviter que la lecture soit rendue trop difficile et que cela ne soit en définitive contreproductif à la prise de décision.

Des répondants ont souhaité obtenir plusieurs informations relatives aux crues. Les précipitations et la température attendues ainsi que le couvert neigeux devraient être inclus. Ces données sont considérées comme étant en interrelation et constituent des facteurs qui ont des impacts pour la saison des inondations. Elles permettraient également de comparer notamment l'impact du couvert neigeux au fil des années, ce qui fournirait plus de données utiles pour le Centre de veille. Dans le même souci de mieux comprendre les crues, un des participants suggère que le réseau hydrographique soit signifié et accompagné des courbes de niveau. Un autre souhaite que la prévision de l'étendue de l'eau sur le territoire soit montrée sur la carte accompagnée des débits chiffrés. Une autre idée suggérée est que la carte soit réalisée avec un fond ortho-photographique ou un fond vectoriel.

Pour deux répondants, **obtenir un visuel de l'endroit cartographié serait une information additionnelle utile. Ils suggèrent par exemple, des photos pour mesurer l'impact de l'inondation.** De plus, des photos terrain pourraient être pertinentes puisqu'un arbre qui tombe dans la rivière peut provoquer un embâcle. Mettre aussi les limites des terrains et faire une distinction entre les terrains privés et les terrains publics afin de savoir si des infrastructures et des baux seront touchés (s'agissant ici de baux octroyés en territoire public et gérés par le MERN).

D'autres ont mentionné le désir de connaître les emplacements des sondes qui fournissent l'information. Pour l'un des participants, cette information permettrait de connaître l'endroit exact du danger de l'inondation lorsqu'il y a une alerte de crue sur la rivière Chaudière par exemple.

Enfin, dans un autre ordre d'idée, **un répondant perçoit la municipalité comme étant la cellule de base. Selon lui, les seuils de surveillance et d'inondation présentés sur une carte devraient être établis en se basant sur ce que considèrent les municipalités.** C'est le niveau local qui devrait être le centre de l'outil puisque le rôle des ministères est de venir en soutien aux municipalités ou de surveiller leurs propres infrastructures. De plus, il amène l'idée qu'une information sur l'apport des Grands Lacs soit incluse dans l'outil. Dans sa région, il n'y a qu'un seul barrage sur la rivière

Ontario qui contrôle l'arrivée d'eau de l'ensemble des Grands Lacs et lorsque ce niveau devient trop haut, il souhaiterait obtenir de l'information relative à l'éventuelle ouverture des valves.

Constats :

À l'instar de la section portant sur les éléments à inclure dans l'outil, la question permettant d'exprimer ce qui devrait se retrouver sur une carte a réellement stimulé la réflexion et a généré plusieurs idées.

La représentation des zones inondables est une proposition qui est revenue très souvent. Elle semble répondre à un besoin, notamment celui de servir d'information de référence quant à la lecture de la probabilité reliée à la prévision. Cette proposition rejoint les propos de Berthet *et al.* (2016) qui mentionne que l'ajout de ce type d'information complémentaire enrichit la compréhension de la prévision. L'idée étant de repérer d'emblée les territoires les plus à risque. Dans cet ordre d'idée, certains ont proposé que l'outil permette de repérer rapidement les bâtiments, les infrastructures et les routes vulnérables qui seraient potentiellement touchés. Il est apparu important de pouvoir repérer tout de suite ce qui est le plus problématique et de pouvoir ainsi cibler rapidement les zones d'intervention. La possibilité d'obtenir des informations plus spécifiques en cliquant sur des zones de la carte est également une idée intéressante. Un autre point est revenu souvent soit celui de pouvoir fonctionner par couches d'informations superposées. Ces différentes couches pourraient permettre aux différents ministères et aux différents intervenants de choisir les informations dont ils ont besoin sur la carte.

Ce qui doit attirer notre attention c'est le fait qu'un outil qui représente l'information sous forme de carte crée de multiples attentes. Gueben-Venière (2017) rappelle à ce propos que chaque groupe d'acteurs s'intéresse à des enjeux qui lui sont propres ce qui implique une représentation spatiale de son territoire en fonction de ses enjeux, mais aussi des interactions entre les groupes d'acteurs. Elle propose la possibilité d'ajouter ou de retirer des éléments de la carte, ou encore la possibilité d'agrandir la carte pour mieux repérer certains éléments du territoire. Il est intéressant de constater que les participants à notre enquête ont manifesté à leur manière ce type de besoins.

Propositions :

1. *Représenter les zones inondables de façon à ce qu'elles ne se confondent avec les données prévisionnelles d'inondation, mais servent de point de référence ;*
2. *Représenter les bâtiments, les routes ou d'autres infrastructures jugées névralgiques de manière à repérer rapidement leur vulnérabilité (différents moyens pourraient être envisagés : couleurs, clignotement, pictogramme, etc.) ;*
3. *Considérer avec attention le besoin exprimé par les participants de pouvoir ajouter ou enlever des couches d'informations selon les enjeux qui les concernent.*

3.7.4 NIVEAU DE DÉTAIL SPATIAL

La question relative au niveau de détail spatial souhaité a été posée en mentionnant aux participants que l'outil serait minimalement interactif et permettrait possiblement de zoomer. La question posée était donc jusqu'à quel détail spatial vous souhaiteriez pouvoir vous approcher?

Pour certains, il est intéressant d'avoir accès au niveau spatial de la région administrative, tout en ayant accès au niveau spatial municipal. Pour l'un d'eux, la raison est que la prise de décision se fait à Gatineau par exemple, et non pour l'Outaouais au complet. Pouvoir zoomer sur les villes permettrait de repérer les différentes zones à surveiller. En effet, le fait que les inondations soient d'abord gérées au niveau municipal a été abondamment nommé. Pour cette raison, l'échelle spatiale municipale était implicite pour plusieurs répondants. L'échelle des municipalités devrait, pour certains, permettre de s'approcher des quartiers pour les zones urbanisées. **Une autre idée ressortie est d'ajouter un deuxième niveau spatial, à plus petite échelle, où seraient incluses les courbes de niveau et les routes. Par exemple, on devrait pouvoir cibler la ville de Sherbrooke ou une sous-région, et y retrouver ces informations qui ne seraient pas comprises au niveau régional.**

Une autre proposition est **de pouvoir passer d'une carte à grande échelle afin de repérer les zones inondées, à une échelle plus fine, la plus précise possible, permettant d'intervenir au niveau d'un bâtiment et de repérer quelles sont, par exemple, les maisons qui devront être évacuées.** Ce qui est nommé par certains, c'est l'importance de trouver un équilibre entre voir la maison précise et l'ensemble d'un quartier. Dans cet ordre d'idée, un participant propose **une superposition de couches selon plusieurs niveaux de détail spatial différents allant du provincial, au régional, à l'échelle des MRC et enfin à l'échelle des municipalités.** Il précise qu'il faudrait au moins une couche pour illustrer l'échelle locale-régionale. Il a aussi lancé l'idée d'une carte qui pourrait être créée par l'acteur qui l'utilise.

Certains ont soulevé l'idée **de considérer l'échelle de la municipalité pour les petites municipalités, mais de considérer plutôt l'échelle des quartiers pour les grandes villes. (notons ici qu'il pourrait s'agir de la même échelle, qui engloberait toute une municipalité si celle-ci est petite, mais les quartiers si celle-ci est grande).** L'idée est d'être capable de repérer ce qui peut être touché par une inondation, comme les bâtiments, les populations vulnérables, etc. Par contre, quelqu'un mentionne que si l'information donnée ne montre que le débit, alors l'échelle des municipalités serait suffisante.

Une autre proposition a été formulée par un participant (**Santé publique, Estrie**) et fait référence **à une échelle spatiale déterminée par le nombre d'habitants. Ce répondant explique que dans ce cas, la région administrative est divisée en communautés de résidences, c'est-à-dire en regroupement d'environ 5000 habitants.** Dans les zones rurales, ces communautés représentent de très grandes aires géographiques alors qu'inversement, une ville comme Sherbrooke comprend 33 communautés de résidences. Selon cet intervenant, cette façon de faire permet une répartition plus uniforme des réalités socio-économiques des populations. **Il est ainsi possible de cibler celles qui sont plus vulnérables afin d'aider la mobilisation des acteurs-clés dans une communauté.** Ce découpage n'est utilisé qu'en Estrie, alors pour un modèle plus québécois ou canadien, il propose d'utiliser les îlots de diffusion afin de superposer les réalités socio-économiques.

Bien qu'il soit admis que les municipalités puissent avoir besoin des détails allant jusqu'à la rue, certains participants mentionnent que pour leurs besoins, cela n'est pas forcément nécessaire et qu'avoir l'échelle municipale ou pour certains, **l'échelle des MRC serait suffisant.** Si l'échelle des MRC était utilisée, l'un d'eux suggère que des points rouges ou orangés puissent être associés aux municipalités à risque afin de connaître les probabilités qu'elles soient inondées.

Pour d'autres en revanche, **l'échelle doit être très fine, au 10 mètres près, voire au mètre près.** Il faudrait avoir un zoom permettant de voir la zone touchée, mais également les infrastructures. **Le MTQ est responsable de certaines structures municipales et des infrastructures routières. Il a donc besoin de rapidement repérer les structures concernées,** même si elles se situent dans un petit rang de campagne. Ce niveau spatial sert également à définir les bâtiments à évacuer, les routes à fermer, les endroits où mettre les digues de sable, etc. Donc tout ce qui implique la planification et la préparation. Un autre répondant mentionne qu'en situation d'intervention d'urgence, il faut savoir si la route est praticable. **Le réseau routier est donc une information primordiale pour les acteurs dont les tâches nécessitent des déplacements lors de situation d'urgence.** Un répondant (MTQ) aimerait, par exemple, bien repérer les contours d'un lac, car il installe parfois des poteaux pour mesurer le niveau de l'eau par rapport à une route à proximité. Cette échelle de détail spatial lui faciliterait son travail. Pour un autre (MERN), cette échelle lui permet de repérer les limites précises entre les terrains publics et les terrains privés faisant l'objet de baux de villégiature. La distinction se fait au mètre près et l'information dans ce cas doit donc être très précise afin de mieux se préparer et bien savoir si le territoire est touché ou non. Un collègue suggère une échelle de 1 pour 2000 afin de repérer les ouvertures dans les bâtiments.

Un répondant précise que le niveau de détails **dépend du type d'intervention. Le niveau spatial de la rue est moins important pour la Santé publique par exemple que pour le MTQ ou pour d'autres intervenants appelés à agir sur le terrain en situation d'inondation.** Ainsi, le niveau de détail spatial requis dépend de l'acteur à qui l'on s'adresse. Une MRC fonctionnera avec ses limites administratives tout en essayant de favoriser l'entraide entre les municipalités avec le partage des équipements et de la main-d'œuvre. Un organisme de bassin versant voudra quant à lui voir les limites de son bassin versant.

Par contre, pour un autre, **l'échelle 1 pour 20 000 est une échelle suffisante** où les bâtiments sont des petits points et les bâtiments commerciaux pourraient être des polygones. Pour lui, ce niveau spatial est suffisant puisque les zones inondées seraient facilement repérables.

Une autre idée proposée est de tracer **un polygone sur une carte à grande échelle. Ce polygone servirait à circonscrire le zoom de la plus petite échelle à laquelle on aurait accès par la suite.** Idéalement, pour un participant, la carte devrait permettre un zoom qui passerait de l'échelle du bâtiment à celle de l'ensemble du Québec et inversement.

Constats :

Ce qui doit être retenu quant à l'échelle spatiale souhaitée, ce sont les besoins variés des utilisateurs. Certains travaillent à une échelle plus grande, alors que d'autres doivent pouvoir repérer des infrastructures telles que des routes et des ponts (pour des intervenants de terrain du MTQ par exemple), ou encore des bâtiments (MSP, Santé). Les échelles spatiales vont donc de la région administrative (ou du Québec) aux bâtiments, ce qui renvoie d'emblée à la nécessité de pouvoir zoomer d'une carte du Québec en entier vers une carte à petite échelle, voire à très petite échelle (au mètre près). Nous soulignons ici une idée intéressante, soit celle de pouvoir circonscrire un polygone sur une carte à grande échelle et obtenir une carte à plus petite échelle correspondant au territoire inclus dans ce polygone. De plus, un peu comme le fait Vigilance, la représentation à grande échelle pourrait se faire par régions administratives ou par bassins versants.

Propositions :

1. *Présenter l'outil de façon à pouvoir partir d'une représentation à grande échelle et se rapprocher du territoire en agrandissant une section de la carte permettant de distinguer les terrains, les bâtisses et les infrastructures en passant par une échelle intermédiaire, et envisager la possibilité que l'utilisateur puisse faire une recherche par municipalité, par quartier, etc.;*
2. *S'assurer toutefois que la représentation à très fine échelle spatiale ne donne pas aux utilisateurs une fausse impression de très grande précision/exactitude des prévisions. On suggère d'accompagner la cartographie à l'échelle la plus fine d'un avertissement explicite en ce sens, surtout si les données physiographiques dans Hydrotel (et similairement dans HEC-RAS) ont été obtenues à partir d'une échelle spatiale plus grossière que celle utilisée pour la visualisation.*

3.8 PRÉFÉRENCES POUR LES MAQUETTES

3.8.1 COULEUR, TRANSPARENCE ET LIBELLÉ DE L'HORIZON

Pour mieux comprendre les préférences à l'égard de la visualisation des prévisions hydrologiques à petite échelle, quatre maquettes communiquant différemment l'information relative à une prévision ont été présentées aux participants. Chacune montrait une cartographie prévisionnelle de crue accompagnée d'une information sur l'incertitude exprimée différemment. Nous souhaitons d'une part évaluer si les éléments inclus étaient pertinents et clairs pour les répondants, et d'autre part, nous souhaitons savoir si la manière de communiquer l'incertitude de la prévision était comprise et utile pour la prise de décisions. Toutes les maquettes présentées portaient du principe que l'utilisateur peut intervenir dans l'interface de la maquette et choisir certains éléments (horizon de la prévision, niveau de probabilité, valeurs de débits, etc.). Enfin, disons que les quatre maquettes à petite échelle discutées avec les répondants mentionnaient le nom de la rivière et le numéro du tronçon pour lequel la prévision était émise, ainsi que la région administrative correspondante.

Choix de couleur

Deux propositions de gradients de couleurs ont été montrées avant la présentation des maquettes. Le premier est un gradient de bleu où le bleu foncé exprime une profondeur d'eau plus importante et le bleu pâle une profondeur moins importante. Le second est un gradient de type feu de circulation, où le rouge illustre une profondeur d'eau plus grande et le vert (en passant par l'orangé et le jaune) une profondeur moins grande (Voir Figure 3).

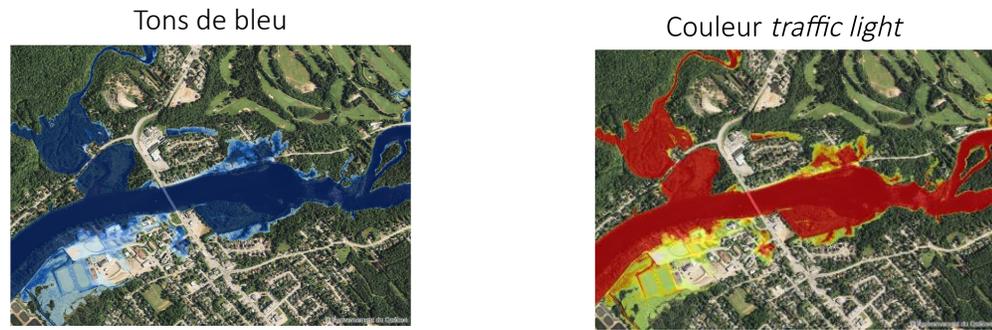


Figure 3. Échelles de couleur proposées aux répondants

La moitié des participants (14 sur 28) préfèrent l'utilisation d'un gradient de bleu (il est important cependant de mentionner que ce choix est fait lorsque l'information représentée est la profondeur de l'eau. Le choix du bleu pour représenter un pourcentage de probabilité comme dans la maquette numéro 4 n'est pas plébiscité, notamment par un répondant, comme nous le verrons plus loin). Plusieurs raisons de cette préférence sont invoquées. Pour certains, les reliefs sont plus visibles avec les bleus qu'avec la proposition de type feu de circulation, et la transparence de la couleur permet de voir les éléments du territoire qui sont présents sous l'eau ce qui est une donnée importante pour eux. Cependant, le manque de contraste entre les bleus choisis est mentionné par certains comme un point à travailler. En effet, tout en préférant le bleu, ils souhaiteraient que les différences entre les bleus soient plus évidentes afin d'éviter les erreurs, mais aussi de faciliter la lecture de l'information. Un autre (MERN) exprime sa préférence pour le gradient de bleu parce que leurs outils utilisent déjà le bleu pour représenter l'eau et les feux de circulation pour représenter les glissements de terrain. Afin qu'il n'y ait pas de confusion dans les codes de couleurs, deux participants souhaitent maintenir le code du bleu pour représenter l'eau. Un participant soulève un point intéressant, il mentionne que les codes de couleurs ont leur avantage (signifier visuellement rapidement une information), mais dans une optique de superposition des cartes, il considère que le bleu serait plus approprié et plus universellement compris comme une représentation d'une inondation.

Néanmoins, plusieurs participants (11) ont préféré le gradient de type feu de circulation. La principale raison invoquée est que les gens sont habitués à associer le code de couleur à des situations d'alerte. Le jaune est souvent utilisé pour dire «attention» et le rouge pour dire «danger». Une autre des raisons qui justifient cette préférence est que les contrastes entre les différentes couleurs sont plus facilement repérables que pour le gradient de bleu. Pour certains, cela amène un degré de précision lors de la lecture de l'information, que le bleu offre plus difficilement.

Parler des couleurs à utiliser a conduit les participants à signifier des éléments pertinents notamment en ce qui concerne la représentation de la rivière elle-même. Ainsi, pour plusieurs répondants, il serait important que l'eau dans la rivière soit représentée avec une autre couleur que celle utilisée pour signifier l'eau en dehors du lit de la rivière. Dans ce cas, certains proposent que l'eau dans le lit de la rivière puisse être bleue, et l'eau qui déborde du lit de la rivière soit alors signifiée par le gradient de type feu de circulation. Autrement dit, le gradient

de couleur ne devrait concerner que ce qui est anormal soit l'inondation elle-même. Dans le même ordre d'idée, un répondant mentionne que sur les cartes, le bleu signifie normalement l'eau dans les cours d'eau alors qu'ici, ce que l'on cherche à représenter ce sont les inondations. En effet, le dégradé de bleu a été préféré parce que le gradient type feu de circulation représentait moins bien la profondeur de l'eau, étant plus facilement associé aux probabilités ou au risque. Pour un autre, le gradient de bleu signifie la profondeur de l'eau et le gradient de rouge-orangé-jaune-vert signifie davantage les probabilités. Il ajoute que le rouge fait peur et qu'à ce titre il représente bien le danger exprimé en probabilité. Il utiliserait donc les deux palettes de couleurs. Enfin, quelqu'un fait remarquer le risque de superposer de la couleur sur certains éléments du territoire les rendant moins visibles, comme cela est le cas avec le pont représenté sur la carte, qui ne devrait pas être coloré ici.

Outre le gradient de bleus ou le gradient de type feu de circulation, certains ont proposé d'autres idées de couleurs. Quelques participants considèrent que le **rouge est trop agressif et un d'eux propose le mauve moins agressif que le rouge, mais plus parlant que le bleu**. Un autre mentionne qu'il aurait inversé les couleurs, le **vert aurait été l'eau dans la rivière, et le rouge l'eau dans les zones inondées. Cette idée est dite autrement par un autre participant pour qui le rouge signifie le danger ou un problème ce qui n'a pas de sens dans la rivière**. De plus, si du rouge est appliqué sur une zone inondée, mais inhabitée, l'attention des intervenants sera attirée inutilement vers cette zone pour rien. Quant au bleu, un répondant l'associe à la bathymétrie ce qui perturbe sa lecture de l'information.

Enfin, un participant suggère que si la couleur retenue par le ministère est le gradient avec du rouge, il **ajouterait une animation de manière à faire clignoter les zones rouges en dehors du lit de la rivière afin d'attirer l'attention sur les zones inondées afin de signifier que cela n'est pas statique**. Il est important de mentionner que pour certains le choix entre les deux propositions était difficile à faire. Ainsi, pour l'un des répondants, le choix est resté ambigu, il a choisi le rouge tout en mentionnant sa préférence pour le bleu. La seule raison de son choix vers le gradient de type feu de circulation était la plus facile lisibilité des contrastes entre les différentes couleurs.

Mentionnons que les réponses d'un répondant daltonien ont révélé les difficultés avec la lecture de tous types de dégradés de couleurs, qu'il s'agisse des dégradés de bleus ou des dégradés contenant du vert. (Pour la présentation des maquettes, il a choisi le gradient type feu de circulation, mais sans toutefois être à même de distinguer nettement les contours des différentes couleurs).

