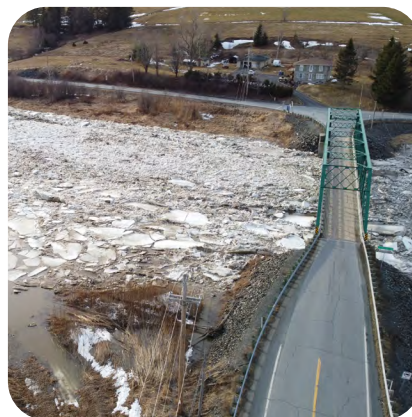
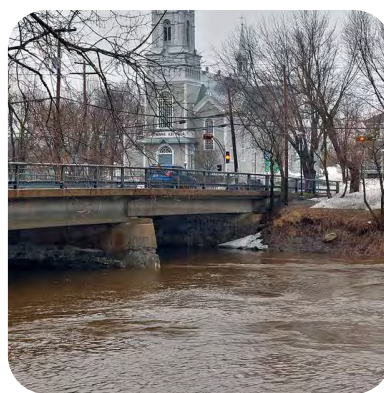




INONDATIONS SUR LA RIVIÈRE CHAUDIÈRE

Document d'accompagnement « Définitions et concepts »



Pour plus d'informations sur les inondations sur la rivière Chaudière, nous vous invitons à consulter [Inondations sur la rivière Chaudière, document de vulgarisation destiné au grand public](#).

Document réalisé par le Comité de bassin de la rivière Chaudière, avec la collaboration du Bureau de projets de la rivière Chaudière, du ministère des Affaires municipales et de l'Habitation.

Rédaction

Sofianne Bouchard-Verret, chargée de projets inondation et milieux humides, COBARIC

Christelle Tardif, analyste scientifique en gestion des risques d'inondations, Bureau de projets de la rivière Chaudière, Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation

Guillaume Thibault, analyste scientifique en gestion des risques d'inondation, Bureau de projets de la rivière Chaudière, Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation

Cartographie

Marie-Ève Thérout, chargée de projets de géomatique, COBARIC

Ludovic Pelletier Fréchette, professionnel en géomatique, COBARIC

Révision

Véronique Brochu, directrice générale, COBARIC

Émilie Sirois, chargée de projets en communication, COBARIC

Mise en page

Émilie Sirois, chargée de projets en communication, COBARIC

Marine Gaumer, agente en communication numérique, COBARIC

Crédit photos de la page couverture, de gauche à droite

- ▶ Inondation printanière à Vallée-Jonction
© Léa Poulin, 2018
- ▶ Montée de l'eau à Saint-Étienne-de-Lauzon
© Patrice Laroche, 2019
- ▶ Pont sur la rivière Chaudière à la fonte des glaces
© COBARIC, 2021
- ▶ Inondation à Beauceville
© Karianne Bourassa, 2019
- ▶ Inondation printanière dans un champs à Vallée-Jonction
© Léa Poulin, 2018
- ▶ Inondation à Saint-Joseph-des-Érables
© Inconnu, 2019

Pour toute question ou commentaire, veuillez communiquer avec le Comité de bassin de la rivière Chaudière.

C. inondation@cobaric.qc.ca
T. 418-389-0476

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	5
Objectifs du document d'accompagnement.....	5
Contexte de l'élaboration.....	5
Utilisation du document d'accompagnement	5
DÉFINITIONS ET CONCEPTS	6
Bassin versant	6
Composantes d'un cours d'eau.....	6
Chenal	6
Lit.....	6
Méandre.....	6
Débit de pointe.....	7
Seuil	7
Crue	7
Inondation	7
Inondation torrentielle	7
Inondation en eau libre.....	8
Inondation par embâcle.....	8
Plaine inondable.....	9
Zone inondable	9
Zone 0-2 ans (réurrence 2 ans)	9
Zone 0-20 ans (réurrence 20 ans)	9
Zone 20-100 ans (réurrence 100 ans).....	9
Hydrogéomorphologie	10
Trinité de Leeder	10
Styles fluviaux	11
Espace de liberté des cours d'eau	12
Ajustement latéral.....	13
Recoupement de méandres	13
Dynamique glacielle	13
Aléa inondation	18
Vulnérabilité.....	18
Vulnérabilité psychosociale	18
Vulnérabilité du cadre bâti	19
Facteurs aggravants aux inondations	19
Refoulement des eaux.....	19
Drainage agricole.....	19
Drainage des milieux humides	19
Chemins forestiers.....	20

Coupe forestière.....	20
Gestion des eaux de pluie	20
Dépôts de surface.....	20
Topographie.....	21
Aménagement territorial.....	21
Risque	22
À PROPOS DES AUTEURS DE CE DOCUMENT	23
Comité de bassin de la rivière Chaudière.....	24
Mandats.....	24
Bureau de projets de la rivière Chaudière	24
Principaux mandats.....	24
Partenaires, collaborateurs et autres	25
RÉFÉRENCES	26

INTRODUCTION

Le bassin versant de la rivière Chaudière est reconnu pour ses inondations. Elles ont lieu chaque année sur le territoire, à la fonte des neiges au printemps ou après de fortes pluies. Ces preuves d'inondations remontent au moins jusqu'à 1740, première année où les gens ont documenté l'événement. Depuis, les inondations ont été documentées de façon scientifique. Il s'agit d'expliquer les impacts des inondations sur la population : impacts psychologiques, physiques ou matériels. Des études ont été réalisées sur les causes des inondations, les impacts sur le territoire et les gens, mais aussi sur les solutions possibles.

OBJECTIFS DU DOCUMENT D'ACCOMPAGNEMENT

Ce document d'accompagnement se veut un complément au document de vulgarisation sur les inondations. Il présente ainsi les notions importantes pour comprendre le phénomène des inondations dans son ensemble, des éléments qui composent la rivière aux facteurs qui ont un impact sur les inondations. Ce document est donc un outil destiné à l'ensemble des acteurs de l'eau, du citoyen à la MRC, sans oublier les entreprises locales. Il permettra à tous et à toutes de comprendre le phénomène et, ainsi, de participer à la mise en place d'une gestion optimale du territoire.

CONTEXTE DE L'ÉLABORATION

Depuis 1994, le Comité de bassin de la rivière Chaudière (COBARIC) met en œuvre la gestion intégrée de l'eau sur le bassin versant de la rivière Chaudière. Il travaille en collaboration avec tous les acteurs de l'eau du territoire pour trouver des solutions satisfaisantes pour tous face aux problématiques soulevées. Les inondations sont une problématique incontournable sur le territoire. C'est pourquoi le COBARIC s'est associé au Bureau de projets de la rivière Chaudière dès sa création, à l'automne 2020. Ce dernier a pour mandat principal de planifier l'aménagement des zones inondables à l'échelle du bassin versant. Pour y arriver, il doit réaliser un portrait des problématiques d'inondations existantes. Ainsi, les deux organismes ont collaboré à la création du document de vulgarisation et de ce document d'accompagnement, une base nécessaire pour dresser un portrait actuel des connaissances sur les inondations de la rivière Chaudière.

