

GUIDE MÉTHODOLOGIQUE APPLICABLE À L'ÉTABLISSEMENT DES ZONES INONDABLES ET DE MOBILITÉ DES COURS D'EAU

VOLET CARTOGRAPHIE RÉGLEMENTAIRE

ÉDITION 2025



RÉCIPIENDAIRE
Prix de Scientifique
de l'année 2024
de Radio-Canada



FINALISTE
Prix d'excellence
de l'administration
publique 2025



Votre
gouvernement

Québec



Équipe de réalisation

Direction

Jean Francoeur, ing. M. Sc., directeur principal
de l'expertise hydrique

Coordination

François Godin, ing. M.Sc.

Rédaction

Sarah Aubé-Michaud, M.Sc. géomorphologue
François Coderre, ing.
Stéphane Comtois, B.Sc. géomatique
Jean-François Cyr, ing. M.Sc.
Hind El Housni, Ph.D.
François Godin, ing. M.Sc.
Guillaume Jeanmoye-Turcotte, M.Sc. géogr., M.Sc. Eau
Mathieu Levasseur, B.Sc. géographie
Valérie Mathon-Dufour, M.Sc. géomorphologue
Gabriel Roy-Poulin, ing. M.Sc.
Chantal Rainville, coordonnatrice OPI
Richard Turcotte, ing. Ph.D.

Révision et validation des textes

François Godin, ing. M.Sc.
Adeline Bazoge, M.Sc. Env., directrice de l'hydrologie
et de l'hydraulique
Jean Francoeur, ing. M. Sc., directeur principal
de l'expertise hydrique
Renée Plamondon, M.Sc., directrice de l'aménagement
et du milieu hydrique
Caroline Robert, directrice principale de la gouvernance
de l'eau et de l'encadrement des inondations

Édition

Marie-Ève Després, conseillère en communication
Ariane Michaud-Gagnon, graphiste
Chrystiane Harnois, réviseuse linguistique
Accessibilité Québec, mise en page et édition

Collaboration

Joëlle Bérubé, ing. M.Sc., Daniel Blais, B.Sc. géographie, Ursule Boyer-Villemare, Ph.D., Patricia Clavet, ing. M.Sc., Bakary Diakhaby, M.Sc. géographie, Catherine Frizzle, Ph.D., Catherine Gauthier, Brigitte Laberge, biologiste, M.Sc. Eau, Michael Laliberté-Grenier, urbaniste, M. ATDR, Audrey Lavoie, ing. M.Sc., Éric Levasseur, B.Sc. Géomatique, Édouard Mailhot, ing. M.Sc., Patricia Mathieu, tech. Géomatique, Véronique Parent-Lacharité, Clara Pelletier-Boily, M.Sc., Jasmine Pelletier-Dumont, Simon Rochette, ing. Ph.D., Françoise Tardif, ing. M.Sc., Michèle Tremblay, M.Sc. géographie

Un comité scientifique composé de 13 personnes principalement du monde de la recherche universitaire, gouvernementale et parapublique a été consulté dans le cadre de la rédaction du Guide. Des consultations ont aussi été réalisées avec des spécialistes ouvrant dans le monde municipal.

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction principale de l'expertise hydrique du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP).

Renseignements

Téléphone : 418 521-3830
1 800 561-1616 (sans frais)
Formulaire : www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp
Internet : <http://www.environnement.gouv.qc.ca>

Dépôt légal – 2025
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-555-01273-8 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.
© Gouvernement du Québec – 2025

Versions

Version 0	17 juin 2024	Version projet - Consultation réglementaire;
Version 0.5	31 mars 2025	Version projet révisée;
Version 1.0	11 juin 2025	Dépôt officiel – Première édition;
Version 1.01	19 janvier 2026	Ajout des mentions honorifiques à la page titre.

Table des matières

Liste des tableaux	7
Liste des figures	8
Liste des schémas	10
1. Introduction	11
1.1 Approche de cartographie des zones inondables et des zones de mobilité	13
2. Résumé de l'approche	14
3. Matrice d'intensité de l'aléa inondation en eau libre	18
3.1 Objectif et résultats attendus	18
3.2 Caractéristiques de la MIA – Inondation en eau libre	18
3.3 Présentation de la MIA – Inondation en eau libre	19
3.4 Application sur le territoire	23
4. Matrice d'intensité de l'aléa inondation en eau libre en présence d'un barrage influent	30
4.1 Objectif et résultats attendus	30
4.2 Caractéristiques de la MIA – Inondation en présence d'un barrage influent	31
4.3 Présentation de la MIA – Inondation en présence d'un barrage influent (bief amont)	36
4.4 Présentation de la MIA – Inondation en présence d'un barrage influent (bief aval)	36
4.5 Application sur le territoire	38
5. Matrice d'intensité de l'aléa inondation par embâcle de glace	40
5.1 Objectif et résultats attendus	40
5.2 Caractéristiques de la MIA – Inondation par embâcle de glace	40
5.3 Présentation de la MIA – Inondation par embâcle de glace	41
5.4 Application sur le territoire	42

6. Matrice d'intensité de l'aléa liée aux ouvrages de protection contre les inondations	44
6.1 Objectif et résultats attendus	44
6.2 Caractéristiques de la MIA – Inondation en présence d'un OPI	44
6.3 Présentation de la MIA – Inondation en présence d'un OPI	45
6.3.1 OPI d'une municipalité non déclarée responsable en vertu de la LQE	45
6.3.2 OPI d'une municipalité déclarée responsable en vertu de la LQE	45
6.4 Application sur le territoire	46
6.4.1 Assiette de l'OPI (incluant l'espace d'inspection et d'entretien)	46
6.4.2 Zone protégée à risque résiduel	49
7. Matrice d'intensité de l'aléa mobilité	58
7.1 Objectif et résultats attendus	58
7.2 Caractéristiques de la MIA – Mobilité	58
7.3 Présentation de la MIA – Mobilité	58
7.4 Application sur le territoire	59
7.4.1 Mobilité court terme	59
7.4.2 Mobilité long terme	60
8. Éléments géomatiques et cartographiques	63
8.1 Objectif et résultats attendus	63
8.2 Éléments cartographiques	63
8.2.1 Nettoyage des éléments sans connectivité hydraulique	63
8.2.2 Traitement des îlots	64
8.2.3 Généralisation des données vectorielles	65
8.2.4 Traitement des jointures entre les modèles d'effort cartographique différent	65
8.3 Objectifs de protection	65
8.3.1 Objectifs de protection pour la zone inondable en eau libre	66
8.3.2 Objectifs de protection pour la zone inondable par embâcle de glace	72

9. Combinaison des aléas fluviaux	73
9.1 Objectif et résultats attendus	73
9.2 Éléments cartographiques liés à la combinaison des aléas fluviaux	73
10. Mesures particulières pour l'intégration de cartographies existantes	75
10.1 Contexte	75
10.2 Cartes de zones inondables admissibles à un dépôt pour analyse	76
10.3 Cartes de zones de mobilité admissibles à un dépôt pour analyse	76
10.4 Documentation requise pour le dépôt d'une demande	77
10.5 Objectifs de protection pour les cartes de zones inondables existantes et admissibles	78
11. Conclusion	79

Liste des tableaux

Tableau 2.1 :	Résumé des paramètres attendus (et optionnels) pour chaque matrice d'aléa	17
Tableau 3.1 :	Palette de couleurs associées aux classes d'intensité de l'aléa.....	21
Tableau 3.2 :	Approches basées sur les contraintes et les conséquences en fonction de chaque classe d'intensité de l'aléa inondation	22
Tableau 3.3 :	Exemple de table attributaire pour les polygones représentant les classes de profondeur d'eau	24
Tableau 3.4 :	Exemple de table attributaire présentant les segments fréquentiels et les classes de profondeur de chaque polygone.....	25
Tableau 3.5 :	Exemple de table attributaire présentant l'intensité de l'aléa pour chaque polygone.....	26
Tableau 3.6 :	Exemple de table attributaire de la cartographie de l'intensité de l'aléa en eau libre	29
Tableau 4.1 :	Catégorisation des barrages présents dans un bassin versant selon leur mode d'influence sur le régime des crues des zones inondables situées en aval et résultats attendus concernant la cartographie conséquente de ces zones.....	32
Tableau 4.2 :	Catégorisation des barrages présents dans un bassin versant selon leur mode d'influence sur le régime des crues des zones inondables situées en aval et résultats attendus concernant la cartographie conséquente des zones inondables situées en amont	34
Tableau 8.1 :	Objectifs de protection pour la zone inondable en eau libre	66
Tableau 8.2 :	Exemple de table attributaire des polygones contenant l'objectif de protection minimum	68
Tableau 8.3 :	Exemple de table attributaire de la cartographie des ZI en eau libre contenant l'objectif de protection minimum	71
Tableau 8.4 :	Exemple de table attributaire de la cartographie finale des ZI en eau libre	71
Tableau 10.1 :	Paramètres de la revanche de protection	78

Liste des figures

Figure 1.1.	Démarche synthèse des axes d'orientation du Plan de protection du territoire face aux inondations	11
Figure 1.2.	Cartographie des zones inondables d'un tronçon de la rivière Etchemin (cartographie d'ancienne génération à gauche et cartographie de nouvelle génération à droite)	13
Figure 3.1.	Matrice d'intensité de l'aléa inondation en eau libre	20
Figure 3.2.	Scénarios des profondeurs d'eau en format vectoriel	24
Figure 3.3.	Représentation des segments fréquentiels en format vectoriel	25
Figure 3.4.	Couche d'intensité de l'aléa de l'inondation en eau libre fusionnée	26
Figure 3.5.	Couche d'information avant lissage (a) et lissée (b)	27
Figure 3.6.	Étapes de production cartographique pour obtenir la cartographie avant lissage (a) et après lissage (b) de l'intensité de l'aléa fusionnée	28
Figure 3.7.	Cartographie de l'intensité de l'aléa inondation en eau libre	29
Figure 4.1.	Matrice d'intensité de l'aléa pour l'inondation en eau libre pour le bief amont d'un barrage influent	36
Figure 4.2.	Matrice d'intensité de l'aléa pour l'inondation en eau libre pour le bief aval d'un barrage	37
Figure 5.1.	Matrice de l'intensité de l'aléa (MIA) de l'inondation par embâcle de glace	41
Figure 5.2.	Polygone de l'embâcle de glace de 1991 sur la rivière Chaudière (bleu) et polygones d'inondation en eau libre sous-jacents	42
Figure 5.3.	Cartographie réglementaire résultante en tenant compte de l'embâcle de glace de 1991 sur la rivière Chaudière	43
Figure 6.1.	Matrice de l'intensité de l'aléa de l'inondation en présence d'un OPI dont la municipalité n'est pas déclarée responsable en vertu de la LQE	45
Figure 6.2.	Matrice applicable au cadre réglementaire associé à un OPI d'une municipalité déclarée responsable en vertu de la LQE	45
Figure 6.3.	Représentation schématique d'un OPI avec ses principales caractéristiques	46
Figure 6.4.	Polygones finaux d'un OPI fictif et de ses tronçons	47
Figure 6.5.	Exemple d'implantation de l'assiette d'un OPI	48
Figure 6.6.	Exemples de polygones qui représentent un ou plusieurs secteurs associés à une même ZPRR	50
Figure 6.7.	Exemples d'un polygone continu et discontinu associés à une ZPRR	50
Figure 6.8.	Exemples d'un polygone contigu et superposé à l'assiette d'un OPI associés à une ZPRR	50

Figure 6.9.	Exemples d'un polygone associé à une ZPRR connecté et non-connecté à l'assiette d'un OPI	51
Figure 6.10.	Aperçu de la zone protégée à risque résiduel basée sur un modèle numérique de terrain. Source : MELCCFP	52
Figure 6.11.	Courbes de niveau associées au niveau de protection réel de l'OPI. Source : MELCCFP	53
Figure 6.12.	Exemple de polygone d'une ZPRR. Source : MELCCFP	54
Figure 6.13.	Exemple fictif d'un profil longitudinal de l'élévation associé au niveau de protection réel de l'OPI.	55
Figure 6.14.	Exemple d'une cartographie des zones inondables en présence d'un OPI en appliquant le principe de la transparence hydraulique	56
Figure 6.15.	Exemple de l'impact d'une ZPRR sur la cartographie des zones inondables. Source : MELCCFP	56
Figure 6.16.	Exemple d'un ajustement aux superficies en zones inondables en aval d'un OPI et hors ZPRR. Source : MELCCFP	57
Figure 7.1.	Matrice de l'intensité de l'aléa pour la mobilité	58
Figure 7.2.	Exemple fictif de cartographie d'une zone de mobilité court terme	60
Figure 7.3.	Exemple fictif d'une cartographie des zones de mobilité court terme et long terme	62
Figure 8.1.	Exemple fictif de polygones sans connectivité hydraulique (à gauche) et de polygones ayant été nettoyés (à droite)	63
Figure 8.2.	Exemple d'élimination des zones résiduelles isolées extérieures d'une superficie inférieure à 100 m ²	64
Figure 8.3.	Exemple de remplissage des trous d'une superficie inférieure à 100 m ²	64
Figure 8.4.	a) Exemple de simplification effectuée sur un polygone de résolution d'un mètre à l'aide de l'algorithme POINT_REMOVE d'ArcGIS®. Une tolérance de 1 m a été spécifiée; b) Exemple de lissage effectué sur un polygone de résolution d'un mètre à l'aide de l'algorithme PEAK d'ArcGIS®. Une tolérance de 6 m a été spécifiée. Il est à noter que, plus la tolérance est basse, plus les formes sont angulaires.	65
Figure 8.5.	a) Exemple de format matriciel d'élévation; b) Exemple de format matriciel élargi avec la bordure en gris par rapport à la matrice originale	67
Figure 8.6.	a) Polygones présentant les classes d'élévation arrondies au dixième de mètre avant nettoyage; b) Polygones présentant les classes d'élévation arrondies au dixième de mètre après nettoyage	68
Figure 8.7.	Polygone nettoyé proposant les élévations de l'objectif de protection minimum et la cartographie de l'aléa inondation en eau libre	69
Figure 8.8.	Cartographie des ZI en eau libre incluant l'objectif de protection minimum dans un seul jeu de données	70
Figure 9.1.	a) Extrait cartographique fictif de l'inondation en eau libre avec la présence des deux scénarios d'OPI; b) Résultat cartographique de l'inondation en eau libre en tenant compte de la présence des OPI	74

Liste des schémas

Schéma 2.1 : Schéma du processus de production de la cartographie réglementaire _____ 14

Schéma 2.2 : Schéma de réalisation global pour la détermination des zones inondables et de mobilité _____ 15

1. Introduction

Les inondations printanières majeures qu’a connues le Québec en 2017 et 2019 ont éveillé les consciences quant à notre tolérance et à notre résilience en tant que peuple face à cet aléa omniprésent. Le Québec s’est construit et développé à proximité des lacs et des cours d’eau et doit travailler à diminuer la vulnérabilité aux inondations pour mieux protéger ses riverains et les infrastructures ainsi que l’environnement, particulièrement dans un contexte de changements climatiques. Ce constat a amené le gouvernement à mettre en œuvre plusieurs initiatives qui se sont principalement articulées autour du Plan de protection du territoire face aux inondations.

Le [Plan de protection du territoire face aux inondations](#) (PPTFI), dont la mise en œuvre a débuté en 2020, s’organise autour de 23 mesures regroupées selon 4 axes (voir la figure 1.1) :

- Cartographier
- Connaître et communiquer
- Planifier et intervenir
- Régir et encadrer

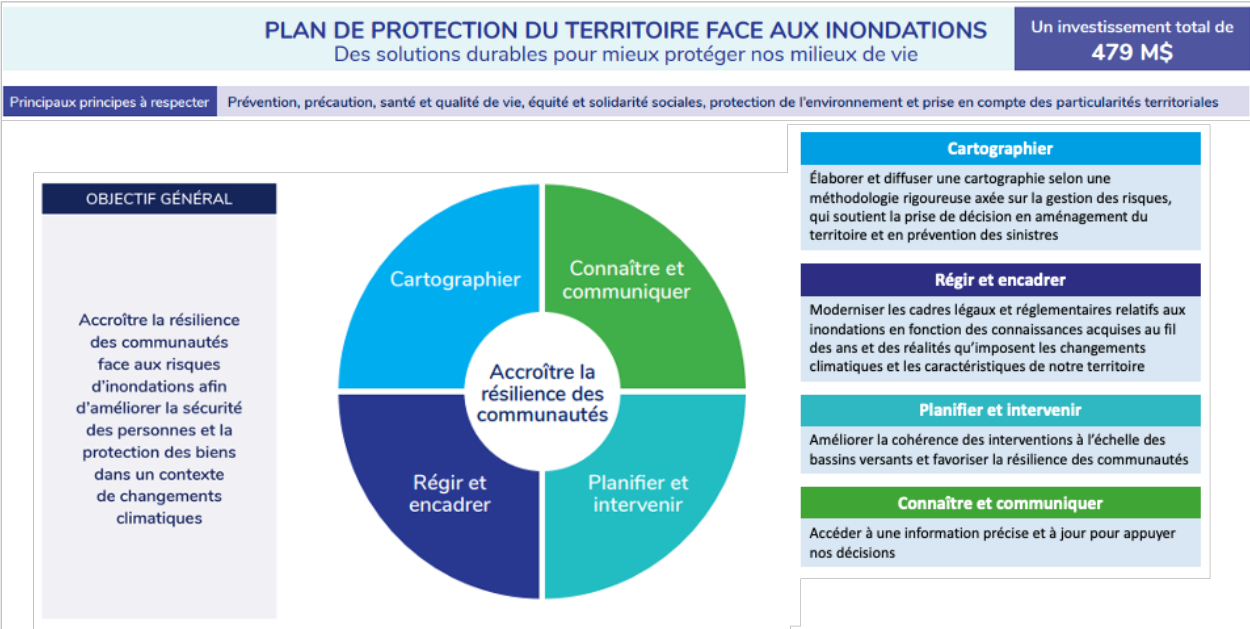


Figure 1.1. Démarche synthèse des axes d’orientation du Plan de protection du territoire face aux inondations

La mesure 1 du PPTFI de l'axe « Cartographier » prévoit d'adopter une méthodologie standardisée et cohérente de la cartographie des aléas d'inondations présentant les approches à sélectionner, les hypothèses à privilégier et les éléments à cibler, de telle sorte que les zones inondables soient cartographiées selon un processus mieux encadré.

Cet objectif s'incarne également dans les nouvelles responsabilités du ministre de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, ci-après appelé « le ministre » au regard de la cartographie des zones inondables et de mobilité, introduites dans les articles 46.0.2 et suivants de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) en mars 2021. Plus particulièrement, l'article 46.0.2.1 précise que le ministre prépare, tient à jour et rend publiques les règles applicables à l'établissement des limites de zones inondables et de mobilité.

Ainsi, le guide vient en appui à la mise en œuvre du nouveau cadre réglementaire appliqué à la détermination des zones inondables et de mobilité afin de baliser le livrable cartographique. Une fois le nouveau cadre réglementaire en vigueur, toute nouvelle cartographie développée devra respecter les balises méthodologiques inscrites au guide pour pouvoir être approuvées par le ministre. Puisque les nouveaux pouvoirs du ministre lui permettent également de déléguer la responsabilité de la détermination des zones inondables et de mobilité, la prise en compte des éléments méthodologiques du guide sera également requise dans ces situations.

Les balises du présent guide ont été établies en répertoriant des éléments qui émergent de la démarche québécoise des dernières années dans la détermination des zones inondables et de mobilité. Ces balises sont également appuyées par un cheminement scientifique, présenté à l'aide de schémas de réalisation ou de logigrammes.

Le présent document est destiné à une clientèle spécialisée et couvre notamment les sciences de l'hydrologie, de l'hydraulique, de l'hydrogéomorphologie, de la géomatique et de la cartographie.

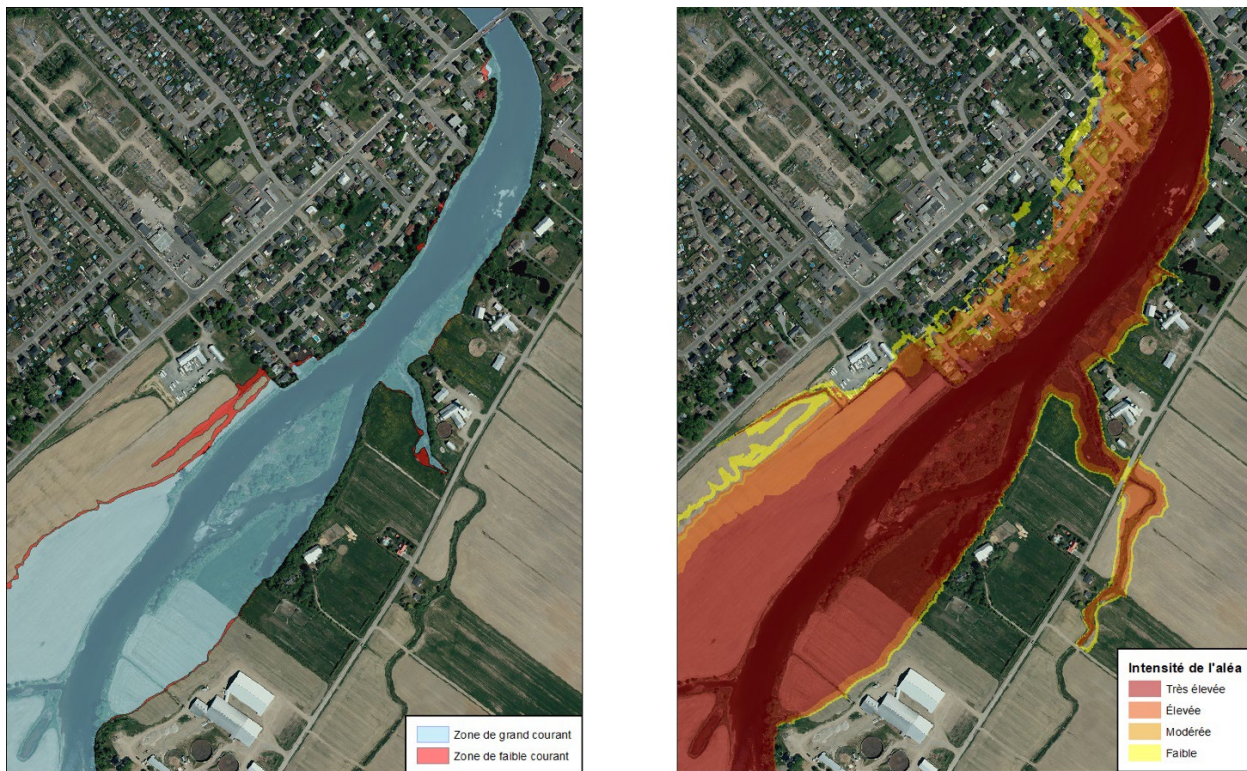
Il est prévu de faire des mises à jour de cet ouvrage de référence afin de refléter les avancées techniques et scientifiques dans le monde complexe de la détermination des zones sujettes à l'inondation et à la mobilité, comme prévu à l'article 46.0.2.1 de la LQE.

Le guide se décline en deux volets distincts et intègre également des annexes qui aident à la compréhension de la théorie et à la mise en œuvre des travaux de détermination et de cartographie :

- **Volet technique et scientifique** : ce volet vise une clientèle d'ingénieurs et de spécialistes dans le domaine de la caractérisation des aléas d'inondation et de mobilité et de leur cartographie. Il vient encadrer la démarche scientifique à l'aide de principes phares, de schémas de réalisation, d'exigences minimales et d'éléments de bonne pratique. Ces balises, tout en offrant une certaine latitude aux experts qui viendront élaborer une réponse pour les spécificités régionales, amènent une démarche structurée à la limite standardisée nécessaire à un livrable de qualité. C'est également dans ce document que seront discutés les éléments techniques de gestion des données et les métadonnées géospatiales.
- **Volet cartographie réglementaire (le présent document)** : ce volet met en lumière des choix de gouvernance et des méthodes permettant de passer d'une cartographie des aléas à la production d'une cartographie pour application réglementaire.

1.1 Approche de cartographie des zones inondables et des zones de mobilité

La détermination des zones inondables et de mobilité, en phase avec le nouveau cadre réglementaire, marque une importante évolution, mais qui s'inscrit quand même dans la continuité de la démarche entreprise il y a plus de 50 ans au Québec. À titre d'exemple, la figure suivante présente la comparaison entre la cartographie des zones inondables en eau libre d'un tronçon de la rivière Etchemin dans la région de Chaudière-Appalaches « *d'ancienne génération* » issue de la mise en œuvre de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PPRLPI) et celle « *de nouvelle génération* » associée au nouveau cadre réglementaire modernisé. La PPRLPI distinguait les informations sur les zones inondables par une zone de grand courant et une zone de faible courant en tenant compte exclusivement de la présence ou de l'absence de l'eau. Quant à la méthodologie associée au cadre réglementaire modernisé, elle repose sur un niveau d'intensité de l'aléa inondation selon quatre classes sur la base des paramètres de récurrence de l'inondation et de la profondeur d'eau lors de l'inondation ainsi que la prise en compte de crues moins fréquentes et du signal des changements climatiques (figure 1.2).