Transparence

La transparence de la couleur, peu importe de gradient de couleurs choisi, est considérée un élément très important dans la lecture de l'information, et ce par une large majorité, sinon la quasi-totalité des répondants. En effet, les participants jugent que la transparence permet de donner des points de repère géographiques précis et de repérer les routes inondées et les détours à prendre pour atteindre certaines portions de territoire en situation d'inondation. Elle permet aussi de repérer les zones affectées par l'inondation, les infrastructures, de repérer les impacts humains, bref de comprendre les effets potentiels de l'inondation sur le territoire réel. Un participant relève que la transparence évite de désactiver les différentes couches d'informations pour voir ce qu'il y a sous l'inondation et assure une lecture de toute l'information du premier coup d'œil. Deux participants proposent de pouvoir manipuler une jauge ou un curseur qui leur

permettrait de modifier le niveau d'opacité des couleurs. **Certains pensent que dans les propositions qui leur sont montrées, la transparence n'est pas assez prononcée.** Un répondant mentionne même qu'avec le gradient de bleu, le bleu foncé, qui est la zone qui l'intéresse le plus, est la partie la moins transparente alors que c'est la zone qui lui apparaît la plus importante à considérer afin d'être capable de repérer les éléments du territoire.

Limite de la rivière

Juste après avoir parlé de la couleur et de la transparence, nous attirons l'attention des participants sur les limites de la rivière à savoir si cette limite devait être signifiée autrement ou plus définie. **La majorité des participants considèrent qu'il est important de pouvoir repérer les limites du lit normal de la rivière.** Certains proposent un trait noir traçant les contours des cours d'eau. Cette délimitation permet d'avoir un repère par rapport à la rivière et permet de délimiter des zones qui peuvent être moins visibles sur une carte comme des zones marécageuses par exemple. Certains proposent que cette délimitation soit signifiée par la couleur, en utilisant deux couleurs soit une pour représenter l'eau dans la rivière et une autre pour représenter l'eau en dehors de la rivière. Cette réponse rejoint celle mentionnée par quelques participants au sujet du choix de couleurs. Mais, certains ont fait remarquer que la «normalité» de la rivière est quelque chose qui est difficile à définir. Que considère-t-on comme le lit normal?

Enfin, trois répondants ne voient pas l'utilité ou la faisabilité d'une telle délimitation. Pour l'un d'eux, ne pas voir la délimitation des cours d'eau n'est pas spécialement un inconvénient et ne nuit pas à sa lecture de l'information prévisionnelle de profondeur et d'étendue de l'eau.

Constats :

Une majorité de répondants a préféré l'échelle de bleus aux couleurs de type feu de circulation. Comme mentionné, il est important de dire que le gradient de bleu a été préféré pour représenter les différentes profondeurs de l'eau sur le territoire et non pour représenter la probabilité. De plus, certains ont mentionné cette préférence, car le bleu est la couleur habituellement utilisée pour représenter l'eau sur les cartes. Néanmoins, un point intéressant a été soulevé concernant la représentation du cours d'eau lui-même. En effet, plusieurs participants ont soulevé le fait que le cours d'eau devrait être représenté avec une autre couleur que celles contenues dans le gradient de couleurs (avoir beaucoup d'eau dans la rivière n'est pas une situation anormale, or signifier qu'il y a beaucoup d'eau dans la rivière interfère dans la lecture de l'information prévisionnelle de débordement). Cette réflexion amène des répondants à proposer que l'eau de la rivière soit signifiée en bleu et que le gradient type feu de circulation représente l'eau à l'extérieur du lit normal de la rivière. Les limites du lit de la rivière ont d'ailleurs été considérées comme une information utile à la compréhension rapide de l'information.

Il est à noter que certains participants n'ont pas choisi le gradient type feu de circulation parce qu'ils trouvaient que le rouge était trop agressif et trop alarmant, alors que d'autres l'ont tout de même apprécié, car ce code est associé aux situations d'alerte.

La transparence de la couleur est un élément très important et celle-ci pourrait être accrue par rapport aux maquettes utilisées, que ce soit pour le gradient de bleu ou pour le gradient type feu de circulation.

Propositions :

- 1. Il serait judicieux de représenter le lit normal de la rivière avec une autre couleur que celles du code de couleur représentant le débordement de la rivière afin que l'attention des utilisateurs se focalise sur l'anormalité soit le débordement ;*
- 2. Nous préconisons de favoriser le gradient de bleu. Si le gradient type feu de circulation est retenu, diminuer l'intensité du rouge ou modifier le gradient en remplaçant le rouge par une autre couleur ;*
- 3. Conserver, voire augmenter la transparence de la couleur de façon à rendre très lisibles les éléments du territoire qui sont représentés sur la carte ;*
- 4. Considérer la réalité des daltoniens qui représentent un % non négligeable de la population et pour qui les dégradés, tant de bleus que de jaune-orangé-vert, posent un problème de lecture. Il y aurait lieu d'ajouter des contours (aux couleurs et au lit de la rivière) afin d'en déterminer les limites ou du texte qui apparaît lorsque l'on clique sur la zone afin de faciliter la lecture de l'information pour les daltoniens. De plus, il pourrait être utile de poursuivre cette réflexion avec quelques candidats daltoniens afin de faire les bons choix pour pallier à cette difficulté de lecture.*

Libellé de l'horizon

La question relative au libellé de l'horizon proposait deux choix, soit un horizon communiqué par une date ou par un libellé «prochaines 24 heures». Les réponses obtenues montrent que les deux propositions sont au coude à coude ou presque. Il est également important de mentionner que plusieurs ont hésité avant de faire leur choix tentant de comprendre l'impact de celui-ci sur leur manière de transmettre l'information aux membres de leur équipe par exemple. Certains répondants n'ont d'ailleurs pas été à même d'opérer un réel choix entre les deux. Un répondant a même mentionné qu'il pourrait être utile d'avoir accès aux deux formulations, bien qu'il ait une préférence pour le libellé «prochain 24 heures».

Une faible majorité préfère le libellé «prochaines 24 heures» principalement parce que cela leur permet de lire ce qui s'en vient à partir de maintenant et pour les prochaines 24 heures, et que cette façon est plus proche de leurs besoins opérationnels. Néanmoins, plusieurs ont fait remarquer qu'il est important pour eux que la date et l'heure à laquelle la prévision est lue soient indiquées. Le libellé «prochaines 24 heures» devrait donc être accompagné de la date et l'heure où la personne consulte l'outil. La principale raison est que cette information devient utile pour l'échange avec les membres de leur équipe et pour la reddition de compte, et utile si la capture d'écran est imprimée.

Pour les autres, la date est le meilleur libellé de l'horizon. Cela évite les confusions. Les raisons pour le choix de ce libellé sont surtout relatives à la facilité lors des échanges avec les collègues. Ainsi, plusieurs ont proposé la date avec un menu déroulant pour les heures en fonction du pas de temps. L'ajout des heures est donc souvent associé à celle de la date, elle est comprise comme étant complémentaire. Un participant ajouterait également la date et l'heure de l'émission de la prévision et ajouterait le moment de la prochaine mise à jour. Enfin, un participant mentionne qu'il aimerait voir sur un graphique associé à la carte, une tendance et non seulement une prévision pour un horizon donné. Cela lui permettrait de visualiser dans le temps ce qui s'en vient.

Constats :

Ce qui doit attirer l'attention c'est la polarité des réponses obtenues (presque paritaire entre les deux libellés) et les questions suscitées par la réflexion sur ce point. En effet, plusieurs ont demandé si l'horizon « *pour les prochaines 24 heures* » signifiait que le 24 heures débutaient au moment de la lecture de la prévision. Cette question montre que l'information doit être précisée afin qu'il n'y ait aucune ambiguïté. De plus, même ceux qui ont choisi ce libellé ont manifesté le besoin de retrouver la date et l'heure à laquelle ils font la lecture de la prévision.

Proposition :

1. Peu importe le libellé retenu, la date et l'heure de la lecture de la prévision, ainsi que la date et l'heure du dernier rafraîchissement des données sont des informations complémentaires nécessaires à la compréhension du libellé de l'horizon et à la manipulation de l'outil et devraient se retrouver systématiquement dans l'interface de l'outil.

Autres remarques sur la présentation

Quelques remarques ont été faites plus globalement avant la présentation des maquettes notamment sur le mode de représentation choisi. Ainsi, certains ont suggéré la **possibilité d'avoir deux types de fond de carte. Ils proposent un fond semblable à ce qui leur a été montré, c'est-à-dire de type photo satellite (Google map), mais ils souhaiteraient également avoir la possibilité de mettre la carte sur un fond blanc**, mais qui inclut les noms de rues et les infrastructures. Les deux cartes seraient complémentaires et le but de la seconde serait de pouvoir aller repérer plus facilement certains éléments qu'ils ont à prendre en compte.

Pour un participant, il serait intéressant de fonctionner avec une **carte qui illustre les courbes de niveau. Cette information permettrait de repérer le relief du terrain**. Il est à noter que ce dernier répondant est daltonien, et qu'il tente de trouver des solutions pour faciliter le repérage des informations incluses dans l'outil. Aussi, ce répondant pense qu'il pourrait être pertinent d'avoir des lignes noires ou une **limite clairement visible afin de délimiter les différentes couleurs du gradient de couleur, puisque les variations de couleurs sont difficiles à repérer pour les daltoniens**. Il propose aussi des pictogrammes sur chaque couleur afin de signifier rapidement l'intervalle de profondeur d'eau ou la donnée représentée par la couleur.

Deux répondants contestent la légende de profondeur d'eau. Pour l'un d'eux, le plafond de 90 cm devrait être précédé d'un + ou une indication montrant que le 90 cm est une valeur qui est dépassée, cela permettrait de se préparer au pire. Un autre fait mention de l'inégalité d'écart entre les intervalles de profondeur d'eau qui sont montrés. Il propose des intervalles de 15-30-45 cm. Il fait référence également au système de vigie «Suprême», sous la direction de l'INSPQ.

Enfin, des **infobulles apparaissant sur la carte afin de montrer les impacts** sur la population et le nombre de personnes touchées seraient des informations utiles pour un répondant qui ajoute que la durée prévue de l'inondation devrait être incluse si possible.

3.8.2 MAQUETTE 1

Pour la maquette 1 (voir Figure 4), le participant est amené à choisir un niveau de probabilité de dépasser la profondeur affichée, et la carte permet de visualiser l'étendue et la profondeur de l'eau. Cette maquette offre à l'utilisateur la possibilité de choisir le niveau de probabilité lui étant le plus utile, ou encore d'évaluer différentes probabilités de dépasser une profondeur d'eau donnée. Ce choix s'effectue à partir d'une échelle de probabilité à 5 points manipulée à l'aide d'un curseur. Une légende (qui utilise le gradient de couleurs choisi au départ par le répondant) indique les différentes profondeurs dont la carte montre la probabilité de dépassement.

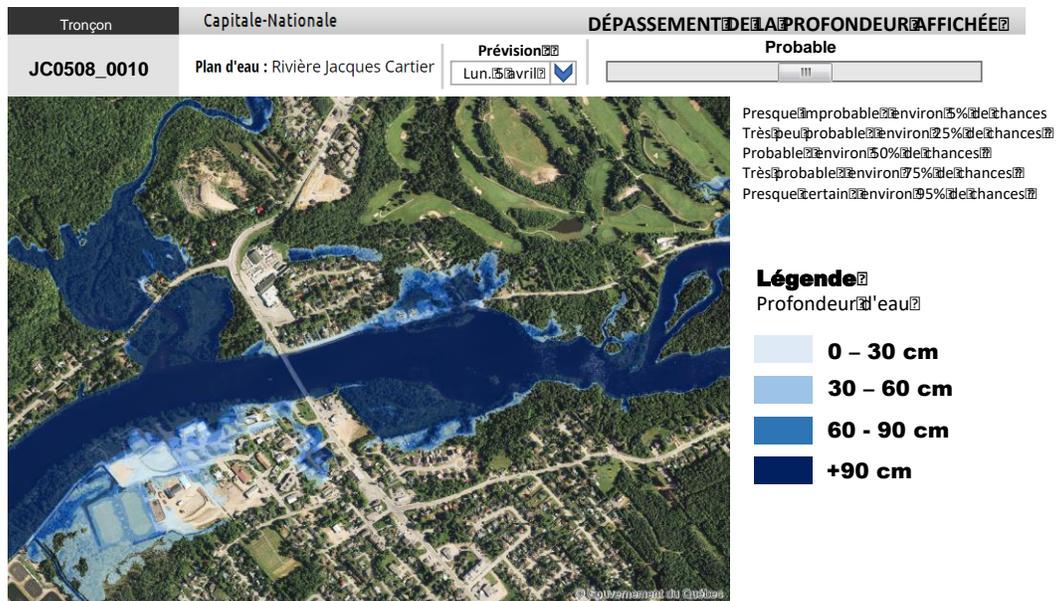


Figure 4. Représentation de la maquette 1

Clarté et impression générale

Dans un premier temps, après avoir expliqué les différents éléments de la maquette, nous demandions aux participants leur Impression générale afin que ceux-ci puissent s'exprimer globalement sur un ensemble. Cette façon de faire fut la même pour les quatre maquettes qui ont été montrées.

La majorité des participants trouve cette proposition claire et la juge facile à comprendre, car elle fait tout le travail d'interprétation sans tâtonner dans un processus d'essais et d'erreurs. Un participant **apprécie également le niveau d'incertitude** qui lui permet d'évaluer son niveau d'aisance à utiliser l'information.

Par contre, pour **certains répondants, cette maquette est jugée difficile à comprendre.** Ils la trouvent **complexe et confuse**. Par exemple, il aurait été plus significatif pour eux, de parler de probabilité de scénario plutôt que de probabilité de dépasser une profondeur d'eau (rappelons que ce commentaire dénote un manque de connaissances en mathématiques et une mauvaise

compréhension de la façon dont sont produites les prévisions, mais reflètent tout de même la perception des répondants).

Ajoutons qu'un répondant (MERN) émet le commentaire suivant : selon lui, **l'outil s'écarte des termes généralement utilisés (termes gouvernementaux : cote de crues 0-20 ans, 0-100 ans, etc.)** et sur lesquels il est supposé se fier alors que la prévision montre tout à fait autre chose. Ce qu'il reproche à la maquette c'est de ne pas être cohérente avec les indicateurs déjà en place. Il est à noter que ce commentaire indique aussi possiblement une confusion entre la cartographie des zones inondables et la cartographie d'une prévision de crue. En effet, ce commentaire montre qu'il y a une confusion entre le terme « crue 20 ans » qui fait référence à la probabilité d'inondation sur une très longue période de temps, et une prévision. Cette confusion est apparue à quelques reprises lors des entrevues et montre bien que des précisions et des explications sont requises pour que l'outil de visualisation (et ce qu'il exprime) soit bien compris. Il termine en soulignant que **la profondeur est une variable de trop pour l'évaluation des impacts, car l'outil propose la spatialité, la probabilité et les quatre niveaux de submersions, ce qui fait beaucoup d'informations.**

Constats :

L'impression générale des participants face à cette maquette est relativement positive. Une majorité de participants la trouve claire et plusieurs sont agréablement surpris des informations qui s'y trouvent. Cependant, il nous apparaît important de souligner les commentaires plus négatifs et certains points qui ont accroché gagnent à nourrir la réflexion. Notamment, le fait que quelques personnes la trouvent confuse ou considèrent qu'elle contient trop d'éléments à prendre en compte pour arriver à la comprendre. Dans ce sens, elle serait pour certains trop longue à analyser. Le fait que la lecture de l'information soit découpée en différentes étapes (choisir le niveau de probabilité pour lequel on souhaite de l'information, se référer à la légende des seuils de dépassement, et aller voir sur la carte ce qui se passe) ralentit ou complique pour certains l'interprétation rapide des informations.

Proposition :

1. Cette maquette, si elle est retenue, devrait être longuement expliquée afin de s'assurer que les utilisateurs la comprennent bien. En effet, le processus de prévision hydrologique est (sans surprise) méconnu des gens, et plusieurs personnes ont des connaissances limitées en matière de probabilités et de statistiques. Par contre, les gens comprennent bien, et acceptent que les prévisions soient incertaines. C'est l'interprétation de la probabilité qui des fois peut poser problème ;

Hauteur vs profondeur

Comme l'avait suggéré la revue de littérature, le vocabulaire utilisé est important dans la compréhension intuitive de ce qui est communiqué. Un des mots utilisés est la profondeur de l'eau. En effet, l'outil de visualisation souhaite illustrer la profondeur et l'étendue d'eau et donc à spatialiser l'eau qui sort de la rivière lors d'une crue appréhendée. Or, le mot profondeur pour traduire l'eau en dehors de la rivière semble un terme contre-intuitif pour la plupart de participants. En effet, la profondeur semble faire référence à la mesure de la colonne d'eau depuis la surface libre jusqu'au fond terrestre, alors que la hauteur fait intuitivement référence au processus inverse soit la mesure de la colonne d'eau du sol vers la surface. Or, c'est ce chemin

intellectuel qui est fait pour la majorité des personnes lorsqu'elles font référence à l'eau en dehors du cours d'eau. D'ailleurs, comme ils le font remarquer, on dit souvent que «l'eau est montée jusqu'à telle hauteur». **Ainsi la majorité associe plus aisément le terme de profondeur pour l'eau dans la rivière, et le terme de hauteur pour l'inondation elle-même.** Quelques répondants peuvent utiliser l'un ou l'autre indifféremment tout en reconnaissant que la hauteur sera mieux comprise par plusieurs personnes.

Un participant préfère utiliser le terme de profondeur parce que la profondeur ferait référence selon lui plus facilement à la colonne d'eau (information qui informe sur le haut et le bas) alors que le terme hauteur d'eau ne semblerait s'intéresser qu'à la surface (le haut). Il n'utiliserait pas non plus le terme de **niveau**, car selon lui le niveau peut changer selon l'utilisateur alors que la profondeur ne peut être remise en question.

Certains participants préféreraient utiliser **le terme de niveau puisqu'ils sont habitués à utiliser cette variable**, et les termes de profondeur et de hauteur seraient alors leur deuxième choix. Pour quelques répondants, le niveau 0 serait le niveau normal de la rivière et les valeurs supérieures indiqueraient l'ampleur de son dépassement. Par contre, pour l'un de ces répondants, si l'on fait référence à une zone inondée, alors le niveau de la rivière devient moins pertinent que la hauteur ou la profondeur.

Un répondant mentionne qu'il **n'utiliserait pas de chiffres pour parler d'inondation** (et donc, ne souhaite pas de mesure de profondeur ni de hauteur). Selon lui, le niveau et la profondeur changent selon l'endroit, il n'est pas toujours clair si une route ou un pont est affecté. C'est pourquoi il préférerait que soient utilisés **uniquement les termes de « inondations mineure, majeure »**, autrement dit il souhaite que le libellé fasse directement référence à l'inondation.

Constats :

Le sens intuitivement donné aux termes profondeur et hauteur d'eau, qui dans les faits signifient la même chose, montre comment le choix des mots est important. En effet, comme le soulèvent plusieurs travaux, le choix du vocabulaire utilisé est un élément important dans la compréhension de l'information. Notons que nos résultats s'accordent avec ceux de Morrow et Lazzo (2013) qui avaient noté cette préférence entre les deux termes. Une majorité de répondants considèrent que de parler de hauteur d'eau est plus approprié pour exprimer la réalité d'un débordement. De plus, certains participants n'auraient choisi ni l'un ni l'autre de ces deux termes, puisqu'ils préfèrent le terme niveau auquel ils sont habitués ou encore n'utiliseraient aucune donnée chiffrée pour parler de l'eau sur le territoire, mais garderaient simplement les termes inondation mineure ou majeure.

Proposition :

1. Privilégier le terme hauteur d'eau, mais dissiper toute confusion avec le terme niveau d'eau. Des explications devraient accompagner la lecture de l'outil et notamment sur cette question.

Probabilité de dépasser vs Probabilité de ne pas dépasser / Intervalle de profondeur

Il était demandé aux participants de dire s'ils avaient une préférence pour une probabilité de dépasser un seuil donné ou une probabilité de ne pas dépasser ce seuil. **La grande majorité des participants préfèrent parler de la probabilité de dépasser plutôt que la probabilité de ne pas**

dépasser. Les raisons sont relatives au fait que le dépassement signale davantage une urgence, un problème et qu'il renvoie à un seuil. De plus, certains considèrent qu'une double négation est incluse dans la probabilité de ne pas dépasser, comme si deux incertitudes étaient mises côte à côte.

Certains préfèrent tout de même la **probabilité de ne pas dépasser un seuil.** Il s'agit de démêler une difficulté d'interprétation associée à la probabilité que ce soit pire que le seuil affiché. L'un d'eux mentionne que la formulation est contre-intuitive. Pour d'autres l'idée est alors de ne pas être alarmiste, de se faire rassurant, la probabilité de ne pas dépasser serait moins inquiétante. Cette réflexion est en lien avec l'échelon municipal et la façon dont les municipalités perçoivent l'inondation.

Deux participants mentionnent qu'ils préféreraient la probabilité de se **retrouver à point précis et donc d'atteindre un niveau plutôt que de le dépasser.**

De plus, une question qui n'a pas été systématiquement posée, parce qu'elle correspond à quelque chose qui est impossible à calculer dans la réalité, tendait de vérifier si les participants préféreraient une probabilité ponctuelle (50% par exemple) ou un intervalle de probabilité (entre 50 et 75% par exemple). Il est important de mentionner qu'un nombre non négligeable a apprécié l'idée d'un intervalle de probabilité.