UTILISATION DU DOCUMENT D'ACCOMPAGNEMENT

Ce document « Définition et concepts » résume toutes les informations importantes. Il est un complément au document de vulgarisation. Toutefois, ce dernier peut être lu seul. En effet, certains concepts sont expliqués sommairement dans le document de vulgarisation. Ils sont soulignés, afin de les repérer facilement. Au passage de la souris sur ces mots, une infobulle apparaît pour afficher leur définition.

DÉFINITIONS ET CONCEPTS

Pour comprendre ce qu'est une inondation, il faut expliquer le fonctionnement d'un cours d'eau. Vous trouverez dans cette section les concepts et les définitions utiles pour comprendre la dynamique d'un cours d'eau et les différents phénomènes qui ont un impact sur les inondations.

BASSIN VERSANT

Un bassin versant désigne l'ensemble du territoire où l'eau s'écoule vers un seul cours d'eau. Cette eau se jette au final dans un fleuve ou dans l'océan. Cette eau provient des pluies, des ruisseaux, des rivières, des nappes souterraines, etc. C'est la topographie du territoire qui définit les limites d'un bassin versant. Ce sont les points les plus hauts qui vont déterminer la direction vers laquelle l'eau va s'écouler. Ces limites sont donc naturelles et indépendantes des limites administratives comme les MRC et les municipalités.

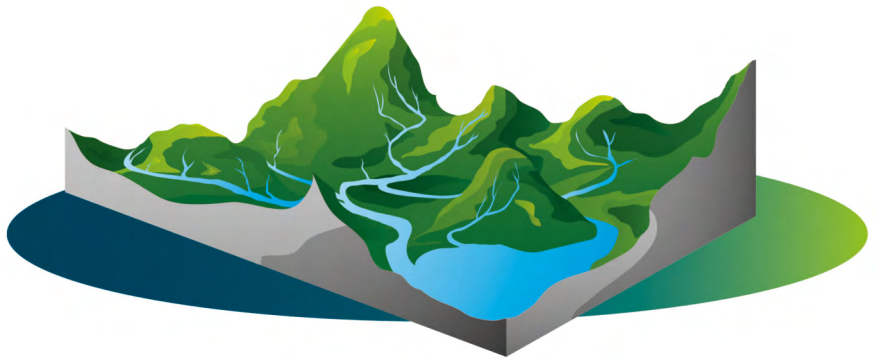


Figure 1. Figure de bassin versant
© ROBVO, 2022.

COMPOSANTES D'UN COURS D'EAU

Un cours d'eau est composé de plusieurs éléments qui influencent sa dynamique. Voici les éléments principaux utiles dans le cadre de ce document.

CHENAL

Un chenal est l'endroit où s'écoule un cours d'eau. Il s'agit d'une entaille dans le territoire où l'eau se retrouve et s'écoule.

LIT

Le lit représente le fond d'un cours d'eau, soit sa forme et ce qu'il contient.

MÉANDRE

Un méandre est une sinuosité dans un cours d'eau. Un méandre est caractérisé par l'opposition entre une rive abrupte et une rive en pente douce où s'accumulent les sédiments. (voir [figure 2](#))

DÉBIT

Le débit est un volume d'eau par un temps, comme des litres par seconde (L/s) ou des mètres cubes par seconde (m³/s).

DÉBIT DE POINTE

Le débit de pointe, c'est le débit, mais en fonction d'un événement de pluie ou de fonte des neiges. Cette quantité est évaluée au plus fort de l'événement ou juste après. Chaque cours d'eau a un débit de pointe qui lui est propre. Ce débit de pointe varie tout au long du cours d'eau, selon différents repères géographiques.

SEUIL

Seuil d'inondation

Le seuil d'inondation est un niveau en mètre par rapport au niveau de la mer. Ce niveau, lorsque dépassé par un cours d'eau, est indicateur d'une crue. Par exemple, le niveau moyen de la rivière Chaudière à Sainte-Marie est d'environ 140 m alors que le seuil de détermination de crue le plus bas est de 144,5 m. Notez que chaque municipalité est responsable de déterminer les seuils sur son territoire.

Seuil comme structure morphologique

Le seuil, comme structure morphologique, est l'équivalent d'une marche. Concrètement, le niveau du lit du cours d'eau est plus élevé en amont, soit vers la source du cours d'eau. Au contraire, ce même niveau est plus faible en aval, donc la direction dans laquelle l'eau coule.

CRUE

Une crue, c'est quand le niveau de l'eau d'un cours d'eau monte au-dessus de son niveau habituel. Une crue peut arriver au printemps quand la neige fond. Elle peut aussi arriver en été après une forte pluie. On parle alors d'une « crue éclair ».

INONDATION

Une inondation, c'est quand le cours d'eau déborde et recouvre les environs. L'eau peut alors atteindre des terrains, mais aussi les routes, les bâtiments ou d'autres installations humaines.

INONDATION TORRENTIELLE

Les inondations torrentielles sont causées lorsque de fortes pluies s'abattent sur un bassin versant dans un court laps de temps. Les eaux se dirigent alors rapidement vers le cours d'eau. Il y a une augmentation importante du débit et du niveau de ce cours d'eau. C'est là que survient une inondation de type torrentielle.

INONDATION EN EAU LIBRE

Les inondations en eau libre sont causées uniquement par une forte augmentation du débit et, par le fait même, de la quantité d'eau dans le cours d'eau. Ce type d'inondation est occasionné par un ou plusieurs facteurs : la fonte du couvert de neige, une abondance de précipitations, diverses conditions météorologiques, les caractéristiques du bassin versant, les activités humaines, etc. Ce type d'inondation arrive seulement lorsque le cours d'eau est en eau libre, soit sans couvert de glace.



Photo 1. Inondation en eau libre, Saint-Joseph-des-Érables
© COBARIC, 2022.

INONDATION PAR EMBÂCLE

Les inondations par embâcle sont causées par l'accumulation de glaces flottantes ou de débris dans une section de cours d'eau. Cette accumulation empêche la libre circulation de l'eau. Par conséquent, elle peut créer un refoulement de l'eau, voire des inondations en amont, soit dans l'espace situé avant l'embâcle.



Photo 2. Embâcle sur la rivière Chaudière, Beauceville
© COBARIC, 2014.

PLAINE INONDABLE

Une plaine inondable est la portion du territoire, adjacente au chenal du cours d'eau, qui se fait recouvrir d'eau lors des crues. On parle surtout d'un territoire généralement plat ou en faible pente.

ZONE INONDABLE

Une zone inondable est un espace occupé par un cours d'eau lorsqu'il déborde. Cette zone est réglementée selon des zones de récurrence. Sinon, on parle de zone inondée.