2. Résumé de l'approche

Le guide méthodologique définit les règles applicables à l'établissement des zones inondables et des zones de mobilité prévues à l'article 46.0.2.1 de la LQE. La cartographie des zones inondables et de mobilité (ci-après appelée cartographie des ZI et ZM) permet l'application du cadre réglementaire, lequel balise les activités ou les travaux pouvant être réalisés sur le territoire défini. La cartographie des ZI et ZM à des fins réglementaires s'appuie sur la cartographie de l'intensité des aléas d'inondabilité et de mobilité.

Le schéma suivant décrit les étapes qui doivent être réalisées pour cartographier chaque aléa (**volet technique et scientifique** du guide méthodologique). Le **volet cartographie réglementaire** explique pour sa part comment passer d'une cartographie d'aléas à une cartographie réglementaire.

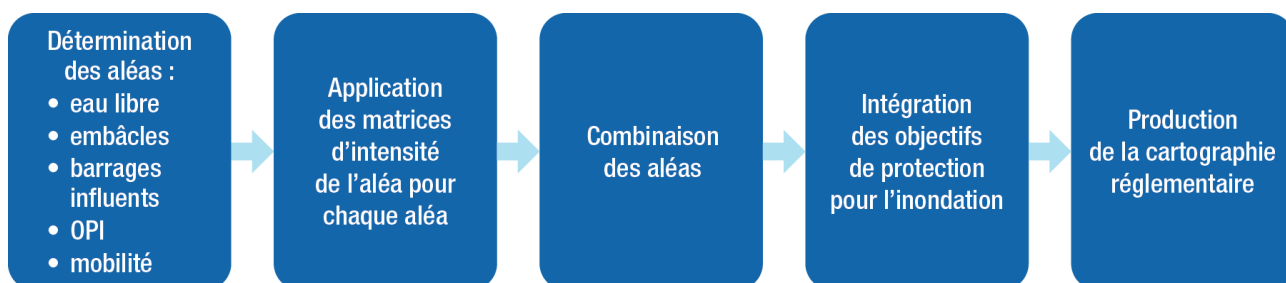


Schéma 2.1 : Schéma du processus de production de la cartographie réglementaire

Les nouvelles cartes des ZI et ZM entrent en vigueur lorsqu'elles sont approuvées et diffusées par le ministre. Pour que les nouvelles cartes soient approuvées, toutes les exigences méthodologiques du **volet technique et scientifique** du guide doivent être respectées et les données doivent être assemblées en conformité avec les exigences cartographiques présentées aux sections suivantes, comme schématisées dans le schéma 2.2.

Le cadre réglementaire décline les activités ou les travaux possibles dans les ZI en fonction de quatre classes d'intensité (faible, modérée, élevée et très élevée) et ceux qui sont possibles dans les ZM en fonction de deux classes d'intensité (sur la base d'une mobilité court et long terme). Des matrices d'intensité de l'aléa permettent ainsi de passer de la cartographie de l'aléa à la cartographie des indices d'intensité pour chaque aléa. La cartographie dite réglementaire viendra intégrer et combiner toutes les cartographies des indices d'intensité de chaque aléa en la conjuguant avec les normes applicables. Ces matrices d'intensité ont comme paramètres, par exemple, des segments fréquentiels et des profondeurs d'eau pour l'inondation en eau libre. Chaque aléa d'inondabilité et de mobilité est illustré par sa propre matrice d'intensité. Cette première édition du guide méthodologique traite des aléas d'inondation en eau libre (sous les aspects étendue et profondeur d'eau), d'inondation par embâcle et de mobilité.

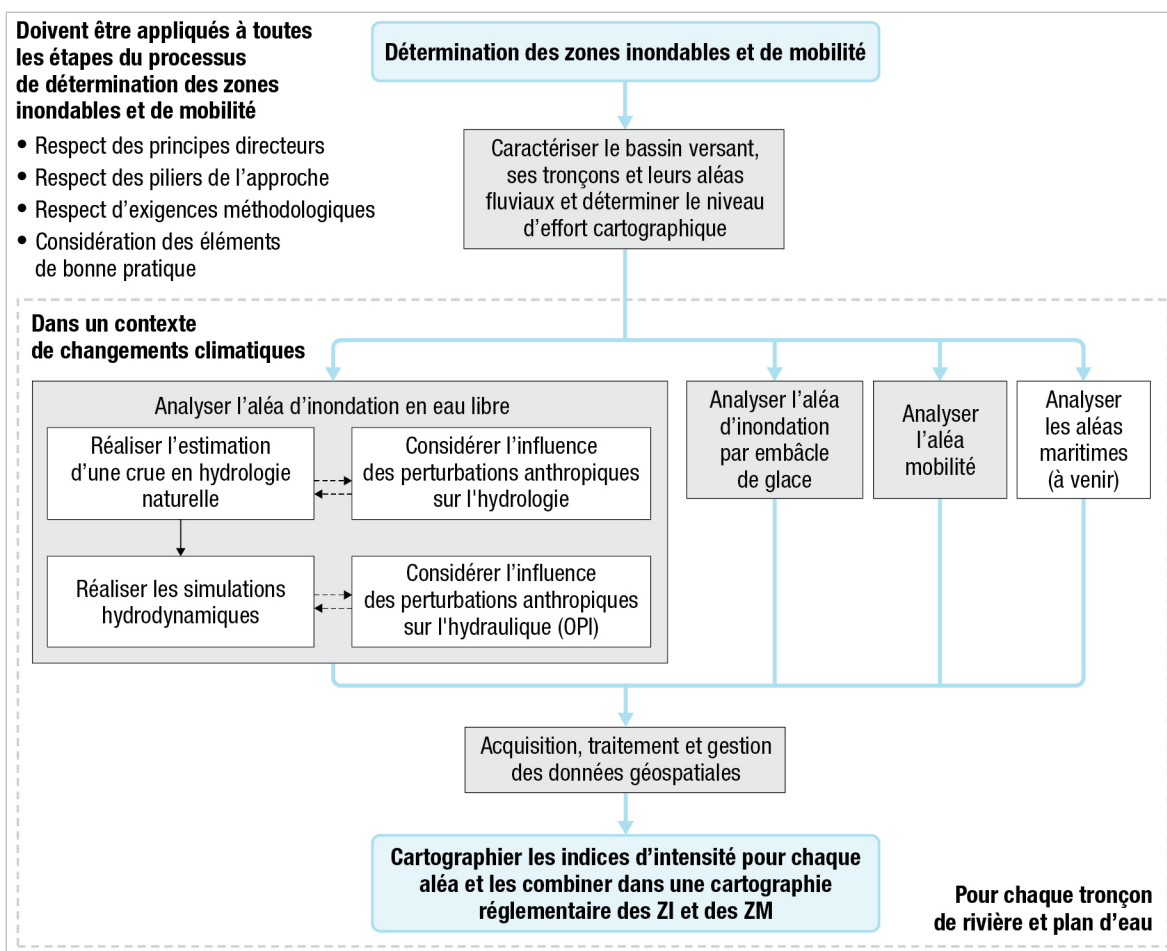


Schéma 2.2 : Schéma de réalisation global pour la détermination des zones inondables et de mobilité

À noter que la cartographie des ZI n'inclut pas, par exemple, les secteurs non inondables qui se retrouveraient isolés à la montée des eaux lors d'un épisode d'inondation. Bien que les personnes et les biens concernés dans ces secteurs ne soient pas aussi vulnérables que lorsqu'ils sont touchés par une inondation, il y a néanmoins un enjeu important d'accessibilité aux quartiers isolés par les services d'urgence et d'évacuation. Ce dernier devrait plutôt être pris en compte par les municipalités régionales de comté (MRC) et les municipalités dans leur outil d'aménagement du territoire.

Le chapitre 3 présente la matrice de l'intensité de l'aléa d'inondation en eau libre. Cette matrice représente la matrice générique de laquelle découlent les autres matrices d'intensité des aléas fluviaux. Les classes d'intensité de l'aléa sont déterminées au regard des **trois orientations de la vision gouvernementale de l'approche de gestion des risques et des impacts sur l'environnement** :

1. Sécurité des personnes;
2. Protection des milieux hydriques;
3. Réduction des dommages aux biens;

Le chapitre 4 traite de la matrice d'intensité en eau libre spécifique à la présence de barrages ou de systèmes gérés influents. Rappelons que dans le cas où le régime hydrologique en crue peut être perturbé par une action anthropique, telle que l'atténuation des crues par un barrage influent ou certains éléments de la gestion du drainage urbain, des conditions hydrologiques spécifiques sont à considérer (voir le chapitre 6 du **volet technique et scientifique**).

Le chapitre 5 présente la matrice de l'intensité de l'aléa de l'inondation par embâcle de glace. La proposition de cette matrice simple vise à considérer minimalement les polygones d'inondation par embâcles avérés et bien documentés sur l'ensemble du territoire québécois.

Le chapitre 6 traite du cas particulier de l'évaluation des étendues d'inondation à considérer dans les zones localisées en aval (côté terre) des ouvrages de protection contre les inondations (OPI) selon que la municipalité est déclarée responsable ou non responsable en vertu de l'article 46.0.13 de la LQE.

Le chapitre 7 aborde la cartographie des secteurs susceptibles d'être mobiles à court et à long terme sur la base d'une matrice d'intensité propre à la mobilité par une approche hydrogéomorphologique.

Le tableau 2.1 ci-après, qui est tiré du **volet technique et scientifique** (tableau 3.1), résume les paramètres constituant les différentes matrices d'intensité des aléas fluviaux (inondation en eau libre, inondation par embâcle de glace et mobilité).

Le chapitre 8 présente les différentes considérations géomatiques et cartographiques à prendre en compte dans l'élaboration de cartographies des ZI et des ZM. Les procédures de généralisation, de traitement des îlots et de remplissage des trous seront notamment abordées.

Le chapitre 9 aborde un des principes phares de la démarche méthodologique, soit la production d'un livrable qui combine les différents aléas d'inondabilité (en eau libre, en présence d'embâcles de glace et de structures anthropiques comme les OPI et les barrages influents) et de mobilité, respectant ainsi les objectifs poursuivis par le cadre réglementaire. À noter que l'aléa de mobilité (court et long terme) fera l'objet d'une couche cartographique distincte, qui sera possible de superposer à la couche cartographique de l'inondabilité lors de la consultation sur la plateforme gouvernementale de diffusion de la cartographie réglementaire des ZI et ZM.

Le chapitre 10 propose l'intégration de cartographies existantes, tant du côté de l'inondabilité que de la mobilité, selon des balises claires lorsqu'un risque est connu et qu'il va au-delà de la cartographie du régime transitoire.

Enfin, le chapitre 11 résume la démarche cartographique de la détermination des ZI et des ZM et fait le pont avec le cadre réglementaire qui assoit les éléments d'aménagement du territoire sur le livrable cartographique.

Tableau 2.1 : Résumé des paramètres attendus (et optionnels) pour chaque matrice d'aléa

Aléa (ou type d'aléa)	Résultats attendus	Résultats optionnels
Inondation en eau libre	• Étendue et profondeur d'inondation pour des crues dont les probabilités annuelles au dépassement sont de 5 % (1 : 20), 1 % (1 : 100) et 0,3 % (1 : 350). • Pour un tronçon dont l'hydrologie subit des perturbations anthropiques liées à l'influence de barrages, les étendues et profondeurs doivent être évaluées en contexte d'atténuation et d'atténuation restreinte des crues dans certains cas de figure décrits au chapitre 6. • Pour un tronçon dont l'hydraulique subit des perturbations anthropiques (OPI), des zones protégées à risque résiduel doivent être aussi évaluées dans certains cas de figure décrits au chapitre 8.	• Étendue et profondeur d'inondation correspondant aux plus hautes eaux connues.
Inondation par embâcle de glace	• Identification des secteurs déjà visés par une zone inondable par embâcle de glace réglementaire, telle que définie dans un règlement de contrôle intérimaire (RCI) ou un schéma d'aménagement et de développement (SAD), lorsque disponible sous forme de polygone. • Délimitation de secteurs d'inondation par embâcles de glace avérés, lorsqu'une détermination contemporaine est réalisée à l'aide de données hydrauliques hivernales observées et documentées.	• Délimitation de secteurs qui présentent des caractéristiques les prédisposant à des inondations dues aux embâcles de glace.
Mobilité	• Délimitation des secteurs susceptibles d'être mobiles à court terme. • Délimitation des secteurs susceptibles d'être mobiles à long terme.	

3. Matrice d'intensité de l'aléa inondation en eau libre

3.1 Objectif et résultats attendus

Ce chapitre décrit les caractéristiques et l'application d'une matrice d'intensité de l'aléa (MIA) qui concerne l'inondation en eau libre. Il met en lumière les paramètres de l'aléa tels que la probabilité d'occurrence d'inondation et les profondeurs d'eau de l'inondation au-dessus du sol. Ces dernières sont susceptibles de modifier l'aménagement du cadre bâti actuel et futur du territoire québécois. La matrice de l'intensité de l'aléa inondation en eau libre doit permettre l'application réglementaire souhaitée par le gouvernement du Québec. Dans cette optique, la construction de la matrice s'appuie le plus souvent sur des considérations techniques et scientifiques d'éléments d'exposition ou de vulnérabilité, bien que ce ne soit pas une matrice de risque. La matrice s'appuie également sur certains choix de gouvernance, le résultat attendu devant permettre l'application souhaitée des normes réglementaires dans l'aménagement du territoire.

3.2 Caractéristiques de la MIA – Inondation en eau libre

La MIA de l'inondation en eau libre caractérise l'aléa sur la base de classes d'intensité. Conséquemment, elle ne tient pas compte de l'utilisation du territoire et de sa vulnérabilité. Elle a un caractère « générique » et sera déclinée dans les prochains chapitres en fonction du contexte d'inondabilité :

- Territoire impacté par la gestion de barrages influents (chapitre 4);
- Territoire impacté par les embâcles de glace (chapitre 5);
- Territoire exposé et situé en aval des OPI (chapitre 6).

L'applicabilité de la MIA de l'inondation en eau libre s'effectue sur l'ensemble des lacs et des cours d'eau intérieurs du territoire québécois. Pour l'estuaire maritime, le golfe du Saint-Laurent (territoire à l'est de l'île d'Orléans) et la baie des Chaleurs, les phénomènes d'érosion et de submersion sont dominants et font présentement l'objet de travaux de cartographie par le ministère de la Sécurité publique (MSP). À noter que le présent guide s'applique aux cours d'eau dont l'embouchure donne sur ces entités maritimes.

La MIA de l'inondation en eau libre s'articule autour de deux paramètres : la probabilité d'occurrence et la profondeur d'inondation au-dessus du sol, appelée ici profondeur d'eau.

D'autres paramètres tels que la vitesse locale, la cinétique, la durée ou la saisonnalité, peuvent également caractériser une inondation. Il n'est cependant pas possible de les cartographier actuellement à grande échelle.

Le modèle probabiliste proposé pour la MIA de l'inondation en eau libre doit venir capter un large registre de crues allant des crues fréquentes jusqu'aux crues peu fréquentes (ou plus rares) au-delà du seuil reconnu de la crue centennale ou crue de probabilité annuelle au dépassement (PAD) de 1 %. Par ailleurs, la composante des changements climatiques, jusqu'à l'horizon 2100 doit être considérée pour l'ensemble du registre des crues.

3.3 Présentation de la MIA – Inondation en eau libre

La MIA de l'inondation en eau libre est composée de trois segments fréquentiels et de trois strates de profondeur d'eau. Dans une volonté de simplifier le volet communicationnel auprès d'un plus large public, la proposition retenue consiste à nommer la segmentation fréquentielle avec des termes qualitatifs simples tels qu'*inondations fréquentes*, *inondations moyennement fréquentes* et *inondations peu fréquentes*. La dimension quantitative sur la base du pourcentage de chance d'être inondé sur un horizon temporel défini est plutôt réservée aux experts du domaine. L'exercice suivant propose des pourcentages de chance d'être inondé pour des horizons temporels de 1 an, 25 ans, 50 ans et 80 ans.

Inondations fréquentes

- Plus de **5 %** de chance d'être inondé au moins une fois dans la prochaine année.
- Plus de **70 %** de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 25 ans (durée moyenne d'une hypothèque).
- Plus de **90 %** de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 50 ans.
- Plus de **95 %** de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 80 ans (espérance de vie).

Sachant que les pourcentages **en gras** représentent la probabilité d'une crue de 1 : 20 ans (selon l'ancienne nomenclature).

Inondations moyennement fréquentes

- Entre 5 % et **1 %** de chance d'être inondé au moins une fois dans la prochaine année.
- Entre 70 % et **20 %** de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 25 ans (durée moyenne d'une hypothèque).
- Entre 90 % et **40 %** de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 50 ans.
- Entre 95 % et **50 %** de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 80 ans (espérance de vie).

Sachant que les pourcentages **en gras** représentent la probabilité d'une crue de 1 : 100 ans (selon l'ancienne nomenclature).

Inondations peu fréquentes

- Entre 1 % et **0,3 %** de chance d'être inondé au moins une fois dans la prochaine année.
- Entre 20 % et **7 %** de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 25 ans (durée moyenne d'une hypothèque).
- Entre 40 % et **10 %** de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 50 ans.
- Entre 50 % et **20 %** de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 80 ans (espérance de vie).

Sachant que les pourcentages **en gras** représentent la probabilité d'une crue de 1 : 350 ans (selon l'ancienne nomenclature).

Pour la limite du segment des crues peu fréquentes, il est possible d'intégrer les plus hautes eaux connues (PHEC) lorsque cette information est disponible et documentée adéquatement ainsi que lorsque les PHEC sont supérieures à la valeur de 1 : 350 (PAD de 0,3 %).

La profondeur d'eau est traitée par strates de 30 cm. Ce choix est basé sur :

- Des seuils de praticabilité du réseau routier qui ont un impact sur la mobilité des personnes ainsi que sur l'accessibilité aux services d'urgence (ambulance, pompier, policier, etc.);
- Des seuils sur la sécurité et l'intégrité des personnes lorsqu'elles se déplacent (enfants, adultes et personnes âgées);
- Des seuils sur le taux d'endommagement du cadre bâti, en référence aux nombreuses courbes d'endommagement des bâtiments qui existent dans la littérature scientifique;

	Inondation fréquente	Inondation moyennement fréquente	Inondation peu fréquente
Profondeur d'eau	Plus de 70 % de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 25 ans	Entre 70 % et 20 % de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 25 ans	Entre 20 % et 7 % de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 25 ans
> 60 cm	Très élevée	Élevée	Modérée
> 30 cm à 60 cm	Très élevée	Élevée	Faible
De 0 à 30 cm	Élevée	Modérée	Faible

Figure 3.1. Matrice d'intensité de l'aléa inondation en eau libre

La MIA présente les quatre classes d'intensité de l'aléa prévues au cadre réglementaire :

1. Très élevée (rouge foncé)
2. Élevée (rouge)
3. Modérée (orange)
4. Faible (jaune)

La représentation de la MIA à la figure 3.1 discrimine la profondeur d'eau selon trois strates de 30 cm de profondeur d'eau et la probabilité d'occurrence selon trois segments fréquentiels.

Ces segments fréquentiels utilisent une nouvelle nomenclature pour rejoindre le grand public pour qui les notions probabilistes sont souvent difficiles à comprendre. Ainsi, la nomenclature proposée s'articule autour d'une combinaison de termes qualitatifs et quantitatifs :

- Les termes qualitatifs décrivent l'inondation selon la fréquence de l'événement : inondation fréquente, moyennement fréquente et peu fréquente.

- Les termes quantitatifs exposent les riverains à la probabilité chiffrée d'être inondés dans un horizon de 25 ans, qui correspond généralement à la durée d'un terme hypothécaire moyen.

L'ancienne nomenclature des segments fréquentiels (en année de récurrence; p. ex., 1 : 20 ans) n'est plus spécifiquement présentée pour rejoindre la clientèle scientifique (ingénieurs et experts du domaine), mais la référence aux différentes probabilités au dépassement (PAD) est souvent amenée tout au long du texte.

Le tableau suivant présente la palette de couleurs utilisée à des fins de standardisation du traitement cartographique.

Tableau 3.1 : Palette de couleurs associées aux classes d'intensité de l'aléa

Classe	Couleur	R*	G*	B*	HEX**
Très élevée (Rouge foncé)		177	0	38	#B10026
Élevée (Rouge)		227	26	28	#E31A1C
Modérée (Orange)		253	141	60	#FD8D3C
Faible (Jaune)		255	244	74	#FFF44A

*RGB : code de couleurs (Red, Green, Blue)

**HEX: code de couleurs en hexadécimal

Les classes d'intensité de l'aléa sont établies sur la base des trois orientations de la vision gouvernementale de l'approche de gestion des risques et des impacts sur l'environnement présentés au chapitre 2. Le tableau suivant expose les conséquences et les contraintes des ZI selon la classe d'intensité qui les définit.

Tableau 3.2 : Approches basées sur les contraintes et les conséquences en fonction de chaque classe d'intensité de l'aléa inondation

Intensité de l'aléa	Approche basée sur les contraintes	Approche descriptive	Approche basée sur les conséquences
Très élevée	Zone de contraintes très élevées relatives aux inondations en eau libre	Probabilité élevée d'être inondé et profondeur d'eau de 30 cm minimum	- Sécurité des personnes potentiellement fortement compromise - Dommages matériels potentiellement élevés (taux d'endommagement) - Risques potentiellement majeurs pour l'environnement - Retour à la normale potentiellement long
Élevée	Zone de contraintes élevées relatives aux inondations en eau libre	Probabilité élevée à modérée d'être inondé et profondeur d'eau entre 0 et plus de 60 cm	- Sécurité des personnes potentiellement fortement compromise à compromise - Dommages matériels potentiellement élevés à moyens - Risques potentiellement importants pour l'environnement - Retour à la normale peut être variable en termes de délai
Modérée	Zone de contraintes modérées relatives aux inondations en eau libre	Probabilité modérée à faible d'être inondé et profondeur d'eau entre 0 et plus de 60 cm	- Sécurité des personnes potentiellement compromise - Dommages matériels potentiellement élevés à moyens - Risques potentiellement moyens pour l'environnement - Retour à la normale peut être variable en termes de délai
Faible	Zone de contraintes faibles relatives aux inondations en eau libre	Probabilité faible d'être inondé et profondeur d'eau jusqu'à 60 cm	- Sécurité des personnes potentiellement compromise mais variable selon la clientèle - Dommages matériels potentiellement moyens à faibles - Risques potentiellement faibles pour l'environnement - Retour à la normale peut être variable en termes de délai

Tableau modifié à partir d'une présentation d'Ouranos – Groupe de travail sur la nomenclature, février 2024

3.4 Application sur le territoire

La matrice est une représentation simplifiée et intégratrice de l'intensité de l'aléa, mixant différentes situations obtenues lors d'aléas de fréquences différentes. La priorité est donnée à l'élément fréquentiel. La cartographie des zones inondables en eau libre requiert les segments fréquentiels suivants et des profondeurs d'eau associées :

- Segment fréquentiel 0-20 ans avec les profondeurs d'eau associées à la borne maximale, soit la récurrence 1 : 20 ans (PAD de 5%);
- Segment fréquentiel 0-100 ans avec les profondeurs d'eau associées à la borne maximale, soit la récurrence 1 : 100 ans (PAD de 1%);
- Segment fréquentiel 0-350 ans avec les profondeurs d'eau associées à la borne maximale, soit la récurrence 1 : 350 ans (PAD de 0,3%).

Comme discuté dans le chapitre 4 du **volet technique et scientifique** du guide, la couverture cartographique de l'ensemble du territoire québécois peut se diviser selon deux efforts cartographiques distincts en fonction des enjeux rencontrés. Ainsi, la résolution des formats matriciels attendus est de 1 m pour le niveau d'effort cartographique majeur, et de 4 m pour le niveau d'effort cartographique modéré. Ces formats matriciels doivent être produits en projection planimétrique SCRS (Système canadien de référence spatiale) et avec la zone MTM (Mercator transverse modifiée) adéquate. La projection altimétrique doit être réalisée dans le système de référence CGVD28 (Système canadien de référence altimétrique de 1928) et déterminée avec le modèle hybride du géoïde HTv2.0 époque 1997,0.

Voici les étapes permettant de générer la cartographie de l'intensité des aléas en eau libre :

Étape 1 – Corriger les zones isolées qui sont sans connectivité hydraulique (voir la section 8.2.1).

Étape 2 – Nettoyer les îlots et combler les brèches d'une superficie de 100 m² et moins sur les formats matriciels 0-20 ans, 0-100 ans et 0-350 ans (voir la section 8.2.2).

Étape 3 – Reclassifier les formats matriciels selon les profondeurs d'eau des trois segments fréquentiels 0-20 ans, 0-100 ans et 0-350 ans. Les profondeurs d'eau sont regroupées par strates de 30 cm. À la suite de la reclassification des profondeurs d'eau de chaque scénario, des valeurs entières sont obtenues comme attributs. Ainsi, la transformation des formats matriciels en formats vectoriels est maintenant possible (voir le Tableau 3.3). La figure 3.2 montre le passage du format matriciel des profondeurs initiales (a) vers le format vectoriel (b) qui illustre les profondeurs par strate de 30 cm avec le code de couleurs :

- Gris : classe de profondeur d'eau de 0 à 30 cm;
- Bleu pâle : classe de profondeur d'eau de plus de 30 à 60 cm;
- Bleu foncé : classe de profondeur d'eau de plus de 60 cm.