Constats :

La question relative à la préférence entre la probabilité de dépasser ou la probabilité de ne pas dépasser soulève la question du biais de lecture relatif aux probabilités bornées sur un côté, un biais soulevé notamment par Moyner Hohle et Halvor Teigen (2018). En effet, leur recherche montre qu'un événement semble avoir plus de chance de se produire s'il est présenté en termes de probabilité de dépasser plutôt que de la probabilité de ne pas dépasser. Il est intéressant de noter que nos résultats montrent que les répondants ont trouvé plus facile d'associer une urgence à une probabilité de dépasser qu'à une probabilité de ne pas dépasser, ce qui va dans le même sens que les travaux de Moyner Hohle et Halvor Teigen.

Propositions :

- 1. De façon générale, les commentaires reçus pour cette section témoignent du besoin de formation et d'accompagnement pour l'utilisation de l'outil, surtout si celui-ci fait appel à des notions de probabilités.**
- 2. Selon les commentaires des répondants, la notion d'intervalle de confiance pourrait être éventuellement mieux comprise que les probabilités de dépassement (ou de non-dépassement). Il pourrait donc être judicieux d'exploiter cette notion. Il pourrait s'agir simplement d'un intervalle de confiance sur les débits, tel que ce qui existe déjà (et non sur la profondeur/étendue, ce qui serait plus difficile à calculer dans tout point de l'espace).**

Échelle de probabilité

Trois types de libellés d'échelle de probabilité ont été présentés aux participants : une échelle allant de *peu probable* à *presque certain*, une échelle de probabilité allant de *très faible* à *très élevée* et une échelle de probabilité en pourcentage allant de 5% à 95 % en passant par 25%, 50% et 75%. Lors de la présentation des échelles qualitatives, la définition en pourcentage était

associée à l'information qualitative. Pour les répondants ayant choisi une des deux échelles qualitatives, il leur était demandé si la correspondance en % était une donnée importante à la lecture de l'incertitude associée à la prévision.

Les libellés qualitatifs sont nettement majoritaires (plus de deux tiers des répondants) et les deux reçoivent un nombre similaire de préférences. Cependant, il est important de noter, que pour plusieurs d'entre eux, il serait utile, voire **important que les pourcentages accompagnent les termes qualitatifs**. Certains pensent que de cette façon, ceux qui sont moins à l'aise avec les termes qualitatifs peuvent se fier à l'autre terminologie et peuvent ainsi en discuter avec les collègues afin d'avoir la même interprétation que ceux qui s'appuient sur les termes qualitatifs. **Une des propositions est d'attacher le pourcentage au terme plutôt que de le mettre en légende [exemple : Probable (50%)].** En cohérence avec les résultats paritaires obtenus pour les deux formulations qualitatives, certains répondants veulent que le pourcentage soit associé à la terminologie « élevée » alors que d'autres préféreraient que soit avec la terminologie « probable ». Dans tous les cas, cet ajout est justifié parce qu'il permet d'ajouter de la précision et offre ainsi une meilleure interprétation pour ceux qui ne seraient pas à l'aise avec les termes qualitatifs. Mentionnons toutefois qu'un des participants a une idée totalement inverse, soit qu'il ne souhaite pas des chiffres soient associés au libellé «*très faible à très élevée*», car selon lui, les chiffres peuvent être considérés de façons différentes selon la personne qui interprète et ainsi fausser la lecture de l'incertitude.

La préférence pour l'échelle utilisant le terme *probable* est expliquée par un répondant par le fait que **dans son équipe, ils sont habitués à travailler avec des décideurs et qu'ils leur présentent une situation en termes de probable** puisque ceux-ci ne prennent pas en compte les pourcentages. Il est à noter que ce répondant est chercheur en santé et responsable de la santé publique d'une région et privilégie globalement les terminologies qualitatives pour rendre compte des situations dont il est responsable. Pour un autre participant, le choix de l'échelle probable vient du fait que **l'échelle utilisant les termes faible et élevé est considérée plus difficile à interpréter ou encore pour d'autres, trop alarmiste.**

La préférence pour l'échelle fournie en **pourcentages** est expliquée par un répondant parce qu'elle **rend plus explicite le niveau de risque qui y est associé**. Un autre mentionne que les pourcentages sont à son avis **plus précis** qu'un terme qualitatif. Bien qu'un répondant n'ait pas de réelle préférence, les chiffres «lui parlent» et il aurait tendance à les préférer.

Constats :

Il est intéressant de noter que les libellés qualitatifs ont été globalement préférés au libellé numérique. Néanmoins, les exemples de libellés qualitatifs qui ont été présentés aux participants comprenaient une explication de la probabilité en % ce qui a été apprécié par les répondants et a probablement contribué à leur préférence. Les résultats auraient peut-être été différents si seules des propositions verbales avaient été présentées. Ces résultats confirment les propos de Kox *et al.* (2015) et de Engeset *et al.* (2018) qui insistent sur l'importance d'une combinaison d'expression verbale et numérique afin de diminuer les biais d'interprétation de l'incertitude.

Il est tout de même pertinent de s'intéresser à quelques commentaires émis pour justifier la préférence pour le libellé numérique par certains participants. En effet, cette manière de communiquer l'incertitude a été jugée plus explicite et surtout plus précise par quelques-uns ;

ce qui invite à ne pas négliger la crédibilité potentielle d'une probabilité numérique, ce que confirment certaines conclusions de Jenkins *et al.* (2019).

Propositions :

1. *Privilégier un libellé qualitatif associé à un pourcentage afin de faciliter la compréhension de l'incertitude incluse dans la prévision par une variété d'utilisateurs ;*
2. *Clarifier le libellé en apposant l'information en pourcentage directement à la suite de l'expression qualitative choisie.*

Le nombre de points sur l'échelle de probabilité

Le nombre de points sur l'échelle de probabilité était de 5 sur la maquette présentée. Une question visait à savoir si une échelle à 5 points était considérée le meilleur choix, ou si une échelle contenant 3 points aurait été suffisante. **Pour plusieurs participants (une faible majorité), l'échelle qui leur était présentée était adéquate. Plusieurs ont justifié cet avis par le fait qu'une échelle comportant moins de points signifierait le risque de perdre la qualité et la précision de l'information.**

Néanmoins, plusieurs répondants auraient préféré une échelle de 3 points plutôt que 5. Pour trois d'entre eux, le niveau «très faible» n'est pas utile, car une probabilité de 5% n'est pas **significative** pour eux. Deux répondants suggèrent même d'enlever le niveau «faible» bien qu'ils reconnaissent qu'une faible probabilité puisse jouer un rôle de préalerte. Un participant garderait le scénario à faible probabilité, le scénario montrant le plus probable et celui montrant la pire situation. Enfin, un répondant mentionne qu'il est habitué à fonctionner avec 3 niveaux puisqu'Hydro-Québec fonctionne également avec 3 scénarios, cette façon de faire s'harmoniserait donc avec ce modèle.

Deux répondants n'ont pas de préférence. **Pour l'un d'eux, la seule chose qui importe est que le nombre de possibilités soit impair (3 ou 5).** Un des participants ne se prononce pas, et il avoue qu'il ne se préoccuperait que du risque le plus élevé, en se fiant à un niveau de confiance de 85%.

Constats :

Le nombre de points proposés dans l'échelle de probabilité ne semble pas un enjeu majeur pour une majorité de répondants. Une faible majorité a trouvé qu'une échelle à 5 points était pertinente alors que plusieurs auraient tout de même préféré une échelle à trois points. Peu de recherches ont soulevé cette question dans la littérature, et nos résultats sont polarisés sur ce sujet. Néanmoins, afin de répondre à l'intérêt d'une échelle de probabilité fine pour une faible majorité de répondants, il apparaît judicieux de fournir un peu plus d'information plutôt qu'un peu moins.

Proposition :

1. ***Garder une échelle de probabilité à 5 points de façon à offrir une plus grande finesse de lecture possible, ce qui n'enlève pas d'information pertinente pour les adeptes d'une échelle moins fine.***

Curseur vs Barre déroulante

Une question abordait la facilité de manipulation de l'outil à travers la préférence à l'égard soit du curseur soit de la barre déroulante. La **majorité des participants préfère le curseur, plus intuitif et plus facile à utiliser**, et pour un répondant plus facile d'utilisation si l'outil est consulté à partir d'une application sur un cellulaire. Néanmoins, un participant mentionne qu'il se familiariserait facilement avec la barre déroulante même s'il préfère le curseur.

Pour d'autres cependant, la barre déroulante est plus fonctionnelle. Un participant pense que la barre déroulante serait plus facilement manipulable à partir d'une application sur un cellulaire, mais en revanche sur un ordinateur, il préférerait le curseur (cette idée contredit celle qui avait été émise pour justifier le curseur par un autre répondant. Une préoccupation est soulevée par un participant soit le fait que le curseur peut laisser croire que la manipulation permet de modifier le Zoom sur la carte, comme cela est souvent le cas dans d'autres outils. Enfin, pour quelques-uns, l'un ou l'autre convient, ils n'ont pas de préférence réelle.

Proposition :

1. Privilégier l'utilisation du curseur globalement jugé plus fonctionnel.

À propos des seuils

Certains propos ont fait référence à l'utilité des seuils d'inondation. Des répondants ont dit souhaiter voir les seuils d'inondation comme cela se fait sur le site Vigilance tout en visualisant l'étendue de l'inondation sur la carte. Un participant explique que l'utilisation des seuils est pratique et pourrait permettre d'éliminer les intervalles de profondeur qui ne seraient alors plus utiles. Les seuils sont d'ailleurs considérés comme des valeurs qui parlent davantage, pour un participant, ce sont des données qui parlent à ses collègues.

Par ailleurs, un participant du ministère de la Sécurité publique mentionne qu'il ne connaît pas les seuils relatifs aux cours d'eau de son territoire, ou encore que certains seuils sont selon lui erronés. Pour lui, ce manque ou cette mauvaise information est jugé déplorable, car cela lui donne le sentiment de travailler à l'aveugle.

Enfin, un participant (MTQ) mentionne que pour les personnes qui travaillent en intervention, la donnée de dépassement n'a pas d'intérêt. Ce qui est important pour eux c'est de connaître le moment où la route ne sera plus praticable et le moment où l'eau se retirera.

Constats :

À l'instar de ce qui a déjà été mentionné plus haut, l'inclusion des seuils s'avère un point capital dans la lecture de l'information prévisionnelle. La maquette 1 ne présentait pas d'information relative aux seuils d'inondations, ce qui explique le peu de commentaires à ce sujet lors de la présentation de cette maquette. Or, on peut penser que si les seuils avaient été intégrés, l'appréciation de cette maquette aurait pu en être accrue. Il est important de souligner que les seuils utilisés dans le site Vigilance sont pour plusieurs participants, des données qui sont bien intégrées et qui favorisent l'interprétation des prévisions.

Propositions :

1. Si le choix définitif s'approche de la proposition de la maquette 1, inclure systématiquement les seuils d'inondation dans la carte sous forme de contour (notons que cette recommandation s'applique aux cartes des autres maquettes également) ;

2. Remplacer le dépassement de profondeur par le dépassement d'un seuil.

3.8.3 MAQUETTE 2

La maquette 2 (Figure 5) remplace le curseur et l'échelle de probabilité par un hydrogramme qui présente différents scénarios de débit. L'utilisateur peut choisir entre un scénario médian, un scénario faible et un scénario fort à l'aide de l'hydrogramme et la carte représente l'étendue de l'eau et les différentes profondeurs exprimées par le gradient de couleur qui renvoie à des intervalles de profondeur. Chaque scénario présente une courbe qui montre l'évolution prévue de la crue. Les seuils d'inondation que l'on retrouve sur Vigilance (de surveillance et d'inondation mineure) sont représentés sur l'hydrogramme par des lignes transversales qui fournissent un repère à l'utilisateur pour l'évaluation des différents scénarios. La seule référence à l'incertitude est la représentation en gris en arrière-plan des différents scénarios possibles et le positionnement du scénario choisi par rapport à l'ensemble des scénarios possibles. En effet, lorsque l'on s'éloigne de la zone de l'hydrogramme où la densité des scénarios est la plus marquée, la probabilité diminue. Puisque la maquette fait explicitement référence au débit, le tronçon pour lequel le débit est affiché est indiqué sur la carte par un point rouge.

NOTE IMPORTANTE :

Lors de la présentation de la maquette 2 aux répondants, les scénarios pessimistes et optimistes ont été présentés comme étant le pire (scénario fort) et le meilleur scénario (scénario faible) de tous les scénarios possibles. Il a été expliqué aux répondants que l'incertitude peut être perçue indirectement par les scénarios représentés en gris dans l'hydrogramme. Il a été compris que les probabilités de ces scénarios ne sont pas égales étant donné qu'on parle du pire et du meilleur scénario de tous les scénarios possibles. Le pire scénario pouvant être le déluge et le meilleur scénario aucune inondation. La probabilité de ces scénarios ne peut pas être la même que celle du scénario médian qui serait plus probable. C'est à la lumière de ces explications que les répondants ont donné leurs opinions sur la maquette 2 et plusieurs répondants ont émis le souhait d'avoir les probabilités de chacun de ces scénarios. **Si les scénarios que la DEH va mettre dans l'hydrogramme sont tous mathématiquement équiprobables, les opinions des répondants sur cette maquette ne seront plus valables et l'engouement qu'il y a eu pour cette maquette ne serait plus confirmé.**

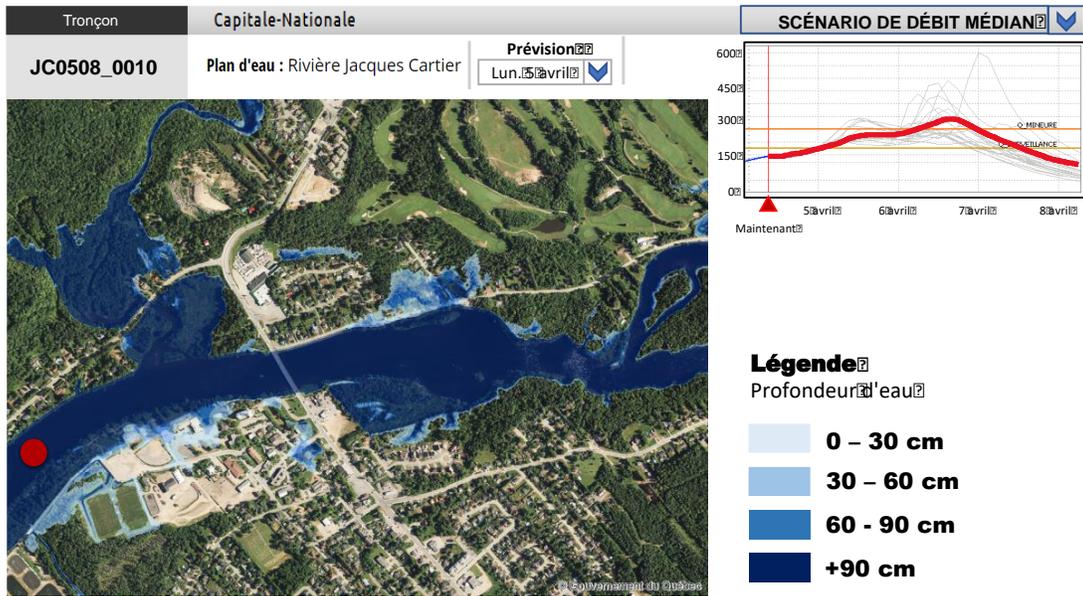


Figure 5. Représentation de la maquette 2

Clarté et impression générale

La maquette 2 présente l'information en jumelant la carte à un hydrogramme sur lequel les utilisateurs peuvent intervenir en changeant le scénario choisi (faible, médiant, fort). **Une grande majorité de participants apprécie cette manière de représenter l'information.** Certains expliquent qu'ils **aiment voir l'évolution dans le temps de la crue à venir, cette information pouvant être utile pour planifier la suite des choses en moment de crise.** D'autres ont mentionné aimer le fait de pouvoir choisir un scénario. Certains trouvent que cette maquette est plus claire à comprendre que la première. Pour un autre, le fait de pouvoir choisir un scénario lui permet de faire sa propre évaluation de la situation. Cependant, l'un d'eux soulève que cette représentation serait possiblement plus difficile à comprendre pour les citoyens puisque la possibilité de choisir un scénario laisse trop de place à l'interprétation. Autrement dit, selon lui, cela serait utile pour les experts, mais plus hasardeux pour les citoyens.

Malgré ces commentaires globalement positifs, certains éléments semblent moins maîtrisés par certains participants. Ainsi, quelqu'un mentionne qu'il aime la maquette, mais qu'il a de la difficulté à comprendre le sens de «débit faible, débit médiant, débit fort». Un autre se questionne sur le point rouge indiqué sur la rivière croyant que l'utilisateur peut le manipuler, il se demande si c'est une station hydrométrique ou un curseur que l'on peut déplacer.

De plus, certaines critiques sont soulevées. Deux d'entre elles sont relatives à la **représentation de l'incertitude.** La première est à l'effet qu'il **n'y a pas de pourcentage de probabilité associé aux scénarios, ce qui rend plus difficile l'interprétation de l'incertitude.** Une autre critique est soulevée et stimule une **proposition soit de pouvoir repérer l'incertitude par une zone ombragée dont l'amplitude augmenterait dans le temps,** signifiant que l'incertitude augmente en fonction

du temps, comme le fait le site Vigilance ou encore Hydro-Québec. Pour un répondant de la Santé publique, la maquette présente trop d'informations qui sont peu pertinentes pour son domaine d'expertise. Pour ce répondant ainsi que pour un autre du MSP, les choix qu'ils regarderont seront soit le pire scénario ou le meilleur scénario, car ces deux personnes considèrent que le scénario médian ne leur apparaît pas significatif. Pour la représentante du milieu de la santé, la seule information intéressante est la temporalité. Elle croit de plus qu'il devrait aussi y avoir une phrase qui explique la maquette.

Un répondant s'inquiète d'avoir de l'information seulement pour un tronçon de plan d'eau, soulignant que certaines rivières sur son territoire sont très longues. Il soulève que cela l'obligerait à consulter plusieurs cartes aux 3 heures. Il mentionne qu'il aimerait avoir une carte à plus grande échelle, sur laquelle il pourrait zoomer afin de s'approcher des portions de rivières qui l'intéressent. Il est à noter que cette inquiétude n'est pas uniquement relative à la maquette 2, mais fait référence au niveau spatial de toutes les maquettes présentées.

Certaines **suggestions ont été formulées**. Par exemple, il pourrait être intéressant selon un participant, de **pouvoir déplacer le triangle dans l'hydrogramme afin d'afficher le scénario sur la carte et de visualiser les conséquences au pire de la crue tout en affichant la date de l'événement prévu**. Une autre suggestion est de représenter l'étendue des probabilités de débit par un éventail en couleur transparente. La ligne représentant le scénario se promènerait dans l'éventail en couleur transparente. Un autre répondant propose que le point sur la rivière (représentant l'endroit de la station hydrométrique dans la maquette) change de couleur en fonction des seuils d'inondation atteints, qu'il soit vert lorsqu'il n'y a pas d'inondation et rouge en inondation majeure.

Notons qu'un répondant soulève que le point rouge sur la carte (qui représente la station de mesure de débit) pose un doute pour lui, quant à savoir si le résultat est pour toute la rivière ou seulement un tronçon. Ce commentaire est valable pour les maquettes 2 et 3 et dénote une mauvaise compréhension du rôle des stations représentées par le point rouge.

Constats;

La proposition de la maquette 2 a suscité beaucoup d'intérêt de la part des participants. Il faut rappeler que plusieurs d'entre eux avaient manifesté le souhait que l'incertitude leur soit communiquée sous forme de scénarios. Cette maquette est alors venue confirmer cette préférence et rendre explicite l'intérêt pour ce mode de communication. Néanmoins, il est crucial de mentionner que tout en appréciant les scénarios, certains ont ressenti une lacune reliée à l'absence de probabilité numérique liée aux scénarios. Cela rendait plus difficile l'appréciation de l'incertitude reliée au scénario choisi selon certains, bien que mathématiquement ce commentaire soit erroné. La question que certains se posent est comment savoir si l'incertitude est plus grande avec un scénario plutôt qu'un autre.

Propositions :

1. Plutôt que de représenter tous les scénarios de débit en arrière-plan (spaghetti plots), utiliser un intervalle de confiance comme sur Vigilance. Cela éviterait la confusion quant à la probabilité à associer à chaque scénario. De plus, cela aurait l'avantage d'utiliser une façon d'illustrer l'incertitude qui est déjà familière pour plusieurs. Les scénarios faible, médian et fort pourraient simplement apparaître à l'intérieur de cet intervalle de confiance ;

2. L'ergonomie de cette maquette pourrait être améliorée. Par exemple, l'idée de déplacer le triangle rouge pour sélectionner le moment de validité de la prévision semble beaucoup plus intuitive que d'utiliser un menu déroulant ou un curseur pour choisir l'horizon de la prévision, cela simplifierait également la présentation graphique ;

3. L'emplacement des stations de jaugeage pourrait être indiqué beaucoup plus clairement, afin d'éviter toute confusion. Entre autres, le terme "station hydrométrique" pourrait être écrit sur la carte, à côté du symbole, et ce symbole pourrait être plus évocateur qu'un point rouge.