ZONE 0-2 ANS (RÉCURRENCE 2 ANS)

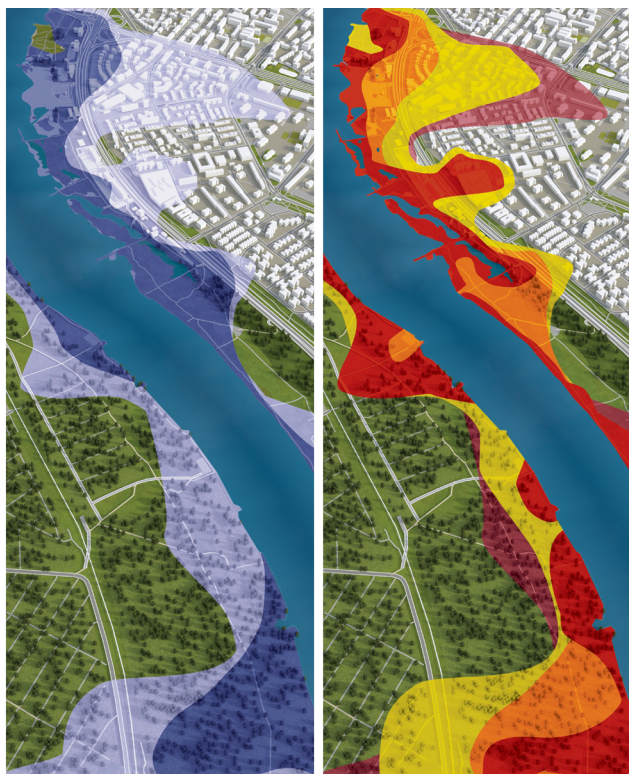
Dans la zone 0-2 ans, la possibilité qu'une inondation se produise à chaque année est de 1 chance sur 2, soit 50 %.

ZONE 0-20 ANS (RÉCURRENCE 20 ANS)

Dans la zone 0-20 ans, la possibilité qu'une inondation se produise à chaque année est de 1 chance sur 20, soit 5 %.

ZONE 20-100 ANS (RÉCURRENCE 100 ANS)

Dans la zone 20-100 ans, la possibilité qu'une inondation se produise à chaque année est de 1 chance sur 100, soit 1 %. Plus la récurrence est longue (1 000 ans étant la plus longue), plus le niveau d'eau anticipé est haut.



LÉGENDE

- Zone de récurrence de 0 - 20 ans
- Zone de récurrence de 20 - 100 ans

LÉGENDE

INDICE DE DANGER DE L'ALÉA D'INONDATIONS

- Négligeable
- Faible
- Modéré
- Élevé

Carte 1. Exemple fictif d'une cartographie de zones inondables aujourd'hui (image de gauche) et d'une cartographie de zones inondables à venir (image de droite)

© Gouvernement du Québec, 2022.

HYDROGÉOMORPHOLOGIE

L'hydrogéomorphologie est l'étude du fonctionnement naturel des cours d'eau. Elle peut être définie selon le cumul de trois sciences, soit (1) l'hydrologie (mouvement de l'eau), (2) la morphologie (mouvement des sédiments) et (3) la géologie (science des sols). Tous les éléments du cours d'eau sont donc pris en compte.

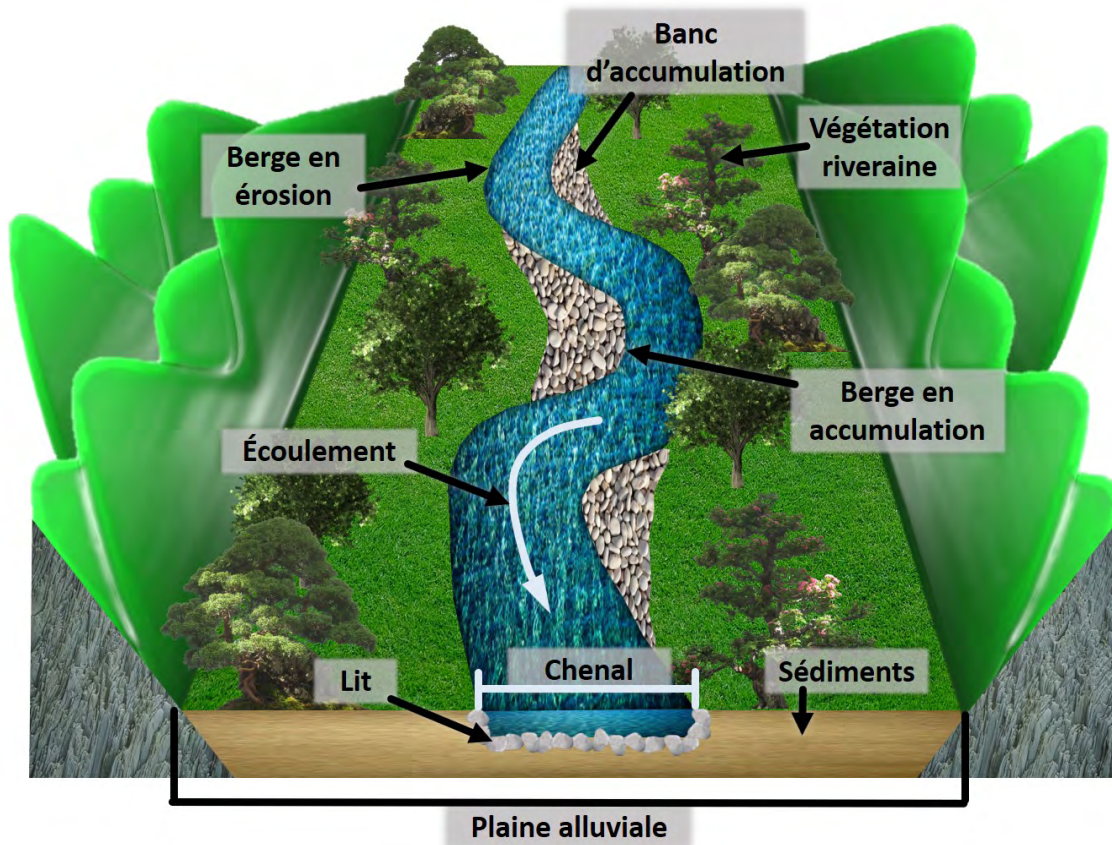


Figure 2. Éléments qui composent le système fluvial
© Lisa Michaud, CENG.

Voici quelques concepts hydrogéomorphologiques.

TRINITÉ DE LEEDER

La trinité de Leeder est une démarche développée en 1983 dans laquelle la dynamique fluviale est divisée en trois concepts entrant en interrelation les uns avec les autres. Elle étudie les relations entre la structure de l'écoulement, le transport des sédiments et les formes du lit d'un cours d'eau. Au final, elle permet de décrire, de mesurer et d'expliquer l'évolution du cours d'eau.

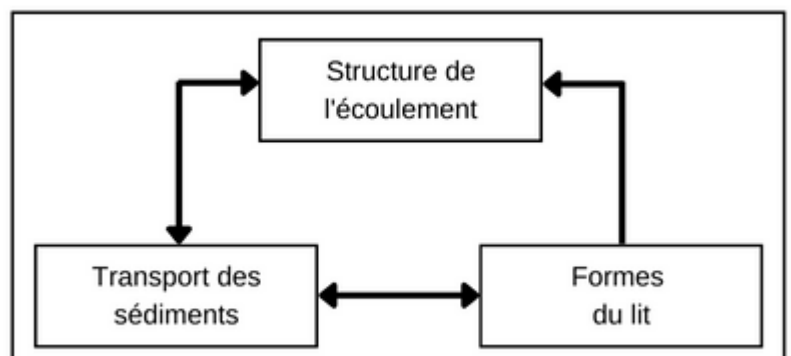


Figure 3. Trinité de Leeder

STYLES FLUVIAUX

Les styles fluviaux, c'est la façon dont l'eau s'écoule du point A au point B. On retrouve différents styles fluviaux selon l'altitude et la pente à laquelle nous nous trouvons sur le tracé naturel d'un cours d'eau.