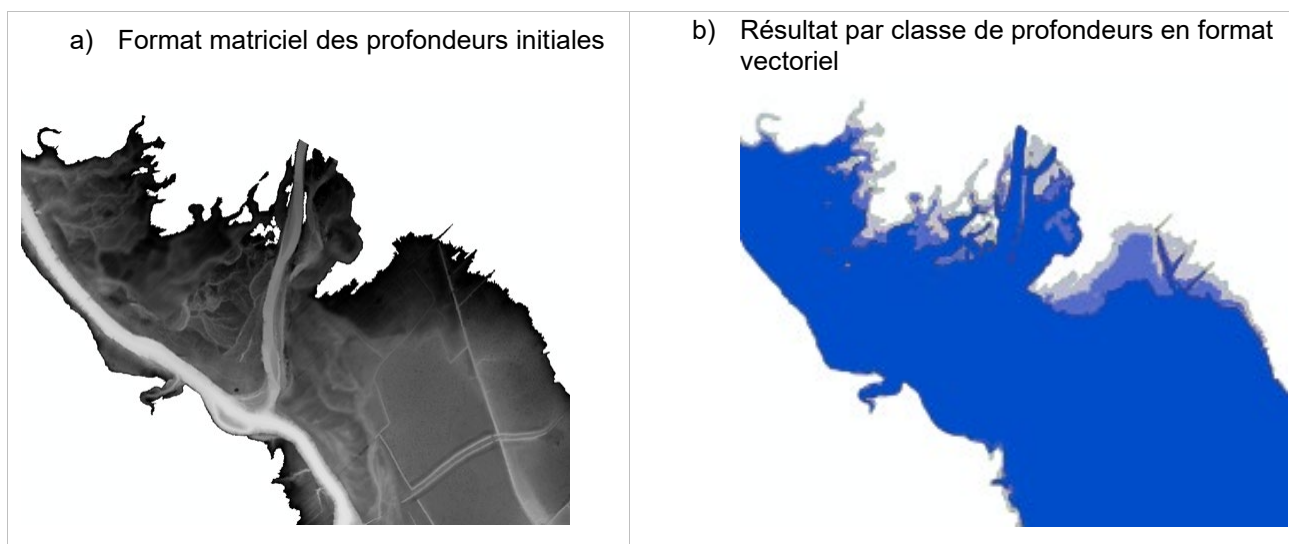


Figure 3.2. Scénarios des profondeurs d'eau en format vectoriel

Un exemple de table attributaire utilisée à cette étape pour chaque polygone issu des formats vectoriels 0-20 ans, 0-100 ans et 0-350 ans est présentée au tableau suivant.

Tableau 3.3 : Exemple de table attributaire pour les polygones représentant les classes de profondeur d'eau

Forme	Profondeur
Polygone 1	0
Polygone 2	30
Polygone 3	60

Où :

- 0 correspond à la classe de profondeur d'eau de 0 à 30 cm;
- 30 correspond à la classe de profondeur d'eau de plus de 30 à 60 cm;
- 60 correspond à la classe de profondeur d'eau de plus de 60 cm.

Étape 4 – Créer des couches d'information géospatiale associées aux segments fréquentiels 20-100 ans et 100-350 ans. Ces couches sont produites en supprimant la superposition des polygones 0-20 ans des polygones 0-100 ans pour créer les polygones 20-100 ans et en supprimant la superposition des polygones 0-100 ans des polygones 0-350 ans pour créer les polygones 100-350 ans. Un champ correspondant à la récurrence dans la table attributaire est ajouté pour chacune des trois couches d'information géospatiale.

La représentation visuelle consiste en l'assemblage des trois couches d'information géospatiale en une seule avec, par exemple, un code de couleurs attribuées :

- Rouge = 0-20 ans
- Jaune = 20-100 ans
- Vert = 100-350 ans

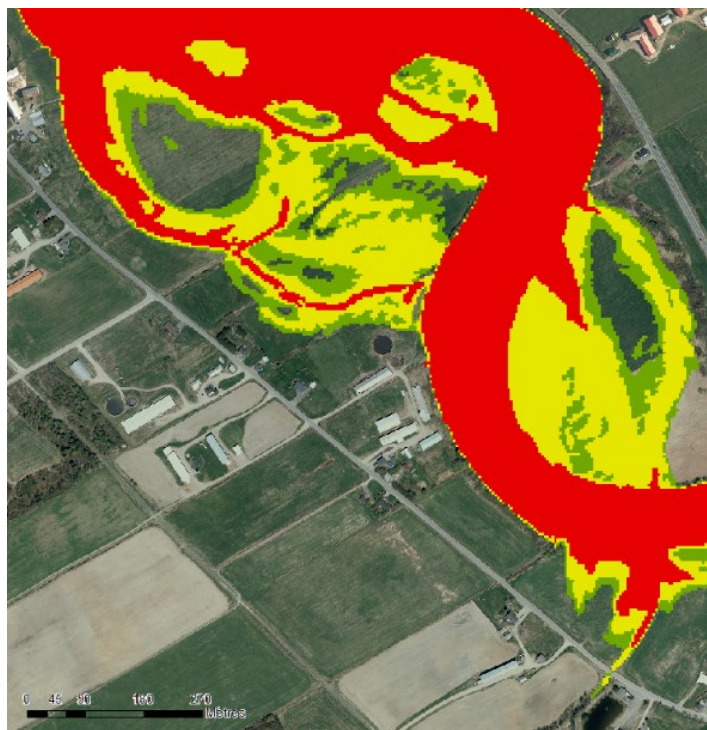


Figure 3.3. Représentation des segments fréquentiels en format vectoriel

Un exemple de table attributaire présentée au tableau 3.4 résume l'intervention de l'étape 4.

Tableau 3.4 : Exemple de table attributaire présentant les segments fréquentiels et les classes de profondeur de chaque polygone

Forme	Profondeur	Réccurrence
Polygone 1	0 cm	20 ans
Polygone 2	30 cm	20 ans
Polygone 3	60 cm	20 ans
Polygone 4	0 cm	100 ans
Polygone 5	30 cm	100 ans
Polygone 6	60 cm	100 ans
Polygone 7	0 cm	350 ans
Polygone 8	30 cm	350 ans
Polygone 9	60 cm	350 ans

Étape 5 – Ajouter l'intensité de l'aléa selon la MIA de l'inondation en eau libre est maintenant possible, car les classes de profondeurs et les segments fréquentiels sont définis dans un seul jeu de données. Les couches d'information géospatiale préalablement assemblées sont fusionnées en attribuant l'intensité de l'aléa en fonction de la récurrence et de la profondeur d'eau. L'information ainsi obtenue peut être représentée et visualisée en une couche d'intensité de l'aléa en eau libre comme dans la figure suivante.

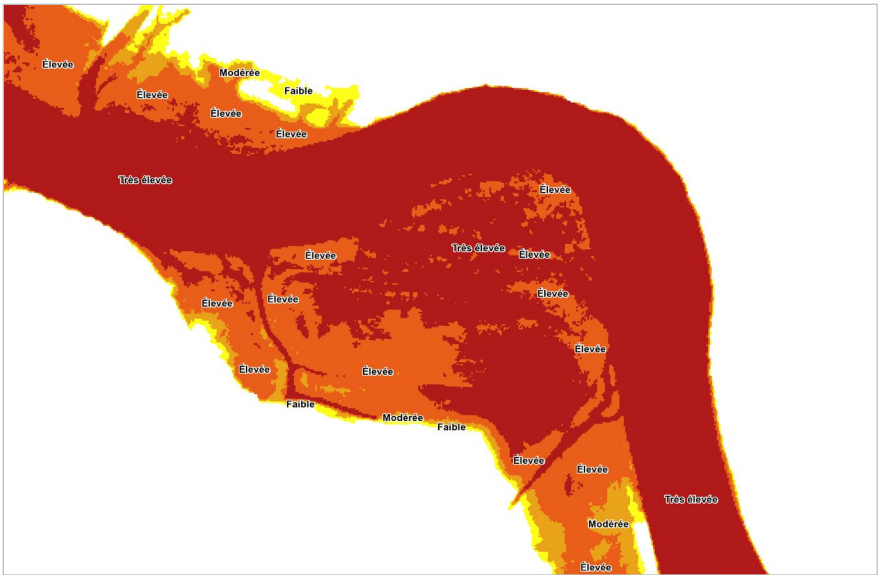


Figure 3.4. Couche d'intensité de l'aléa de l'inondation en eau libre fusionnée

Un exemple de table attributaire présentée au tableau 3.5 résume l'intervention de l'étape 5 et présente l'intensité de l'aléa.

Tableau 3.5 : Exemple de table attributaire présentant l'intensité de l'aléa pour chaque polygone

Forme	Profondeur	Récurrence	Intensité
Type de données ➡	Double	Texte	Texte
Polygone 1	0 cm	20 ans	Élevée
Polygone 2	30 cm	20 ans	Très élevée
Polygone 3	60 cm	20 ans	Très élevée
Polygone 4	0 cm	100 ans	Modérée
Polygone 5	30 cm	100 ans	Élevée
Polygone 6	60 cm	100 ans	Élevée
Polygone 7	0 cm	350 ans	Faible
Polygone 8	30 cm	350 ans	Modérée
Polygone 9	60 cm	350 ans	Élevée

Étape 6 – Convertir les limites des polygones produits jusqu'à maintenant, dont la source originale (étape 1) était des formats matriciels où l'aspect est essentiellement dentelé (pixelisé), et rendre les limites de la cartographie plus fidèles au terrain naturel avec des polygones à l'aspect plus lissé. La figure 3.5 en présente un exemple.

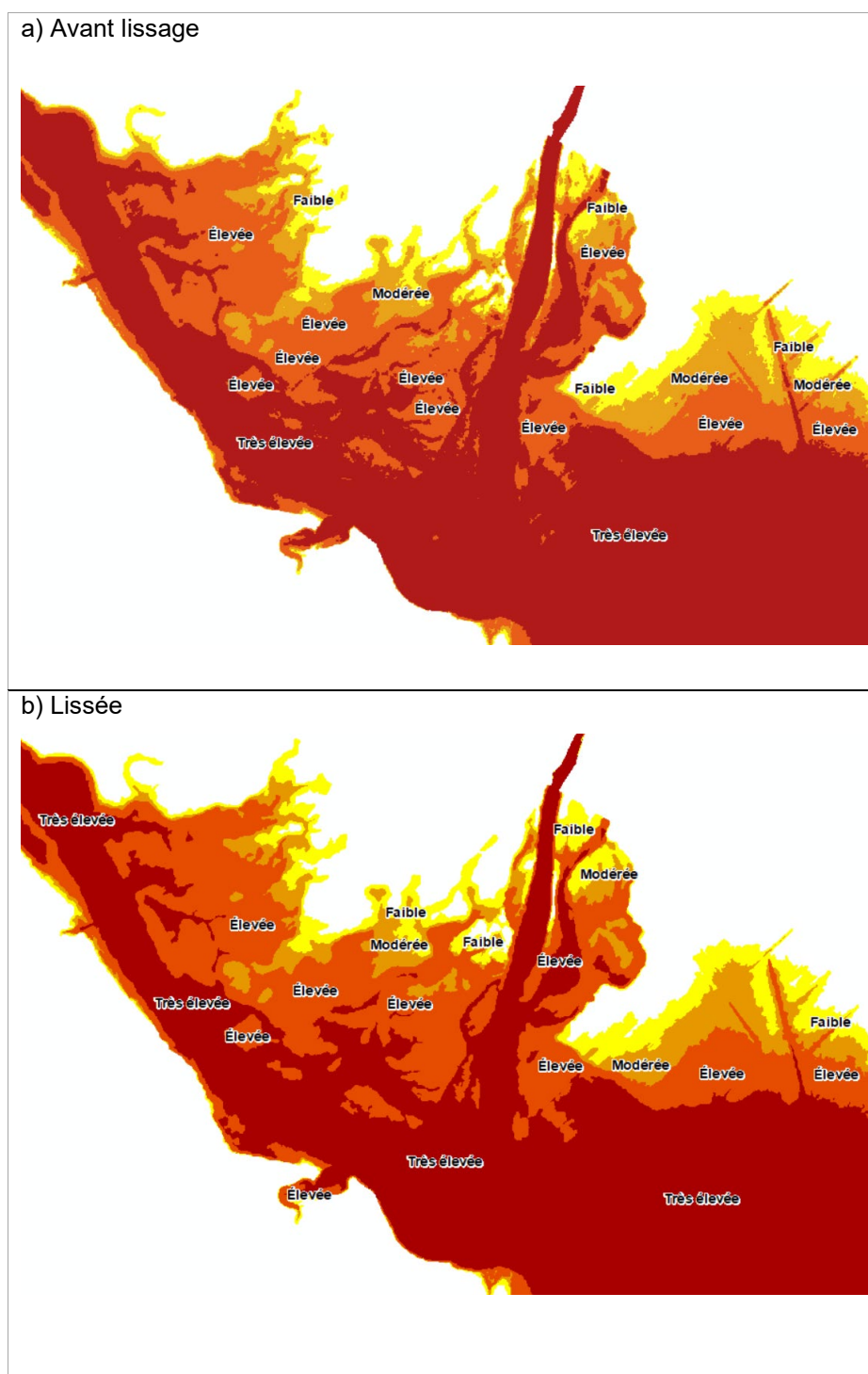


Figure 3.5. Couche d'information avant lissage (a) et lissée (b)

Il existe plusieurs méthodes pour passer de la figure 3.5 a) à la figure 3.5 b) et la méthodologie est laissée au choix du mandataire ou du délégataire selon l'expertise développée. L'extrait qui en résulte doit représenter une cartographie lissée afin d'obtenir des limites des polygones qui représentent mieux le terrain naturel.

Le MELCCFP procède de la façon décrite ci-dessous pour généraliser les formes géométriques complexes : une séparation des polygones individuellement est réalisée comme illustré à la figure 3.6, puis une généralisation de chacun des polygones d'intensité de l'aléa est effectuée afin de leur donner un aspect final plus lisse et moins angulaire, comme décrit à la section 8.2.3.

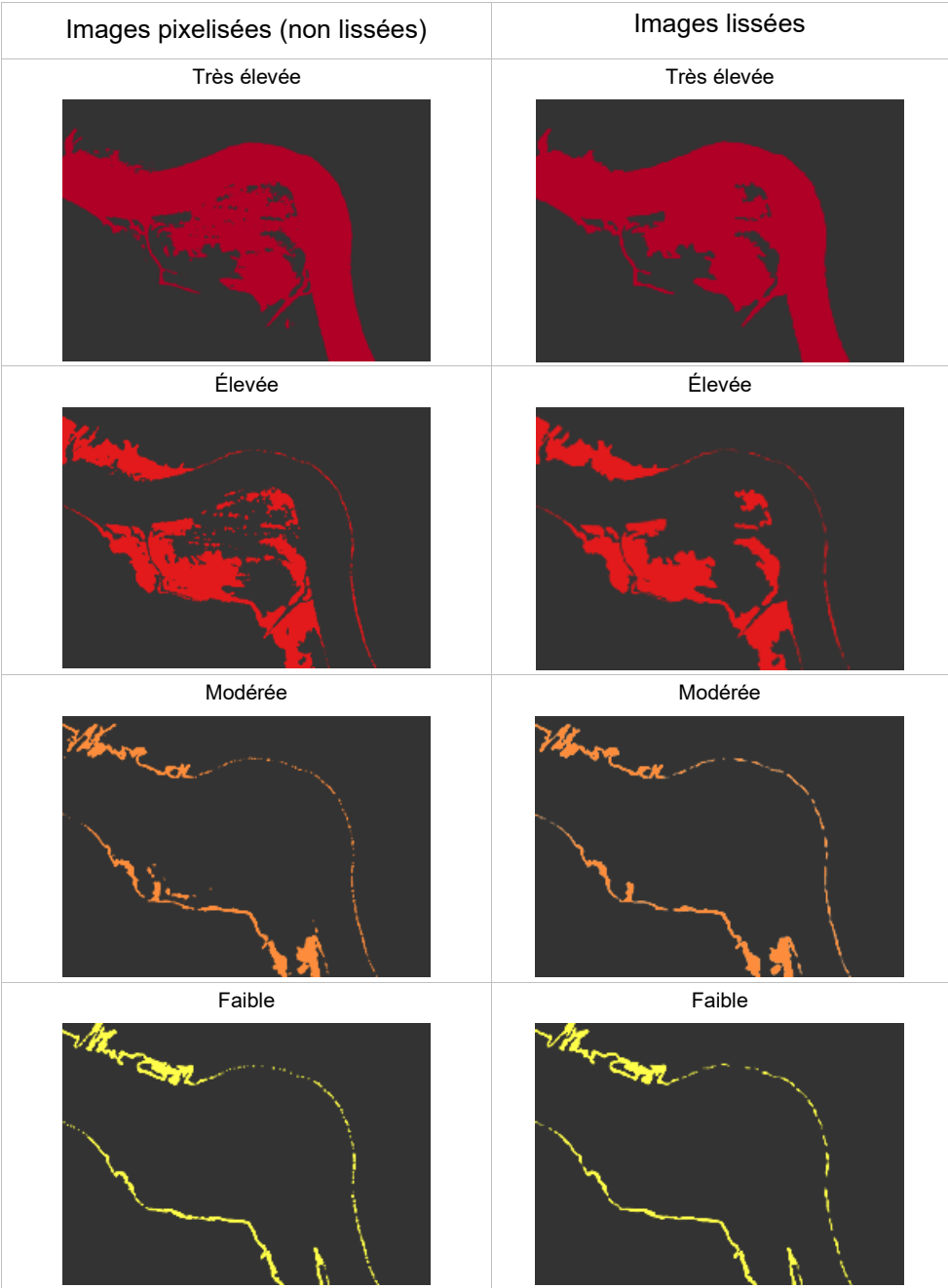


Figure 3.6. Étapes de production cartographique pour obtenir la cartographie avant lissage (a) et après lissage (b) de l'intensité de l'aléa fusionnée

L'assemblage pré-final doit ensuite être effectué sur les polygones de la classe d'intensité « Très élevée » à la classe d'intensité « Faible ». Une fois assemblés, ces polygones peuvent comporter des superpositions et des îlots entre eux. Il faut alors éliminer les superpositions entre chacune des couches d'information et remplir les îlots, comme il est décrit à la section 8.2.2. Cette étape conclut le processus d'assemblage final et le résultat peut être visualisé sur l'exemple de la figure 3.7 et dont la table attributaire est présentée au tableau 3.6.

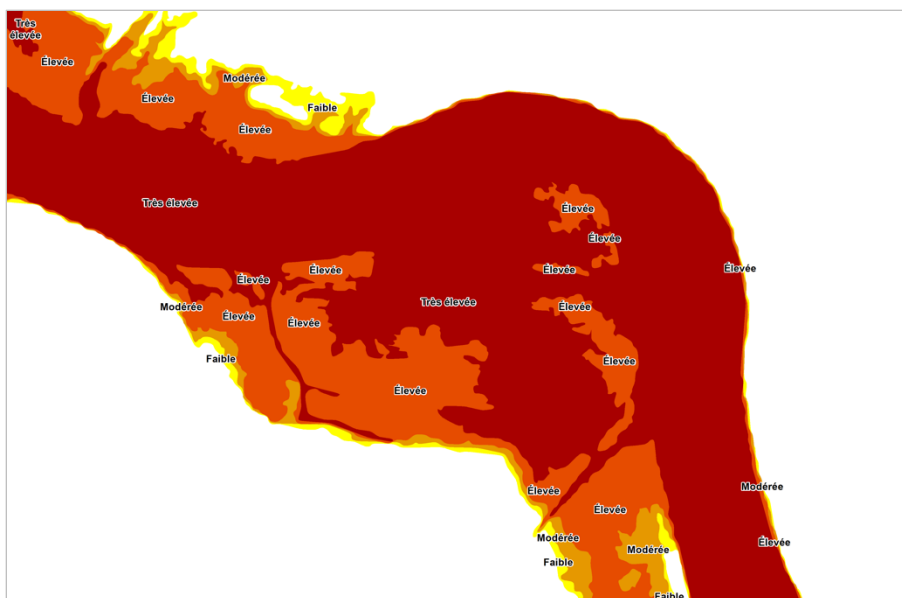


Figure 3.7. Cartographie de l'intensité de l'aléa inondation en eau libre

Tableau 3.6 : Exemple de table attributaire de la cartographie de l'intensité de l'aléa en eau libre

Forme	Intensité
Polygone 1	Faible
Polygone 2	Modérée
Polygone 3	Élevée
Polygone 4	Très élevée

Pour les études de modélisation hydrodynamique qui combinent un traitement associé au niveau d'effort cartographique majeur et modéré (chapitre 4 du **volet technique et scientifique** du guide), il est important de porter attention aux jointures entre les deux séries de polygones résultantes. En effet, puisque les études associées à un niveau d'effort modéré sont moins détaillées que celles associées à un niveau d'effort majeur, il est nécessaire de prévoir un chevauchement entre les polygones issus de ces études. Par la suite, il faut choisir l'endroit où il y a le moins de différences entre les polygones des deux études pour créer une jointure (voir la section 8.2.4).

4. Matrice d'intensité de l'aléa inondation en eau libre en présence d'un barrage influent

4.1 Objectif et résultats attendus

L'objectif du présent chapitre est de présenter la matrice d'intensité de l'aléa pour les cours d'eau et les plans d'eau dont le régime des crues est influencé par l'action d'un ou de plusieurs barrages. Dans les cas où l'influence provient de l'action de plusieurs barrages situés en amont, le système hydrographique ou le bassin versant abritant l'ensemble de ces barrages peut être qualifié de système géré.

Au Québec, les barrages ou systèmes gérés dits « influents » qui ont cette capacité d'atténuer les débits de crue représentent moins de 3 % de l'ensemble des barrages présents dans les bassins versants du Québec méridional. Cette discrimination selon des classes de barrages est traitée dans le chapitre 6 du **volet technique et scientifique** du guide.

On peut considérer qu'un système est géré à différentes échelles et selon divers degrés de complexité, allant d'un cours d'eau local sur lequel se trouve un barrage à seuil fixe jusqu'à un bassin versant dans lequel a été implanté un réseau de barrages appartenant à divers propriétaires qui concertent entre eux la gestion de leurs ouvrages en fonction d'objectifs multiples, locaux et régionaux (p. ex., le bassin versant de l'Outaouais et celui du fleuve Saint-Laurent).

Par opposition, lorsque le régime hydrique, dont celui des crues, d'un système hydrographique n'est pas influencé par l'action de barrages, on parle de régime hydrique naturel et de système naturel.

Comme pour la cartographie des inondations en eau libre, le choix de gouvernance pour les cours d'eau influencés par les barrages consiste aussi en l'application d'une matrice d'intensité de l'aléa formée de classes d'intensité définies en combinant deux caractéristiques de l'aléa que sont la probabilité d'occurrence de crue et la profondeur d'eau atteinte sur le territoire inondable.

Pour les cours d'eau influencés par les barrages, ce choix de gouvernance comporte cependant une particularité, soit une adaptation de la matrice d'intensité de l'aléa en eau libre lorsque celle-ci est appliquée à des zones inondables situées en aval de certains barrages qui, par leur gestion, procurent actuellement une atténuation de la crue (barrages de classe 1); voir la description au chapitre 6 du **volet technique et scientifique**. Cette matrice adaptée sera ci-après nommée matrice d'intensité de l'aléa en eau libre associée aux barrages influents.

Il est à noter que la matrice d'intensité de l'aléa appliquée aux zones inondables correspondant aux biefs amont des barrages est identique à la matrice appliquée aux inondations en eau libre dite « générique », décrite au chapitre 3. Dans les cas où le débit entrant dans ce bief amont serait lui-même influencé par l'opération de barrages de classe 1, la ZI de la partie influencée de ce bief amont serait alors traitée de la même façon qu'une zone inondable aval subissant une telle influence.

Le présent chapitre décrit donc le contexte de développement des matrices d'intensité de l'aléa en eau libre applicables aux cours d'eau influencés par les barrages, et plus particulièrement celui de la matrice d'intensité de l'aléa associée aux systèmes gérés applicable aux zones inondables influencées par l'atténuation des crues apportée par l'opération des barrages des classes 1 situés en amont.

4.2 Caractéristiques de la MIA – Inondation en présence d'un barrage influent

Le développement d'un concept de cartographie adapté aux cours d'eau dont le régime des crues est perturbé par l'opération de barrages tourne donc principalement autour de la notion d'atténuation des crues et de la façon d'en tenir compte dans le processus de cartographie réglementaire des cours d'eau concernés. Ce développement émane du souci de devoir traiter de façon rationnelle et prudente la délimitation et la réglementation d'une zone inondable dont l'ampleur peut, dans une certaine limite, être artificiellement contenue par une action anthropique, soit, en l'occurrence, l'atténuation du débit de crue apportée par certains barrages.

Ce souci de prudence se justifie de deux façons. D'une part, il provient de la considération que l'atténuation des crues attribuable à l'implantation et à l'action de certains barrages devrait être vue comme procurant une certaine réduction du risque d'inondation de secteurs habités existants et non comme permettant le développement sans contrainte de nouvelles zones habitées. D'autre part, il découle de la prise en compte du fait que les capacités d'atténuation des barrages concernés sont limitées, mais aussi qu'elles sont potentiellement évolutives dans le temps (voir le chapitre 6 du **volet technique et scientifique** du présent guide pour plus de précisions quant à ces considérations).

En conséquence, les zones inondables situées en aval de barrages considérés comme pouvant contribuer à une atténuation des crues sont délimitées en tenant compte de deux conditions : 1) une condition selon laquelle la zone inondable est délimitée en considération d'un débit de crue atténué par le ou les barrages situés en amont; 2) une condition selon laquelle cette fonction d'atténuation est considérée restreinte.