Les seuils

Les seuils (seuil de surveillance, seuil d'inondation mineure) sont inclus dans l'hydrogramme de cette maquette. Ce qui était demandé aux participants (cette question n'a pas été systématiquement posée) concernait l'utilité de la présence des seuils sur l'hydrogramme. Or, il doit être souligné que peu de commentaires ont été formulés sur ces seuils et que peu de réponses sont ressorties, mais si par ailleurs les seuils ont été considérés tout au long des entretiens, comme des repères essentiels. Il faut dire ici que l'attention des participants s'est surtout focalisée sur la lecture de l'hydrogramme et sur les scénarios présentés et la corrélation de ceux-ci avec l'image montrant le débordement du cours d'eau. De plus, la question n'a pas été systématiquement posée à tous, car nous n'avions pas prévu de question spécifique sur ce sujet dans la grille d'entretien. Cette question est apparue pertinente au fil des entretiens.

Néanmoins, certains ont mentionné **aimer se référer aux seuils** puisque c'est à partir de cette information que les organismes publics agissent. Un des participants explique son penchant pour les seuils par le fait que **chaque organisme se réfère à l'un ou l'autre des seuils selon les tâches qu'ils ont à accomplir** en situation d'inondation. Un autre mentionne qu'il aime voir les seuils (de surveillance, d'inondation mineure, etc.) et les valeurs de débits qui leur sont associés, car il ne connaît pas tous les seuils de toutes les rivières. Une suggestion est faite par un répondant soit de changer la couleur du point rouge qui indique la station hydrométrique en fonction du seuil atteint. Les couleurs pourraient être vert, jaune ou rouge selon le seuil.

Parler des seuils a suscité chez certains des réponses qui s'expriment en termes de «point de référence». Par exemple, quelqu'un mentionne qu'il serait intéressant d'indiquer les valeurs de débit associées aux inondations de 2017 et 2019 puisque ces épisodes de crues ont frappé l'imaginaire. Cela permettrait de se situer par rapport à ces crues. Il a aussi été suggéré d'indiquer le débit moyen de la rivière comme point de référence, il ajouterait une ligne pour signifier le débit normal de la rivière. Ce même participant soulève qu'il **ne repère pas la couleur des seuils de surveillance ou d'inondation mineure sur l'hydrogramme à cause de son daltonisme**.

Constats :

Les seuils inclus dans l'hydrogramme sont, sans surprise, un élément qui a été apprécié, même si peu de commentaires ont été émis à leur sujet, puisque l'attention des participants était surtout focalisée sur les scénarios. Comme les seuils sont associés pour chaque organisation à des tâches à accomplir en situation d'inondation, ils sont indispensables dans un outil de visualisation et facile à repérer dans l'hydrogramme de la maquette 2 sauf pour le répondant daltonien qui n'était pas capable d'identifier les couleurs leur étant associées.

Propositions :

1. **Maintenir les seuils d'inondation dans l'hydrogramme de cette maquette ;**
2. **Dans l'idée que les seuils sont des points de référence, coupler cette information avec un indicateur qui fournit un débit typique considéré comme "normal" pour cette rivière. La difficulté ici est que le débit moyen, calculé sur l'année au complet, n'est pas un bon indicateur puisque le cycle hydrologique annuel au Québec comporte une très grande variabilité. Le calcul de ce débit moyen risque donc d'être fortement influencé par les valeurs extrêmes qui surviennent lors de la crue printanière, ou même éventuellement lors de fortes pluies pour certains cours d'eau. Ce débit « normal » pourrait être le quantile 50% de la distribution des débits journaliers, basée sur une archive de plusieurs années, ou encore la moyenne des quantiles 50% des débits journaliers de plusieurs années (c.-à-d. calculer le quantile 50% des débits journaliers à chaque année disponible dans la base de données, puis faire la moyenne). Une autre option serait de référer au seuil de surveillance, et d'expliquer que les débits inférieurs au seuil de surveillance sont jugés "normaux" ou sécuritaires ;**
3. **Réfléchir à la façon de présenter les seuils dans l'hydrogramme pour les personnes daltoniennes.**

3.8.4 MAQUETTE 3

La maquette 3 (Figure 6) inclut elle aussi un hydrogramme. Cependant, l'utilisateur n'y choisit pas un scénario, mais plutôt une valeur de débit et la carte affiche l'étendue et la profondeur de l'eau correspondante (représentée en intervalle de profondeur à l'aide du gradient de couleurs). La seule référence à l'incertitude est la représentation en gris en arrière-plan des différents scénarios possibles et la manière dont le débit choisi recoupe ces différents scénarios. Tout comme la maquette 2, lorsque l'on s'éloigne de la zone de l'hydrogramme où la densité des scénarios est la plus marquée, la probabilité diminue. Puisque la maquette fait explicitement référence au débit, le positionnement de la station de jaugeage est indiqué sur la carte par un point rouge.

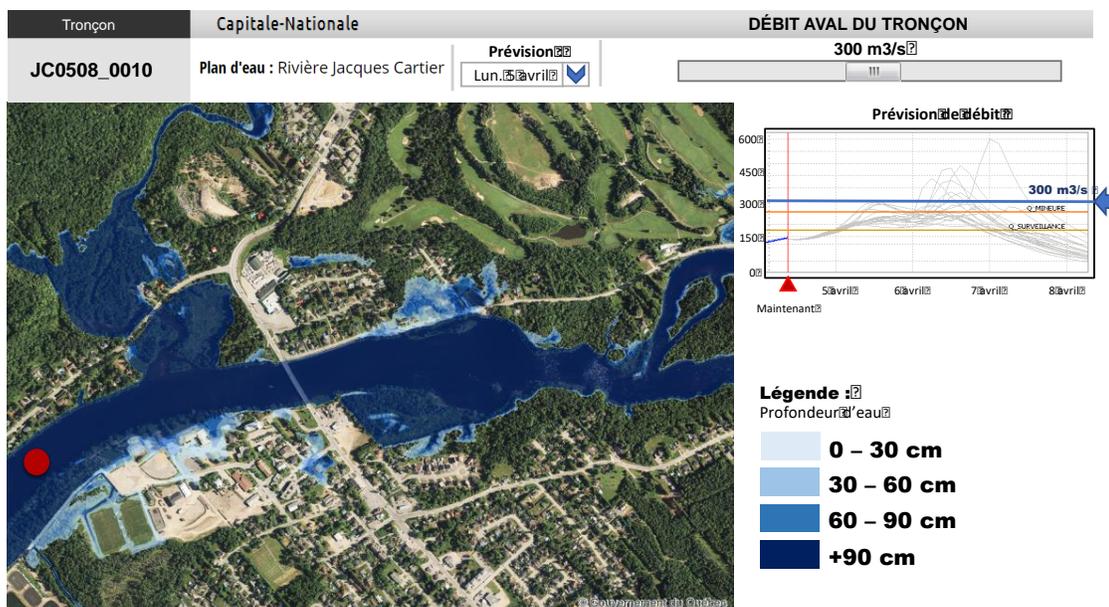


Figure 6. Représentation de la maquette 3

Les impressions sur cette maquette sont très polarisées, elle est pour certains très appréciée, jugée très utile, et pour d'autres trop difficile à interpréter. Globalement, ce sont souvent les répondants habitués à travailler avec les valeurs de débit qui ont apprécié cette maquette, car la représentation visuelle devient un complément à la lecture des données qu'ils sont habitués à consulter.

Pour une majorité de participants, cette maquette est jugée ne pas convenir. La principale raison invoquée est que les données de débits sont peu utilisées par plusieurs utilisateurs potentiels, rendant la maquette inutile. En effet, pour ceux qui n'utilisent pas les données de débit, ces valeurs ne veulent rien dire, selon plusieurs. De plus, plusieurs la comparent aux deux maquettes précédentes et certains mentionnent l'intérêt des seuils sur la maquette 2 (plus lisible), l'utilisation de la hauteur d'eau ou encore de scénarios. Enfin, un répondant souligne que cette maquette est selon lui trop chargée d'informations en regard des besoins de son ministère (Transports). **Il est d'ailleurs intéressant de noter ici que la maquette 3 a été principalement aimée par les répondants du ministère de la Sécurité publique, et donc globalement moins appréciée par les participants oeuvrant dans d'autres ministères.**

Cependant, **plusieurs participants apprécient cette maquette.** Différentes raisons sont soulevées. Pour certains, le fait que les débits soient intégrés dans l'outil autant que la profondeur d'eau est jugé positif, car **cette information permet de donner une idée du type de rivière et souligne la relation entre le débit et la hauteur d'eau qui peut lui correspondre.** Pour un répondant, l'information sur le débit est importante, car elle permet d'appréhender la pression potentielle qu'il peut y avoir sur la glace en hiver. Un autre élément positif de cette maquette est que l'on peut repérer l'évolution de la crue pour différents débits à l'aide des courbes grises que l'on voit en arrière-plan.

L'aspect pédagogique de cette maquette est également soulevé. Certains pensent qu'elle peut être utile pour établir des seuils critiques en observant les différents débits possibles et les conséquences sur le débordement de la rivière. **Elle serait utile pour se familiariser avec une situation potentielle,** car elle permet de repérer des conséquences concrètes liées aux informations de débits pour les utilisateurs qui ne seraient pas habitués avec la lecture des débits. Il pourrait être utile selon un autre, de repérer le débit normal de la rivière. **Quelques-uns ont fait remarquer que cette maquette peut être très utile en complément des informations que l'on retrouve sur le site Vigilance, elle viendrait en quelque sorte fournir une information visuelle aux données de Vigilance.** Deux participants qui aiment la maquette croient que son intérêt vient du fait qu'elle vient corréler les informations de débits avec celles de hauteur et est de ce fait utilisable par tous les utilisateurs.

Sans manifester une appréciation explicite pour cette maquette, certains ont émis d'autres commentaires positifs. Par exemple voir l'évolution de la crue (bien que la maquette 2 soit préférée pour la même raison est un élément apprécié. Pour un répondant, cette maquette est claire, mais il pense aussi que les maquettes 1 et 2 le sont également. L'aspect pédagogique est également soulevé, pour les mêmes raisons qu'évoquées plus haut, cependant, cette personne ajouterait les récurrences et les périodes de retour associés aux débits choisis. Quelqu'un mentionne que bien qu'il n'est pas intéressé à utiliser ce type de maquette, il lui reconnaît un caractère potentiellement formatif notamment au niveau des élus municipaux. **Disons en terminant que l'aspect prévisionnel est apparu moins clair avec cette maquette pour certains**

participants notamment par le fait que c'est l'utilisateur qui choisit la valeur de débit à intégrer dans l'outil.

Constats :

L'impression générale sur cette maquette est polarisée, voire très polarisée, ce qui doit être considéré avec attention. En effet, il faut garder en tête le fait que ceux qui l'apprécient sont principalement les répondants qui sont habitués à travailler avec les valeurs de débits et pour qui elles sont faciles à lire et contribuent rapidement à l'évaluation d'une situation de crue. Or, pour tous ceux pour qui les valeurs de débits sont moins familières, il est très déroutant d'avoir à entrer soi-même une valeur de débit. L'impression était alors que les prévisionnistes n'avaient pas fait de prévision. D'ailleurs, règle générale, l'aspect prévisionnel de cette proposition a été jugé moins clair.

Nous tenons tout de même à souligner l'intérêt qu'a suscité l'idée de pouvoir jouer avec les débits, de manipuler les informations sur l'hydrogramme et de simuler des scénarios. Rappelons que la simulation des scénarios était apparue comme un point potentiellement utile dans un outil de visualisation. Dans une optique pédagogique, pour permettre à une équipe de se familiariser avec le lien entre débit et hauteur d'eau, pour simuler des situations extrêmes et évaluer les conséquences potentielles sur leur territoire, cette maquette a quelques atouts qui ont été remarqués.

Propositions :

1. Envisager la maquette 3 comme un volet complémentaire (mais non comme la façon de visualiser les prévisions elles-mêmes) pour ceux qui souhaitent faire des scénarios et simuler des situations variées;

Ou

2. Si la maquette 2 était choisie, envisager de l'enrichir en donnant la possibilité à ceux qui le souhaitent, de choisir une valeur de débit donné en plus des choix de scénarios.

3.8.5 MAQUETTE 4

La maquette 4 (Figure 7) inverse d'une certaine manière la proposition de la maquette 1. En effet, ici la couleur affichée sur la carte n'indique plus une profondeur d'eau, mais bien un niveau de probabilité. Pour cette proposition, l'utilisateur choisit une profondeur à l'aide d'un curseur ou d'un menu déroulant, et la carte montre la probabilité de dépasser cette profondeur. La couleur bleu pâle (ou vert si l'échelle de couleur feu de circulation est retenue) représente une probabilité faible alors que le bleu très foncé (ou le rouge si l'échelle de couleur feu de circulation est retenue) représente une probabilité élevée. L'utilisateur choisit donc une profondeur qui représente pour lui un seuil significatif, et la carte lui affiche les niveaux de probabilité de dépasser ce seuil.

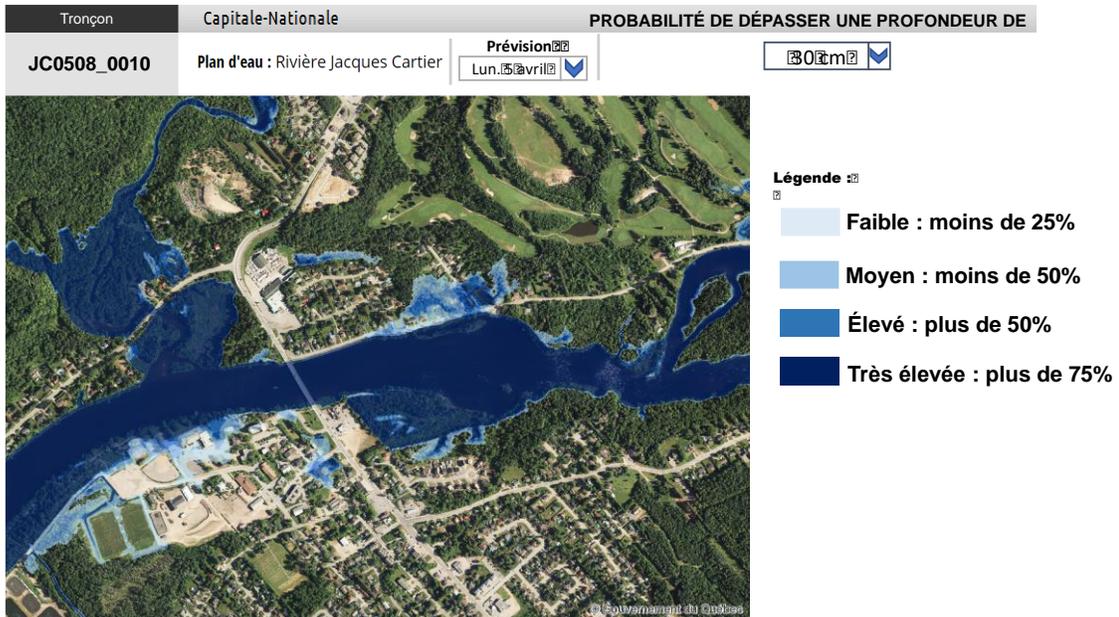


Figure 7. Représentation de la maquette 4

La maquette 4 inverse la manière de présenter l'information par rapport à la maquette 1. Il s'agit ici de choisir une profondeur d'eau, et la carte représente la probabilité de dépasser la profondeur choisie. Ici, la couleur sur la carte ne renvoie plus à la profondeur d'eau, mais à un degré de probabilité. **Cette maquette semble être utile pour les responsables qui connaissent préalablement les conséquences et les impacts d'une profondeur d'eau donnée sur leur territoire ou certaines infrastructures de leur territoire ou encore qui ont la connaissance de certains seuils d'inondation pour des profondeurs précises.**

Cependant, puisqu'elle est en quelque sorte le contraire de la première maquette, plusieurs participants la comparent à cette dernière afin d'exprimer leurs commentaires et appréciations de la maquette. **Dans les réponses négatives, une raison invoquée est la clarté de la maquette elle-même. En effet, elle a tendance à confondre les utilisateurs.** Il faut peut-être garder en tête que l'ordre de présentation des maquettes peut avoir eu un effet sur les réponses. En inversant la logique et en présentant soudainement un sens nouveau pour la couleur sur la carte, certains répondants ont semblé déstabilisés, ce qui pouvait provoquer le sentiment d'une confusion dans l'interprétation.

Ainsi, la majorité des répondants disent qu'ils n'utiliseraient pas cette maquette. Deux principales raisons sont invoquées. La première est que la **maquette est jugée non utile** pour les besoins des utilisateurs, essentiellement parce que les profondeurs d'eau seules ne sont pas une information utile (rappelons-nous que l'utilisateur doit lui-même choisir une profondeur d'eau), ou encore parce que la quantité d'eau qui dépasse n'est pas affichée et que cette quantité n'est pas uniforme sur le territoire, ce que cette maquette ne représente pas bien selon des répondants. Par exemple, un participant a de la difficulté à faire « la suite de probabilité », c'est-à-dire à savoir si le résultat est inquiétant ou non. La raison principale est que cette maquette n'offre que peu de données, dont aucune, sur la profondeur précise sur le territoire. La seule information disponible est le dépassement ou non d'une profondeur choisie. Ce même répondant

fait d'ailleurs remarquer que la profondeur d'une inondation diffère selon les zones, ce que cette maquette ne communique pas.

D'autres considèrent que la maquette **est trop complexe, puisqu'elle demande plusieurs manipulations (pour chaque nouvelle demande de profondeur d'eau à ne pas dépasser, une nouvelle carte doit être analysée)**. La seconde raison principale vient du fait qu'elle est comparée à la première maquette qui est préférée à celle-ci. La première est jugée plus intuitive et moins mélangeante que la maquette 4. C'est la comparaison entre les deux présentations qui participe à la critique de cette dernière maquette.

Certains ont fait remarquer que le fait que la couleur ne représente plus différentes profondeurs d'eau sur le territoire, mais plutôt des probabilités pose problème. Deux répondants qui avaient préféré la couleur bleue précédemment considèrent que le bleu ne traduit pas bien l'idée de probabilité et nuit à la compréhension. Pour cette maquette, ce sont les couleurs de type feux de circulation qui seraient alors préférées. Pour un répondant qui avait choisi initialement le gradient de couleurs feux de circulation, il serait nécessaire selon lui, une représentation avec hachures, sans toutefois proposer de couleurs précises. Néanmoins, à travers sa tentative de trouver une solution (les hachures) ce qui est exprimé ici c'est le fait que la couleur choisie au départ pour la présentation des trois premières maquettes, devient ici contre-intuitive et n'arrive pas à représenter clairement l'information.

Certains voient dans cette proposition une possibilité de l'imaginer comme un outil de prévention, dans un travail qui se ferait en amont des inondations, que ce soit pour déterminer les risques d'inondation aux emplacements de futures infrastructures ou encore de raffiner des hypothèses à présenter lors de réunion de travail. Pour eux, cette maquette ne serait pas utilisée dans une optique de prévision.

Pour deux répondants, la maquette est jugée claire et facile à comprendre. Il est utile ici de mentionner que ce sont des représentants du ministère des Transports. Or, pour certains d'entre eux, qui travaillent directement sur le terrain, **ce qui importe est bien la quantité d'eau potentielle sur la chaussée. Le fait de pouvoir choisir une profondeur donnée à partir de laquelle ils savent que la route est impraticable et vérifier les probabilités sur la carte semble un chemin plus direct.**

Quelqu'un propose que cette maquette puisse être **utile si elle est étai couplée avec un historique de profondeurs d'eau** afin de connaître et repérer les seuils qui affecteront les infrastructures. Une autre proposition qui est faite est de pouvoir choisir des intervalles de profondeur en cm plutôt qu'une valeur à dépasser.

Constats :

L'impression générale sur cette maquette est globalement assez négative. Elle s'est avérée pertinente pour quelques répondants (essentiellement du MTQ) qui sont préoccupés par une infrastructure (un pont, une route) et connaissent la hauteur d'eau à partir de laquelle la situation est problématique. Mais pour une grande majorité, cette proposition ne convient pas. Il faut sans doute retenir que la principale critique est le nombre de manipulations qui sont nécessaires puisqu'il faut à chaque fois changer la profondeur dans le curseur et aller ensuite repérer les probabilités de dépasser la valeur affichée. De plus, la représentation de la

probabilité directement sur la carte à l'aide d'un code de couleurs ne semble pas une proposition optimale.

Proposition :

1. Ne pas retenir cette proposition dans les réflexions futures.

Libellé de l'incertitude

Pour cette maquette, il était demandé aux participants leur préférence à l'égard du libellé relatif à la probabilité. Comme pour la première maquette, les libellés qualitatifs ont été préférés. Plusieurs répondants ont mentionné d'emblée qu'il gardait leur préférence initiale.

Certains se sont tout de même penchés sur la question dans le contexte de cette nouvelle maquette. Une majorité a dit préférer le libellé utilisant les mots «faible, élevé». Mais pour deux d'entre eux, il serait utile de garder les pourcentages qui leur sont associés. Certains ont préféré les mots «peu probable et presque certain» et une personne a mentionné l'importance d'ajouter les pourcentages. Deux participants ont préféré ici les pourcentages.