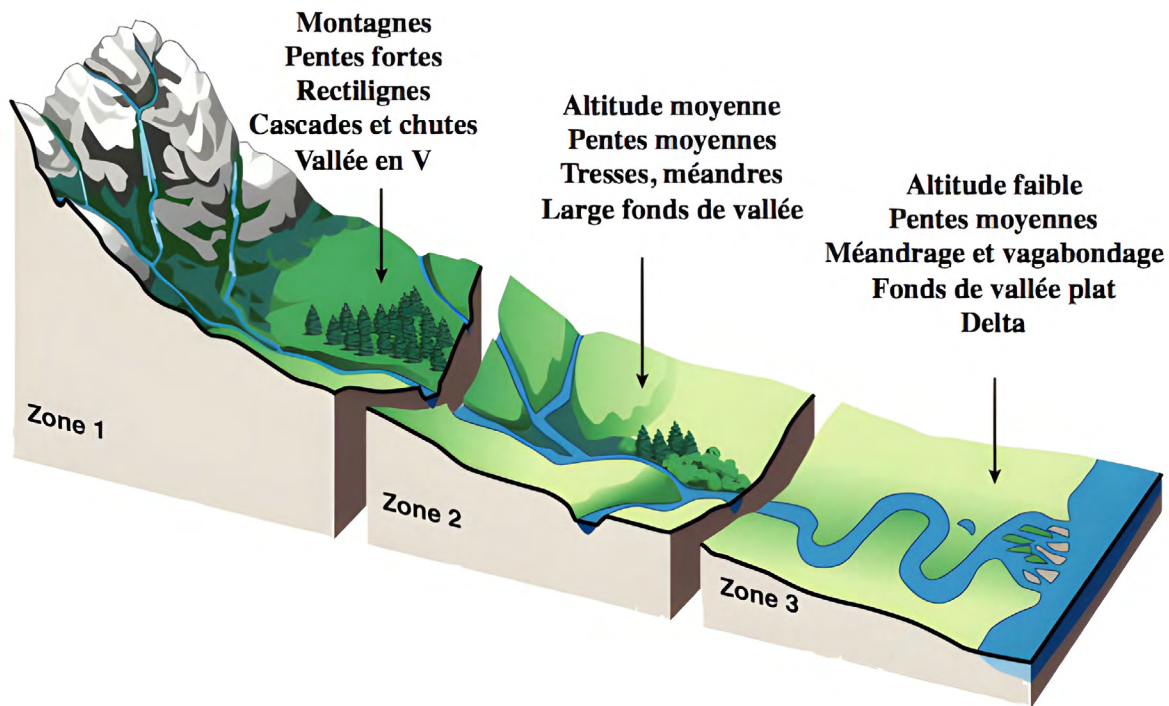


Figure 4. Aperçu des 3 zones de styles fluviaux
© Illustration schématique de Huet (selon Souchon, 1992)

On retrouve généralement trois zones, soit :

Zone 1

Section du cours d'eau se trouvant à l'altitude la plus élevée. Les pentes sont fortes. Par conséquent, le tracé de la rivière est une ligne droite en raison de son fort débit. La rivière s'incise dans le sol et crée une vallée en forme de V.

Zone 2

Section du cours d'eau se trouvant en altitude moyenne. La pente est plus faible, et le débit du cours d'eau est ralenti. On y retrouve la formation de méandres. Le fond de la vallée s'élargit.

Zone 3

Section du cours d'eau située à la plus faible altitude. C'est la zone où le cours d'eau finit sa course. La pente est faible et, par conséquent, on y retrouve un fond de vallée plat. Il y a aussi des méandres et des deltas.

ESPACE DE LIBERTÉ DES COURS D'EAU

Au Québec, l'espace de liberté des cours d'eau comprend l'espace de mobilité et l'espace d'inondabilité. On y ajoute aussi les milieux humides riverains. (Biron *et al.*, 2013) L'espace de liberté considère le cours d'eau comme une entité dynamique. Cet espace est reconnu et pris en compte quand il est question d'aménagement du territoire, de sécurité civile ainsi que de services écosystémiques.

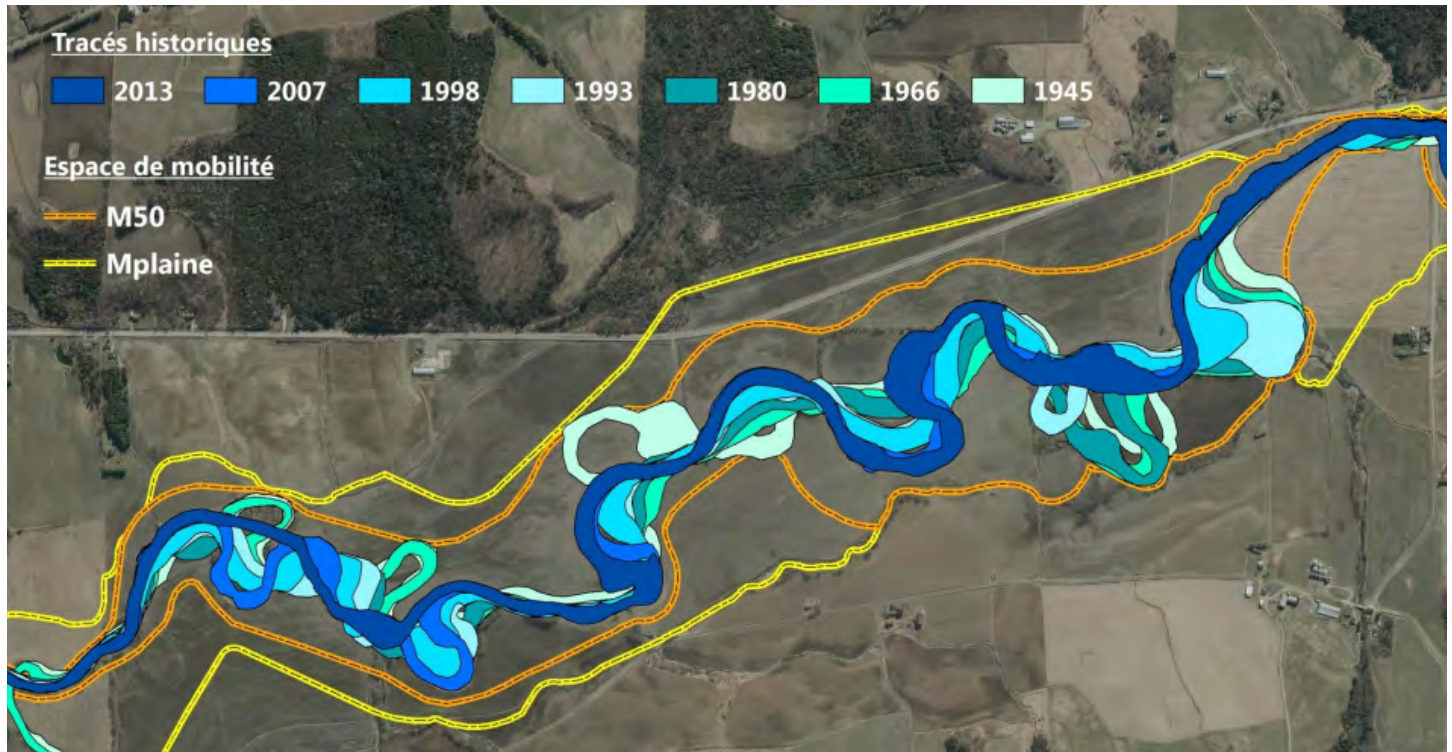


Figure 5. Évolution de l'espace de mobilité et tracés historiques de la rivière Coaticook
© Biron *et al.*, 2020.