La première condition de délimitation vise à reconnaître la réalité opérationnelle actuelle de ces barrages capables d'atténuer la crue et l'étendue conséquente de la zone inondable en aval. La seconde condition émane d'une vision prudente de l'évolution future possible de diverses conditions, objectifs ou priorités de gestion de ces barrages, qui restreindraient la capacité opérationnelle d'atténuation de ces derniers (voir le chapitre 6 du **volet technique et scientifique** du présent guide pour plus de précisions à cet effet).

Comme mentionné dans la section 4.1, ces considérations relatives au traitement du concept d'atténuation des crues par les barrages ne s'appliquent pas à tous les types de barrages. Elles ne sont, en fait, applicables qu'à une catégorie largement minoritaire de ceux-ci, soit, comme mentionné précédemment, aux barrages de classe 1 parmi les trois classes définies au chapitre 6 du **volet technique et scientifique** du présent guide. La liste préliminaire des barrages correspondant aux classes 1 se trouve à l'annexe 4. Le chapitre 6 du **volet technique et scientifique** décrit les résultats attendus et les types de traitements méthodologiques recommandés pour chacune des trois classes de

barrages définies. Le tableau 4.1 ci-dessous précise les résultats attendus relatifs à la détermination des débits évacués par chacune des trois classes de barrages, à utiliser aux fins de la délimitation des ZI des cours d'eau situés en aval, ainsi que la règle de gouvernance et la matrice d'intensité d'aléa correspondantes, applicables à la cartographie de ces ZI en aval.

Tableau 4.1 : Catégorisation des barrages présents dans un bassin versant selon leur mode d'influence sur le régime des crues des zones inondables situées en aval et résultats attendus concernant la cartographie conséquente de ces zones

Classe de barrages	Définition de la classe	Type de barrage considéré pour la classe	Résultat attendu quant à la détermination des débits évacués par les barrages à des fins de délimitation des ZI des cours d'eau en aval	Cartographie conséquente des ZI aval
Classe 1	Barrages opérés classés comme influents sur le régime des crues en aval et comme pouvant contribuer à une atténuation des débits de crue en aval	- Barrages opérés en temps réel ou sur une échelle saisonnière	- Débits de crue pour des PAD de 5 % et 1 % en condition d'atténuation de la crue - Débits de crue pour des PAD de 1 % et 0.3 % en condition d'atténuation restreinte de la crue Évaluations à faire dans un contexte de CC*	Application de la matrice d'intensité de l'aléa inondation en eau libre associée aux barrages influents ou aux systèmes gérés
Classe 2	Barrages opérés classés comme influents sur le régime des crues en aval mais comme ne pouvant pas contribuer à une atténuation des débits de crue en aval	o Barrages opérés en temps réel ou sur une échelle saisonnière non attribuables à la classe 1 (p. ex., barrages avec vannes ou poutrelles opérées en condition de crue uniquement pour l'évacuation de cette dernière)	o Débits de crue pour des PAD de 5 %, 1 % et 0,3 % en considérant le barrage en « mode évacuation » en temps de crue. Évaluations à faire dans un contexte de CC*	Application de la matrice d'intensité de l'aléa inondation en eau libre

Classe de barrages	Définition de la classe	Type de barrage considéré pour la classe	Résultat attendu quant à la détermination des débits évacués par les barrages à des fins de délimitation des ZI des cours d'eau en aval	Cartographie conséquente des ZI aval
Classe 3	Barrages opérés classés comme non significativement influents sur le régime des crues en aval	- Barrages opérés en temps réel ou sur une échelle saisonnière	- Débits de crue pour des PAD de 5 %, 1 % et 0,3 % évalués en ne considérant pas d'effet de laminage relié à la présence du barrage Évaluations à faire dans un contexte de CC*	Application de la matrice d'intensité de l'aléa inondation en eau libre

* CC = changements climatiques; la prise en compte des CC est applicable à tous les cas de perturbateurs anthropiques.

Comme mentionné précédemment, la règle de gouvernance applicable au cas des zones inondables correspondant aux biefs amont des barrages consiste en l'application d'une matrice d'intensité de l'aléa identique à celle appliquée pour les inondations en eau libre, décrite au chapitre 3. Comme mentionné dans la section 4.1, dans les cas où le débit entrant dans ces biefs amont serait lui-même influencé par l'opération de barrages de classe 1, la ZI de la partie influencée de ces biefs amont serait alors traitée de la même façon qu'une zone inondable aval subissant une telle influence. C'est ce que décrit le tableau 4.2 ci-dessous qui précise, pour chaque classe de barrages, les résultats attendus relatifs à la détermination des niveaux d'eau à utiliser aux fins de la délimitation des ZI des plans d'eau et des cours d'eau situés en amont du barrage ainsi que la règle de gouvernance et la matrice d'intensité d'aléa correspondantes, applicables à la cartographie de ces ZI en amont.

Tableau 4.2 : Catégorisation des barrages présents dans un bassin versant selon leur mode d'influence sur le régime des crues des zones inondables situées en aval et résultats attendus concernant la cartographie conséquente des zones inondables situées en amont

Classe de barrages	Définition de la classe	Type de barrage considéré pour la classe	Résultat attendu quant à la détermination des niveaux d'eau en amont du barrage	Cartographie conséquente des ZI en amont
Classe 1	Barrages opérés classés comme influents sur le régime des crues en aval et comme pouvant contribuer à une atténuation des débits de crue en aval	- Barrages opérés en temps réel ou sur une échelle saisonnière	- Niveau du réservoir en amont de l'ouvrage pour des PAD de 5 %, 1 % et 0,3 % en condition d'opération critique à l'égard de la zone amont (atténuation de la crue au bénéfice de la zone aval), combiné aux conditions de débit d'apport en cas d'influence ou non de barrages de classe 1 en amont Évaluations à faire dans un contexte de CC*	Application de la matrice d'intensité de l'aléa inondation en eau libre si l'apport du bassin versant amont n'est pas influencé par l'action de barrages de classe 1. Application de la matrice d'intensité de l'aléa inondation en eau libre associée aux barrages influents ou aux systèmes gérés si l'apport du bassin versant amont est influencé par l'action de barrages de classe 1.

Classe de barrages	Définition de la classe	Type de barrage considéré pour la classe	Résultat attendu quant à la détermination des niveaux d'eau en amont du barrage	Cartographie conséquente des ZI en amont
Classe 2	Barrages opérés classés comme influents sur le régime des crues en aval mais comme ne pouvant pas contribuer à une atténuation des débits de crue en aval	- Barrages opérés en temps réel ou sur une échelle saisonnière non attribuables à la classe 1 (p.ex., barrages avec vannes ou poutrelles opérées pour maintenir un niveau d'eau minimum dans le réservoir amont uniquement en périodes hors crue)	- Niveau du réservoir en amont de l'ouvrage pour des PAD de 5 %, 1 % et 0,3 % en condition d'opération critique à l'égard de la zone en amont (« mode rétention »), combiné aux conditions de débit d'apport en cas d'influence ou non de barrages de classe 1 en amont Évaluations à faire dans un contexte de CC*	Application de la matrice d'intensité de l'aléa inondation en eau libre si l'apport du bassin versant amont n'est pas influencé par l'action de barrages de classe 1. Application de la matrice d'intensité de l'aléa inondation en eau libre associée aux barrages influents ou aux systèmes gérés si l'apport du bassin versant amont est influencé par l'action de barrages de classe 1.
Classe 3	Barrages opérés classés comme non significativement influents sur le régime des crues en aval	- Barrages opérés en temps réel ou sur une échelle saisonnière	- Niveau du réservoir en amont de l'ouvrage pour des PAD de 5 %, 1 % et 0,3 %, sans calcul de laminage en considérant des conditions critiques (p. ex., totalité des apports de crue évacués par le déversoir de surface), combiné aux conditions de débit d'apport en cas d'influence ou non de barrages de classe 1 en amont Évaluations à faire dans un contexte de CC*	Application de la matrice d'intensité de l'aléa inondation en eau libre si l'apport du bassin versant amont n'est pas influencé par l'action de barrages de classe 1. Application de la matrice d'intensité de l'aléa inondation en eau libre associée aux barrages influents ou aux systèmes gérés si l'apport du bassin versant amont est influencé par l'action de barrages de classe 1.

* CC = changements climatiques. La prise en compte des CC est applicable à tous les cas de perturbateurs anthropiques.

4.3 Présentation de la MIA – Inondation en présence d'un barrage influent (bief amont)

La MIA pour le bief amont est la même que celle dite « générique » de l'inondation en eau libre. Mentionnons encore, bien sûr, le traitement particulier des cas où le débit entrant dans ces biefs amont serait lui-même influencé par l'opération de barrages de classe 1. Le chapitre 6 du **volet technique et scientifique** du présent guide précise que, peu importe la classe de barrages concernée, qu'il s'agisse de barrages de classe 1 capables de contribuer à un effort d'atténuation de la crue en aval ou des deux autres classes de barrages non concernées par cette notion d'atténuation, l'évaluation des niveaux d'eau en amont se fait toujours en tenant compte de la condition de gestion critique à l'égard de ces niveaux. Le fait de ne considérer qu'une seule condition de gestion critique à l'égard de ces niveaux explique l'utilisation de la matrice générique en eau libre aux fins de la caractérisation de la ZI en amont.

	Inondation fréquente	Inondation moyennement fréquente	Inondation peu fréquente
Profondeur d'eau	Plus de 70 % de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 25 ans	Entre 70 % et 20 % de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 25 ans	Entre 20 % et 7 % de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 25 ans
> 60 cm	Très élevée	Élevée	Modérée
> 30 cm à 60 cm	Très élevée	Élevée	Faible
De 0 à 30 cm	Élevée	Modérée	Faible

Figure 4.1. Matrice d'intensité de l'aléa pour l'inondation en eau libre pour le bief amont d'un barrage influent

4.4 Présentation de la MIA – Inondation en présence d'un barrage influent (bief aval)

Dans le cas de cours d'eau influencés par l'opération de barrages de classe 1 situés en amont, la MIA applicable à la ZI en aval de ces barrages est la MIA dite associée aux barrages influents. Elle consiste en une adaptation de la MIA dite « générique » de l'inondation en eau libre.

L'adaptation en question apportée à la MIA générique concerne le traitement des catégories fréquentielles considérées dans la matrice. Les catégories de profondeurs d'eau de la MIA générique demeurent les mêmes. L'adaptation au sein des catégories fréquentielles consiste en l'ajout des concepts de conditions dites d'atténuation et d'atténuation restreinte associées à l'opération des barrages de classe 1 situés en amont et se décline comme suit :

- **Pour la condition d'inondation fréquente**, la condition d'atténuation est appliquée à l'ensemble du segment fréquentiel 0 à 1 : 20.

- **Pour la condition d'inondation moyennement fréquente**, le traitement du segment fréquentiel 1 : 20 à 1 : 100 est subdivisé de la façon suivante :
 - Segment 1 : 20 à 1 : 100 en condition d'atténuation
 - Segment 1 : 100 avec atténuation à 1 : 100 avec atténuation restreinte
- **Pour la condition d'inondation peu fréquente**, la condition d'atténuation restreinte est appliquée à l'ensemble du segment fréquentiel 1 : 100 à 1 : 350.

Le lecteur peut consulter le chapitre 6 du **volet technique et scientifique** du présent guide pour connaître des approches méthodologiques possibles d'évaluation des débits de crue évacués correspondant à chacune de ces deux conditions d'atténuation et d'atténuation restreinte.

En ce qui a trait aux classes d'intensité de l'aléa qui découlent de la combinaison probabilité-profondeurs, celles de la matrice du bief aval de barrages de classe 1 associées à la condition avec atténuation des catégories d'inondation fréquente et moyennement fréquente sont identiques à celles de la matrice en eau libre « générique » pour ces mêmes catégories fréquentielles. Les seules différences entre les deux matrices se situent au niveau des deux classes de profondeurs les plus élevées du segment fréquentiel 1 : 100 avec atténuation à 1 : 100 avec atténuation restreinte. Celles-ci passent de la classe « Élevée » à la classe « Modérée ». Les classes d'intensité associées aux catégories fréquentielles « Inondation fréquente » et « Inondation peu fréquente » sont inchangées par rapport à celles de la matrice générique.

	Inondation fréquente	Inondation moyennement fréquente		Inondation peu fréquente
	Plus de 70 % de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 25 ans	Entre 70 % et 20 % de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 25 ans		Entre 20 % et 7 % de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 25 ans
Profondeur d'eau	Segment fréquentiel = 0 à 1:20 atténué	Segment fréquentiel = 1:20 atténué à 1:100 atténué	Segment fréquentiel = 1:100 atténué à 1:100 avec atténuation restreinte	Segment fréquentiel = 1:100 avec atténuation restreinte à 1:350 avec atténuation restreinte
> 60 cm	Très élevée	Élevée	Modérée	Modérée
> 30 cm à 60 cm	Très élevée	Élevée	Modérée	Faible
De 0 à 30 cm	Élevée	Modérée	Modérée	Faible

Figure 4.2. Matrice d'intensité de l'aléa pour l'inondation en eau libre pour le bief aval d'un barrage

4.5 Application sur le territoire

Cartographie des ZI en aval d'un barrage ou d'un système géré influent

Pour les tronçons de cours d'eau situés en aval d'un barrage de classe 1 (barrage avec capacité d'atténuation), des simulations hydrodynamiques doivent être réalisées :

- Pour chacune des récurrences avec PAD de 5 %, 1 % et 0,3 %.
- En fonction des deux conditions suivantes, et ce, pour chaque récurrence :
 - Débit atténué par la gestion du barrage;
 - Débit avec atténuation restreinte par la gestion du barrage.
- La cartographie du barrage ou du système géré atténué et d'atténuation restreinte est produite selon les modalités décrites à la section 3.4, mais en utilisant la MIA présentée à la figure 4.2.
- Les zones inondables correspondant à ces scénarios sont délimitées.
- Les classes d'intensité de l'aléa définies en fonction des critères de probabilité de l'aléa et de la profondeur sont adjointes à ces délimitations de ZI en fonction de la MIA pour un barrage ou système géré influent.
- L'application de cette MIA aux délimitations des ZI donne lieu à une cartographie constituée de polygones représentant les classes d'intensité d'aléas (voir la section 3.4).
- À cette étape, deux couches cartographiques sont produites, soit celle tenant compte du barrage ou du système géré atténué avec ses objectifs de protection et celle du barrage ou système géré soumis à une atténuation restreinte avec ses objectifs de protection. À noter que les objectifs de protection seront discutés à la section 8.3.
- Un nettoyage géomatique des polygones obtenus est ensuite réalisé en fonction des mêmes critères que pour la cartographie des ZI en eau libre utilisant la MIA générique présentée à la figure 3.1.
- Le résultat de la prépondérance la plus restrictive est obtenu en intersectant les deux couches cartographiques résultantes et en conservant l'intensité de l'aléa le plus restrictif et les objectifs de protection provenant de la cartographie du barrage ou du système géré en condition d'atténuation restreinte.
- Un polygone délimitant la zone d'influence doit être produit pour chaque barrage influent.

Délimitation de la fin de la zone considérée comme étant sous l'influence de l'atténuation du débit par le barrage

- La zone considérée comme étant soumise à l'influence de l'atténuation du débit par le barrage peut être déterminée selon différents critères que l'usage conduira à définir avec précision.
- Pour chaque récurrence de crue cartographiée, les critères qui seront actuellement appliqués concerneront :
 - L'écart obtenu entre les niveaux de crue des conditions d'atténuation restreinte et d'atténuation du débit par le barrage.

- Lorsque ces écarts sont inférieurs à un seuil minimal à définir (p. ex., 0,1 m), la ZI sous influence de l'atténuation du débit sera considérée comme terminée.
 - La récurrence qui s'étendra sur la plus longue distance du cours d'eau définira la zone d'influence du barrage.
 - Si les différentes récurrences n'atteignent pas le delta minimal d'élévation entre les scénarios d'atténuation restreinte et les scénarios d'atténuation, seuls les scénarios d'atténuation seront appliqués. L'effet du barrage sera considéré comme négligeable.

Traitement des cas avec faibles écarts de niveaux entre les conditions avec et sans atténuation

Lorsque l'écart de cote entre les conditions avec et sans atténuation se situera en deçà d'un delta minimal et que la zone inondable en condition d'atténuation restreinte est beaucoup plus grande qu'en condition d'atténuation, les deux scénarios cartographiques devront être considérés, sinon seul le scénario avec atténuation sera considéré.

Cas d'application des plus hautes eaux connues

Si une information concernant les plus hautes eaux connues (PHEC) est disponible, la cote correspondante pourra remplacer la cote associée à la PAD de 0,3 % (1 : 350 ans), indifféremment au fait que ce débit soit évalué en condition hydrologique naturelle ou influencée par la gestion de barrages.

5. Matrice d'intensité de l'aléa inondation par embâcle de glace

5.1 Objectif et résultats attendus

Ce chapitre se concentre sur l'intégration des embâcles de glace en tant qu'aléa hivernal contribuant à l'inondation. Cet enjeu lié au blocage des cours d'eau par la glace est représenté dans l'approche cartographique par une MIA spécifique à ce phénomène d'hydraulique hivernale. Comme discuté au chapitre 9 du **volet technique et scientifique** du présent guide, les caractéristiques physiques liées aux inondations par embâcle de glace documentées fournissent des indications permettant de délimiter avec précision les secteurs touchés.

La MIA pour les embâcles de glace est alimentée principalement par des polygones représentant les zones inondables par embâcle de glace, qu'il s'agisse de zones traduisant un événement historique avéré ou délimitées dans le cadre d'études s'appuyant sur un ensemble de données observées et documentées (données météorologiques et climatiques, données topographiques, délaissés de crues, extraits de modèles hydrodynamiques, témoignages de citoyens riverains, épaisseurs de glace, imagerie satellite, historique d'événements, etc.).

Les secteurs présentant une prédisposition à la formation d'embâcles de glace (plutôt que des zones d'inondation par embâcles avérés) peuvent être cartographiés à titre informatif.

5.2 Caractéristiques de la MIA – Inondation par embâcle de glace

Les deux programmes gouvernementaux de cartographie des zones inondables sur le territoire québécois, soit la Convention Canada-Québec de cartographie des zones inondables de 1976 à 2001 et le Programme de détermination des cotes de crues de 1998 à 2004, n'intégraient pas dans leurs produits cartographiques les zones d'inondation par embâcle de glace. Par ailleurs, un nombre réduit d'initiatives municipales ont inclus les secteurs d'embâcle, avec ou sans mouvement de glace, dans leurs cartographies de ZI. Ainsi, les données sur les embâcles avérés sont relativement limitées et les approches méthodologiques de cartographie des zones à prédisposition d'embâcles sont actuellement en développement. Le développement de la MIA pour les embâcles de glace tient compte de ces réalités.

L'approche retenue vise principalement à harmoniser en une seule catégorie la délimitation des zones inondables par embâcle de glace avec et sans mouvement de glace, accordant ainsi une attention particulière à la cartographie des polygones de ces zones d'embâcles avérés.

Cette démarche de délimitation des ZI par embâcles de glace peut s'accompagner d'un volet documentaire concernant la collecte de données sur les embâcles de glace (voir le chapitre 9 du **volet technique et scientifique**

du présent guide). Ce processus de documentation vise à rassembler des données hydrauliques hivernales pertinentes provenant d'archives, de bases de données et d'observations sur le terrain. Il est important de noter que, bien que l'aspect de la documentation soit souligné dans cette proposition, la priorité actuelle reste la standardisation et l'intégration des polygones existants de zones inondées par embâcle de glace conformément au cadre réglementaire.

Ainsi, les polygones déjà existants enchâssés dans les schémas d'aménagement et de développement (SAD) ou dans les règlements de contrôle intérimaires (RCI) déclarés par les municipalités feront l'objet d'une passerelle vers une intégration dans la cartographie de nouvelle génération. Tout autre exercice de détermination des zones d'inondation par embâcle de glace réalisé par des experts du domaine et s'appuyant sur des observations probantes et documentées, mais non intégrées dans les documents administratifs, devra faire l'objet d'une validation par le MELCCFP.

5.3 Présentation de la MIA – Inondation par embâcle de glace

La MIA spécifique aux phénomènes d'embâcles de glace présente à la figure 5.1 deux zones distinctes : 1) la zone définie par un polygone représentant l'inondabilité par embâcle de glace, qu'elle soit avérée et/ou issue d'une étude s'appuyant sur des données observées et documentées; 2) une zone relative à une prédisposition d'embâcle lorsque les conditions glaciologiques et morphologiques du cours d'eau sont réunies. Contrairement à la MIA de l'inondation en eau libre, la matrice d'intensité de l'aléa par embâcle de glace ne considère pas l'élément profondeur d'eau et s'applique avec une intensité de même ampleur pour l'ensemble du polygone qui définit la zone d'embâcle avérée. Ainsi, une zone d'embâcle avérée ou documentée par une étude s'appuyant sur des données observées et documentées se verra attribuer une intensité de l'aléa « Très élevée ». Cette nomenclature du terme d'intensité de l'aléa est en phase avec celle de la matrice générique de l'inondation à eau libre discutée au chapitre 3. Par ailleurs, un mandataire ou un délégataire peut indiquer une zone à prédisposition d'embâcle à titre indicatif seulement et aucune réglementation gouvernementale n'est prévue y être associée à court terme.

Profondeur d'eau	Zone d'embâcle documentée	Zone à prédisposition d'embâcle
> 60 cm	Très élevée	Aucune réglementation
> 30 cm à 60 cm		
De 0 à 30 cm		

Figure 5.1. Matrice de l'intensité de l'aléa (MIA) de l'inondation par embâcle de glace

5.4 Application sur le territoire

La figure 5.2 présente un secteur de la rivière Chaudière, à Beauceville, où un embâcle de glace est survenu au printemps 1991. Le polygone d'embâcle aux fins de l'exemple est illustré en bleu pâle. Le polygone d'embâcle est de plus grande superficie que les différentes zones d'inondation en eau libre sous-jacentes et marquées par les couleurs associées aux quatre classes d'intensité de l'aléa inondation présentées à la figure 3.1 de la section 3.3. Sur la cartographie finale, le polygone d'embâcle de glace devrait se conformer à la MIA pour embâcle de glace et apparaître de couleur rouge foncé. C'est cet aléa qui domine dans ce secteur où l'intensité de l'aléa d'inondation est très élevée. L'extrait cartographique de l'aléa d'inondation par embâcle de glace est présenté en exemple à la figure 5.3. Ainsi, la résultante est une superposition des zones d'embâcle avec celles d'inondation en eau libre et le résultat le plus sévère s'applique, conformément au principe de combinaison des aléas qui sera discuté au chapitre 9.