3.8.6 PRÉFÉRENCES ENTRE LES MAQUETTES

Après la présentation et la discussion autour de chacune des maquettes, il était demandé aux participants de les mettre en ordre de préférence, de la maquette la plus appréciée à la maquette la moins appréciée. Cette étape a permis de repérer, outre les commentaires qui avaient été émis pour chacune des maquettes, la proposition qui était jugée la plus utile et la plus claire. Pour comprendre les choix qui ont été faits par les participants, il est important cependant de ne pas perdre de vue ces commentaires. En effet, pour certains, l'ordre de préférence intégrait tout de même une idée proposée, un changement à apporter, parfois même un jumelage entre certaines propositions. Autrement dit, l'ordre de préférence ne signifiait pas que la maquette préférée ne requiert aucune transformation. Les figures suivantes présentent la même information de différentes façons :

- par maquette permettant de repérer l'ordre de préférence de chacune d'elle (Figures 8 à 11) ;
- par position permettant de repérer le nombre de réponses par maquettes pour chacune des positions (Figures 12 à 15) ;
- par séquence d'ordonnement afin de repérer l'occurrence de priorisation des quatre maquettes (Figure 16).

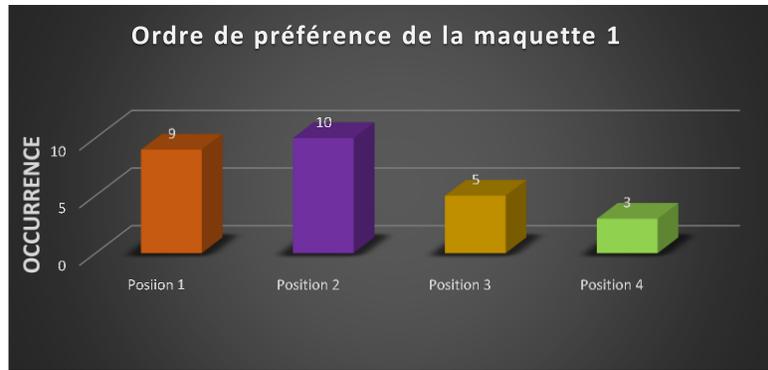


Figure 8. Histogramme présentant l'ordre de préférence pour la maquette 1

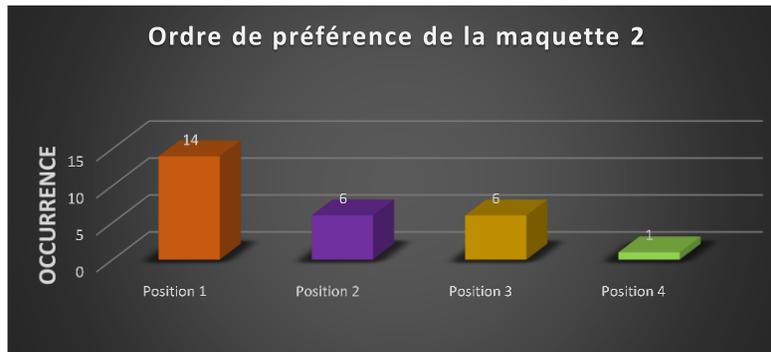


Figure 9. Histogramme présentant l'ordre de préférence pour la maquette 2

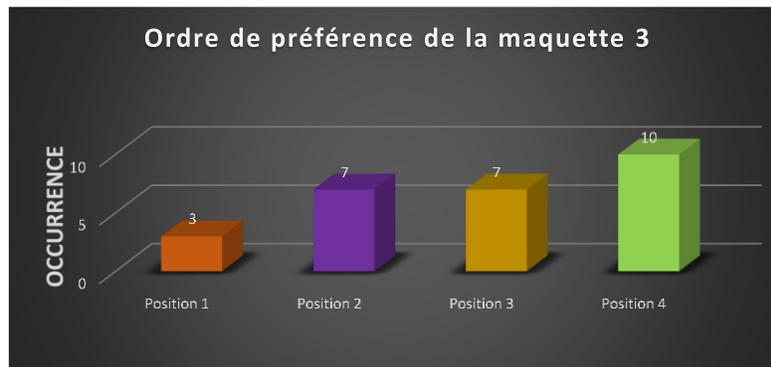


Figure 10. Histogramme présentant l'ordre de préférence pour la maquette 3

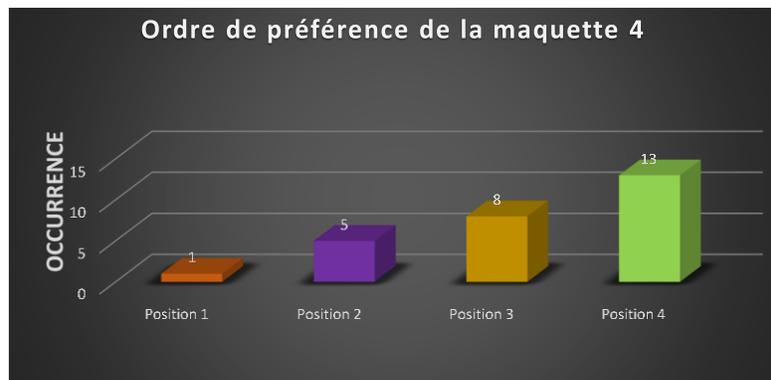


Figure 11. Histogramme présentant l'ordre de préférence pour la maquette 4

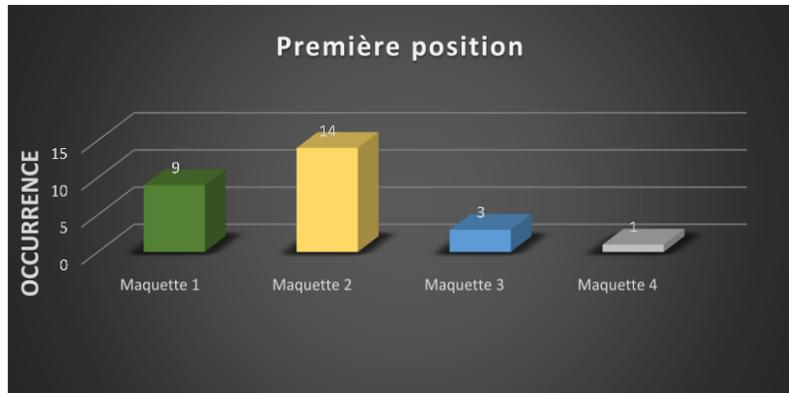


Figure 12. Histogramme présentant la fréquence de la position 1 de chaque maquette

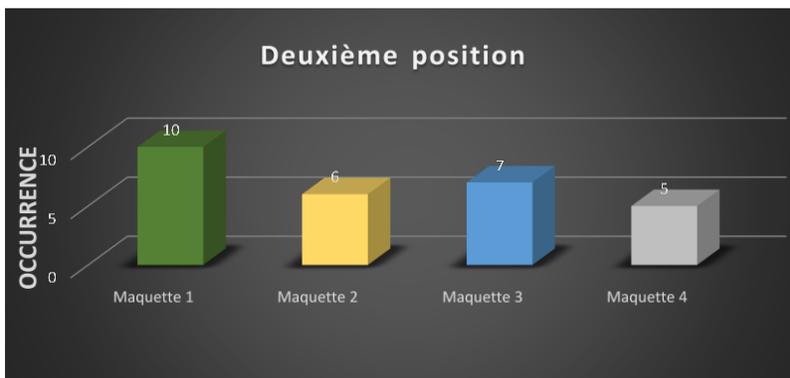


Figure 13. Histogramme présentant la fréquence de la position 2 de chaque maquette

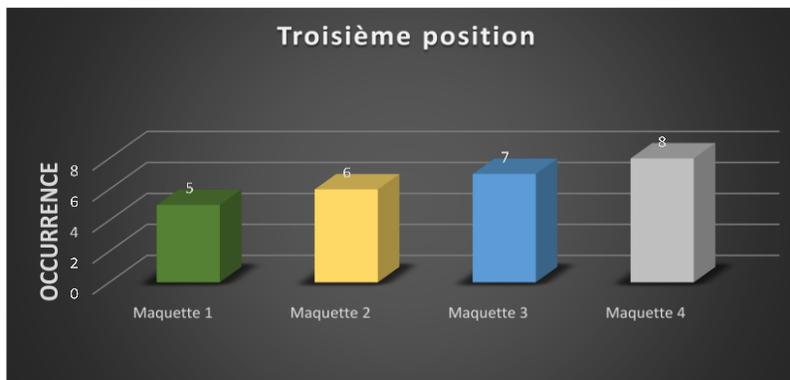


Figure 14. Histogramme présentant la fréquence de la position 3 de chaque maquette

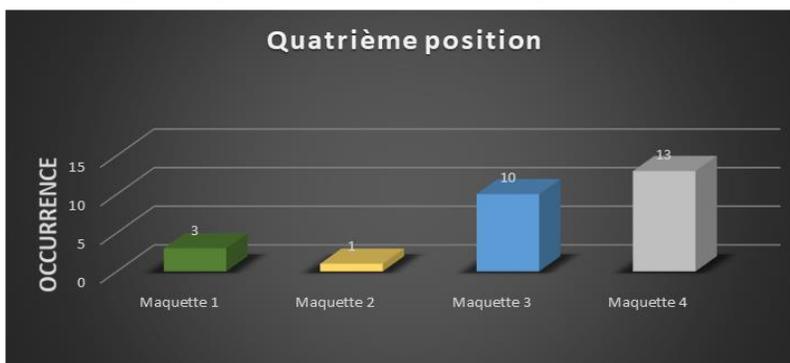


Figure 15. Histogramme présentant la fréquence de la position 4 de chaque maquette

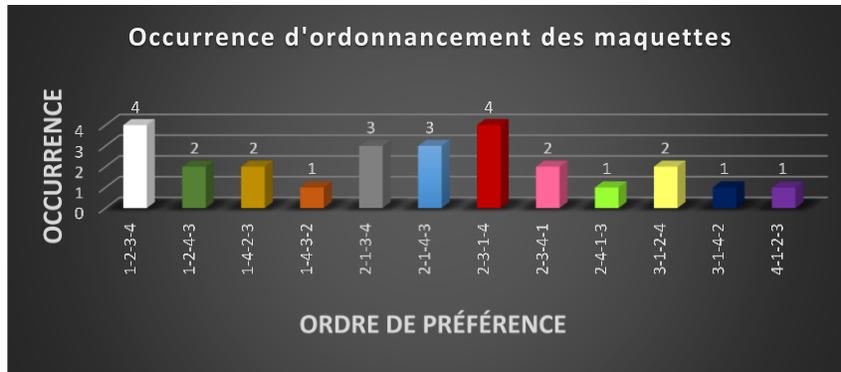


Figure 16. Histogramme présentant l'occurrence de chaque ordonnancement des maquettes

Synthèse des propos relatifs aux maquettes lors de l'exercice de priorisation

Maquette 1 :

Beaucoup de répondants (9 de différents ministères) placent cette maquette en première position et 10 la placent en deuxième position, bien qu'il soit convenu qu'elle n'est pas la plus appropriée à certaines situations. Les quelques raisons invoquées pour justifier sa première ou sa deuxième place dans les choix retenus sont qu'elle est facile à utiliser, et que le gradient de probabilités est un meilleur indicateur que les scénarios. Néanmoins, un répondant mentionne qu'il préfère sans réserve la première maquette, mais que ce qu'il trouverait supérieur serait le jumelage des deux premières maquettes. Enfin, deux participants disent préférer la maquette 1, mais croient que la maquette 2 est plus appropriée pour un expert ou pour un intervenant de terrain.

Maquette 2 :

Cette maquette est de loin la préférée des participants, elle est choisie 14 fois comme premier choix. Les raisons invoquées sont notamment le fait que la **temporalité est incluse dans l'information, c'est-à-dire que l'évolution de la crue est rendue visible**, et que l'on peut ainsi repérer en un coup d'œil le pic de crue. Cela est considéré comme un atout important. Le fait de pouvoir suivre cette évolution en affichant l'image correspondante sur la carte est très positif. Notons que cet intérêt pour l'évolution de la crue a particulièrement été soulevé par des représentants de la Santé. De plus, le jumelage d'une information sur **les scénarios de débit et la représentation cartographiée** de l'effet de ce débit sur le territoire est apprécié. Disons aussi que de parler en termes de scénarios est une manière jugée utile. De plus, repérer un scénario médian est une information jugée très pertinente par certains. D'autres ayant également choisi cette maquette la trouvant de loin la plus adaptée pour les opérations de terrain, en tant qu'outil d'intervention. Quelqu'un mentionne même que selon lui, cette proposition est plus adéquate pour une pluralité d'acteurs (travaux publics, intervenants en mesures d'urgence, municipalités). **Un répondant mentionne que la maquette 2 lui permet de répondre aux deux questions qu'il se pose, à savoir d'une part, y aura-t-il une inondation (le graphique y répond avec le dépassement des seuils), et d'autre part, comment la rivière va réagir, qu'est-ce qui sera inondé (ce que la carte indique).** Il a été proposé qu'elle soit jumelée à la maquette 1. Un point faible relatif à cette proposition est la difficulté d'associer une probabilité ou de saisir l'incertitude du scénario choisi. Également, certains apprécient moins la formulation par scénarios et préfèrent pour cette raison la maquette 1.

Maquette 3 :

Lors de la discussion sur la priorisation, peu de commentaires sont ressortis pour cette maquette, la plupart se limitant à dire qu'ils aiment ou non la maquette. **3 répondants l'ont placée en première position et 7 en deuxième position.** Néanmoins ce qui est très apprécié par certains et qui justifie sa première ou sa deuxième position c'est notamment le fait de pouvoir choisir soi-même un débit, cela rendrait l'information plus concrète. De plus, un participant a mentionné le fait qu'il aime pouvoir comparer les débits prévus avec des débits inférieurs ou supérieurs. Un autre considère que comme son ministère (MSP) travaille avec des stations hydrométriques, le fait de pouvoir entrer des données de débits permet de repérer les conséquences directement reliées à ces débits. Rappelons que cette maquette a une appréciation très polarisée ainsi pour un répondant elle serait inadaptée pour les municipalités, alors que pour un autre elle offrirait une flexibilité en fonction des compétences municipales. Un participant mentionne que selon lui cette maquette peut permettre une meilleure connaissance du terrain. De plus, comme son ministère (MSP) utilise des données de débits et de hauteurs à des fins différentes, il trouve intéressant que cette maquette couple les deux types de données de manière explicite. En revanche, pour certains répondants, cette proposition est difficile à utiliser et quelques répondants ont mentionné que l'on s'éloigne de l'idée de prévision.

Maquette 4 :

Cette dernière maquette est de loin la moins aimée par la majorité des répondants et seulement trois commentaires ont été mentionnés par rapport à cette maquette lors de la discussion sur la priorisation des celles-ci. Un seul répondant l'a mise en première position, et 5 l'ont choisie en deuxième position. Un participant aime l'idée que l'on représente sur la carte la notion de probabilité. **Cette maquette est globalement jugée moins utile que les autres**, et n'aurait pas d'autres fonctions que de permettre de repérer si certains bâtiments ou routes sont à risque d'inondation. Elle ne donne pas une image globale de ce qui se passe.

Synthèse des propositions relatives à la visualisation des prévisions à petite échelle

- *S'il y avait une seule maquette à privilégier pour les ministères, nous recommandons que ce soit la deuxième, en y apportant toutefois les quelques modifications énoncées à la section 3.8.3. Cette maquette permettrait de bien transmettre l'idée d'incertitude associée à la prévision, sans avoir à faire appel aux probabilités, qui posent manifestement problème. De plus, cette maquette s'inscrit en continuité avec les prévisions de débit déjà disponibles sur Vigilance et permet de faire le lien entre le débit et l'étendue (et la profondeur) ;*
- *Privilégier le gradient de couleur bleue ;*
- *Plutôt que de représenter tous les scénarios de débit en arrière-plan dans l'hydrogramme, utiliser un intervalle de confiance représenté par une zone ombragée à l'intérieur de laquelle les scénarios apparaissent ;*
- *Enrichir la maquette 2 en donnant la possibilité à ceux qui le souhaitent de choisir une valeur de débit donné en plus des choix de scénarios ;*
- *Changer l'ergonomie de la maquette en utilisant le triangle rouge sur l'hydrogramme et en le rendant interactif de façon à ce que l'utilisateur puisse le déplacer pour sélectionner le moment de validité de la prévision ;*
- *Inclure des informations relatives aux impacts potentiels de la crue appréhendée, réfléchir à l'idée d'inclure une grille de probabilités d'impacts ;*
- *Maintenir les seuils dans l'hydrogramme et les représenter sur la carte à l'aide de lignes de couleurs identiques à celles utilisées dans Vigilance et uniformiser pour tous la façon de définir les seuils ;*
- *Indiquer beaucoup plus clairement les stations de jaugeage afin d'éviter toute confusion. Entre autres, le terme « station hydrométrique » devrait être indiqué sur la carte ;*
- *Inscrire la date et l'heure de la lecture de la prévision ainsi que la date et l'heure du dernier rafraîchissement des données ;*
- *Sur la carte, représenter le « lit normal » de la rivière à l'aide de limite (un tracé de contour) ou avec une autre couleur que celle utilisée pour représenter le débordement de la rivière ;*
- *S'assurer que les couleurs sur la carte ne masquent pas les éléments du territoire (bâtisses, ponts, routes, etc.) et donc prévoir que la transparence des couleurs soit plus prononcée ;*
- *Permettre une variation d'échelle pour la représentation du territoire sous forme de carte, mais s'assurer que la représentation à une échelle très fine ne donne pas aux utilisateurs une fausse impression de très grande précision/exactitude des prévisions. Accompagner la cartographie à l'échelle la plus fine d'un avertissement explicite en ce sens ;*
- *Tenter de représenter les zones inondables de façon à ce qu'elles ne se confondent pas avec les données prévisionnelles, mais servent de points de référence ;*
- *Représenter les bâtiments, les routes et autres infrastructures jugées névralgiques de manière à repérer rapidement leur vulnérabilité (différents moyens pourraient être envisagés : couleurs, clignotements, pictogrammes) ;*
- *Inclure des explications sur les informations qui sont prises en compte pour générer les prévisions (météo, équivalent en eau de la neige, etc.) ;*
- *Considérer avec attention le besoin exprimé par les participants de pouvoir ajouter ou enlever des couches d'informations sur la carte selon les enjeux qui les concernent ;*

- *Considérer les recommandations relatives au pas de temps (le plus fin possible) et à la fréquence de mises à jour (modulée en fonction de la période, soit plus de mises à jour en période de crue) ;*
- *Considérer la recommandation relative à l'horizon des prévisions : favoriser un horizon de 3 jours, mais en permettant également une lecture des prévisions pour un horizon de 5 jours en indiquant bien que l'intervalle de confiance n'est pas le même pour cette prévision plus incertaine ;*
- *S'assurer que le programme de formation qui suivra l'implantation opérationnelle de l'outil de visualisation des prévisions consacra un temps suffisant à expliquer et à distinguer les concepts de fiabilité, de précision, d'incertitude, d'intervalles de confiance et de probabilités, et plus globalement assurer une réelle formation des futurs utilisateurs afin de leur permettre de bien comprendre l'outil et surtout de se l'approprier pleinement dans un contexte de prise de décisions souvent collectives;*
- *Prévoir des étapes de rétroaction permettant un retour d'expérience de la part des utilisateurs et des réajustements de l'outil afin de l'enrichir de ces nouveaux commentaires.*

3.8.7 PRÉFÉRENCES POUR LES OUTILS EXISTANTS / VISUALISATION À GRANDE ÉCHELLE

Nous souhaitons également comprendre quelles pouvaient être les préférences relativement à une information prévisionnelle de crues présentées cartographiquement à une plus grande échelle que celle proposée pour les maquettes. Avec tous les répondants, nous terminions l'exercice de priorisation en présentant des outils de visualisation des prévisions hydrologiques à grande échelle retrouvés sur des sites gouvernementaux de différents pays.

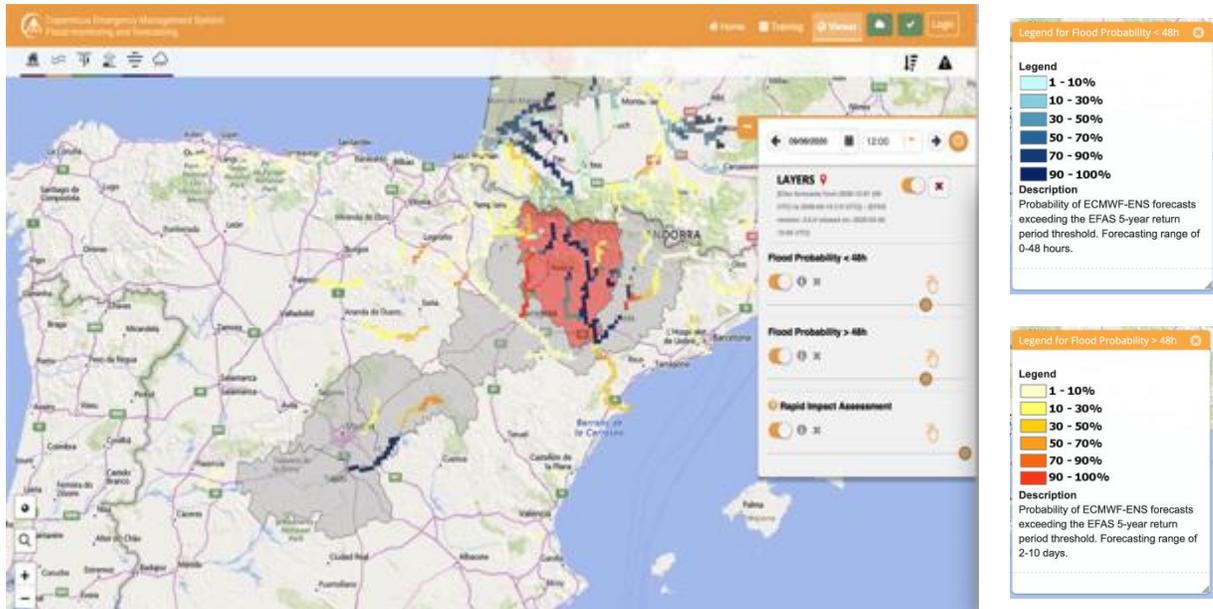
Quatre outils ont été présentés, le modèle EFAS (Européen), le modèle français Vigicrue, le modèle québécois Vigilance et enfin le modèle du Royaume-Uni. Après avoir présenté ces différents modèles, nous demandions aux répondants de les classer par ordre de préférence du plus apprécié au moins apprécié et d'expliquer ces choix. Les propos qui suivent synthétisent les commentaires qui ont été formulés au sujet de ces modèles.