Espace de mobilité

Il faut comprendre qu'un cours d'eau est une entité dynamique qui se modifie avec le temps. Il occupe un espace plus grand que le tracé actuel. L'espace de mobilité désigne donc l'espace qu'un cours d'eau pourrait utiliser dans le temps.

Plusieurs processus peuvent modifier un cours d'eau, entre autres :

- ▶ Formation, recoupement et disparition des méandres
- ▶ Apparition et disparition des bancs d'alluvions, des dépôts de sédiment transportés par le cours d'eau
- ▶ Érosion des berges
- ▶ Chargement naturel de gravier dans le lit du cours d'eau
- ▶ Incision du lit, soit l'érosion du fond du cours d'eau (enfouissement généralisé du fond du cours d'eau)
- ▶ Avulsions, soit le déplacement radical des rives du cours d'eau qui transforme son tracé
- ▶ Formation de chenaux secondaires

Espace d'inondabilité

L'espace d'inondabilité désigne l'espace occupé par le surplus d'eau en période de crue.

AJUSTEMENT LATÉRAL

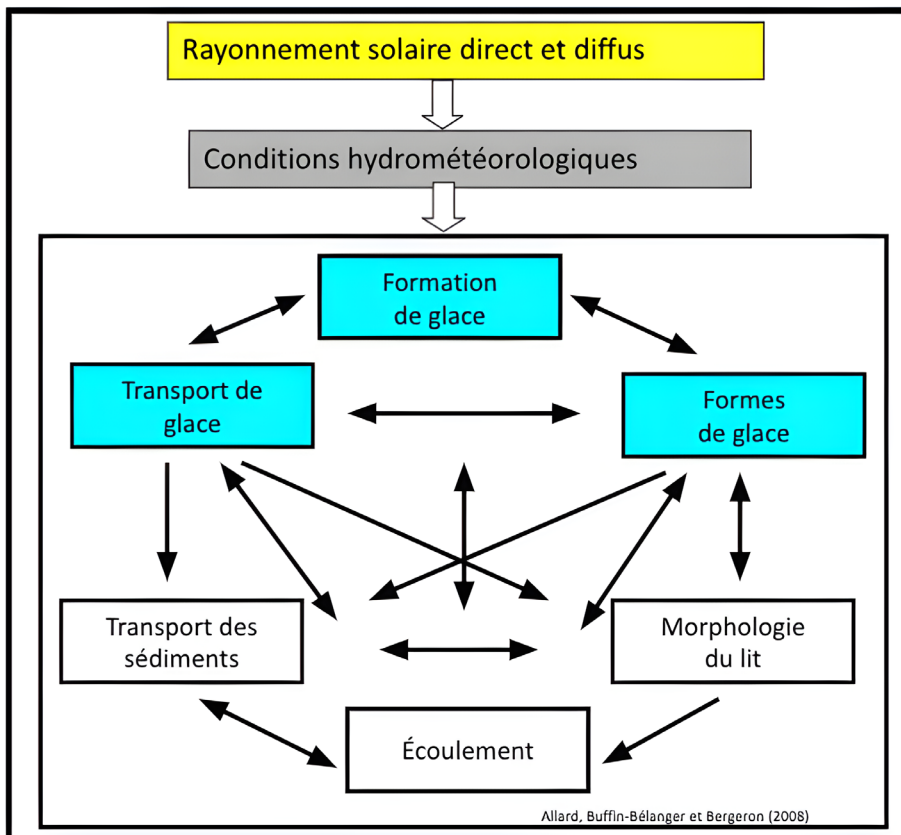
À l'état naturel, un cours d'eau est composé entre autres de méandres, soit des courbes qui lui donnent une forme sinueuse. Dans la vie d'un cours d'eau, ces méandres peuvent se modifier et même disparaître. Lorsque le cours d'eau évolue et qu'il se modifie, on parle d'un « ajustement latéral ».

RECOUPEMENT DE MÉANDRES

L'évolution des méandres au fil du temps peut causer une rupture de ces méandres avec le cours d'eau. C'est ce qu'on appelle un « recouplement ». Le méandre est alors complètement isolé du cours d'eau. Il reste donc sur le territoire une formation en cuve remplie d'eau. Avec le temps, cette cuve peut s'assécher ou elle peut devenir un milieu humide. Dans ce cas, plusieurs espèces de la faune et de la flore peuvent s'y installer.

DYNAMIQUE GLACIELLE

La dynamique glacielle est la relation entre la dynamique d'un cours d'eau et les glaces qui s'y trouvent en hiver. Ces glaces influencent beaucoup la dynamique fluviale. Le flocon d'Allard (2010) présente les différentes caractéristiques des glaces qui s'influencent les unes les autres : l'écoulement, la forme du lit, le transport des sédiments ainsi que le transport, la formation et la forme des glaces (Martel, 2019). Des éléments extérieurs ont aussi une influence sur la dynamique glacielle : le rayonnement solaire direct et diffus (réflexion des rayons sur la neige, par exemple) ainsi que les conditions météorologiques.



formation et la forme des glaces (Martel, 2019). Des éléments extérieurs ont aussi une influence sur la dynamique glacielle : le rayonnement solaire direct et diffus (réflexion des rayons sur la neige, par exemple) ainsi que les conditions météorologiques.

Afin de comprendre la dynamique glacielle, il est important de connaître quelques notions.

Figure 6. Schéma de la dynamique glacielle
© Allard, Buffin-Bélanger et Bergeron, 2008.

Types de glaces

Il existe trois types de glaces. Chacune se forme selon des conditions précises.

Glace thermique (columnaire)

La glace thermique est souvent appelée glace noire ou glace de rive. C'est le premier type de glace à apparaître lorsque la température s'approche de 0 °C. L'eau transfère une partie de sa chaleur aux rives et autres obstacles le long des berges. Cette perte de chaleur entraîne alors la formation de cristaux de glace. La glace thermique est généralement mince, fragile et transparente. Elle se forme horizontalement, des berges vers le centre du cours d'eau.



Photo 3. Glace thermique
© Laboratoire de géomorphologie et dynamique fluviale, UQAR.