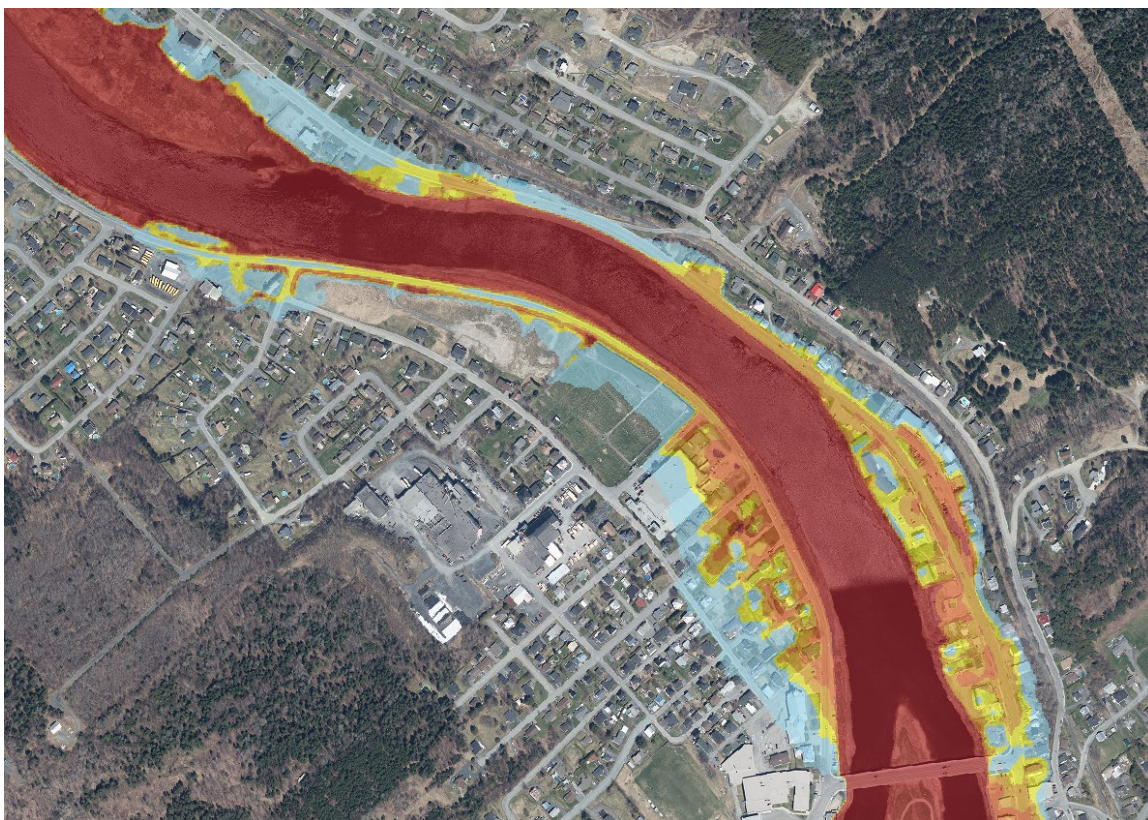


Figure 5.2. Polygone de l'embâcle de glace de 1991 sur la rivière Chaudière (bleu) et polygones d'inondation en eau libre sous-jacents

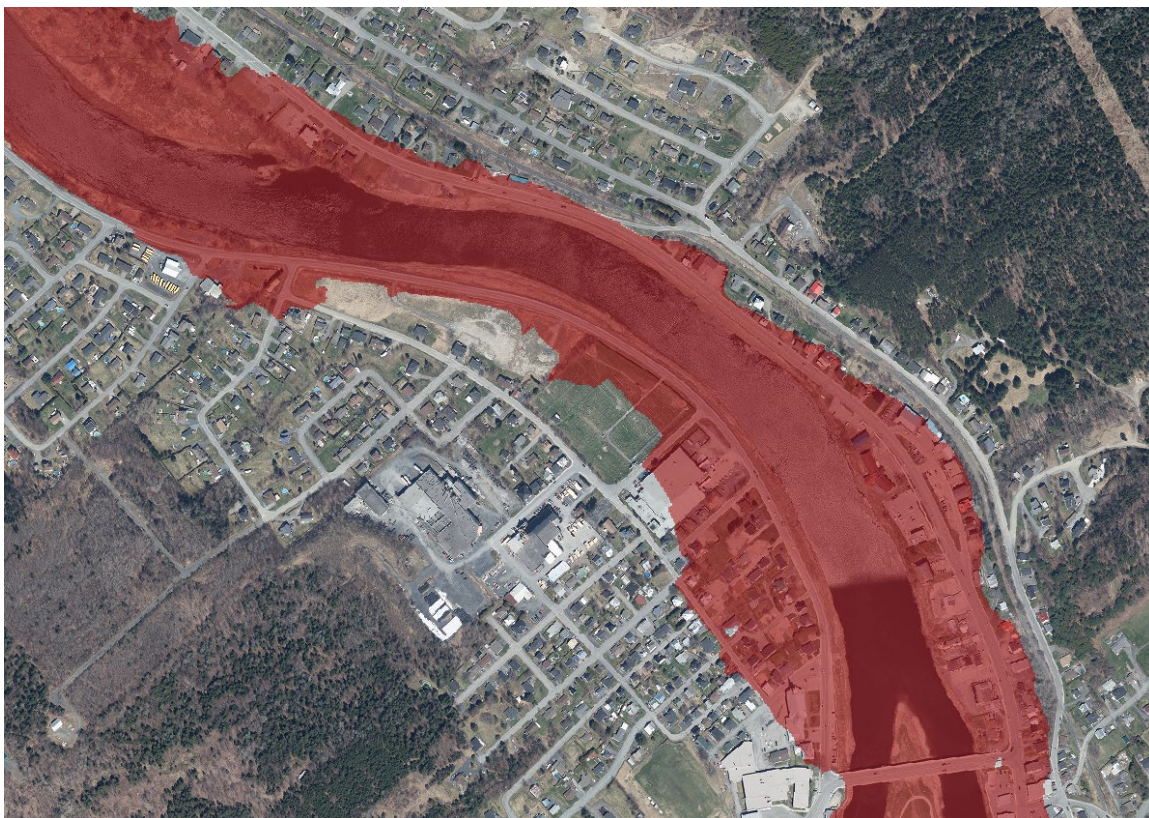


Figure 5.3. Cartographie réglementaire résultante en tenant compte de l'embâcle de glace de 1991 sur la rivière Chaudière

6. Matrice d'intensité de l'aléa liée aux ouvrages de protection contre les inondations

6.1 Objectif et résultats attendus

Cette section présente les aspects méthodologiques liés à la cartographie d'un ouvrage de protection contre les inondations (OPI) et du territoire situé en aval (côté terre) de cet OPI à des fins d'aménagement du territoire. La réalisation de la cartographie des zones inondables en aval d'un OPI est indissociable de l'encadrement de ces ouvrages prévu par le Règlement sur les ouvrages de protection contre les inondations (ROPI). Ce règlement prévoit notamment des normes auxquelles toutes les municipalités qui ont un OPI sur leur territoire doivent se conformer. Par ailleurs, le ROPI pose des conditions supplémentaires devant être respectées pour que le gouvernement puisse déclarer, par décret, qu'une municipalité est responsable d'un OPI. Ces conditions réfèrent notamment à la performance de l'OPI, attestée par un ingénieur dans une étude de performance. C'est ainsi que le traitement cartographique des zones inondables situées en aval d'un OPI peut être différent si le gouvernement déclare, par décret, que la municipalité est responsable de l'OPI en vertu de la LQE ou non.

6.2 Caractéristiques de la MIA – Inondation en présence d'un OPI

Toute la réflexion sur la cartographie des zones inondables situées en aval d'un OPI, par le développement d'une matrice spécifique à l'aléa d'inondation en présence d'un OPI, s'articule sur la base des deux orientations gouvernementales qui visent : 1) à protéger et à diminuer la vulnérabilité des riverains et des biens situés en aval d'un OPI pour qui la présence de l'ouvrage représente un risque anthropique supplémentaire en cas de défaillance, de rupture, de surverse ou de contournement; 2) lorsque certaines conditions sont rencontrées, à considérer le rôle de protection de l'OPI en cas d'inondation en offrant un allègement des contraintes en matière d'aménagement du territoire.

6.3 Présentation de la MIA – Inondation en présence d'un OPI

6.3.1 OPI d'une municipalité non déclarée responsable en vertu de la LQE

Profondeur d'eau	Zone de restriction réglementaire pour prendre en compte la présence de l'OPI	Inondation fréquente	Inondation moyennement fréquente	Inondation peu fréquente
		Plus de 70 % de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 25 ans	Entre 70 % et 20 % de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 25 ans	Entre 20 % et 7 % de chance d'être inondé au moins une fois sur un horizon de 25 ans
> 60 cm	Assiette de l'OPI	Très élevée	Élevée	Modérée
> 30 cm à 60 cm		Très élevée	Élevée	Faible
De 0 à 30 cm		Élevée	Modérée	Faible

Figure 6.1. Matrice de l'intensité de l'aléa de l'inondation en présence d'un OPI dont la municipalité n'est pas déclarée responsable en vertu de la LQE

Dans le cas d'une municipalité qui n'est pas déclarée responsable d'un OPI en vertu de la LQE, la matrice applicable au territoire situé en aval d'un OPI (côté terre) reprend l'information de la MIA de l'inondation en eau libre. Elle en diffère par l'ajout d'une zone de restriction réglementaire permettant de prendre en compte la présence même de l'ouvrage. Cette zone de restriction réglementaire s'applique donc à ce qu'on appelle *l'assiette de l'OPI*, laquelle inclut un espace d'inspection et d'entretien de part et d'autre de l'ouvrage. Il en sera question à la section 6.4.1.

6.3.2 OPI d'une municipalité déclarée responsable en vertu de la LQE

Zone de restriction réglementaire pour prendre en compte la présence de l'OPI	Zone protégée à risque résiduel
Assiette de l'OPI	Faible

Figure 6.2. Matrice applicable au cadre réglementaire associé à un OPI d'une municipalité déclarée responsable en vertu de la LQE

Dans le cas d'une municipalité déclarée responsable d'un OPI en vertu de la LQE par décret gouvernemental, la matrice applicable au territoire situé en aval d'un OPI (côté terre) diffère de la matrice présentée à la figure 6.1. Cette matrice présente une zone protégée à risque résiduel où **le choix de gouvernance qui s'applique s'aligne sur les normes d'aménagement du territoire équivalente à ce qui prévaut pour une intensité faible**, et ce, indépendamment de la profondeur d'eau. Ce choix de gouvernance considère que la présence de l'OPI a pour effet de réduire la récurrence des inondations, ce qui se traduit par un assouplissement des contraintes liées à l'aménagement du territoire.

6.4 Application sur le territoire

6.4.1 Assiette de l'OPI (incluant l'espace d'inspection et d'entretien)

La compréhension de cette section requiert de considérer les définitions des termes suivants :

- Amont : côté d'un OPI où se situe le lac ou le cours d'eau dont il vise à limiter l'expansion naturelle (côté eau);
- Aval : côté d'un OPI où se situent les personnes et les biens dont l'ouvrage doit prévenir l'inondation (côté terre);
- Pied d'un OPI : point d'intersection entre l'ouvrage de protection contre les inondations et le terrain naturel;
- Tronçon : partie de l'ouvrage dont les caractéristiques physiques et structurelles ou les caractéristiques du milieu dans lequel il se situe se distinguent de la ou des parties adjacentes;

La figure 6.3 présente les principales caractéristiques d'un OPI tel que mentionné dans le *Guide de réalisation des études de caractérisation et de performance des OPI*.

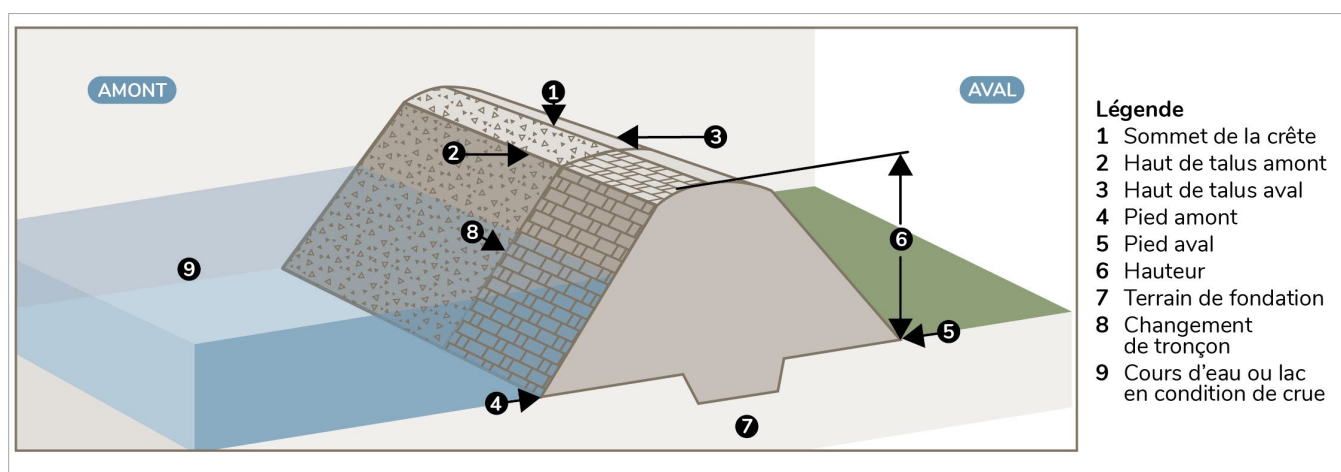


Figure 6.3 : Représentation schématique d'un OPI avec ses principales caractéristiques

Description générale

L'assiette de l'OPI doit être localisée et cartographiée avec précision sur le livrable cartographique des zones inondables. Elle marque ainsi la présence d'un OPI et elle prend la forme d'un polygone de couleur noire (voir les matrices présentées aux figures 6.1 et 6.2) qui représente la géométrie de l'ouvrage. Conformément au ROPI l'assiette de l'OPI comprend un espace d'inspection et d'entretien de 3 m de part et d'autre de l'ouvrage, calculés à partir de ses pieds. Il s'agit aussi d'une superficie où sont limitées les activités qui pourraient nuire à la sécurité de l'ouvrage.

Délimitation de l'assiette de l'OPI

La délimitation de l'assiette de l'OPI doit être réalisée par les municipalités conformément aux modalités du ROPI et présentée dans le *Guide de réalisation des études de caractérisation et de performance des OPI*. L'assiette de l'OPI peut également faire l'objet d'une segmentation et être composé de plusieurs tronçons comme l'illustre la figure 6.4.

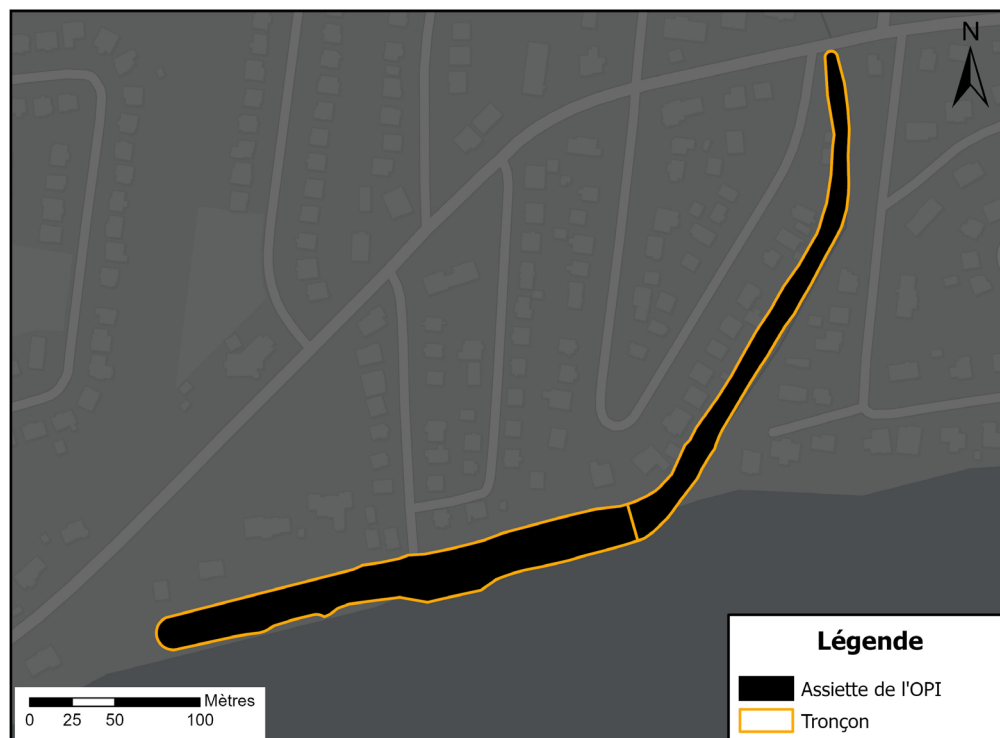


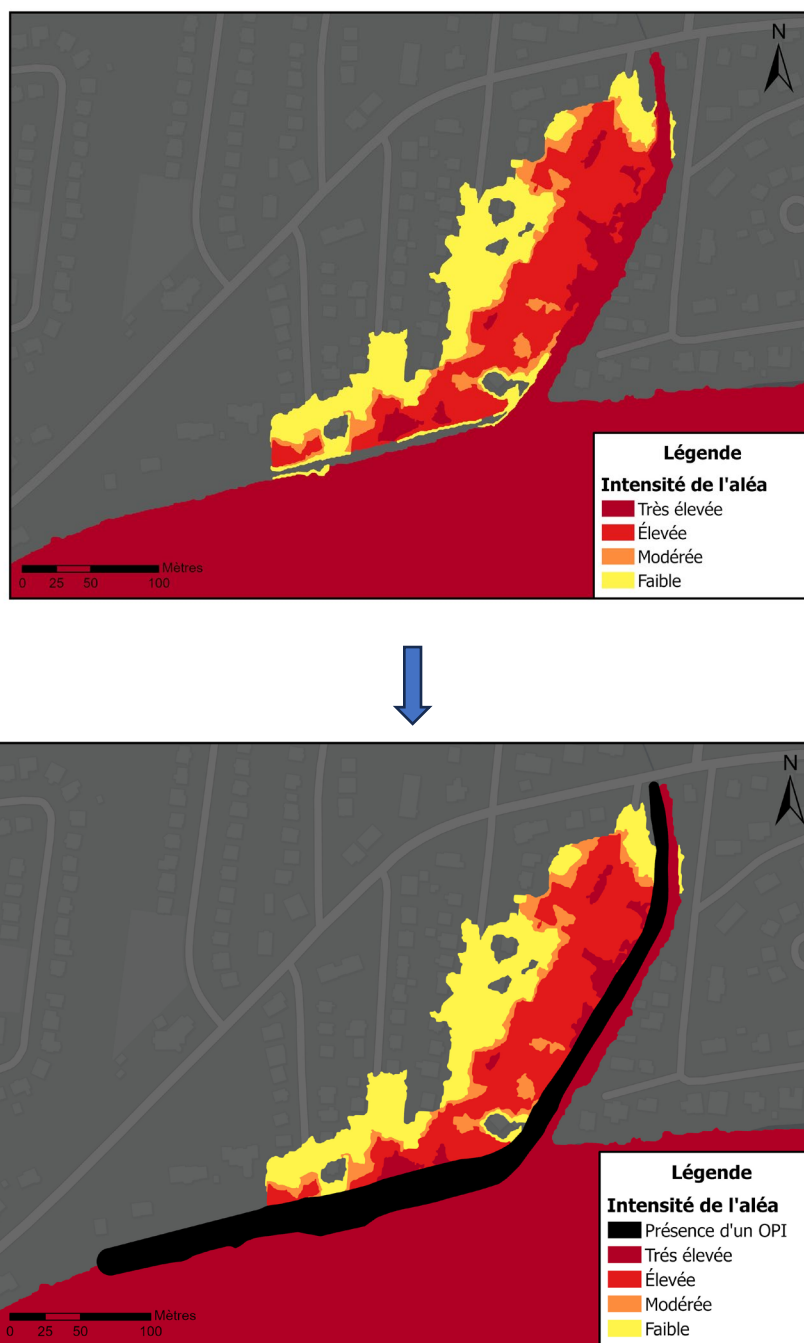
Figure 6.4 : Polygones finaux d'un OPI fictif et de ses tronçons

Obtenir l'assiette d'un OPI

Pour la réalisation de la cartographie des zones inondables et lorsqu'en présence d'un OPI, les données relatives à l'assiette peuvent être récupérées dans le registre public des OPI, lorsque celles-ci y sont disponibles. L'assiette de l'OPI peut toutefois être absente du registre si la municipalité n'a pas encore réalisé une étude de caractérisation ou de performance de l'ouvrage. Dans un tel cas, le secteur en aval de l'OPI doit d'abord être cartographié en eau libre selon les modalités énoncées au chapitre 3 et l'assiette de l'OPI pourra être ajoutée par la suite lorsqu'elle sera disponible dans le registre public.

Impact de l'assiette de l'OPI sur la cartographie de l'aléa d'inondation en eau libre

Toute la superficie de l'assiette de l'OPI doit être ajoutée à la classe applicable « Présence d'un OPI ». La figure suivante montre un exemple d'implantation de l'assiette de l'OPI sur une cartographie de zones inondables.



6.4.2 Zone protégée à risque résiduel

Définition

La zone protégée à risque résiduel (ZPRR) correspond au territoire pour lequel la probabilité d'inondation est peu fréquente en cas de crue équivalente au niveau de protection réel offert par l'ouvrage.

Description de la zone protégée à risque résiduel

La cartographie des zones inondables situées en aval d'un OPI (côté terre) se fait généralement sous le principe de transparence hydraulique défini dans la section 8.4.1 du **volet technique et scientifique**. En revanche, si une municipalité réalise une étude de performance qui démontre que l'ouvrage respecte les normes de conception et de performance prescrites par le ROPI, la cartographie des zones inondables peut prendre en compte la protection offerte par l'OPI. Dans ce cas, la municipalité doit préalablement demander au gouvernement d'être déclarée responsable de l'ouvrage par un décret gouvernemental en vertu de l'article 46.0.13 de la LQE.

Une ZPRR est alors délimitée en aval de l'OPI à laquelle sont associées les normes d'aménagement de la classe d'intensité faible. Malgré la présence d'un OPI, un risque résiduel demeure toujours présent et la ZPRR permet de délimiter les secteurs exposés et vulnérables advenant un événement, tel qu'une surverse, un contournement ou une défaillance de l'ouvrage. La ZPRR ne peut être effective que lorsque la cartographie des ZI d'un secteur donné est approuvée par le ministre et mise à jour au moyen d'un avis à la Gazette officielle du Québec. Pour cette raison, le MELCCFP, ou son mandataire ou un délégataire choisi, est responsable de déterminer les frontières du polygone de la ZPRR.

Exigences minimales applicables à la délimitation de la ZPRR

Pour délimiter une ZPRR, les exigences minimales suivantes doivent être respectées :

- Le polygone de la ZPRR doit être délimité en prenant en considération le niveau de protection réel déterminé par un ingénieur dans le cadre d'une étude de performance de l'OPI;
- Il existe une seule ZPRR pour chaque OPI. Toutefois, la ZPRR d'un OPI peut être composée de plusieurs secteurs distincts qui, le cas échéant, forment une seule entité. Ainsi, dans le cas d'un OPI qui protège deux secteurs qui ne sont pas hydrauliquement connectés entre eux, ces secteurs doivent être intégrés dans un seul et même polygone de type multipolygones.

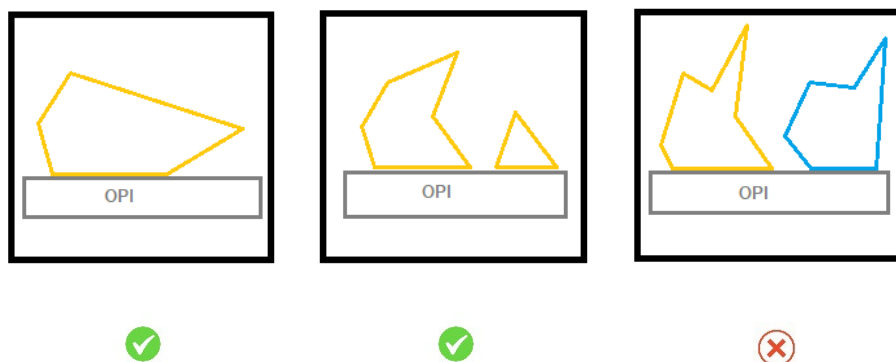


Figure 6.6 : Exemples de polygones qui représentent un ou plusieurs secteurs associés à une même ZPRR

- Puisqu'il doit se superposer à la cartographie des zones inondables en eau libre, le polygone de la ZPRR est englobant et ne présente aucune discontinuité à l'intérieur de celui-ci.



Figure 6.7 : Exemples d'un polygone continu et discontinu associés à une ZPRR

- Une portion de territoire ne peut être situé à la fois sur l'assiette de l'OPI et dans la ZPRR. Par conséquent, le polygone de la ZPRR ne se superpose pas au polygone de l'assiette de l'OPI.

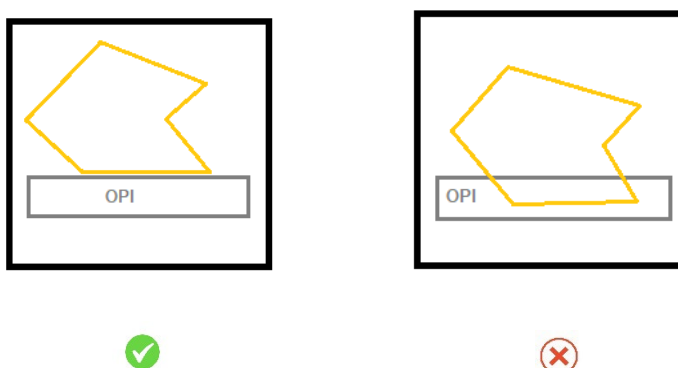


Figure 6.8 : Exemples d'un polygone contigu et superposé à l'assiette d'un OPI associés à une ZPRR

- Le polygone de la ZPRR doit partager au moins un segment de frontière limitrophe avec l'assiette de l'OPI afin de s'assurer qu'il y ait une connexion entre l'assiette de l'OPI et la ZPRR.

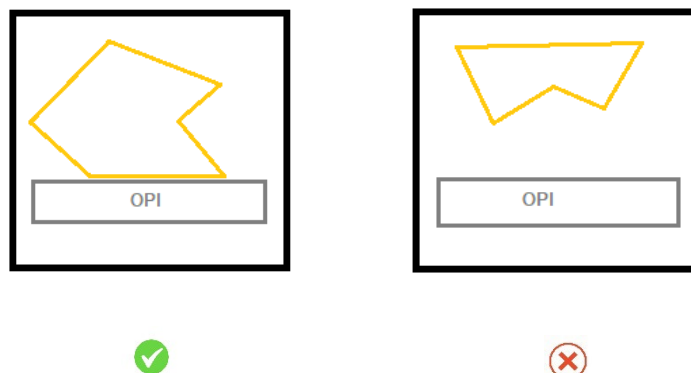


Figure 6.9 : Exemples d'un polygone associé à une ZPRR connecté et non-connecté à l'assiette d'un OPI

Méthode recommandée pour la délimitation de la ZPRR

Cette section propose une méthode simple pour délimiter la ZPRR au moyen d'une projection horizontale de la cote d'élévation associée au niveau de protection réel de l'ouvrage. Le MELCCFP, ou son mandataire ou un délégataire choisi responsable de la cartographie, peut néanmoins choisir une autre méthode s'il juge qu'elle se prête mieux à la situation. Dans un tel cas, l'étude doit préciser les raisons qui le justifie, de même que décrire en quoi consiste la méthode retenue. Dans tous les cas, les exigences minimales liées à la ZPRR doivent être respectées.