Modèle européen (EFAS)

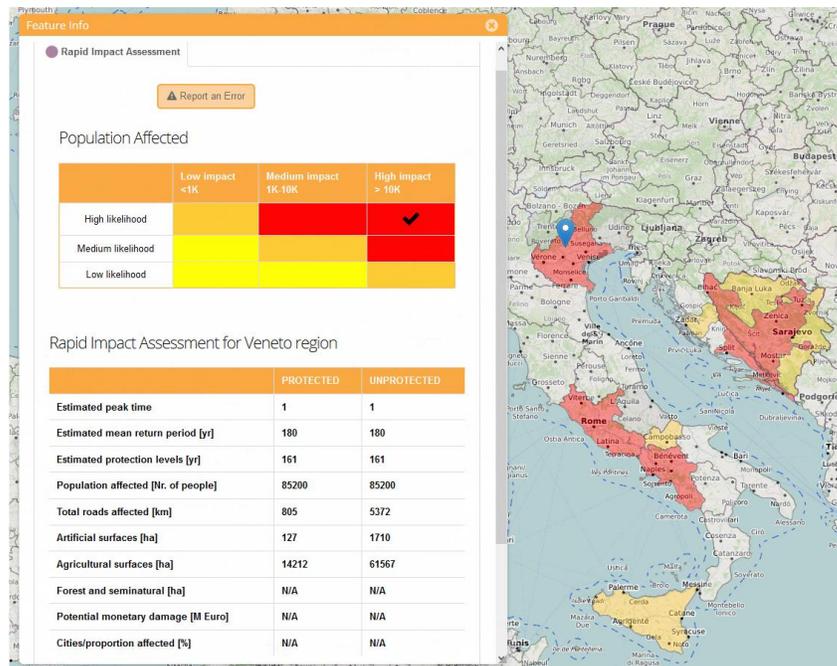
L'outil EFAS (European flood awareness system) représenté par la figure 17 que l'on retrouve sur le site de l'Union européenne contient beaucoup d'informations. D'une part, il permet à l'utilisateur de choisir l'horizon de la prévision, soit une prévision à l'intérieur de 48 heures, et/ou une prévision au-delà de 48 heures (2-10 jours). Deux échelles de probabilités (à six points) correspondant aux deux horizons choisis (qui ne sont pas exclusifs, car les deux peuvent être représentés en même temps). Une échelle de bleu représente les probabilités à l'intérieur de 48 heures et une échelle de jaune-orangé-rouge représente les probabilités au-delà de 48 heures. La carte permet de repérer à l'échelle d'un pays ou d'une région les principaux cours d'eau représentés de manière pixélisée et donc schématisée.

De plus, l'outil offre la possibilité de voir l'ampleur des impacts sur la population grâce à une évaluation sommaire des impacts effectuée à l'aide d'une matrice de risques. Cette matrice croise la probabilité de l'inondation et le niveau d'impact qui est relié à la taille de la population

possiblement touchée. Pour une région choisie, l'utilisateur peut voir le niveau des impacts potentiels grâce à la couleur qui teinte la région. Un tableau indique les éléments pris en compte pour cette évaluation sommaire des impacts.



EFAS (European Flood Awareness System) : <https://www.efas.eu>



EFAS (European Flood Awareness System) : <https://www.efas.eu>

Figure 17. Représentation de l'outil EFAS

Pour le modèle EFAS beaucoup de points forts sont ressortis, mais également plusieurs points négatifs. Quelques participants disent apprécier ce modèle parce qu'ils le trouvent **intuitif et précis**. Pour deux d'entre eux, le code de **couleur et les impacts anticipés sont considérés très pertinents**. Pour un autre, la manière d'afficher l'information permet de faire rapidement le lien entre l'outil, le risque d'inondation et les impacts potentiels. Un représentant de la santé considère que **l'impact populationnel est une information pertinente**. De plus, la **temporalité de la prévision** est un élément apprécié. En effet, le fait de pouvoir choisir une prévision pour les prochaines 48 heures, et aussi au-delà de 48 heures a été fort apprécié, et ce pour des répondants de différents ministères (MERN, MAMH, Santé et MSP).

En revanche, deux participants disent ne pas aimer la quantité de couleurs utilisées. Rappelons que l'information dans cet outil présente six dégradés pour deux palettes de couleurs (le bleu pour les prévisions dans 48 heures, les jaunes, orangés et rouges pour les prévisions au-delà de 48 heures). Ces dégradés représentent six intervalles de probabilités d'inondation. Ces répondants considèrent qu'il y a **trop de couleurs, ce qui rend l'utilisation de l'outil ardue** et empêche d'avoir un portrait de la situation en un seul coup d'œil.

Quelques participants considèrent que la nature des informations fournies est inutile. L'un d'eux (MTQ) mentionne qu'il s'intéresse aux impacts sur les routes et autres infrastructures plutôt que sur les populations. Une autre critique provient d'un répondant du MSP qui souligne que les qualificatifs «Rapid impacts» et «Low Impacts» sont selon lui difficilement applicables pour l'ensemble du Québec. En effet, il mentionne que certaines résidences ont été adaptées aux fortes crues (et d'autres pas) ce qui implique que pour une crue similaire, les impacts ne seront pas les mêmes et qu'ils dépendront de la résilience des citoyens et des habitations.

La dernière critique touche l'aspect visuel du modèle, quelques participants mentionnent que l'image est trop pixelisée. L'un d'eux va jusqu'à dire qu'il considère que ce modèle est «visuellement horrible». Pour deux autres, cette pixelisation ne permet pas de bien suivre le cours d'eau, car il ne correspond pas au tracé réel de celui-ci.

Enfin, mentionnons qu'un répondant qui a placé ce modèle comme son premier choix ne semblait pas avoir compris au départ le mode de fonctionnement des différents codes de couleurs (représentant les prévisions pour 48 heures et au-delà). Bien qu'isolé, ce cas peut nous inviter à réfléchir sur la complexité d'une information qui comprend trop de niveaux de lecture.

Modèle français Vigicrue

L'outil Vigicrue (voir Figure 18) que l'on retrouve sur le site du gouvernement français est simple. Il présente l'ensemble du pays (mais aussi possiblement une région un peu plus petite) avec les principaux cours d'eau. Chaque cours d'eau est coloré selon son niveau de risque à l'inondation à l'aide d'un gradient de type feu de circulation. Un cours d'eau ou un tronçon de cours d'eau vert signifie qu'il n'y a pas de risque d'inondation prévu, alors qu'un cours d'eau en rouge signifie un risque de crue majeure. Pour chaque niveau de risque, quelques informations additionnelles peuvent apparaître lorsque l'on clique sur « tout lire » juste à côté de la légende de couleur.



Figure 18. Représentation de l'outil Vigicrues

Bien que l'appréciation générale de cette maquette et de sa simplicité ne soit pas unanime, l'affichage des cours d'eau ainsi que le code de couleur sont tout de même des points forts du modèle. Cette appréciation est probablement faite en comparaison avec le modèle européen dont la complexité du code de couleur était critiquée par certains et en comparaison avec le modèle suivant soit Vigilance où l'absence de représentation des cours d'eau n'est pas appréciée par plusieurs comme nous le verrons.

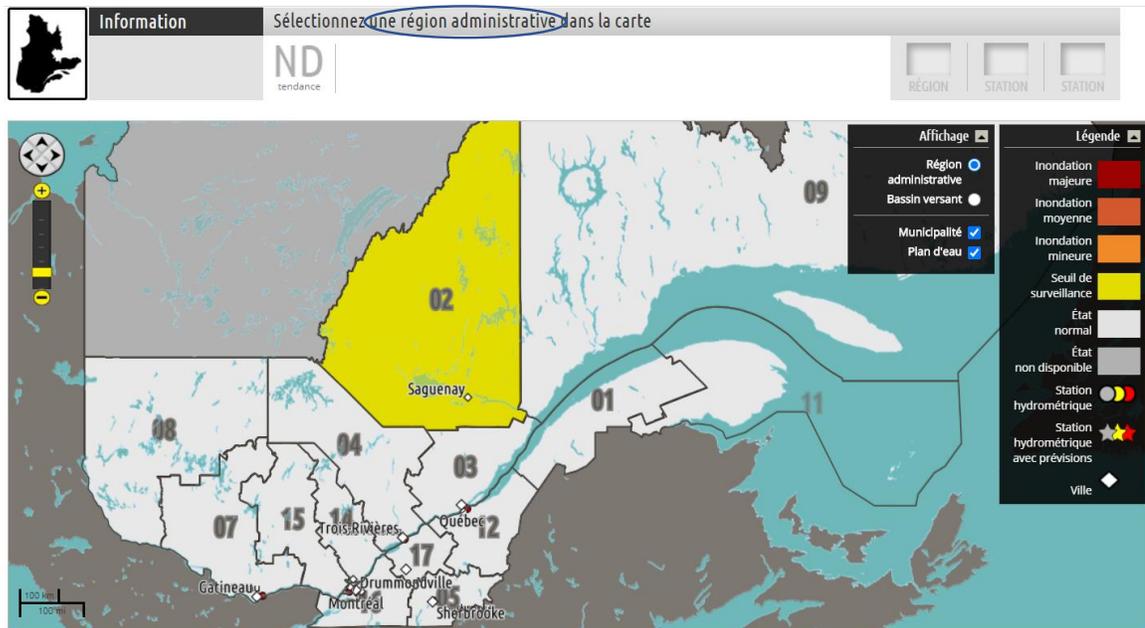
Le premier point fort de ce modèle est donc sans aucun doute sa simplicité, il est pour plusieurs facilement compréhensible et intuitif. Il donne une image simple en un coup d'œil et, comme le fait remarquer un participant, qui pourtant le placera en dernière position dans ses préférences, en temps de crise il ne faut pas perdre de temps à interpréter un modèle. Cette simplicité est également reliée à la couleur (au nombre de 4). Certains participants disent apprécier le choix qui est fait (type feu de circulation), car cela leur rappelle le code de couleur des seuils d'inondation qu'ils retrouvent sur le site Vigilance. De plus, la visibilité des cours d'eau et surtout le fait qu'ils soient découpés potentiellement par tronçons permettent de bien cibler les endroits problématiques. Un participant soulève le fait que selon lui, ce type d'outil serait plus pertinent pour un intervenant au provincial qu'au régional. Ce commentaire fait référence à l'échelle de la carte présentée qui représente l'ensemble de la France.

Pour deux répondants, **la simplicité que d'autres apprécient est au contraire un point négatif**. En effet, ces participants trouvent ce modèle trop simple, ce qui conduit selon eux à un manque d'informations et une illisibilité des impacts sur le territoire.

Un élément a été soulevé par le répondant daltonien. Bien que le modèle français soit son préféré, il souligne que la perception de la couleur orangée pose problème pour les daltoniens, et que cela peut nuire à la lecture des informations.

Modèle Vigilance

L'outil Vigilance (Figure 19) que l'on retrouve sur le site du ministère de la Sécurité publique du gouvernement québécois offre à l'utilisateur la possibilité de lire l'information prévisionnelle pour une région administrative ou pour un bassin versant. Une légende de couleurs de blanc à rouge foncé en passant par le jaune et l'orangé représente les différents seuils d'inondation (état normal, seuil de surveillance, seuil d'inondation mineure, moyenne ou majeure), la couleur grise est appliquée lorsque l'information n'est pas disponible. Lorsque l'utilisateur choisit un territoire (région ou bassin versant), tout ce territoire prend la couleur du seuil atteint par un des cours d'eau le traversant. Par exemple, si l'utilisateur choisit la région Saguenay-Lac-Saint-Jean, l'ensemble de celle-ci devient jaune si un cours d'eau est en seuil de surveillance. L'utilisateur peut faire apparaître sur la carte quelques repères tels que les stations hydrométriques qui sont présentes sur le territoire, les villes et les municipalités ainsi que les plans d'eau.



Vigilance : <https://geoegl.msp.gouv.qc.ca/adnv2/>

Figure 19. Représentation de l'outil vigilance

Le modèle que l'on retrouve sur le site Vigilance est celui qui est le moins apprécié de tous. Il présente deux défauts majeurs qui poussent les participants à ne pas le choisir. Des participants ont tout de même proposé quelques modifications qui pourraient le rendre plus attrayant pour leur ministère.

Plusieurs participants ont soulevé que les **zones délimitées** pour lesquelles les seuils sont illustrés (par bassin versant ou par région) sont **trop grandes** et ne permettent pas une réelle évaluation de la situation, car il est impossible de savoir quelle rivière et quel tronçon sont problématiques. En effet, rappelons que dans cet outil, si un seul cours d'eau atteint un seuil d'inondation, l'ensemble du bassin versant ou de la région affiche le code de couleur correspondant à cette

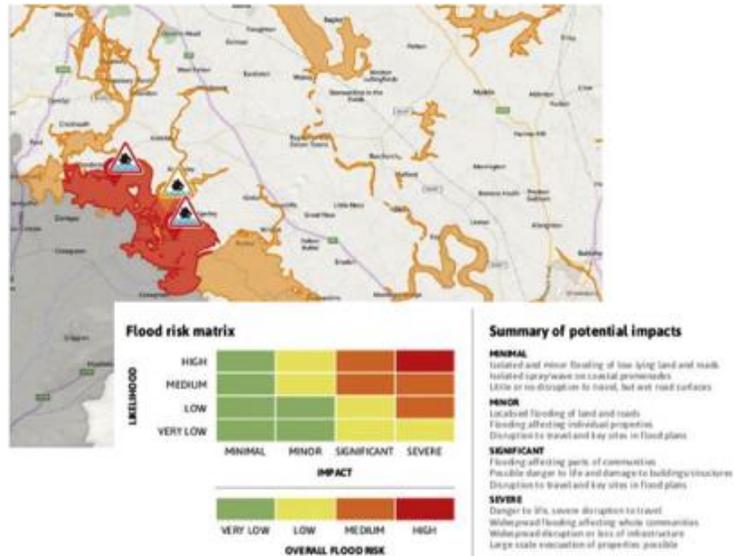
alerte. **Cette manière de représenter l'information rend celle-ci trop peu précise. De plus, quelques répondants ont souligné que l'absence de représentation des cours d'eau est un problème important.** Néanmoins, la représentation des seuils d'inondation est un point positif.

Pour plusieurs participants, la **délimitation par bassin versant est une information utile.** Le problème est que l'information représentée de la sorte ne permet pas de comprendre le risque et devient vite inutilisable. Certaines propositions ont été faites pour améliorer le modèle québécois. La première serait d'ajouter d'autres délimitations afin d'ajouter de la précision soit par régions sociosanitaires ou par MRC ou par cours d'eau. Un participant propose de changer la délimitation par bassin versant ou par région, et d'appliquer le code de couleur en affichant les cours d'eau, un peu comme le fait le modèle français. Un participant propose d'ajouter la délimitation des cours d'eau qui pourraient être représentés par un trait foncé alors que la délimitation des bassins versants pourrait être faite à l'aide d'un trait pâle. Enfin, un autre propose que l'on puisse zoomer, comme le permettent les autres outils, de façon à s'approcher du territoire et à mieux cibler ensuite les problématiques d'inondation.

Certains commentaires méritent d'être cités. Un représentant du MERN trouve que l'outil Vigilance vise une clientèle trop ciblée, et trop experte. Un représentant du MTQ qui apprécie le modèle Vigilance considère que celui-ci peut servir d'alerte à grande échelle, permettant ensuite aux intervenants d'aller chercher d'autres informations à l'échelle plus régionale. Une proposition (MTQ) a été émise afin d'optimiser Vigilance, il s'agit de pouvoir ajouter des couches (pour les municipalités, pour les régions administratives, pour les bassins versants) de façon à donner plus de flexibilité aux différents utilisateurs potentiels de l'outil.

Modèle du Royaume-Uni

L'outil que l'on retrouve sur le site du gouvernement du Royaume-Uni présente simultanément plusieurs informations (Figure 20). Tout comme les autres outils, on y retrouve une carte du territoire (mais l'échelle de celle-ci est un peu plus petite que celle utilisée pour les trois autres outils). Une matrice de risque permet de repérer le niveau de risque relié à une inondation. Le niveau de risque est obtenu en couplant la probabilité d'inondation et l'ampleur des impacts pour lesquels des informations explicatives sont données. Chaque niveau de risque est représenté par un code de couleur de type feu de circulation. L'utilisateur repère sur la carte le territoire qui l'intéresse, et il y retrouve les cours d'eau (mais aussi les portions limitrophes) qui sont colorés en fonction de leur niveau de risque à l'inondation. L'information est donc légèrement spatialisée, puisque l'on peut repérer des portions de territoire possiblement inondées et donc avoir une idée de l'étendue de l'eau reliée à une crue. De plus, des pictogrammes sont associés aux territoires possiblement inondés, et l'utilisateur peut, en cliquant dessus, avoir des informations complémentaires, notamment sur des actions à prendre.



Site du gouvernement du Royaume-Unis: <https://flood-warning-information.service.gov.uk/warnings>



Site du gouvernement du Royaume-Unis: <https://flood-warning-information.service.gov.uk/warnings>

Figure 20. Représentation de l'outil de la Grande Bretagne

Ce modèle est de loin le modèle préféré puisque 23 des 28 répondants le placent soit en première ou en deuxième position. Les raisons pour lesquelles ce modèle est apprécié sont toutefois très variables. Disons d'emblée que ce modèle est globalement très apprécié bien que plusieurs ont considéré qu'il n'était pas vraiment ajusté au contexte québécois. Il est donc

apprécié dans la mesure où on ne l'imagine pas tel quel pour le Québec. Un répondant souligne que ce modèle est possiblement plus utile au niveau régional qu'au niveau provincial. Il est important de dire ici que l'échelle de représentation de ce modèle était plus petite que celle des trois autres, ce qui peut expliquer ce commentaire ainsi que certains autres pour les modèles précédents. Deux représentants ont apprécié **l'utilisation des pictogrammes** qui peut s'avérer très utile pour les autorités locales. En effet, pour l'un d'eux, les municipalités pourraient facilement s'ajuster en mobilisant leur expertise du territoire. Néanmoins, il considère qu'il y a trop de pictogrammes présentés à la fois. Il est intéressant de noter qu'inversement, certains participants ont considéré que la présence des pictogrammes était inutile. Comme pour le modèle européen, **la possibilité de lire les impacts d'une inondation sur la carte est par ailleurs ressortie comme élément positif.**

D'autres commentaires ont été formulés. **La possibilité de zoomer pour s'approcher du territoire, le niveau de détail et la précision des zones touchées (rendue lisible par la spatialisation de l'inondation), et le fait que la représentation coïncide avec la topographie du territoire sont des éléments positifs** qui ont été nommés. De plus, son esthétique «**il est visuellement beau**», et la **simplicité du code de couleurs** représentent des points forts de ce modèle. Enfin, la matrice de risque faible, moyen et élevé contribue pour un répondant (Santé) à en faire son modèle préféré. À contrario, c'est justement cette matrice de risque qui inclut les impacts qui gêne un autre répondant qui ne la trouve pas utile (MERN). Deux autres participants n'aiment pas ce modèle, car il contient selon eux **trop d'informations et est plus compliqué que les autres.**

SUGGESTIONS DE COMBINAISONS PROPOSÉES

Certaines suggestions reprennent l'outil de Vigilance avec des éléments des autres outils présentés. Donc malgré la réticence envers certains outils appliqués tels quels, des combinaisons entre les outils de visualisation pourraient réduire grandement leurs points négatifs respectifs.

Un premier participant (MSP) combinerait les modèles de Vigilance et du Royaume-Uni afin de donner trois niveaux spatiaux : le modèle de Vigilance; le modèle du Royaume-Uni; et la maquette à petite échelle. Rappelons que les échelles des différents outils étaient différentes, l'outil Vigilance est à très grande échelle, celui du Royaume-Uni est à une échelle un peu plus petite et enfin les maquettes présentées étaient à petite échelle. C'est cette progression des échelles que ce répondant souhaite.

Deux participants (Santé et MERN) aimeraient avoir l'outil de visualisation du Royaume-Uni contenant également des éléments des outils 1 et 3. L'un d'eux (MERN) propose d'insérer le modèle du Royaume-Uni dans celui de Vigilance tout en lui retirant les pictogrammes. En effet, selon lui, le code de couleur serait suffisant. Ce qu'il souhaiterait c'est la possibilité d'intégrer les cours d'eau et les plans d'eau tout en ayant la possibilité de zoomer et en ayant les probabilités associées aux inondations prévues dans plus de 48 h et dans moins de 48h. Donc idéalement il prendrait une combinaison des modèles 1-3 et 4.