Glace de frasil

Les glaces de frasil sont des glaces flottantes qui se développent dans les environnements turbulents. L'eau entre en contact avec les cristaux de glace, et ceux-ci se réunissent jusqu'à former une masse de glace. Les meilleures conditions météorologiques pour la formation de glace de frasil sont les nuits dégagées, venteuses et froides où la température de l'air se situe sous -10 °C.



Photo 4. Glace de frasil
© Laboratoire de géomorphologie et dynamique fluviale, UQAR.



Photo 5. Glace de frasil
© Laboratoire de géomorphologie et dynamique fluviale, UQAR.

Glace de neige



Photo 6. Glace de neige
© Laboratoire de géomorphologie et dynamique fluviale, UQAR.

La glace de neige est formée par l'accumulation des précipitations de neige à la surface d'un cours d'eau lorsqu'il est en eau libre. Lorsque la température de l'eau se situe sous 0 °C, la neige demeure à l'état solide. Si la température de l'air est elle aussi sous 0 °C, la neige se transforme alors en glace.

Formation du couvert de glace

Le couvert de glace sur un cours d'eau se met en place selon trois processus différents.

Formation statique

Le couvert de glace statique se résume à la formation progressive de la glace thermique. La glace se forme des berges vers le centre du cours d'eau. Ce type de formation s'observe dans les sections calmes et peu profondes.



Photo 7. Formation statique du couvert de glace
© Laboratoire de géomorphologie et dynamique fluviale, UQAR.

Formation dynamique

Le couvert de glace dynamique est composé de particules de frasil et d'une accumulation de glace de neige. Ces deux types de glace s'accumulent et se solidifient jusqu'à former un couvert où la morphologie du cours d'eau empêche la libre circulation des glaces flottantes. Par exemple, un cours d'eau qui se rétrécit rend difficile le passage des glaces flottantes.



Photo 8. Formation dynamique du couvert de glace
© Laboratoire de géomorphologie et dynamique fluviale, UQAR.

Formation mixte

Un couvert de glace mixte prend place lorsqu'il y a formation statique et formation dynamique au même endroit. (1) Sur les berges, l'eau s'écoule plus lentement, ce qui permet la formation de glace thermique. Cette glace part des berges pour se développer vers le centre du cours d'eau. (2) Au centre, la turbidité est plus forte. Il y a formation dynamique avec les particules de frasil et l'accumulation de glace de neige. Le tout s'accumule jusqu'à rejoindre le couvert de glace thermique. L'ensemble forme un couvert de glace mixte.

Débâcle

Une débâcle est le phénomène par lequel s'affaiblit, se rupture, se transporte et s'évacue la glace dans un cours d'eau. Il existe trois types de débâcle.

Débâcle thermique



Photo 9. Exemple de débâcle thermique

© Laboratoire de géomorphologie et dynamique fluviale, UQAR.

La débâcle thermique est causée par la dégradation du couvert de glace. Les échanges de chaleur entre le couvert de glace et l'atmosphère augmentent. Alors que la température se réchauffe, les rayons du soleil ne sont plus réfléchis par la glace mouillée de fin de saison. Le couvert de glace absorbe donc la chaleur plus qu'il ne la renvoie. C'est ce qui provoque la fonte et la fragmentation du couvert de glace.

Débâcle mécanique



Photo 10. Exemple de débâcle mécanique

© Laboratoire de géomorphologie et dynamique fluviale, UQAR.

La débâcle mécanique se produit lorsqu'il y a une augmentation du ruissellement, du débit et du niveau d'eau. Ces augmentations créent de fortes pressions sur le couvert de glace et forment des fissures dans celui-ci. Lorsque l'eau s'infiltre dans ces fissures, elle détache le couvert de glace des berges et entraîne le transport de ces plaques de glace.

Débâcle mixte

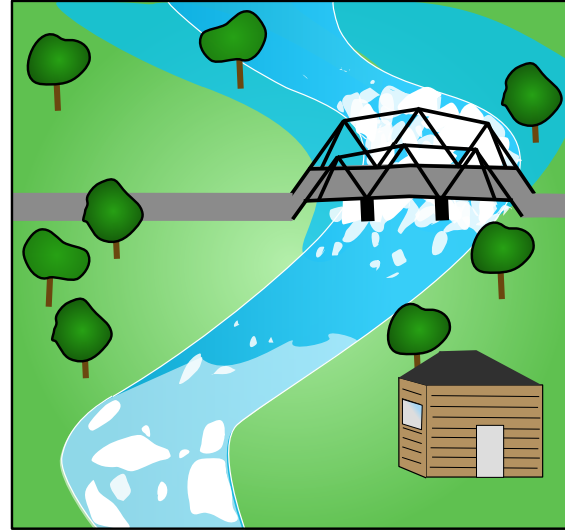
Lorsqu'une débâcle thermique est suivie d'une débâcle mécanique, on parle d'une débâcle mixte. C'est le type de débâcle la plus fréquente (Turcotte et Morse, 2013).

Embâcle

Un embâcle est la congestion, l'accumulation et le blocage des blocs de glace, provenant de la débâcle du couvert de glace. En somme, le cours d'eau n'est plus en mesure de transporter et d'évacuer ces blocs de glace, empêchant ainsi l'eau de s'écouler librement. Ceux-ci peuvent être interceptés par des éléments naturels du cours d'eau (hauts fonds, roches, etc.) ou par des éléments anthropiques (ponts, quais, etc.).



Débâcle



Embâcle

Figure 7. Débâcle et embâcle
© COBARIC.

Mesures de prévention et d'atténuation

Plusieurs mesures existent dans le but de prévenir et d'atténuer les inondations en eau libre ou par embâcle sur un cours d'eau. On retrouve deux types de mesures : prévention et atténuation. Voici quelques exemples de mesures pour chaque type.

Mesures de prévention

- ▶ Installation de stations de mesure du niveau d'eau (ex. : Système de surveillance de la rivière Chaudière (SSRC))
- ▶ Prévion des débâcles
- ▶ Surveillance de la progression des débâcles
- ▶ Affaiblissement préventif du couvert de glace
- ▶ Déglaçage (pelle-araignée, aéroglisseur, pelle mécanique, pelle amphibie [communément appelée grenouille])
- ▶ Documentation et quantification du régime des glaces dans le but d'améliorer les protocoles et techniques d'intervention

Mesures structurelles

- ▶ Mise en place de barrage, seuil et structure de contrôle des glaces
- ▶ Estacades flottantes (type de barrage fait de pieux, pilotis ou radeau)
- ▶ Clôtures antiglaces et digues
- ▶ Modification du chenal ou de la plaine inondable
- ▶ Immunisation, adaptation ou relocalisation d'infrastructures
- ▶ Modification et adaptation des infrastructures
- ▶ Gestion durable des eaux de pluie (bassin de rétention, jardins de pluie, etc.)
- ▶ Etc.