Étape 1 : Établir la cote d'élévation associée au niveau de protection réel

Lors de la réalisation d'une étude de performance d'un OPI, un ingénieur doit établir le niveau de protection réel de l'ouvrage. À ce titre, le ROPI indique qu'un OPI doit minimalement protéger un secteur contre une crue ou un événement de récurrence centennale, et ce, dans un contexte de changements climatiques (récurrence PAD 1 % ou 1 : 100 ans en climat futur). Par conséquent, la cote d'élévation retenue pour délimiter le ZPRR ne peut en aucun cas être inférieure à l'élévation de cette crue.

Étape 2 : Simuler la ZPRR sur la base du modèle numérique de terrain

Pour avoir un aperçu de la ZPRR, une première simulation peut être réalisée à partir de données matricielles, par exemple avec un modèle numérique de terrain (MNT) qui permet de projeter sur le territoire en aval de l'ouvrage la cote d'élévation du niveau de protection réel de l'OPI. La résolution minimale du MNT devrait être de 4 m et il est suggéré de privilégier un MNT dont la résolution est de 1 m ou moins lorsque celui-ci est disponible, en particulier si la largeur de l'assiette de l'OPI est de faible envergure, par exemple lorsque l'OPI est constitué d'un mur de protection. De plus, le MNT doit être le plus récent possible pour tenir compte des dernières modifications au relief du territoire.

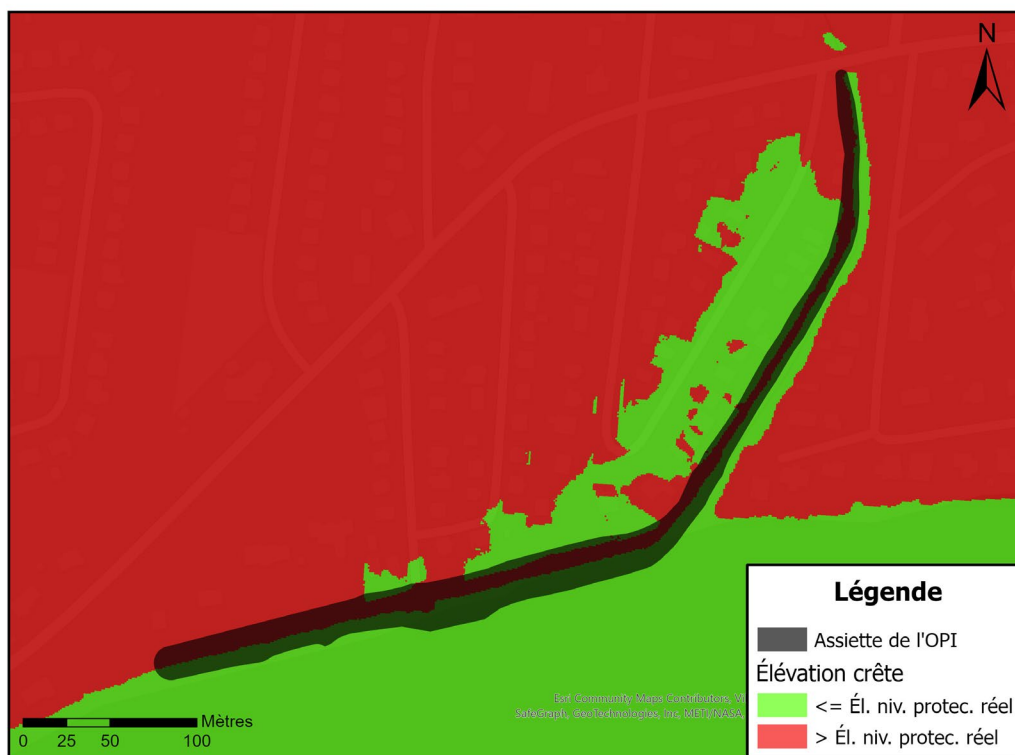


Figure 6.10 : Aperçu de la zone protégée à risque résiduel basée sur un modèle numérique de terrain. Source : MELCCFP

Dans l'exemple ci-dessus, la ZPRR est composée de deux secteurs distincts pour lesquels il est possible de déterminer un polygone puisque l'élévation correspondant au niveau de protection réel croise le polygone associé à l'ouvrage en au moins deux endroits. Pour former un polygone englobant et sans discontinuité, les secteurs dont l'élévation est supérieure à celle correspondant au niveau de protection réel de l'ouvrage (en rouge) doivent être inclus dans la ZPRR.

Étape 3 : Générer des courbes de niveau

Une fois qu'il est déterminé que l'élévation correspondant au niveau de protection réel de l'ouvrage permet de délimiter une ZPRR, il reste à esquisser concrètement le polygone de celle-ci sous format vectoriel. Pour ce faire, il est proposé de générer des courbes de niveau à partir du MNT à tous les 5 cm ou 10 cm et de ne conserver que celles significatives, soit celles d'une longueur de 50 m ou plus. La courbe de niveau correspondant à l'élévation du niveau de protection réel de l'OPI est sélectionnée pour délimiter les frontières de la ZPRR.

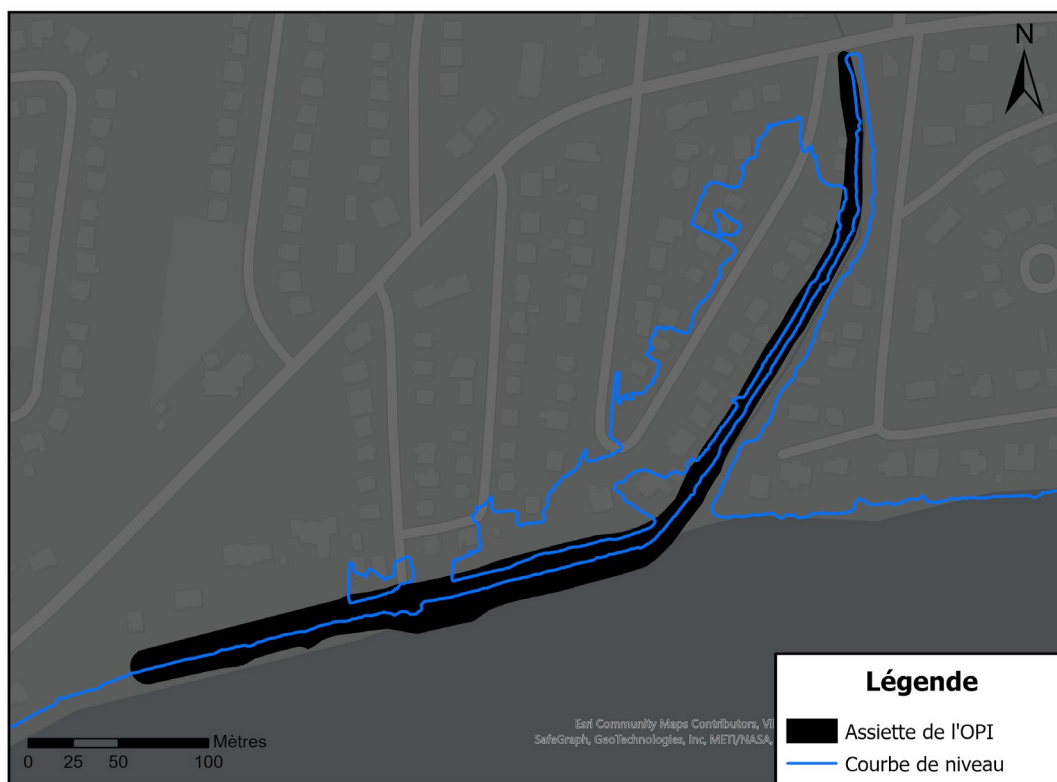


Figure 6.11 : Courbes de niveau associées au niveau de protection réel de l'OPI. Source : MELCCFP

Étape 4 : Délimiter le polygone de la ZPRR

Le polygone est délimité en suivant la courbe de niveau correspondant à l'élévation du niveau de protection réel, et ce, jusqu'aux points d'intersection de celle-ci avec le côté aval de l'assiette de l'OPI. Par la suite, il est important de suivre la ligne du côté aval du polygone de l'assiette de l'OPI pour relier les points d'intersection entre eux et compléter le polygone. En présence de plus de deux points d'intersection, les points les plus éloignés les uns des autres doivent être utilisés. En présence de secteurs distincts et non connectés, ceux-ci doivent être combinés dans un seul polygone pour respecter les exigences minimales de la ZPRR.



Figure 6.12 : Exemple de polygone d'une ZPRR. Source : MELCCFP

Cas particulier : Délimitation de la ZPRR en bordure de rivière

L'exemple présenté précédemment est celui d'un OPI dont la cote d'élévation associée à la crue PAD de 1 % ou 1 : 100 ans en climat futur est stable sur l'ensemble de l'OPI. En présence d'un OPI situé en bordure d'un cours d'eau avec un plus fort dénivelé, il est possible d'avoir des variations d'élévation du terrain naturel prononcées en raison du profil descendant du cours d'eau. Dans un tel cas, la ZPRR doit être établie sur la base du profil longitudinal de l'élévation associé au niveau de protection réel. La figure suivante donne un exemple fictif d'un tel profil.

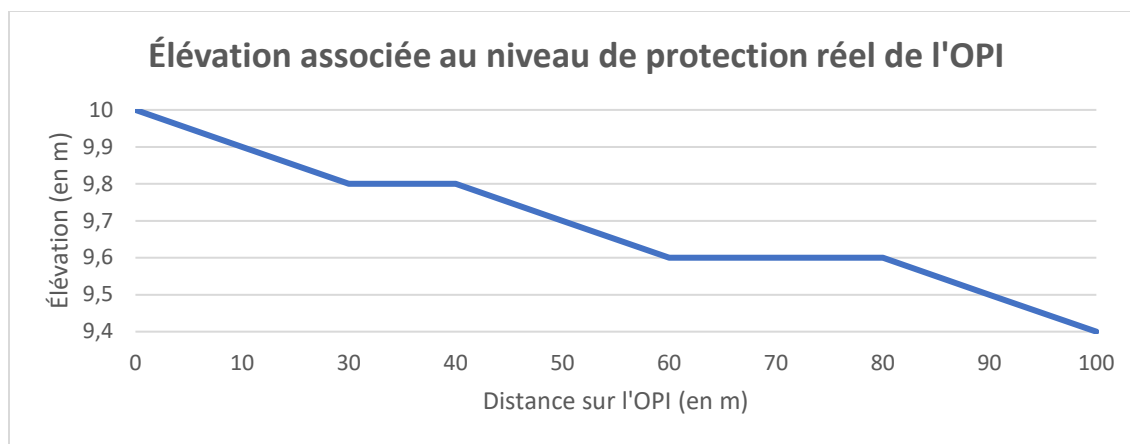


Figure 6.13 : Exemple fictif d'un profil longitudinal de l'élévation associé au niveau de protection réel de l'OPI.

Cas particulier où il est impossible de définir le polygone de la ZPRR sur la base de la méthode proposée

Bien que la méthode proposée fonctionne dans la majorité des situations, il se peut néanmoins qu'il soit difficile de former le polygone d'une ZPRR pour certains OPI en raison de la topographie derrière l'ouvrage. Ce pourrait être le cas si la courbe de niveau correspondant à la cote d'élévation du niveau de protection réel ne croise jamais ou qu'à un seul endroit le polygone de l'assiette de l'ouvrage. Dans un tel cas, le responsable de la cartographie des zones inondables doit déterminer une alternative appropriée pour délimiter la ZPRR en fonction des informations dont il dispose. Dans tous les cas, le polygone résultant doit respecter les exigences minimales de la ZPRR.

Impact de la ZPRR sur la cartographie de l'aléa d'inondation en eau libre

Toutes les superficies en zones inondables au sein de la ZPRR correspondent aux normes d'aménagement de la classe d'intensité « Faible ».

À noter que, lors de la réalisation de la délimitation des zones inondables, les superficies hors ZI (p. ex., îlot d'altitude supérieure à une cote donnée par une inondation de récurrence PAD de 0,3 % ou 1 : 350 ans en climat futur) qui sont situées dans une ZPRR ne sont associées à aucune classe. Les contraintes associées aux ZI ne sont donc pas applicables à ces secteurs de la ZPRR.

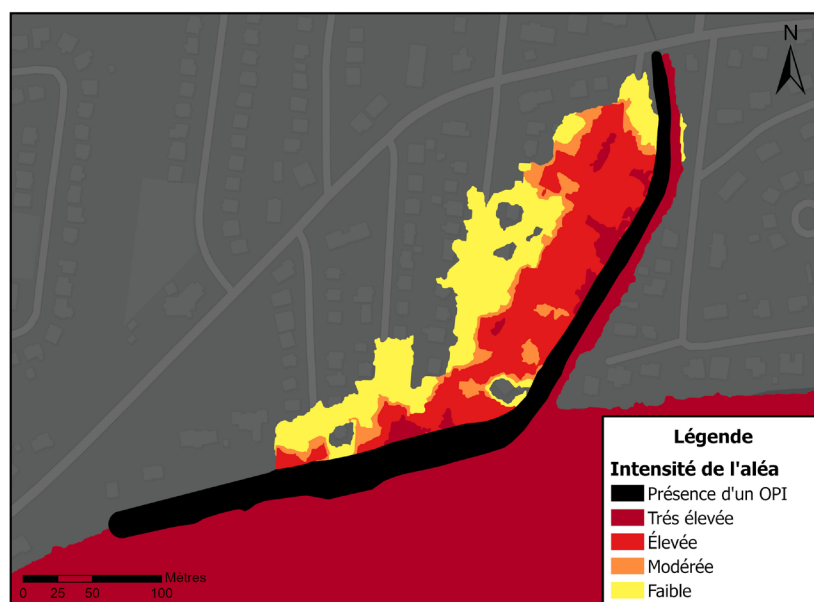


Figure 6.14 : Exemple d'une cartographie des zones inondables en présence d'un OPI en appliquant le principe de la transparence hydraulique

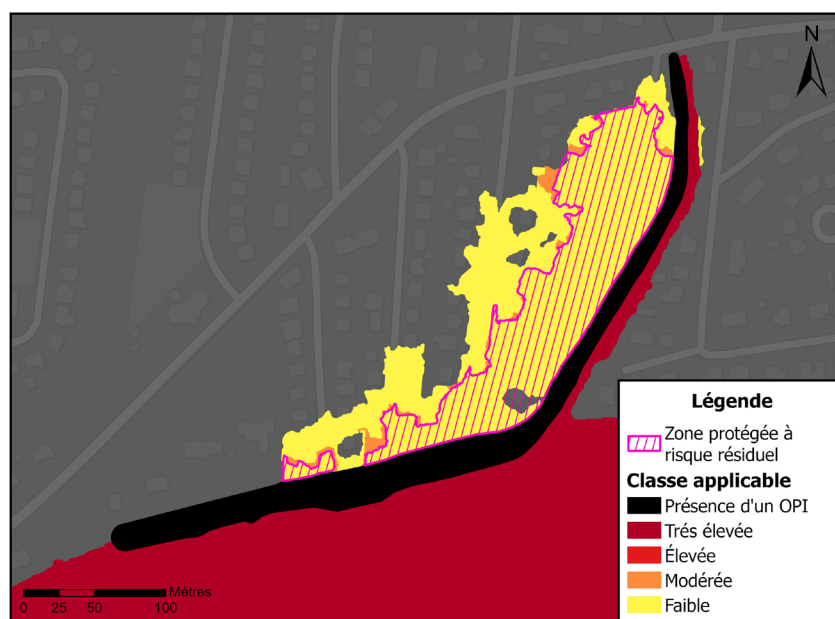


Figure 6.15 : Exemple de l'impact d'une ZPRR sur la cartographie des zones inondables. Source : MELCCFP

Par souci de cohérence et considérant que la seule classe applicable au sein d'une ZPRR est « Faible », des ajustements à la classe d'intensité applicable sont possibles pour les superficies derrière l'ouvrage, au-delà de la ZPRR, et qui auraient une valeur de classe d'intensité applicable autre que « Faible ». Ce travail peut être considéré comme un lissage « de convenance ». La figure 6.16 présente un exemple d'un tel lissage qui permet de retrancher des secteurs d'inondation peu fréquente de la classe modérée et les remplacer par une classe faible.

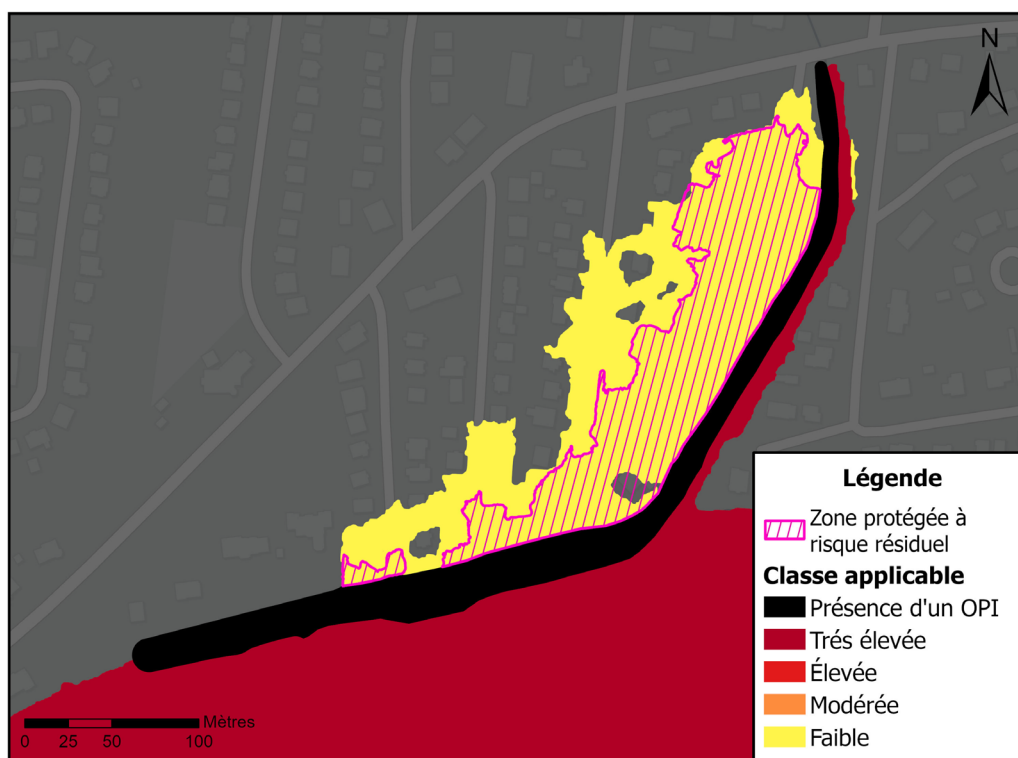


Figure 6.16 : Exemple d'un ajustement aux superficies en zones inondables en aval d'un OPI et hors ZPRR.
Source : MELCCFP

7. Matrice d'intensité de l'aléa mobilité

7.1 Objectif et résultats attendus

Ce chapitre décrit les étapes nécessaires à la réalisation d'un livrable cartographique de la mobilité par une approche hydrogéomorphologique. La présente section complète la description de la méthodologie scientifique présentée au chapitre 10 du **volet technique et scientifique** du guide. La couche résultante d'information géospatiale de mobilité sera autoportante, en ce sens qu'elle pourra être intégrée à la cartographie de l'intensité des aléas fluviaux sur la plateforme gouvernementale prévue à cet effet, seule ou en combinaison avec les aléas d'inondation, ce qui sera traité au chapitre 9. Ainsi, si une cartographie des ZI pour un secteur était prête en premier, la cartographie des ZM pourrait y être intégrée par la suite, mais sans attendre la réanalyse de détermination des ZI et ZM prévue à l'article 46.0.2.3 de la LQE.

7.2 Caractéristiques de la MIA – Mobilité

L'hydrogéomorphologie est une approche interdisciplinaire à la jonction entre l'hydrologie et la géomorphologie. Cette science analyse la dynamique du cours d'eau à l'échelle du bassin versant et s'intéresse à l'espace fluvial ainsi qu'à son évolution dans le temps. Dans un contexte d'aménagement du territoire, les mouvements horizontaux, longitudinaux et verticaux du cours d'eau se produisant dans un espace temporel à court terme (environ 50 ans) et à plus long terme (100 ans et plus) viendront ainsi façonner la MIA de la mobilité et la cartographie des ZM résultante. Soulignons que certaines municipalités ou MRC ont déjà adopté des cartographies de zones de mobilité dans leur schéma d'aménagement et de développement au cours des dernières années. La transition entre les cartographies existantes de l'aléa mobilité vers de nouvelles cartographies basées sur la méthodologie du présent guide sera discutée au chapitre 10.

7.3 Présentation de la MIA – Mobilité

La MIA mobilité présentée à la figure suivante définit deux classes d'intensité : la zone de mobilité court terme et la zone de mobilité long terme. Contrairement à la MIA de l'inondation en eau libre, le paramètre de profondeur d'eau n'est pas considéré.

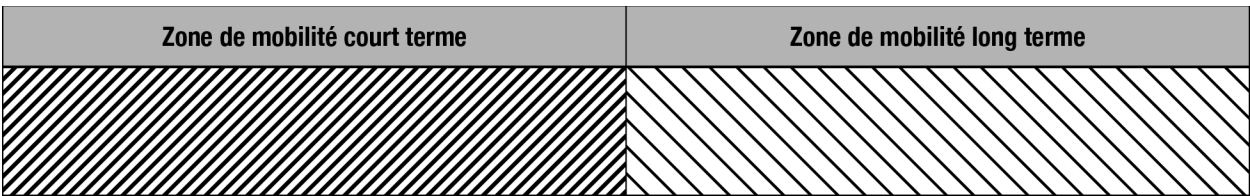


Figure 7.1 . Matrice de l'intensité de l'aléa pour la mobilité

7.4 Application sur le territoire

7.4.1 Mobilité court terme

À l'échelle géomorphologique, les processus responsables de la mobilité des cours d'eau peuvent s'échelonner sur plusieurs dizaines, voire centaines d'années. L'échelle temporelle d'analyse et de détermination de la mobilité court terme fait plutôt référence à l'aménagement du territoire. La mobilité court terme correspond aux zones prédisposées à l'érosion ou aux avulsions dans un horizon de 50 ans. Comme mentionné dans le chapitre 10 du **volet technique et scientifique** du guide, la zone de mobilité court terme correspond essentiellement à l'espace de mobilité M50, tel que présenté par Biron et ses collaborateurs (2014). Elle s'en distingue légèrement quant à la façon dont les ouvrages de stabilisation et les cônes alluviaux sont intégrés ainsi que par l'ajout d'une marge de sécurité annualisée qui tient compte de l'incertitude liée au géoréférencement. Cette étape d'analyses s'effectue seulement sur les tronçons homogènes déterminés préalablement comme mobiles. Lorsque les tronçons sont définis comme fortement dynamiques, le corridor d'amplitude des méandres, incluant la marge latérale de sécurité, est considéré comme une zone de mobilité court terme.

Tous les éléments suivants doivent être combinés afin de produire la zone de mobilité court terme :

- Le chenal plein bord récent à partir duquel les projections ont été effectuées;
- Les taux de migration latérale historiques projetés sur 50 ans incluant la marge de sécurité annualisée ou la zone définie par le corridor d'amplitude des méandres;
- Les zones derrière les ouvrages de stabilisation repérés;
- Les secteurs à fort potentiel d'avulsion, tels que les recoupements de méandres en cours;
- Les unités de paysage (cônes alluviaux et deltas).

Par la suite, une analyse visuelle des résultats doit être effectuée pour s'assurer qu'il n'y a pas d'aberrations ou d'erreurs. Les dépôts non érodables (p. ex., terrasse, limite de la vallée) doivent être soustraits et les méandres abandonnés situés dans la plaine alluviale actuelle doivent être inclus dans la zone de mobilité court terme, car ils constituent des chemins préférentiels pour l'eau.

Au besoin, les méthodes de lissage et de généralisation présentées à la section 8.2, qui porte sur les éléments cartographiques, peuvent être appliquées à la zone de mobilité court terme.