Un participant (MSP) aimerait faire un mélange des quatre modèles. Il aimerait un modèle qui combine l'horizon de 48h, l'impact sur les régions administratives touchées en utilisant le principe de seuil de Vigilance sur l'interface du modèle du Royaume-Uni puisque l'information dans ce modèle est facilement accessible. Finalement, il verrait également les bassins versants délimités dans cet outil.

Après avoir présenté succinctement les 4 outils, nous demandions participants, de les classer par ordre de préférence. Nous présentons la même information de différentes façons :

- par outil permettant de repérer l'ordre de préférence de chacun d'eux (Figures 21 à 24) ;
- par position permettant de repérer le nombre de réponses par outil pour chacune des positions (Figures 25 à 28) ;
- par séquence d'ordonnement afin de repérer l'occurrence de priorisation des quatre outils (Figure 29).

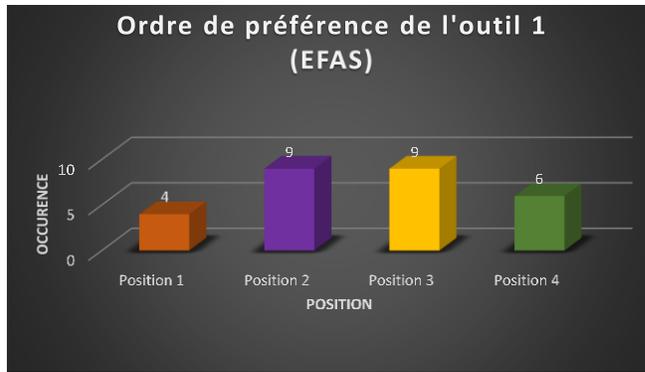


Figure 21. Histogramme présentant l'ordre de préférence de l'outil à grande échelle no 1

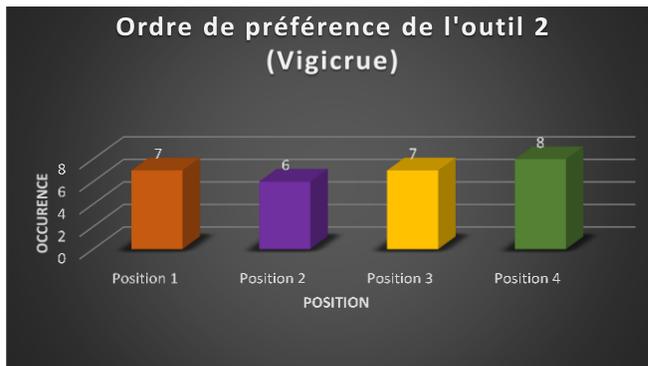


Figure 22. Histogramme présentant l'ordre de préférence de l'outil à grande échelle no 1

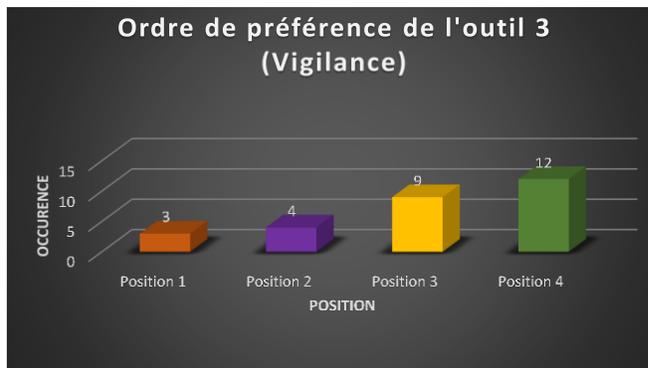


Figure 23. Histogramme présentant l'ordre de préférence de l'outil à grande échelle no 3

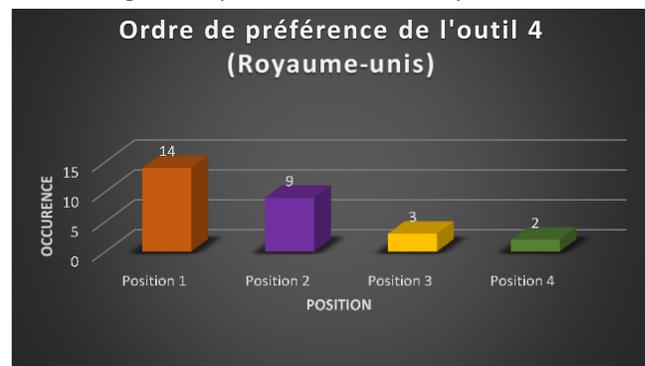


Figure 24. Histogramme présentant l'ordre de préférence de l'outil à grande échelle no 4

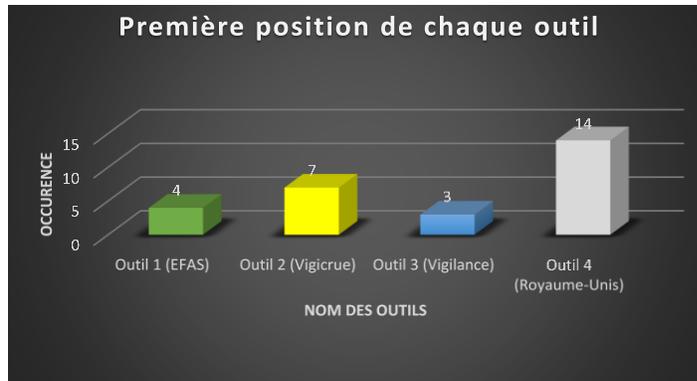


Figure 25. Histogramme présentant la fréquence de la position 1 pour chaque outil à grande échelle

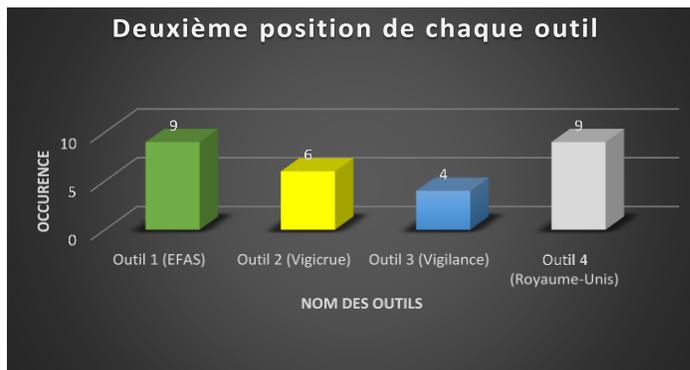


Figure 26. Histogramme présentant la fréquence de la position 2 pour chaque outil à grande échelle

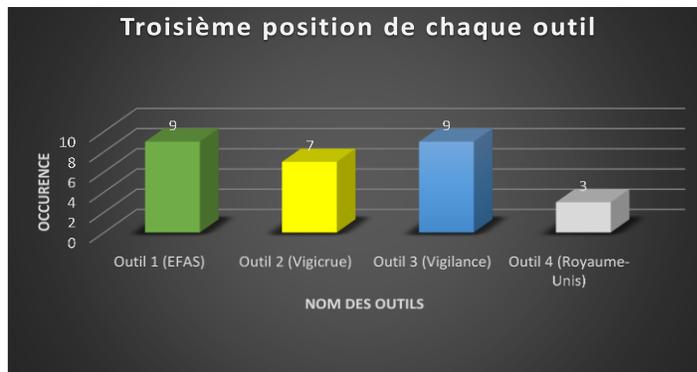


Figure 27. Histogramme présentant la fréquence de la position 3 pour chaque outil à grande échelle

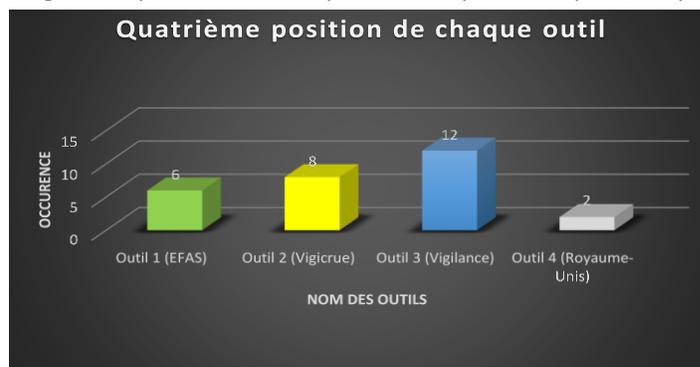


Figure 28. Histogramme présentant la fréquence de la position 4 pour chaque outil à grande échelle

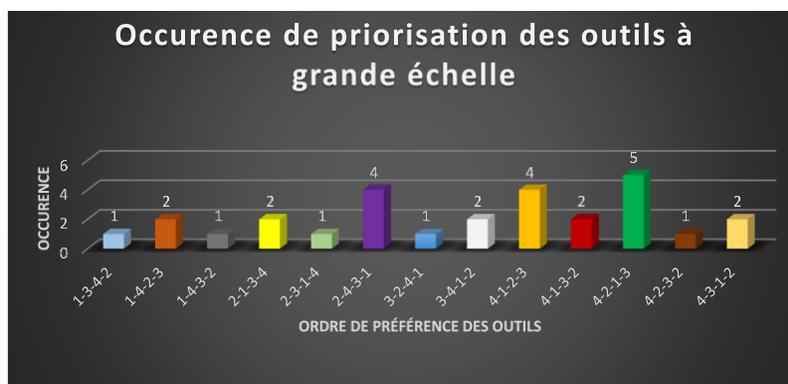


Figure 29. Histogramme présentant l'occurrence de chaque ordonnancement des outils à grande échelle

Synthèse des propositions relativement à un outil de visualisation à grande échelle

Pour la représentation à grande échelle, nous recommandons la prise en compte des éléments suivants :

1. Si l'outil vigilance était choisi pour développer l'outil, il serait important de raffiner l'échelle spatiale, par exemple par un découpage en sous-bassins versants. Retenir que plusieurs répondants ont trouvé problématique par exemple pour l'outil vigilance le fait que tout un bassin versant ou toute une région administrative prenne la couleur du seuil atteint par un seul cours d'eau ;
2. Permettre à l'utilisateur de changer d'échelle spatiale et donc de s'approcher ensuite du territoire qui le concerne pour avoir une meilleure vue d'un cours d'eau ou d'un secteur d'intérêt ; un peu à la manière de l'outil de visualisation du Royaume-Uni. Il faudrait donc arriver à représenter les cours d'eau de manière claire et à mieux spatialiser l'information ;
3. Inclure des informations concernant les impacts possibles associés à la prévision, en s'inspirant de l'outil de visualisation du Royaume-Uni.

3.9 ACCÈS À LA PRÉVISION

En fin d'entrevue, nous abordions l'accessibilité à ces prévisions, à savoir de quelle manière les participants souhaitaient avoir accès à ces nouvelles informations prévisionnelles.

La très grande majorité des participants souhaite avoir accès à l'outil en se rendant sur une page web. Cependant, ils spécifient qu'il est important que ce ne soit pas le seul accès. Les participants souhaitent que la page web soit systématiquement couplée avec d'autres plateformes de diffusion (application pour téléphone, alerte, etc.).

Concernant la page web, un avertissement revient constamment soit le danger d'avoir des informations trop dispersées. **Plusieurs participants souhaitent que toutes les informations pertinentes puissent être regroupées en un seul endroit, par exemple en réservant un espace où l'on trouverait des liens donnant accès aux prévisions météorologiques et aux informations complémentaires dont ils ont besoin (la quantité de neige, les apports verticaux, etc.) En effet, ces informations sont reliées et doivent être accessibles en même temps et au même endroit.** Un des participants (MTQ) propose que ce soit un site gouvernemental qui s'occupe déjà des communications comme le fait Québec.ca ou Urgence-Québec. Selon lui, un tel site pourrait diffuser l'information puisqu'ils ont déjà un mandat communicationnel clairement défini.

D'autres qui utilisent Vigilance, verraient la prévision sur ce site avec peut-être un système d'alerte, alors qu'un autre souhaite avoir accès à la prévision sur le géoportail du MSP (en intégrant les informations qui y sont déjà comme les CPE ou les écoles par exemple). D'autres idées ont été proposées telles que l'abonnement à l'infolettre du site prévisionnel. Dans quelques cas, il est question de proposer la **plateforme au public, que ce soit en intégralité ou par une version plus épurée, alors qu'une version complète serait disponible aux personnes ayant des codes d'accès.** Il est soulevé alors qu'il serait important que le site soit en dehors de l'intranet du bureau afin que l'information puisse être disponible tout le temps, car en période de crue les inondations peuvent survenir à tout moment. Un représentant de la Santé mentionne le principe de «Suprême», qui fonctionne avec un comité d'utilisateurs, mais sans toutefois développer son idée. Une proposition qui fait écho à une idée mentionnée dans la section du niveau de détail spatial est la **superposition de couches qui permettrait de personnaliser la carte en fonction des besoins (que ce soient les bâtiments, le réseau routier, la topographie, etc.).**

Une grande majorité a manifesté l'importance que l'outil puisse être consulté sur un cellulaire. Une application serait surtout utile pour les membres des ministères qui sont souvent sur le terrain comme les employés du MTQ ou de la Sécurité publique, bien que le réseau internet dans certaines régions éloignées comme à Baie-Comeau ne fonctionne pas partout. Le téléphone reste tout de même un outil que l'on traîne partout de nos jours, comme le font remarquer plusieurs. Certains reconnaissent cependant que la lecture de la prévision sur un téléphone ne donnerait pas autant d'informations que sur un ordinateur, mais il s'agirait tout de même d'un bon complément et d'une aide essentielle lors des déplacements tant que sont disponibles les informations essentielles. Finalement, quelques répondants verraient un système d'alerte lié à l'application mobile lorsqu'il y a des mises à jour ou une grosse crue qui est en train de se préparer.

D'ailleurs, la grande majorité considère pertinent de recevoir des alertes, bien que sa forme ne fasse pas l'unanimité. Comme dit précédemment, certains voient une alerte/notification liée au site internet ou à l'application mobile, ou encore lié aux avertissements sur les médias sociaux. D'autres proposent une alerte sous forme de SMS ou selon le modèle de l'alerte Amber, ou encore par courriel ou Messenger. Un questionnaire est revenu à quelques reprises soit le risque associé à la multiplication des alertes. En effet, certains répondants reçoivent déjà plusieurs alertes quotidiennement. Les solutions proposées sont de deux natures. La première est de regrouper la prévision avec les autres, via l'ORSC, le MAMH ou encore la Direction de Veille opérationnelle du MTQ puisque ce sont les organismes chargés de transmettre les alertes météo à leur ministère respectif. La deuxième solution suggère plutôt de pouvoir régler des paramètres pouvant établir des seuils que ce soit de niveau, de potentiels impacts sanitaires ou de lieux afin de filtrer les alertes et d'écartier celles qui ne seraient pas utiles. Enfin, un des répondants trouverait cependant trop compliqué de tout configurer du fait de la grandeur et la diversité de son territoire.

L'accès à la prévision dont l'appréciation est la plus mitigée est celle via les réseaux sociaux. Les personnes favorables à leur utilisation considèrent généralement que c'est une méthode efficace pour un accès au grand public puisque plusieurs municipalités fonctionnent de cette façon et qu'elle a déjà fait ses preuves. De plus, c'est un canal qui est très utilisé par les citoyens. Un participant croit d'ailleurs qu'il faut fonctionner avec les plus récentes technologies (Facebook, Twitter, etc.), et même les applications prochaines à venir qui n'existent pas encore aujourd'hui). **Un second qui est d'accord avec la méthode met toutefois en garde qu'il ne faut pas s'y limiter et négliger les personnes qui n'utilisent pas les réseaux sociaux, mais plutôt les médias traditionnels.** Un autre se questionne sur la nature de l'information transmise au grand public. En effet, les citoyens peuvent selon lui, interpréter l'information de plusieurs façons et lui faire dire beaucoup de choses, bien qu'il reconnaisse l'importance que la population soit bien informée. Finalement, un répondant (non favorable à la présence de la prévision sur les réseaux sociaux) pense tout de même qu'il pourrait être envisagé de réserver un onglet sur Facebook où seraient affichées les dernières informations pertinentes.

D'autres répondants se sont plutôt penchés sur l'utilisation des médias sociaux dans le cadre de leur travail. Ceux qui travaillent au ministère des Transports stipulent que c'est impossible pour eux d'obtenir de l'information via les réseaux sociaux puisque le MTQ ne permet pas à ses employés d'utiliser les médias sociaux sur leurs heures de travail. En effet, il mentionne que bien que le MTQ est présent sur les réseaux sociaux, ceux-ci ne sont pas un moyen de communication à l'interne. Un autre employé du même ministère explique que son ministère utilise Facebook pour prendre le pouls de la population sur un sujet et non pour diffuser des informations. Ce même répondant ainsi qu'un autre (toujours du MTQ) considèrent tout de même que l'utilisation des réseaux sociaux peut être utile pour permettre aux citoyens de fournir des informations ponctuelles (par exemple des photos du niveau d'une rivière prise par un citoyen à un endroit précis).

Finalement, le dernier point qui est ressorti porte sur l'entité qui diffusera l'information. Un participant mentionne que Urgence-Québec a utilisé Facebook très efficacement pour relayer les informations lors des inondations à Sainte-Marthe-sur-le-Lac. Un autre se demande si le principe pourrait être le même que pour son ministère (Santé), qui met ses outils à la disposition du CISSS lorsque cela est utile. **Cette personne pense que si l'information était rendue disponible sur une**

page Facebook propre à chaque ministère l'alerte rejoindrait probablement plus de personnes que si INFO-Crue avait sa propre page.

Constats :

Quelques points mentionnés nous semblent importants. En effet, l'idée de retrouver l'outil sur un site web est largement souhaitée par tous les participants. Mais ce que nous devons surtout retenir c'est la demande explicite pour un regroupement des informations qui sont pour l'instant jugées disparates. Il pourrait s'agir du site Vigilance où l'on retrouverait la cartographie prévisionnelle. Mais on pourrait imaginer que des liens soient aussi inclus dans le site web et permettent à l'utilisateur de rejoindre rapidement d'autres informations complémentaires et utiles à l'interprétation des prévisions. Ce que plusieurs participants ont manifesté c'est la difficulté de devoir consulter plusieurs sites différents pour y retrouver des informations ponctuelles, mais nécessaires. Il faut garder en tête que plusieurs interviennent en situation de crise appréhendée et doivent interpréter rapidement et efficacement plusieurs informations nécessaires à leur intervention.

De plus, il est incontournable que l'outil soit aussi disponible en version mobile ou via une application permettant de le consulter sur un téléphone portable ou une tablette. Tous les participants qui travaillent sur le terrain ont un besoin en ce sens. Disons aussi qu'il est souhaité par la majorité des participants de recevoir des alertes ; ce qui d'ailleurs va dans le sens d'une des conclusions de Sylvestro et al., 2017 qui soulignent l'importance de mettre en place des systèmes de diffusion rapides et efficaces tels que l'envoi de SMS ou d'avertissement par téléphone mobile.

Par contre, l'utilisation des réseaux sociaux suscite un intérêt plus mitigé. Rappelons que plusieurs organisations internes n'utilisent pas les réseaux sociaux, ce qui limite les possibilités qui peuvent y être reliées.

Propositions :

- 1. Avoir accès à l'outil sur un site Web ;**
- 2. Intégrer des liens fonctionnels permettant d'ouvrir des pages web contenant des informations complémentaires (météo, fonte de la neige, etc.) ;**
- 3. Développer une version mobile du site ou une application permettant de consulter l'outil sur un téléphone portable de façon à être utile en situation d'intervention terrain ;**
- 4. Envisager la possibilité que les différents utilisateurs institutionnels puissent y ajouter des couches d'informations correspondant aux enjeux qui les concernent, et donc favoriser des dispositifs de décloisonnement du site web et d'interactions dynamiques par une communauté d'utilisateurs.**

4. CONCLUSION

La communication efficace des prévisions probabilistes représente un réel défi soit celui de développer des outils de visualisation qui soient en adéquation avec les systèmes d'aide à la décision (Cros et Pinson, 2018; Bessa *et al.*, 2017). En ce sens, dans le domaine des prévisions hydrologiques, il y a un travail à faire auprès notamment des gestionnaires d'urgence (intervenants de différents ministères) afin de diminuer la difficulté à s'approprier et à exploiter pleinement les prévisions (Belin *et al.*, 2019; Berthet *et al.*, 2016). La présente recherche a tenté de répondre à ce besoin, en reliant le travail des prévisionnistes et celui des gestionnaires des différents ministères appelés à intervenir en situation d'inondation. L'idée étant de mieux comprendre les besoins reliés aux mécanismes décisionnels en situation d'urgence, et d'y répondre adéquatement par un outil adapté aux utilisateurs.

C'est ce contexte spécifique qui a conduit à mener cette enquête qualitative et participative auprès des représentants des ministères suivants : MSP, MTQ, MERN, MSSS et MAMH. L'objectif étant de collecter des informations pertinentes tant sur les mécanismes décisionnels que sur les besoins et préférences en matière de visualisation et de communication des prévisions avant que ne soit réalisée la cartographie prévisionnelle des crues de rivières. C'est la séquence des étapes suivantes qui doit être soulignée et qui fait l'originalité de la présente démarche: cueillette d'informations par une enquête participative avec des utilisateurs potentiels; réalisation d'un outil de visualisation hydrologique enrichi de ces informations; diffusion d'un outil efficace à l'intention des utilisateurs. En ce sens, on peut qualifier cette démarche de participative dans la mesure où les informations recueillies serviront à enrichir la réflexion des prévisionnistes en amont de la réalisation de l'outil, autrement dit où la participation active des répondants contribue à orienter le travail des prévisionnistes. Ce type de démarche apparaît de plus en plus essentielle afin de répondre collectivement aux nombreux enjeux que soulève l'aléa d'inondation. L'implication des acteurs étant très certainement un moyen efficace pour une réelle appropriation des outils destinés aux gestionnaires et aux communautés.