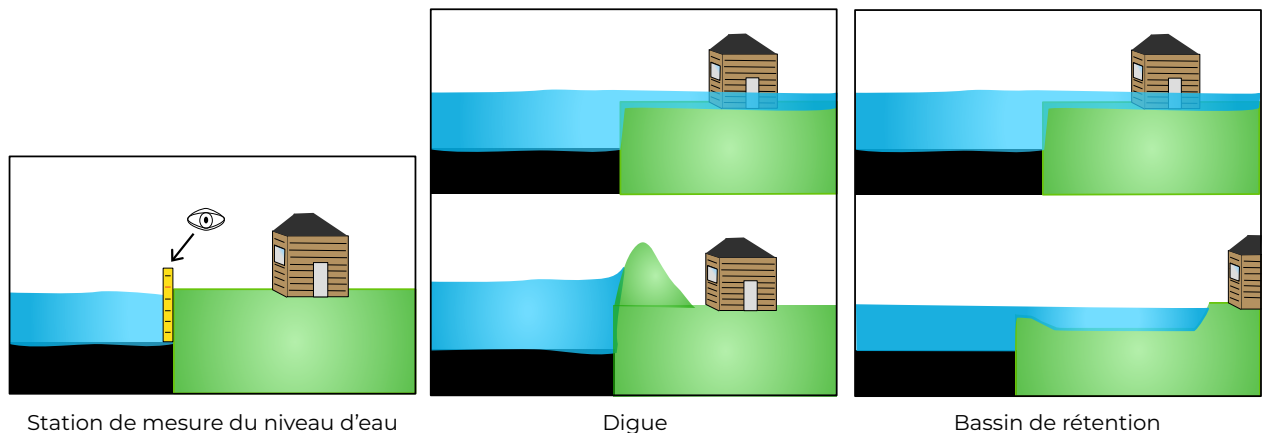


Figure 8. Mesures structurelles
© COBARIC.

ALÉA INONDATION

Un aléa est un événement imprévisible. Dans le cadre de ce document, on se concentre uniquement sur l'aléa inondation.

VULNÉRABILITÉ

La vulnérabilité est une condition résultant de différents facteurs physiques, sociaux, économiques et environnementaux. Cette condition prédispose les éléments (personnes physiques ou cadre bâti) à subir des dommages ou préjudices lorsqu'ils sont exposés à un aléa (événement imprévisible).

VULNÉRABILITÉ PSYCHOSOCIALE

La vulnérabilité psychosociale correspond à la fragilisation de la stabilité psychologique des personnes faisant face à un aléa.

VULNÉRABILITÉ DU CADRE BÂTI

La vulnérabilité du cadre bâti fait référence à la vulnérabilité des biens face aux aléas. On parle des dommages causés aux biens, mais aussi des coûts engendrés pour leur remise en état.

FACTEURS AGGRAVANTS AUX INONDATIONS

Plusieurs situations peuvent aggraver les inondations. En voici quelques-unes.

REFOULEMENT DES EAUX

Le refoulement des eaux, c'est quand l'eau va dans le sens inverse du courant. Souvent, ce phénomène est causé par un obstacle qui empêche l'eau de circuler librement.

DRAINAGE AGRICOLE

Le drainage agricole est une action humaine qui permet d'enlever le surplus d'eau sur les terres. Il empêche ainsi l'eau de s'accumuler. Pour y arriver, l'eau est dirigée plus bas, par des fossés ou des drains. Cela augmente le débit et le niveau du cours d'eau.



Photo 11. Drainage en milieu agricole
© COBARIC, 2019.

DRAINAGE DES MILIEUX HUMIDES

Les milieux humides, ce sont des sites saturés d'eau ou inondés pendant une période assez longue pour influencer la nature du sol ou la composition de la végétation. On compte parmi ces milieux les marais, les marécages, les tourbières et les étangs.

Ces milieux sont capables de retenir et d'accumuler l'eau du bassin versant. Leur présence permet de ralentir l'écoulement de l'eau, réduisant ainsi les risques d'inondation pendant certaines périodes. Ils peuvent être comparés à des éponges.

Le drainage des milieux humides consiste à retirer toute l'eau de ces milieux jusqu'à ce qu'ils soient secs. Les milieux humides ne peuvent alors plus remplir leurs fonctions de capter et de retenir l'eau. L'eau ira donc plus rapidement dans le cours d'eau le plus proche, augmentant son débit et son niveau.

CHEMINS FORESTIERS

La création de chemins forestiers augmente la quantité de fossés dans un bassin versant. Lorsque ces derniers sont connectés au réseau hydrique, l'eau de surface rejoint plus rapidement le cours d'eau, augmentant son niveau et son débit



Photo 12. Chemin forestier
© COBARIC, 2020.

COUPE FORESTIÈRE

La coupe forestière diminue la quantité de végétaux et d'arbres qui absorbent l'eau à la surface du sol. Ainsi, la coupe forestière contribue au ruissellement et à l'accumulation de l'eau en surface. Elle contribue également à la remontée de la nappe phréatique. Par conséquent, elle peut augmenter les risques d'inondations.

GESTION DES EAUX DE PLUIE

La gestion des eaux de pluie est un concept par lequel les eaux de pluie sont captées et stockées par différents processus d'absorption. Par exemple, il y a les jardins de pluie, les barils récupérateur d'eau de pluie, les bandes filtrantes, etc. Sans une gestion optimale des eaux de pluie, celles-ci s'écoulent à la surface des sols imperméables en direction des cours d'eau. Quand il y a une forte pluie, toute l'eau qui n'est pas captée augmente le débit et le niveau des cours d'eau. Cela mène à des risques d'inondations.

DÉPÔTS DE SURFACE

Les dépôts de surface sont des sédiments meubles qui reposent à la surface du substrat rocheux. Ils sont d'origine, de nature, de morphologie et d'épaisseur différente. Ces dépôts peuvent être composés d'argile, de sable, de gravier, de cailloux, etc.

Le type de dépôt de surface a une incidence directe sur la capacité de rétention des eaux. Un sol composé principalement de roche mère aura une très faible absorption de l'eau, comparativement à un dépôt de sol organique qui absorbera l'eau. Lorsque l'eau n'est pas absorbée par les sols, celle-ci s'écoule directement vers le cours d'eau.

TOPOGRAPHIE

La topographie, c'est le relief du territoire. Cela a une incidence directe sur la quantité d'eau de pluie et la vitesse à laquelle cette eau est dirigée dans les cours d'eau. En effet, une topographie très abrupte dirigera les eaux de pluie directement dans le cours d'eau situé plus bas. Au contraire, une topographie plus plate ou à paliers ralentira les eaux et laissera le temps à celles-ci de s'infiltrer dans les sols, diminuant la vitesse et la quantité de l'eau qui finira dans les cours d'eau.

AMÉNAGEMENT TERRITORIAL

L'aménagement dans des cours d'eau et à proximité de ceux-ci a une très forte influence sur les risques d'inondations.