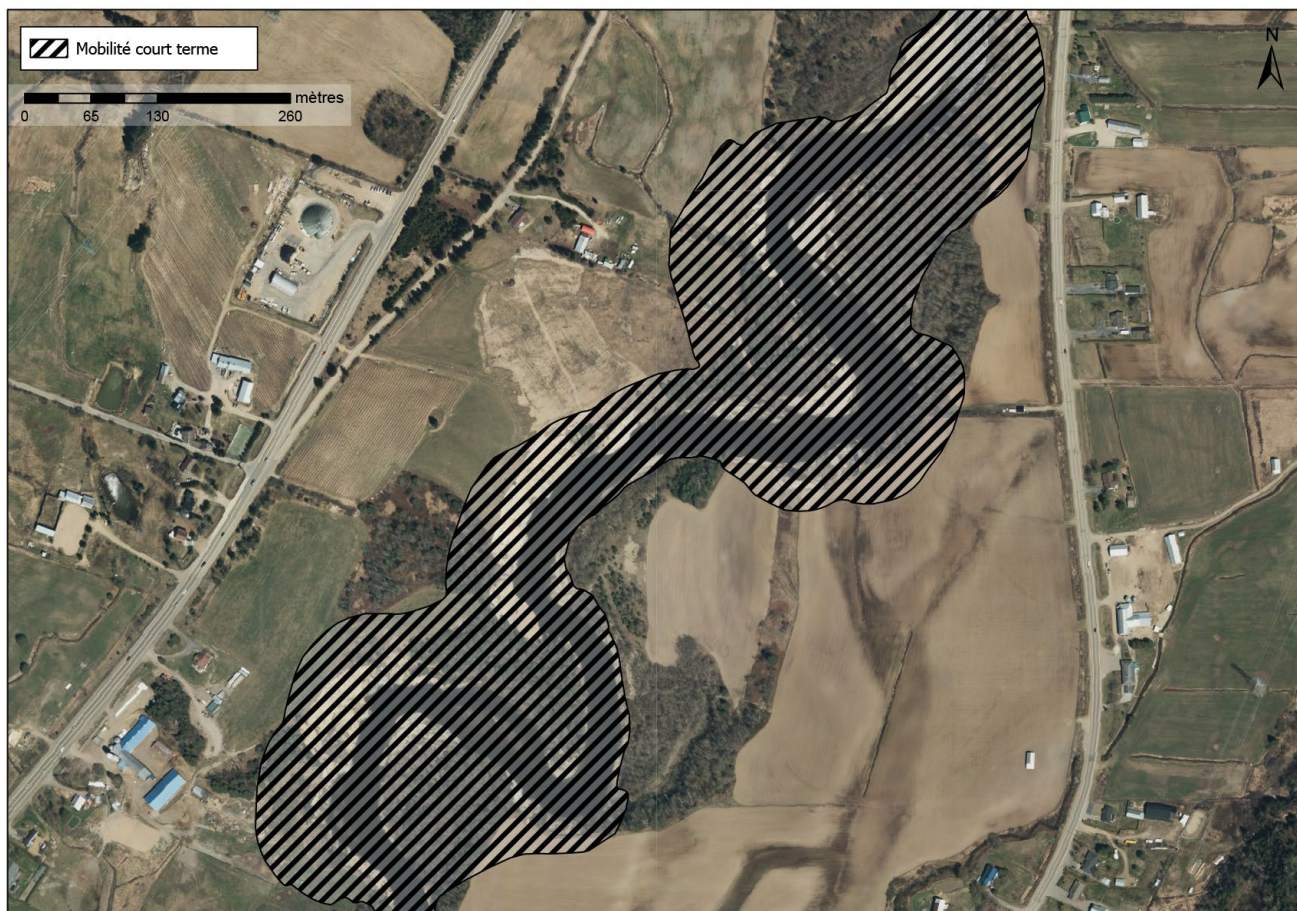


Figure 7.2. Exemple fictif de cartographie d'une zone de mobilité court terme

7.4.2 Mobilité long terme

La mobilité long terme correspond à la zone de mobilité maximale dans laquelle le cours d'eau peut migrer sur un horizon de cent ans et plus (≥ 100 ans). Le choix de la méthode utilisée afin de déterminer la zone de mobilité long terme est laissé à l'utilisateur. Il est cependant exigé de déterminer **minimalement le corridor d'amplitude des méandres à laquelle est ajoutée une marge de sécurité latérale**. Cette zone correspond essentiellement au M_{plaine} , comme présenté par Biron et ses collaborateurs (2014). La zone de mobilité long terme est aussi utilisée dans le cas de tronçons fortement dynamiques et remplace la limite extérieure de la mobilité court terme (voir le **volet technique et scientifique**).

Ces étapes doivent être réalisées afin de produire la zone de mobilité long terme :

- L'axe principal des méandres est tracé à partir de la ligne centrale du chenal plein bord en passant par le point d'inflexion entre chaque méandre;
- La largeur du corridor est mesurée perpendiculairement à l'axe principal des méandres;
- La largeur du corridor englobe toutes les boucles de méandre ainsi que les projections sur 50 ans;
- Les dépôts non érodables sont retirés;

- Les méandres abandonnés situés dans la plaine alluviale actuelle sont inclus;
- La zone est ajustée lorsqu'elle rencontre une limite de la vallée;
- La marge de sécurité latérale est ajoutée en totalité des deux côtés du corridor d'amplitude des méandres.

Le corridor d'amplitude des méandres est obtenu à partir des orthophotographies aériennes les plus récentes possibles du tronçon homogène jugé mobile. Il correspond à l'espace requis pour la conservation de l'ensemble des processus fluviaux dans la plaine alluviale et où la rivière peut potentiellement migrer à long terme (≥ 100 ans). Le corridor inclut le chenal et la plaine adjacente.

Une correction du corridor d'amplitude des méandres doit être effectuée afin de retirer les zones situées dans des dépôts non érodables et d'inclure les méandres abandonnés situés dans la plaine alluviale actuelle. Lorsque la zone de mobilité long terme s'étend au-delà des limites de la vallée, celle-ci doit être ajustée.

Lorsque toutes les étapes précédentes sont complétées, la marge de sécurité latérale doit être ajoutée de part et d'autre de la zone de mobilité long terme finale.

Au besoin, les méthodes de lissage et de généralisation présentées à la section 8.2, qui porte sur les éléments cartographiques, peuvent être appliquées à la zone de mobilité long terme.

Il est à noter que lors de la remise des polygones définitifs destinés à la carte réglementaire, les ZM court terme et long terme ne doivent pas se superposer. La ZM court terme devra être soustraite du polygone de la ZM long terme afin d'éviter toute ambiguïté d'interprétation.



Figure 7.3. Exemple fictif d'une cartographie des zones de mobilité court terme et long terme

8. Éléments géomatiques et cartographiques

8.1 Objectif et résultats attendus

Ce chapitre décrit l'ensemble des procédures géomatiques nécessaires à la production des cartes de zones inondables et de mobilité.

La dernière section du présent chapitre introduit la composante d'objectifs de protection pour l'aléa inondation en eau libre et pour l'aléa d'inondation par embâcle de glace. Les objectifs de protection sont prévus à la réglementation et visent à repenser l'adaptation des bâtiments en fonction de la vulnérabilité existante ou projetée.

8.2 Éléments cartographiques

8.2.1 Nettoyage des éléments sans connectivité hydraulique

Les polygones qui se retrouvent sans connectivité hydraulique, comme représentés et entourés de rouge à la figure 8.1 (à gauche), doivent être nettoyés. La non-connectivité hydraulique s'établit sur la base des discontinuités des éléments polygonaux de la représentation cartographique où l'eau ne peut cheminer et est bloquée en raison des caractéristiques morphologiques du territoire.

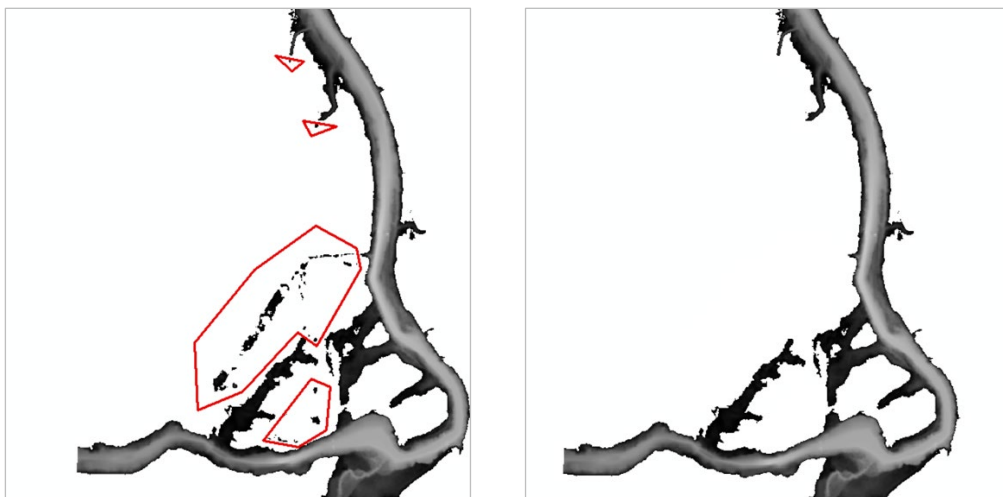


Figure 8.1. Exemple fictif de polygones sans connectivité hydraulique (à gauche) et de polygones ayant été nettoyés (à droite)

8.2.2 Traitement des îlots

EM 8.1	Exigence minimale
Traitement des îlots	Le mandataire ou le délégataire devra éliminer les îlots et remplir les trous de moins de 100 m ² des zones inondables.

La procédure pour combler les trous (pixels sans valeur, enclavés dans une zone inondable) et éliminer les îlots (pixels inondables isolés) sera de la responsabilité du professionnel en géomatique du mandataire ou du délégataire. Le morcellement est un obstacle à une lecture efficace de la zone inondable et à son application dans l'aménagement du territoire. L'objectif de la procédure de simplification des formats matriciels est de consolider la cartographie des ZI pour faciliter la lecture et la manipulation de cette information sans toutefois trop en modifier les contours. Le choix de la méthodologie ne sera pas imposé par le MELCCFP. Cependant, il est minimalement exigé que les îlots de 100 m² et moins soient éliminés (figure 8.2) et que les trous de 100 m² soient comblés en leur attribuant une valeur de profondeur minimale permettant qu'il soit associé à la classe de profondeur d'eau de 0 à 30 cm (figure 8.3) pour les matrices de profondeurs et pour les matrices d'élévations en leur attribuant une valeur d'élévation issue d'une interpolation (IDW).

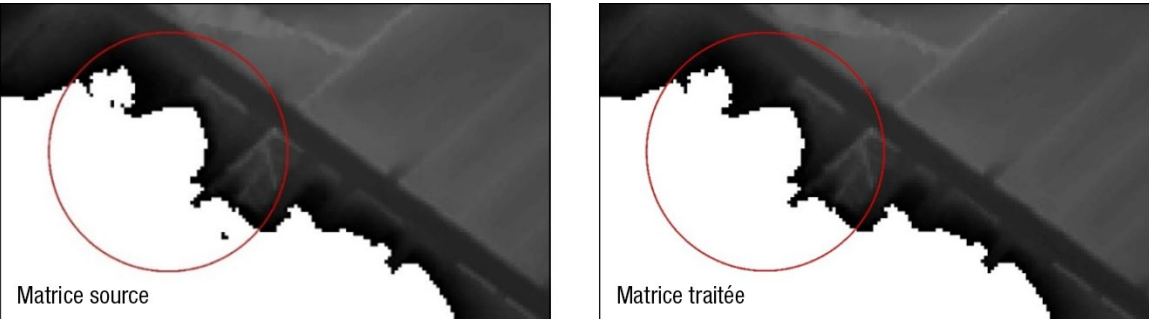


Figure 8.2. Exemple d'élimination des zones résiduelles isolées extérieures d'une superficie inférieure à 100 m²

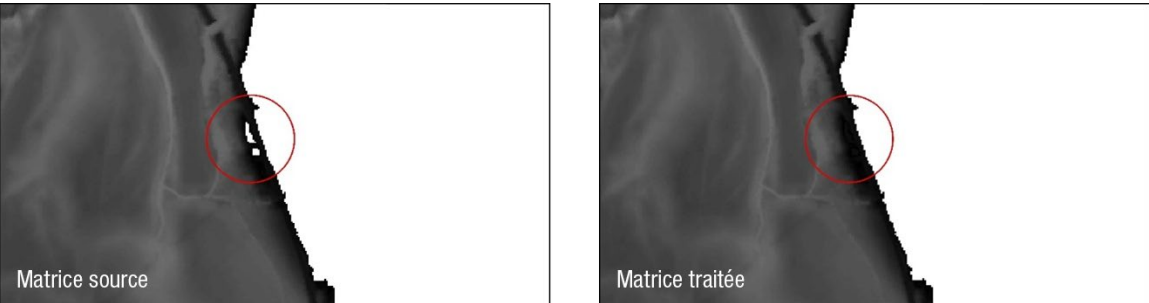


Figure 8.3. Exemple de remplissage des trous d'une superficie inférieure à 100 m²

8.2.3 Généralisation des données vectorielles

EM 8.2	Exigence minimale
Généralisation des données vectorielles	Le mandataire ou le délégataire devra généraliser les résultats, et ce, pour chacun des polygones.

L'objectif de cette procédure de généralisation est de simplifier et de lisser les formes géométriques complexes des polygones pour mieux représenter la réalité du terrain. Le choix de la méthodologie est laissé au mandataire ou au délégataire. Les formats attendus pour les données vectorielles sont des fichiers de forme (.shp), des classes d'entités stockées dans une géodatabase (.gdb), ou de géopackages (.gpkg). L'exercice de passer d'une cartographie pixelisée (non lissée) à une cartographie lissée est présenté à la figure 8.4.

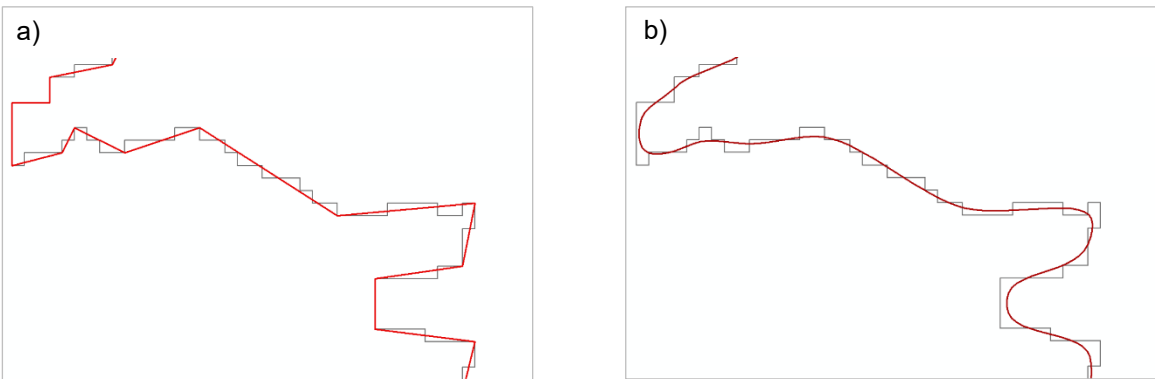


Figure 8.4. a) Exemple de simplification effectuée sur un polygone de résolution d'un mètre à l'aide de l'algorithme POINT_REMOVE d'ArcGIS©. Une tolérance de 1 m a été spécifiée; b) Exemple de lissage effectué sur un polygone de résolution d'un mètre à l'aide de l'algorithme PEAK d'ArcGIS©. Une tolérance de 6 m a été spécifiée. Il est à noter que, plus la tolérance est basse, plus les formes sont angulaires.

8.2.4 Traitement des jointures entre les modèles d'effort cartographique différent

Une attention particulière doit être portée aux secteurs où différents modèles hydrodynamiques se rencontrent dans l'objectif d'éviter les discontinuités cartographiques, notamment au passage d'une modélisation à effort cartographique majeur à celle d'un effort cartographique modéré.

Il est conseillé d'avoir une zone de recouvrement entre les deux modélisations. La jointure doit se faire entre les deux modèles en privilégiant la partie haute résolution. Elle doit être localisée à l'endroit où les deux modèles convergent le mieux.

8.3 Objectifs de protection

L'accroissement de la sécurité des personnes et de la protection des biens face aux inondations et à la mobilité des cours d'eau peut être réalisé à différentes échelles, que ce soit au niveau d'un quartier ou d'un bâtiment, d'une

infrastructure ou d'un équipement. L'atteinte d'une plus grande résilience de la population québécoise, dans un contexte de changements climatiques, passe par la mise en place de nouvelles façons de faire.

Basé sur une approche de gestion des risques et des impacts sur l'environnement, le régime du cadre réglementaire permanent considère la vulnérabilité existante ou projetée en priorisant les personnes et les biens. Selon certaines activités ou certains travaux, un niveau de protection est recherché en fonction de l'objet à protéger. Les mesures retenues seront composées de trois objectifs de protection : maximum, moyen et minimum.

Ces objectifs s'appliqueront en utilisant comme point de référence la cote de crue de récurrence 1 : 350 ans (ou PAD de 0,3 %) pour les nouvelles cartographies des zones inondables et la cote de crue de récurrence 1 : 100 ans (ou PAD de 1 %) pour les cartes de zones inondables existantes (voir le chapitre 10), cote à laquelle s'additionnerait une hauteur supplémentaire appelée « revanche de protection », selon le niveau de protection visé. Les objectifs de protection applicables dans le cas d'une inondation par embâcle de glace, comportent certaines spécificités selon les données disponibles.

8.3.1 Objectifs de protection pour la zone inondable en eau libre

Tableau 8.1 : Objectifs de protection pour la zone inondable en eau libre

Objectif de protection maximum	Objectif de protection moyen	Objectif de protection minimum
Les travaux visant une infrastructure, un bâtiment, un ouvrage ou un équipement doivent se situer au moins à 40 cm au-dessus de la cote de crue de récurrence PAD de 0,3% (1 : 350 ans).	Les travaux visant une infrastructure, un bâtiment, un ouvrage ou un équipement doivent se situer au moins à 20 cm au-dessus de la cote de crue de récurrence PAD de 0,3% (1 : 350 ans).	Les travaux visant une infrastructure, un bâtiment, un ouvrage ou un équipement doivent se situer au-dessus de la cote de crue de récurrence PAD de 0,3% (1 : 350 ans).

EM 8.3	Exigence minimale
Ajout des objectifs de protection	Le mandataire ou le délégataire devra intégrer les objectifs de protection au référentiel des données de la cartographie des ZI en eau libre lorsque disponible.

Pour les objectifs de protection, l'obtention des élévations du niveau d'eau correspondant à la borne supérieure du segment fréquentiel 0-350 ans est nécessaire.

Dans cette optique, le MELCCFP propose une méthodologie pour subdiviser les polygones de l'intensité de l'aléa d'inondation en eau libre afin d'obtenir la valeur numérique de l'élévation (en mètre) du niveau de sécurité à appliquer au besoin à une activité ou à des travaux.

Cette méthodologie se réalise en trois étapes :

Étape 1. Prolonger le segment fréquentiel 0-350 ans à ses bordures de quelques mètres, avec une interpolation IDW (pondération inverse à la distance) des valeurs d'élévation. Le but est de couvrir entièrement la cartographie de l'intensité de l'aléa d'inondation en eau libre.

Dans l'exemple présenté à la figure 8.5, le format matriciel original est élargi de l'équivalent de quelques mètres. Un nettoyage des îlots de moins de 100 m² doit aussi être réalisé comme décrit à la section 8.2.2.

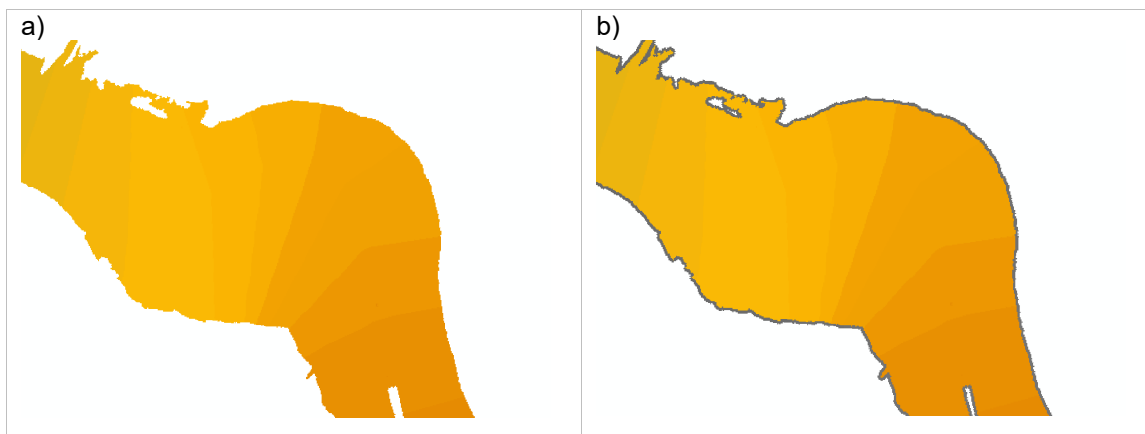


Figure 8.5. a) Exemple de format matriciel d'élévation;
b) Exemple de format matriciel élargi avec la bordure en gris par rapport à la matrice originale

Étape 2. Convertir le format matriciel présenté dans la figure 8.5 b) en polygones. Avant la conversion du format matriciel, les valeurs d'élévation prolongées sont arrondies au dixième de mètre supérieur et multipliées par 10 pour obtenir des valeurs entières. Le nouveau format matriciel est converti en polygones et simplifié; un champ d'élévation correspondant aux valeurs du format matriciel divisées par 10 est ainsi ajouté pour obtenir des valeurs de protection en mètre.

À la figure 8.6, les polygones de moins de 100 m² sont fusionnés au polygone adjacent avec la plus longue frontière, comme décrit à la section 8.2.2.

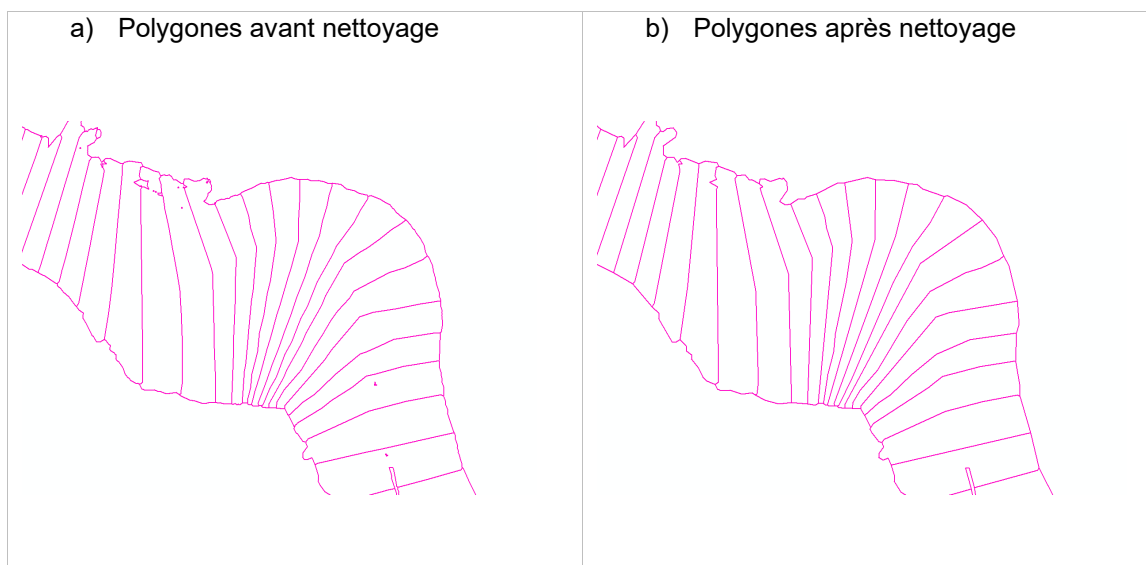


Figure 8.6. a) Polygones présentant les classes d'élévation arrondies au dixième de mètre avant nettoyage;
b) Polygones présentant les classes d'élévation arrondies au dixième de mètre après nettoyage

Les polygones nettoyés sont présentés à la figure 8.6 b) et contiennent la valeur numérique de l'élévation en mètre de l'objectif de protection minimum à appliquer à la cartographie de l'aléa de l'inondation en eau libre. En découle le *tableau 8.2*, qui présente un exemple de la table attributaire associée.

Tableau 8.2 : Exemple de table attributaire des polygones contenant l'objectif de protection minimum

Forme	Objectif de protection minimum (m)
Polygone 1	215,3
Polygone 2	215,4
Polygone 3	215,6
Polygone 4	215,6
Polygone 5	215,5
Polygone 6	215,8

Étape 3. Associer les polygones obtenus présentés à la figure 8.6 b) à la cartographie de l'inondation en eau libre.

La figure 8.7 présente les polygones de contour rouge contenant les élévations et la cartographie des ZI en eau libre.

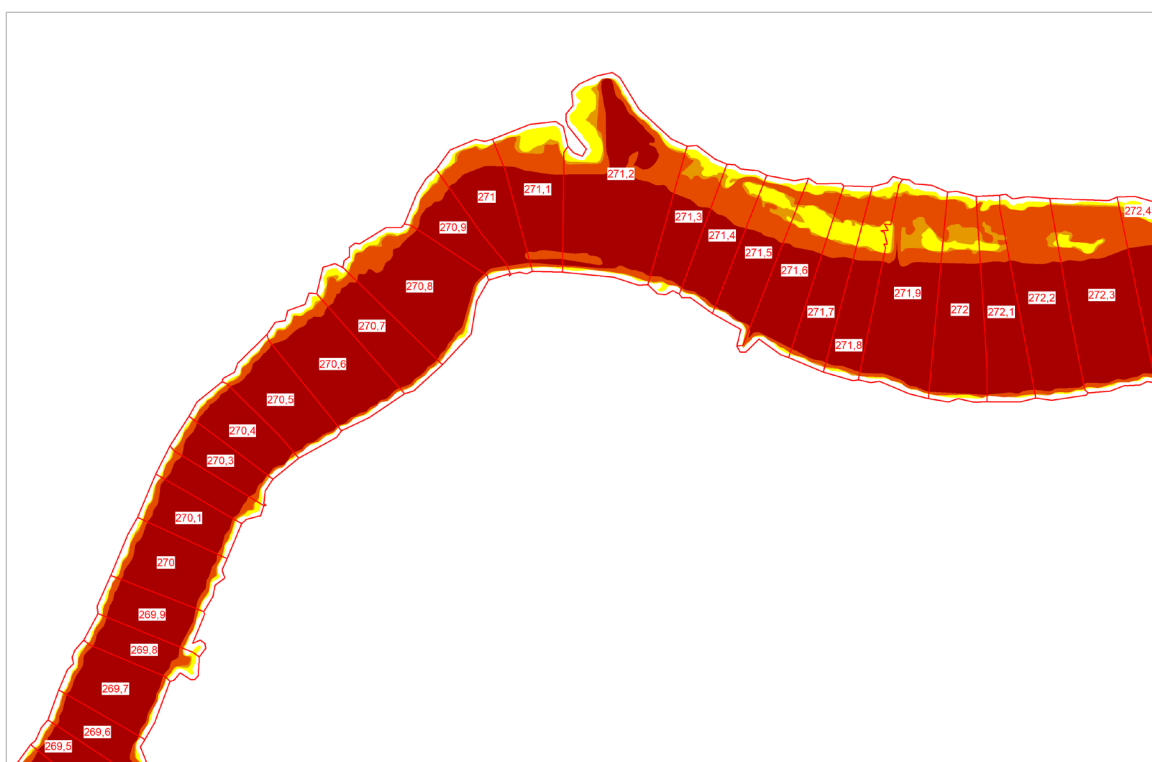


Figure 8.7. Polygone nettoyé proposant les élévations de l'objectif de protection minimum et la cartographie de l'aléa inondation en eau libre

La couche d'information incluant les objectifs de protection est créée en faisant une intersection entre les deux couches présentées à la figure 8.7. Cette opération subdivisera les polygones de la cartographie de l'inondation en eau libre, qui se verront attribuer la valeur numérique en mètre de l'objectif de protection minimum à appliquer à une propriété, le cas échéant.