L'ampleur de l'enquête et la variété des répondants (variété des ministères et variétés des fonctions au sein de ses organisations pour cette portion de l'enquête) a permis de recueillir une somme considérable d'informations inédites et pertinentes qui permettent de mieux comprendre les mécanismes décisionnels et les informations qui sont prises en compte lors des épisodes d'inondation. De plus, l'engagement des participants, et leur réel intérêt à contribuer à la réflexion préalable à la réalisation de la cartographie prévisionnelle doivent être envisagés comme un signe positif qui montre la pertinence de faire participer différents acteurs. Ce type de participation est probablement une des clés pour une meilleure résilience collective face aux inondations et plus largement face à tous les aléas climatiques.

5. RÉFÉRENCES

- Amorim, N. (2000), Aide à la Concertation et à la Décision dans le cadre de Processus de décisions publiques complexes, Thèse de doctorat, Sciences de la gestion, Paris 9.
- Archibald, M., Ambagtsheer, R, Casey, M, Lawless, M. (2019), « Using Zoom Videoconferencing for Qualitative Data Collection : Perceptions and Experiences of Researchers and Participants », in International Journal of Qualitative Methods, vol. 18, 2019, <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1609406919874596>
- Basseras F. (1999), Mémoire principal de DEA « La concertation au sein du processus de décision en matière de ligne régulière de bus en région Île-de-France », Université Paris IX Dauphine.
- Belin, P., Verrhiest-Leblanc, G. and P.-Y. Valantin. (2019), Exploitation des outils d'anticipation des phénomènes pour l'aide à l'anticipation. La Houille Blanche, 3-4 :31–38
- Bellier, J. (2016), Prévisions hydrologiques probabilistes dans un cadre multivarié : quels outils pour assurer fiabilité et cohérence spatio-temporelle ? PhD thesis, Université de Grenoble Alpes, France.
- Berthet, L., Gaume, E., and O. Piotte. (2016), Évaluer et communiquer les incertitudes associées aux prévisions hydrologiques pour mieux partager l'information. La Houille Blanche, 4 :18–24.
- Berthet, L., Valéry, A., Garçon, R., Marty, R., Moulin, L., Puygrenier, D., Piotte, O., Le Lay, M., Janet, B., and F. Duquesne. (2019), Cohérence des prévisions et place de l'expertise : les nouveaux défis pour la prévision des crues. La Houille Blanche, 1 :5–12.
- Bessa, R., Möhrlein, C., Fundel, V., Siefert, M., Browell, J., Haglund El Gaidi, S., Hodge, B.-M., Cali, U., and G. Kariniotakis. (2017), Towards improved understanding of the applicability of uncertainty forecasts in the electric power industry. Energies, 10 :2048.
- Bherer, L. (2011), « Les relations ambiguës entre participation et politiques publiques », Participations, vol. 1, no. 1, pp. 105-133.
- Cros, S. and Pinson, P. (2018), Prévision météorologique pour les énergies renouvelables. La Météorologie, 100 :1–8.
- Damart, S., David, A., & Roy, B. (2001), « Comment organiser et structurer le processus de décision pour favoriser la concertation entre parties prenantes et accroître la légitimité de la décision ? », Rapport technique, Lamsade, 62 pages.
- Douvinet, J., Gisclard, B., Kouado, J. and A. Richaud. (2015), Les smartphones et les réseaux sociaux numériques, des outils d'aide face aux crues rapides. http://www.irma-grenoble.com/01actualite/01articles_afficher.php?id_actualite=641.
- Foley, G. (2021), « Video-based online interviews for palliative care research: A new normal in COVID-19? », in Palliative Medicine, vol. 35, no. 3, <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0269216321989571>

- Fundel, v.-J., Fleischhut, N., Herzog, S.M., Göber, M. and R. Hagedorn. (2019), Promoting the use of probabilistic forecasts through a dialogue between scientists, developers and end-users. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 145 :210–231.
- Guillemette, M., Luckerhoff, J., Guillemette, F. (2011), « Les entretiens de groupe en ligne », dans *Entretiens de groupe : concepts, usages et ancrages II*, vol. 29, no. 3, février 2011, [http://www.recherche-qualitative.qc.ca/documents/files/revue/edition_reguliere/numero29\(3\)/RQ_29\(3\)_Guillemette-et-al.pdf](http://www.recherche-qualitative.qc.ca/documents/files/revue/edition_reguliere/numero29(3)/RQ_29(3)_Guillemette-et-al.pdf).
- Grounds, M., Joslyn, S., and K. Otsuka. (2017), Probabilistic Interval Forecasts : An Individual Differences Approach to Understanding Forecast Communication. *Advances in Meteorology*,
- Gueben-Venière, S. (2017), Les ateliers collaboratifs, un outil de recueil collectif des représentations spatiales ? *EchoGeo*, 41.
- Gueben-Venière, S. (2019), Il est temps de cartographier les crises. Document de travail du LATTS, 19-16, 2019.
- Guyonnet, D., Dubois, D., De Fouquet, C., Ghestem, J.-P., Leprond, H., Atteia, O., and J.-M. Côme. (2019), Prise en compte des notions d'incertitude dans la gestion des sites et sols pollués. État des lieux et perspectives. Technical Report Novembre 2019, Rapport ADEME. Collection Expertises.
- Halliday M, Mill D, Johnson J, Lee K. (2021), Let's talk virtual! Online focus group facilitation for the modern researcher. *Res Social Adm Pharm*. Feb 6:S1551-7411(21)00063-2. doi: 10.1016/j.sapharm.2021.02.003. PMID: 33653681. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2021.02.003>.
- Joslyn S. and S. Savelli. (2010), Forecast uncertainty : public perception of weather forecast uncertainty. *Meteorological Applications*, 17(2) :180–195.
- Kox, T., Kempf, H., Lüder, C., Hagedorn, R., and L. Gerhold. (2018), Towards user-oriented weather warnings. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 30 :74–80.
- LeClerc, L. and S. Joslyn. (2015), The cry wolf effect and weather-related decision making. *Risk Analysis*, 35 :385–395.
- Matte, S., Boucher, M.-A., Boucher, V. and T.-C. Fortier Filion (2017), Moving beyond the cost–loss ratio : economic assessment of streamflow forecasts for a risk-averse decision maker. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21 :2967–2986.
- Morrow, B.H. and J.K. Lazo (2013), Survey of coastal emergency managers perspectives on NWS storm surge information: hurricane forecast improvement program storm surge roadmap. NCAR tech.Note NCAR/TN-495 STR, 84 p. DOI 10.5065/D6XG9P4M
- Møyner Hohle S. and K. Halvor Teigen (2018), More than 50% or Less than 70% Chance : Pragmatic Implications of Single-Bound Probability Estimates. *Journal of Behavioral Decision Making*, 31 :138–150.
- Pielke R. Jr., and R. Carbone (2002), Weather, impacts, forecasts, and policy. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 83 :393–403.

- Radio-Canada (2019), Crue printanière 2019 : Inondations : Québec a reçu près de 5000 réclamations jusqu'ici. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1174908/indemnisations-sinistres-crues-printanieres-refoulement-egout>, 6 juin 2019.
- Rousseau, A. et Martel, J.-M. (1996), La décision participative: une démarche pour gérer efficacement les conflits environnementaux, Document de Travail 96-24, CREDO, Faculté des sciences de l'Administration, Université Laval: 35 p.
- Ramos, M.-H., Mathevet, T. and J. a. Thielen. (2010), Communicating uncertainty in hydrometeorological forecasts : mission impossible ? *Meteorological Applications*, 17(2) :223–235.
- Stempel, A., and P. Becker. (2019), Visualizations out of context : Addressing pitfalls of real-time realistic hazard visualizations. *International of Geo-Information*, 8 (318).
- Sylvestro, F., Reborá, N., Cummings, G. and L. Ferraris. (2017), Experiences of dealing with flash floods using an ensemble hydrological nowcasting chain : implications of communication, accessibility and distribution of the results. *Journal of Flood Risk management*, 10 :446–462.
- Terti, G., Ruin, I., Kalas, M., Lang, I., Cangros y Alonso, A., Sabbatini, T. and V. Lorini. (2019), ANYCaRE : a rôle-playing game to investigate crisis decision-making and communication challenges in weather-related hazards. *Natural hazards and Earth System Sciences*, 19 :507–533.
- Tille, M. (2001), Choix de variantes d'infrastructures routières : méthodes multicritères, Thèse no 2294 École polytechnique fédérale de Lausanne, 412 pages.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR). (2015), The Human Cost of Weather Related Disasters. https://www.unisdr.org/2015/docs/climatechange/COP21_WeatherDisastersReport_2015_FINAL.pdf.
- Urli, B. (2013), « Méthode omniscritère : méthode d'aide à la concertation, à la décision et à la gestion de projet », rapport préparé pour le compte du ministère des Transports du Québec, 186 pages.
- Wernstedt, K., Roberts, P., Arvai, J. and K. Redmond. (2019), How Emergency managers (mis ?) interpret forecasts. *Disasters*, 43(1) :88–109.
- Wiederhold, B. K. (2020), « Connecting Through Technology During the Coronavirus Disease 2019 Pandemic : Avoiding “Zoom Fatigue” », in *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, vol. 23, no. 7, <https://www.liebertpub.com/doi/pdfplus/10.1089/cyber.2020.29188.bkw>.

ANNEXE 1 : GRILLE D'ENTREVUE UTILISÉE POUR LES MINISTÈRES

A. Le répondant

- ✓ Pouvez-vous vous présenter, nous parler de votre expérience et votre rôle au sein de l'organisation?

B. L'organisation et le territoire

- ✓ Pouvez-vous nous présenter votre organisation/direction ainsi que sa mission ?
- ✓ Pour vous, qu'est-ce qu'une inondation ? à partir de quel moment sur votre territoire, vous vous considérez en inondation ?
- ✓ Votre territoire a-t-il déjà été affecté dans le passé par des inondations ?
 - Si oui, à quel moment ? Cela s'est-il produit souvent?
 - Considérez-vous votre territoire à risque pour les inondations (Risque faible, moyen, élevé) ?
- ✓ Quelles sont les conséquences possibles de ces inondations sur votre territoire (bâtiments commerciaux et résidentiels, routes, champs, conséquences humaines, etc.)?

C. Mécanismes décisionnels

- ✓ Utilisez-vous des prévisions de débit et/ou de profondeur d'eau dans votre secteur ? Pourquoi ?

Chemin A (pour les participants qui n'utilisent pas de prévisions de débit et/ou de profondeur)

- ✓ Avez-vous d'autres façons de faire pour obtenir des informations sur la profondeur d'eau et le débit sur votre territoire ?
- ✓ Quelles informations utilisez-vous pour prendre vos décisions en lien avec les inondations ?
- ✓ Lors d'une inondation, quelles sont les décisions que vous prenez pour en réduire les conséquences sur votre territoire ? Combien de temps à l'avance prenez-vous vos décisions ?
- ✓ Comment prenez-vous vos décisions ? Quels sont vos mécanismes décisionnels et votre plan d'intervention ?
 - Quelles informations déclenchent ce mécanisme décisionnel ?
 - Trouvez-vous votre mécanisme décisionnel complexe, une décision prise peut-elle améliorer un aspect et en détériorer un autre ?

- Est-ce que les décisions que vous prenez ont des impacts à court, moyen et long terme ?
- ✓ Quel est l'impact d'une mauvaise décision concernant la gestion des inondations ?
 - Pouvez-vous donner un exemple (situation vécue dans le passé) où une mauvaise décision en contexte d'inondations a eu des impacts négatifs ?
- ✓ Seriez-vous intéressé à utiliser des prévisions de débit ?
 - Qu'est-ce qui pourrait vous amener à utiliser des prévisions de débit et/ou de profondeur d'eau dans le futur ?
- ✓ Pour vous, qu'est-ce qu'une « mauvaise » prévision ?
 - Qu'est-ce qui est le plus grave pour vous concernant un "mauvais" système de prévision de débit ? *(Beaucoup de fausses alertes? Beaucoup d'événements manqués? Des erreurs de "timing"? Des erreurs fréquentes de surestimation ou de sous-estimation du débit ? Autres ?)*

Chemin B (pour les participants qui utilisent des prévisions de débit et/ou de profondeur)

- ✓ À part l'utilisation des prévisions, avez-vous d'autres façons de faire pour obtenir des informations sur la profondeur d'eau et le débit sur votre territoire ?
- ✓ Quelles autres informations utilisez-vous pour prendre vos décisions en lien avec les inondations ?
- ✓ Lors d'une inondation, quelles sont les décisions que vous prenez pour en réduire les conséquences sur votre territoire ? Combien de temps à l'avance prenez-vous vos décisions ?
- ✓ Comment prenez-vous vos décisions ? Quels mécanismes décisionnels suivent la réception d'une prévision et votre plan d'intervention ?
 - Trouvez-vous votre mécanisme décisionnel complexe, une décision prise peut-elle améliorer un aspect et en détériorer un autre ?
 - Est-ce que les décisions que vous prenez ont des impacts à court, moyen et long terme ?
 - Quelles informations contenues dans les prévisions déclenchent ce mécanisme décisionnel, sont utiles pour vous? *(Probabilité élevée, dépassement de seuil d'inondation mineure, étendue, etc.)*
 - Selon vous, qu'est-ce qui serait le plus utile entre la prévision de débit et la prévision de profondeur ?
- ✓ Quel est l'impact d'une mauvaise décision concernant la gestion des inondations ?
 - Pouvez-vous donner un exemple (situation vécue dans le passé) où une mauvaise décision en contexte d'inondations a eu des impacts négatifs ?
- ✓ Pour vous, qu'est-ce qu'une « mauvaise » prévision ?

- Qu'est-ce qui est le plus grave pour vous concernant un "mauvais" système de prévision de débit: *(beaucoup de fausses alertes ? Beaucoup d'événements manqués ? Des erreurs de "timing" ? Des erreurs fréquentes de surestimation ou de sous-estimation du débit ? Autres ?)*
- ✓ Quel est l'impact d'une mauvaise prévision ?
 - Pouvez-vous donner un exemple (situation vécue dans le passé) où une mauvaise prévision a eu des impacts négatifs ?

D. Confiance envers les prévisions de débit

- ✓ Comment décririez-vous le niveau de confiance que vous avez envers les prévisions de débit actuellement produites par la DEHA (anciennement CEHQ) et diffusées sur le site web Vigilance ?
- ✓ Qu'est-ce qui pourrait faire en sorte que votre confiance envers les prévisions de débit et/ou de profondeur augmente (en général, et celles de la DEHA en particulier) ?

E. La nature de l'information qui sera véhiculée par l'outil prévisionnel (Pourquoi)

- ✓ Selon vous, quel serait l'horizon de prévision qu'il est nécessaire d'avoir ? *(Par exemple, est-il nécessaire de prévoir la profondeur d'eau 24 heures à l'avance ? Deux jours à l'avance ?)*
 - Pourquoi ? Quels impacts l'horizon peut-il avoir sur votre prise de décision ?
 - Pour l'horizon choisi, voulez-vous avoir des prévisions par pas de temps ? *(ex : 12h-15h, 15h-18h, 18h-21h, etc. ou matin, après-midi, soir, nuit)*, pourquoi ? Quel pas de temps vous convient le plus ? pourquoi ?
- ✓ Sachant que l'incertitude augmente notamment avec le temps, comment composez-vous avec l'incertitude ?
 - Les recommandations/décisions sont-elles les mêmes si l'incertitude est plus importante ou moins importante ? ou si un évènement est prévu dans 5 jours versus dans 2 jours ?
- ✓ Selon vous, à quelle fréquence les prévisions de profondeur d'eau devraient-elles être mises à jour ? *(Par exemple: une nouvelle prévision à chaque jour ? À chaque heure ?)*
 - Pourquoi ? Dans quelle mesure cela permettrait de mieux planifier/réajuster vos interventions ?
- ✓ Bien que la portée du projet INFO-Crue se limite aux prévisions de débits et de profondeur, quelles autres informations vous seraient utiles actuellement ou pourraient vous être utiles dans le futur ?
 - *Par exemple : des informations sur les conséquences anticipées ?*

F. La visualisation de l'information et communication de l'incertitude dans l'outil prévisionnel

- ✓ Les prévisions de profondeur peuvent être représentées de différentes façons, quelle mode de représentation vous convient le plus ?
(cartes, graphiques pour un point donné, matrice de couleur, avertissement textuel par message, etc.)
- ✓ Selon vous, comment l'incertitude de la prévision de profondeur d'eau devrait-elle être représentée ? *(Par exemple : Code de couleur associé à une probabilité de dépasser une certaine profondeur ? Intervalle de confiance sur les prévisions ? probabilité d'inondation élevée, moyenne, faible ? Probabilité de dépassement ? Ou autres ?)*
- ✓ Si les prévisions étaient représentées sous forme de cartes, qu'aimeriez-vous y retrouver ? *(Par exemple : étendue de l'inondation ? Code de couleurs pour la profondeur d'eau ? Pictogrammes ? Photos faisant le lien avec la hauteur d'eau atteinte dans le secteur lors d'événements passés ? Autres éléments ?)*
- ✓ Quel est le niveau de détail spatial dont vous avez absolument besoin ? *(Par exemple : avoir une vue d'ensemble pour une municipalité entière ? Pour un bassin versant entier ? Pouvoir "zoomer" sur une rue en particulier ?)*
 - Pourquoi? Qu'est-ce que ce niveau spatial vous permet de prendre en compte? *(une rue en particulier ou une région ?)*

Dans ce qui suit, nous allons vous poser plusieurs questions pour avoir vos préférences pour la communication de l'information et de l'incertitude par l'outil prévisionnel d'Info-Crue. Il est important de vous mentionner que les maquettes que nous présentons aujourd'hui visent à susciter la discussion afin de mieux comprendre vos besoins. Ces propositions pourraient changer à la fin du projet selon les réponses de tous et chacun et il n'est pas certain que l'outil final reprenne exactement ces mêmes propositions.

Choix de couleurs, transparence, horizon

- Laquelle des 2 couleurs préférez-vous ? Pourquoi ?
- Est-ce important pour vous que la couleur soit transparente ? Pourquoi ?
- Est-ce que vous voulez voir le lit de la rivière, ou les limites de la rivière ? Pourquoi ?
- Quel libellé préférez-vous pour l'horizon ? Pourquoi ?

Maquette 1

- Commenter la maquette ? est-elle claire pour vous ?
- La carte présente la profondeur d'eau, est-ce que le terme profondeur vous convient ? sinon, préférez-vous le terme « hauteur » ou un autre terme ? pourquoi ?
- Est-ce que le terme « probabilité de dépasser » vous convient ? préférez-vous « probabilité de ne pas dépasser » ou un autre terme (probabilité d'être dans la plage indiquée) ? Pourquoi ?
- Préférez-vous une échelle pour les probabilités :
 - De presque improbable à presque certain

- De très faible à très élevé
- En pourcentage (ex : 50%)
- Le nombre de possibilités est-il trop grand ?
- Avez-vous besoin de l'explication des termes « presque improbable à presque certain » et « très faible à très élevée » sous le curseur tel que présenté sur la maquette ?
- Préférez-vous choisir une valeur donnée de probabilité ou un intervalle ? Pourquoi ?
- Préférez-vous que le choix du niveau de probabilité soit fait par une liste déroulante ou un curseur sur un continuum que vous pouvez mettre au niveau que vous voulez ? Pourquoi ?

Maquette 2

- Commenter la maquette. Est-elle claire pour vous ?
- Voulez-vous voir les seuils sur la figure ?

Maquette 3

- Commenter la maquette. Est-elle claire pour vous ?

Maquette 4

- Commentez la maquette. Est-elle claire pour vous ?
- Préférez-vous choisir la profondeur d'eau dans une barre déroulante ou par un curseur sur un continuum ? Pourquoi
- Quel libellé vous convient le plus pour exprimer la probabilité (peu probable à presque certain, ou en %, ou faible à très élevée) ?

Priorisation des maquettes

- Quelle est la maquette que vous avez le plus aimé, celle que vous avez le moins aimé ?
- Pouvez-vous les ordonner selon votre préférence ?

Priorisation des représentations à grande échelle

- Quelle est la représentation que vous avez le plus aimé, celle que vous avez le moins aimé ?
- Pouvez-vous les ordonner selon votre préférence ?

G. Accès aux prévisions

- ✓ De quelle(s) façon(s) souhaiteriez-vous avoir accès aux prévisions ? *(Par exemple: quels site web ? Voulez-vous recevoir un/des rappel(s) par courriel à partir d'un certain seuil ? Voulez-vous accéder à la plateforme de diffusion sur votre téléphone cellulaire ? Sur votre ordinateur ? médias sociaux ?)*

H. Contributions aux phases futures de la recherche

- ✓ Serez-vous prêt à participer à d'autres consultations en lien avec l'outil prévisionnel qui sera développé ?
- ✓ Si jamais des projets pilotes auraient lieu, serez-vous prêt à y participer ?