Une fois les valeurs des élévations intégrées dans la cartographie des ZI en eau libre, un nettoyage doit aussi être appliqué. Ce nettoyage sert à éviter que de très petites superficies sur le terrain aient des valeurs de protection différentes. Les polygones de moins de 0,1 m² sont fusionnés avec le polygone adjacent avec la plus longue frontière. La figure 8.8 présente la cartographie des ZI en eau libre avec les objectifs de protection minimum.

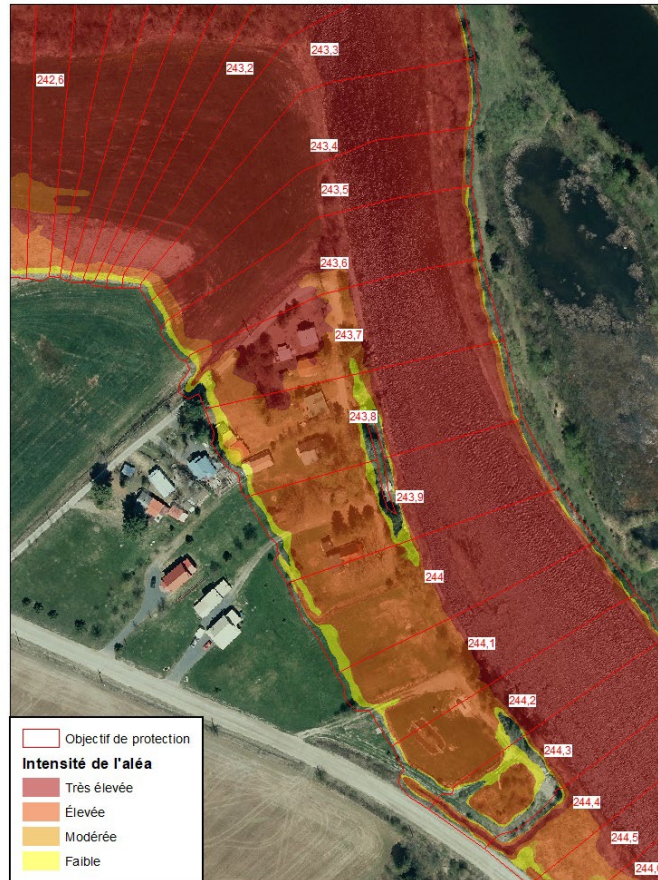


Figure 8.8. Cartographie des ZI en eau libre incluant l'objectif de protection minimum dans un seul jeu de données

L'ajout de l'objectif de protection minimum basé sur une récurrence de 1 : 350 ans (ou PAD de 0,3 %) est alors intégré à la table attributaire de la cartographie des ZI en eau libre; ainsi un exemple est présenté au tableau 8.3. Cette information sert à spécifier l'élévation nécessaire pour appliquer les objectifs de protection minimum.

Tableau 8.3 : Exemple de table attributaire de la cartographie des ZI en eau libre contenant l'objectif de protection minimum

Forme	Intensité	Objectif de protection minimum (m)	Date de production	Provenance des données sources
Polygone 1	Modérée	215,3	2025-05-01	Effort majeur
Polygone 2	Très élevée	215,3	2025-05-01	Effort majeur
Polygone 3	Faible	215,3	2025-05-01	Effort majeur
Polygone 4	Modérée	215,4	2025-05-01	Effort modéré
Polygone 5	Très élevée	215,4	2025-05-01	Effort modéré
Polygone 6	Faible	215,5	2025-05-01	Effort modéré

Pour inclure les objectifs de protection moyen et maximum, il suffit d'ajouter ces deux champs dans la table attributaire finale et de déterminer leurs valeurs à partir du contenu défini dans l'objectif de protection minimum en additionnant la revanche de protection pour chacun de ces deux objectifs, comme décrit au tableau 8.1. Le contenu de la table attributaire finale au tableau 8.4 de la cartographie de l'intensité de l'inondation en eau libre contient l'ensemble des objectifs de protection. La description des champs de la table attributaire finale se trouve dans le référentiel des données à l'annexe 7.

Tableau 8.4 : Exemple de table attributaire de la cartographie finale des ZI en eau libre

Forme	Intensité	Objectif de protection minimum (m)	Objectif de protection moyen (m)	Objectif de protection maximum (m)	Date de production	Provenance des données sources
Polygone 1	Modérée	215,3	215,5	215,7	2025-05-01	Effort majeur
Polygone 2	Très élevée	215,3	215,5	215,7	2025-05-01	Effort majeur
Polygone 3	Faible	215,3	215,5	215,7	2025-05-01	Effort majeur
Polygone 4	Modérée	215,4	215,6	215,8	2025-05-01	Effort modéré
Polygone 5	Très élevée	215,4	215,6	215,8	2025-05-01	Effort modéré
Polygone 6	Faible	215,5	215,7	215,9	2025-05-01	Effort modéré

8.3.2 Objectifs de protection pour la zone inondable par embâcle de glace

Pour un polygone d'embâcle de glace qui se superpose à une cartographie des ZI en eau libre de nouvelle génération, ce sont les objectifs de protection associés à l'inondation en eau libre qui s'appliquent (voir tableau 8.1).

Dans le cas d'un polygone d'embâcle de glace déjà existant et dont la cartographie de nouvelle génération n'est pas disponible, les objectifs de protection applicables doivent se calculer sur la base de la cote de crue de récurrence PAD de 1% - correspondant au 1 : 100 ans (voir tableau 8.5). Cette donnée est disponible dans les outils d'aménagement du territoire, dont les schémas d'aménagement et développement (SAD) ou les règlements de contrôle intérimaire (RCI) de la MRC.

Enfin, advenant que les données liées au 1 : 350 ans (PAD de 0,3%) et au 1 : 100 ans (PAD de 1%) ne soient pas disponibles, les objectifs de protection applicables pour les activités déterminées doivent se calculer à partir de la topographie naturelle en y ajoutant une revanche de protection (voir tableau 8.6).

Tableau 8.5 : Objectifs de protection pour les zones d'embâcle de glace lorsque la cartographie de nouvelle génération n'est pas disponible

Objectif de protection maximum	Objectif de protection moyen	Objectif de protection minimum
Les travaux visant une infrastructure, un bâtiment, un ouvrage ou un équipement doivent se situer au moins à 60 cm au-dessus de la cote de crue de récurrence PAD de 1,0% (1 : 100 ans).	Les travaux visant une infrastructure, un bâtiment, un ouvrage ou un équipement doivent se situer au moins à 30 cm -au-dessus de la cote de crue de récurrence PAD de 1,0% (1 : 100 ans).	Les travaux visant une infrastructure, un bâtiment, un ouvrage ou un équipement doivent se situer au-dessus de la cote de crue de récurrence PAD de 1,0% (1 : 100 ans).

Le tableau suivant présente les objectifs de protection lorsqu'aucune cartographie des ZI en eau libre n'est disponible ou qu'une superficie du polygone d'embâcle de glace excède le polygone de la ZI en eau libre sous-jacent. Ainsi le calcul des objectifs de protection se base sur l'élévation de la topographie naturelle.

Tableau 8.6 : Objectifs de protection pour les zones d'embâcle de glace lorsqu'aucune cartographie des ZI en eau libre n'est disponible.

Objectif de protection maximum	Objectif de protection moyen	Objectif de protection minimum
Les travaux visant une infrastructure, un bâtiment, un ouvrage ou un équipement doivent se situer au moins à 90 cm au-dessus de la topographie naturelle.	Les travaux visant une infrastructure, un bâtiment, un ouvrage ou un équipement doivent se situer au moins à 60 cm au-dessus de la topographie naturelle.	Les travaux visant une infrastructure, un bâtiment, un ouvrage ou un équipement doivent se situer au moins à 30 cm au-dessus de la topographie naturelle.

9. Combinaison des aléas fluviaux

9.1 Objectif et résultats attendus

Ce chapitre présente la mécanique permettant de produire la cartographie réglementaire. À ce niveau, les couches d'informations sur l'intensité de chaque aléa naturel ou perturbé par la présence de structures anthropiques comme les barrages influents et les OPI sont assemblées dans une cartographie intégratrice. La cartographie réglementaire des ZI couvre un ensemble d'aléas, notamment l'inondation en eau libre, l'inondation par embâcle de glace, l'inondation en présence de structures anthropiques comme les barrages et les OPI. La cartographie réglementaire de la mobilité (court terme et long terme.) est un produit cartographique distinct. L'extrait cartographique final sera diffusé sur une plateforme gouvernementale.

Dans certaines situations, il est possible que des superpositions adviennent, qu'il s'agisse de différents types d'un même aléa (inondation en eau libre et par embâcle) ou de divers aléas (inondabilité et mobilité). Dans ces circonstances, pour être conforme, l'application réglementaire doit être la suivante selon les exemples proposés :

- 1- Pour un territoire visé par une zone inondable en eau libre dont la classe d'intensité est « Modérée » et visé également par une zone inondable par embâcle de glace dont l'intensité est « Très élevée », le cadre normatif applicable est celui relatif à la classe d'intensité « Très élevée ». La zone inondable par embâcle de glace a préséance sur l'inondation en eau libre.
- 2- Pour un territoire avec présence d'une zone inondable de classe d'intensité « Élevée » et d'une zone de mobilité long terme les deux régimes normatifs sont applicables parallèlement. Cette gouvernance s'explique puisqu'étant donné les spécificités des deux aléas (inondabilité et mobilité), deux matrices d'intensité de l'aléa ont été déterminées pour les caractériser. Ainsi, l'encadrement réglementaire pouvant différer dans certains contextes, l'application des cadres normatifs respectifs est nécessaire.

9.2 Éléments cartographiques liés à la combinaison des aléas fluviaux

Cette cartographie réglementaire se veut évolutive, en ce sens que chaque aléa peut être intégré indépendamment pour être recevable par le gouvernement. Seuls les aléas conditionnés par des infrastructures anthropiques (comme les barrages influents ou les OPI) doivent être concomitants à la production de la cartographie de l'inondation en eau libre.

La figure 9.1 montre un exemple fictif d'application de l'information combinée en présentant un extrait cartographique de zones inondables en eau libre, l'assiette de l'OPI et d'une zone protégée à risque résiduel (ZPRR). La présence de l'OPI et de la ZPRR a pour effet de modifier l'intensité de l'aléa de la cartographie réglementaire des zones inondables. La partie a) de la figure montre l'assiette de l'OPI (polygone noir), la ZPRR (polygone hachuré en rose) et la cartographie de l'intensité de l'aléa. À noter que la partie a) de la figure de la cartographie des ZI présente plusieurs classes d'intensité de l'aléa sous l'assiette de l'OPI et la ZPRR. La partie b) présente, quant à elle, la cartographie de l'aléa après avoir pris en compte la présence de l'OPI et de la ZPRR.

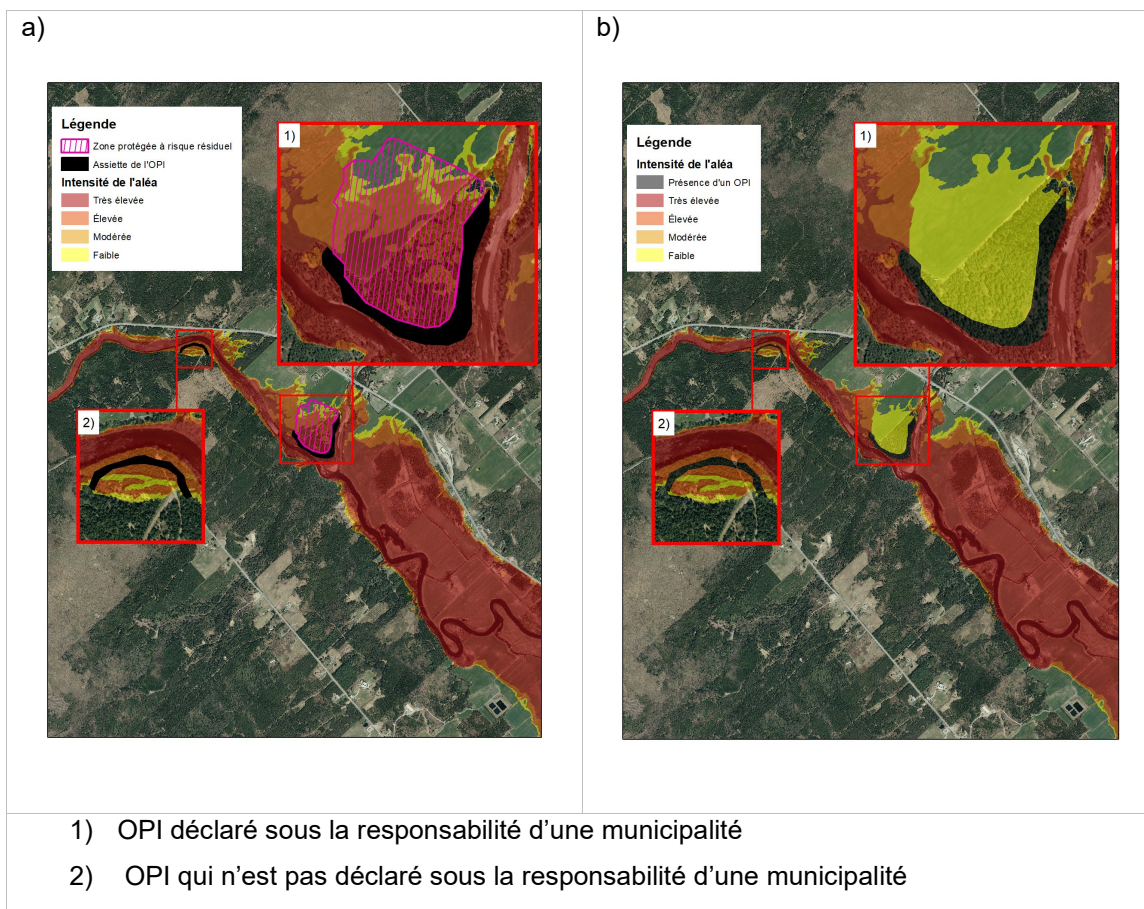


Figure 9.1. a) Extrait cartographique fictif de l'inondation en eau libre avec la présence des deux scénarios d'OPI;
b) Résultat cartographique de l'inondation en eau libre en tenant compte de la présence des OPI

10. Mesures particulières pour l'intégration de cartographies existantes

10.1 Contexte

Depuis la sanction, le 25 mars 2021, de la Loi instaurant un nouveau régime d'aménagement dans les zones inondables des lacs et des cours d'eau, qui octroie temporairement aux municipalités des pouvoirs visant à répondre à certains besoins et modifie diverses dispositions, le pouvoir lié à la cartographie des zones inondables et des zones de mobilité revient exclusivement au ministre de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. Le régime transitoire de gestion des zones inondables, des rives et du littoral, entré en vigueur le 1^{er} mars 2022, a défini les cartes de zones inondables admissibles pour l'application du cadre réglementaire, soit :

- Les cartes ou les cotes de crues de récurrence de 20 ans ou de 100 ans, ou les deux, comme il est précisé dans l'article 2 (4) du régime transitoire, produites par le gouvernement du Québec au 25 mars 2021;
- Les cartes ou les cotes de crues de récurrence de 20 ans ou de 100 ans, ou les deux, intégrées dans des schémas d'aménagement et de développement ou des règlements de contrôle intérimaires en vigueur au 23 juin 2021;
- Les territoires inondés lors des crues de 2017 et de 2019, tel qu'ils sont délimités à l'annexe 2 ajustée de la zone d'intervention spéciale du 15 juillet 2019.

Certaines municipalités ont actuellement en main des cartes de zones inondables, ou des cotes de crues, qui ne répondent toutefois pas à ces critères. Elles ne peuvent donc pas y appliquer le cadre réglementaire du régime transitoire, et ce, jusqu'à ce qu'une nouvelle cartographie respectant le guide méthodologique soit produite.

Les sections qui suivent présentent un mécanisme permettant de soumettre pour approbation du ministre, sous certaines conditions, des cartes de zones inondables, ou des cotes de crues, existantes. L'objectif est d'intégrer ces cartes pour l'application du cadre réglementaire afin de favoriser un aménagement du territoire plus résilient et une réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens dans l'attente de nouvelles cartes conformes aux exigences du présent guide méthodologique.

De la même manière, ce mécanisme permet de soumettre pour approbation des cartes produites à la suite de crues importantes ayant généré des zones inondées dans des secteurs où il n'y a actuellement aucune application réglementaire.

Enfin, il faut aussi noter que le cadre réglementaire permanent viendra définir les règles applicables dans les zones de mobilité des cours d'eau. Certaines municipalités possèdent des cartes issues d'études hydrogéomorphologiques réalisées avant l'adoption du cadre réglementaire permanent. Au même titre que pour les zones inondables et les cotes de crues, les sections suivantes présentent les critères permettant de soumettre des cartes de zones de mobilité pour approbation du ministre afin de pouvoir y appliquer un cadre réglementaire jusqu'à la mise à jour des cartes répondant aux exigences minimales du guide méthodologique.

10.2 Cartes de zones inondables admissibles à un dépôt pour analyse

1. Cartes de zones inondables pour les récurrences de 20 ans et de 100 ans, ou pour les plus hautes eaux connues :
 - a. Produites avant l'adoption du cadre réglementaire permanent, ET
 - b. Dans les zones où il n'y a pas d'application du régime transitoire :
 - i. Municipalités sans cartographie de zones inondables;
 - ii. Municipalités où s'applique le cadre réglementaire du régime transitoire dans des zones inondables déjà cartographiées, mais qui ne couvrent pas toutes les zones ayant un risque d'inondation connu ou avéré;
 - iii. Municipalités ayant une cartographie de zones inondables dont des données contemporaines y apportent une plus-value dans une optique d'assurer une meilleure protection des personnes et des biens sous réserve d'une analyse de conformité du MELCCFP.
2. Cartes de zones inondables de territoires ayant été inondés par des crues exceptionnelles, où il n'y a pas d'application du cadre réglementaire du régime transitoire.

Dans les territoires couverts par les initiatives de cartographie financées par le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, les cartes déposées doivent respecter minimalement les lignes directrices de 2018.

Exclusions du point 1 des cartes admissibles pour analyse

- Cartes de zones inondables des grands systèmes hydriques du fleuve Saint-Laurent ainsi que de la rivière des Outaouais, incluant notamment le lac Saint-Pierre, le lac des Deux-Montagnes, la rivière des Mille Îles et la rivière des Prairies.

10.3 Cartes de zones de mobilité admissibles à un dépôt pour analyse

1. Cartes de zones mobilité court terme (horizon de 50 ans) délimitées avec une approche hydrogéomorphologique.
2. Cartes de zones mobilité long terme (horizon généralement de 100 ans et plus) délimitées avec une approche hydrogéomorphologique.
3. Cartes de zones de mobilité basées sur la délimitation de cônes alluviaux.
4. Cartes de zones de mobilité basées sur la délimitation de la plaine alluviale fonctionnelle.

Pour déposer des cartes de zones de mobilité pour approbation du ministre, il doit être démontré qu'elles ont été produites avant l'adoption du cadre réglementaire permanent.

10.4 Documentation requise pour le dépôt d'une demande

Pour les cartes approuvées par le ministre, l'intensité de l'aléa dans les zones inondables indiquées se voit attribuer la classe « Élevée », alors que les zones de mobilité seront associées aux classes de mobilité court terme ou long terme, selon le cas, avec l'encadrement réglementaire applicable pour l'aménagement du territoire. De plus, une mise à jour des cartes selon les exigences minimales du guide méthodologique doit être faite dans les meilleurs délais suivant la date d'approbation.

Documents généraux

- Formulaire de dépôt de cartes de zones inondables ou de zones de mobilité signé.
- Résolution du conseil municipal autorisant le dépôt de nouvelles cartes de zones inondables, de cotes de crues ou de zones de mobilité.

Zones inondables et cotes de crues

- Rapport d'études hydraulique et hydrologique (facultatif pour les cartes de zones inondables événementielles).
- Si disponible, modèle hydraulique et toutes données relatives.
- Si disponible, modèle hydrologique et toutes données relatives.
- Si disponible, description des relevés et des observations terrain réalisés en complément de ceux décrits dans l'étude hydraulique (p. ex., débits, niveaux et lignes d'eau, cotes et/ou zones inondées lors d'événements de crues, bathymétrie, topographie, structures hydrauliques, etc.).
- Cartes de zones inondables minimalement pour des récurrences de 20 ans et de 100 ans, ou les plus hautes eaux connues dans le cas d'événements d'inondation avérés, en format numérique géoréférencé (fichiers de formes [.shp]). Il faut noter que les cotes de crues ne sont pas acceptées telles quelles et doivent être transformées en cartes de zones inondables en format numérique géoréférencé (.shp).

Zones de mobilité

- Rapport d'étude hydrogéomorphologique.
- Si disponible, description des relevés et des observations terrains réalisés en complément de ceux décrits dans l'étude hydrogéomorphologique (p. ex., bathymétrie, topographie, localisation d'ouvrages de stabilisation des berges, granulométrie des berges et du thalweg, styles fluviaux, localisation de zones d'érosion et de sédimentation, etc.).
- Cartes de zones de mobilité en format numérique géoréférencé (.shp).

10.5 Objectifs de protection pour les cartes de zones inondables existantes et admissibles

Comme mentionné au chapitre 8, le nouvel encadrement place les personnes et les biens au centre de l'équation. Selon les types d'activités ou de travaux, un niveau de protection est recherché en fonction de l'objet à protéger. Ce dernier correspond aux objectifs de protection, chaque objectif étant associé à une activité ou à des travaux déterminés. Ces mesures seront composées de trois objectifs de protection : maximum, moyen et minimum. Ces objectifs s'appliquent en utilisant comme point de référence la cote de crue de récurrence PAD de 1% (1 : 100 ans) pour les cartes de zones inondables existantes, cote à laquelle s'additionne une hauteur supplémentaire appelée revanche de protection, selon le niveau de protection visé. Le tableau suivant présente les paramètres de la revanche de protection pour chaque objectif de protection.

Tableau 10.1 : Paramètres de la revanche de protection

Objectif de protection maximum	Objectif de protection moyen	Objectif de protection minimum
Les travaux visant une infrastructure, un bâtiment, un ouvrage ou un équipement doivent se situer au moins à 60 cm au-dessus de la cote de crue de récurrence PAD de 1 % (1 : 100 ans).	Les travaux visant une infrastructure, un bâtiment, un ouvrage ou un équipement doivent se situer au moins à 30 cm au-dessus de la cote de crue de récurrence PAD de 1 % (1 : 100 ans).	Les travaux visant une infrastructure, un bâtiment, un ouvrage ou un équipement doivent se situer au-dessus de la cote de crue de récurrence PAD de 1 % (1 : 100 ans).

11. Conclusion

Le présent document explique la façon de traiter l'ensemble des données issues de la science et discutées dans le **volet technique et scientifique** du guide pour produire la cartographie des zones inondables et des zones de mobilité des cours d'eau à des fins d'aménagement du territoire. Rappelons que cette cartographie en est une d'intensité des différents aléas d'inondation et de mobilité qui repose sur l'application de matrices d'intensité des aléas fluviaux.

Le présent document fournit ainsi aux professionnels du domaine des sciences géospatiales les paramètres qui encadrent la préparation et le traitement des données géomatiques (présentées au **volet technique et scientifique** du guide) pour procéder à la mise en carte. Il détaille tout d'abord les approches pour chaque aléa de l'inondation et de la mobilité pris de manière indépendante. Les couches d'information sont ensuite assemblées dans une cartographie intégratrice, simple de compréhension pour la population, et couvrant à la fois l'inondation en eau libre, l'inondation par embâcle de glace, l'inondation en présence de structures anthropiques comme les barrages et les ouvrages de protection contre les inondations, la mobilité court terme et la mobilité long terme.

C'est sur cette cartographie que s'appliquera le nouveau cadre réglementaire visant les zones inondables et les zones de mobilité, pierre d'assise d'une démarche globale et évolutive de gestion de risque, comprenant également d'autres mécanismes comme l'analyse de la vulnérabilité du cadre bâti, des diagnostics à l'échelle des bassins versants, des plans d'intervention et les planifications pour des déploiements optimisés des services d'urgence, le tout dans le but de rendre le Québec plus résilient.

***Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs***

Québec 