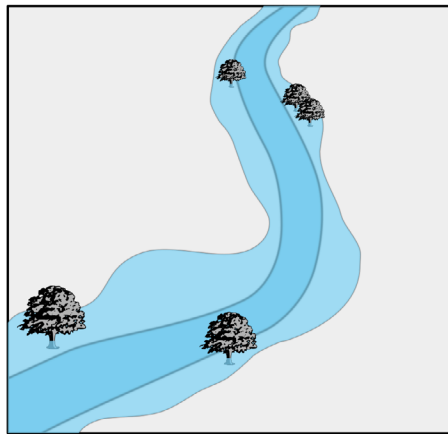
Par le passé, les cours d'eau ont souvent été linéarisés ou leurs lits ont été modifiés pour faciliter la pratique des activités humaines. Lors de l'augmentation du niveau ou du débit par de fortes pluies ou par la fonte des neiges, les cours d'eau ont tendance à reprendre leur tracé naturel. Les cours d'eau ont besoin de leur espace de liberté, qui comprend une plaine inondable. Lorsque la population s'établit dans cette plaine inondable, elle est fortement à risque d'être inondée. C'est le cas le long de la rivière Chaudière. De nombreuses constructions ont été faites dans les plaines inondables, causant des conséquences majeures pour la sécurité des personnes et des biens, comme c'était le cas en 2019.



Photo 13. Présence d'un pont construit à l'intérieur de l'espace de liberté d'un cours d'eau
© COBARIC, 2021.

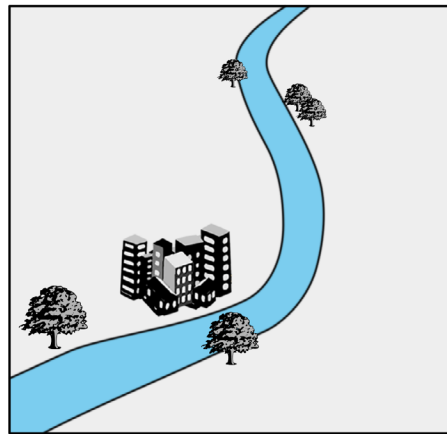
RISQUE

Un risque, c'est la combinaison entre les chances qu'un aléa se produise et les conséquences de cet aléa sur les éléments vulnérables d'un milieu donné.



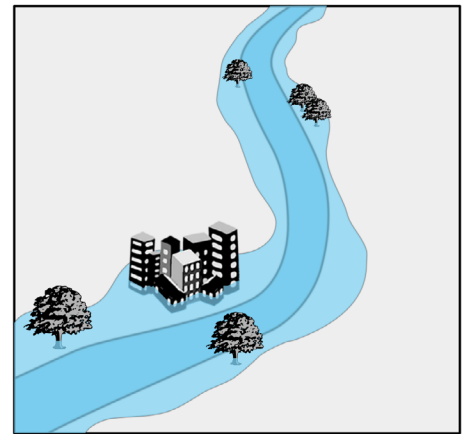
Aléa

Crue du cours d'eau avec débordement dans le lit majeur



Enjeu/Vulnérabilité

Personnes, biens, activités économiques, etc.



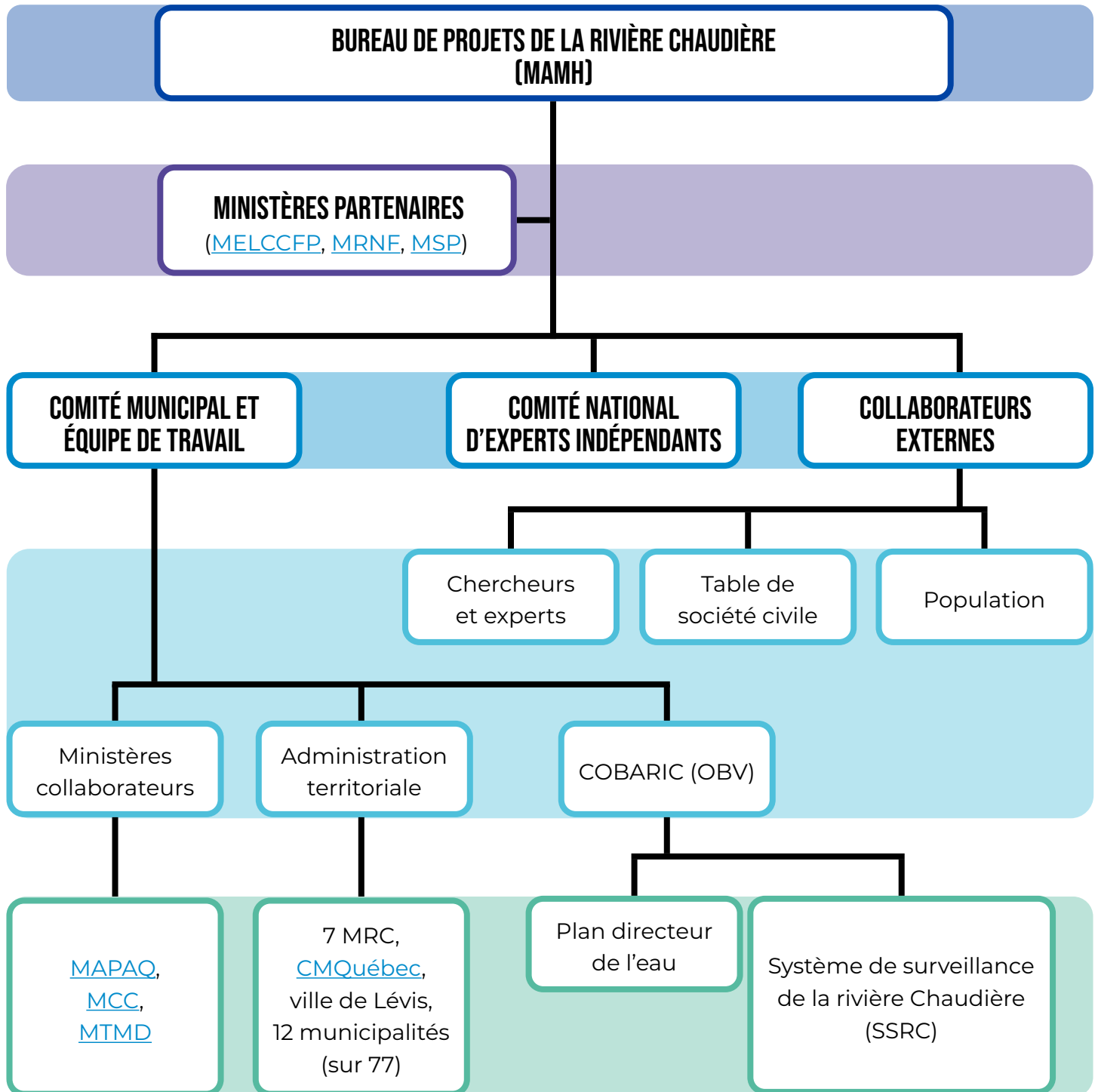
Risque

Inondation de gravité variable selon l'aléa (ampleur de la crue) et l'enjeu/vulnérabilité

Figure 9. Schémas d'un aléa, d'un enjeu/vulnérabilité et du risque possible
© OIEau, 2018.

À PROPOS DES AUTEURS DE CE DOCUMENT

Ce document est le fruit d'une collaboration entre le COBARIC et le Bureau de projets de la rivière Chaudière.



COMITÉ DE BASSIN DE LA RIVIÈRE CHAUDIÈRE

Le COBARIC a pour mission d'organiser, dans une perspective de développement durable, la gestion intégrée de l'eau à l'échelle du bassin versant de la rivière Chaudière. Il agit auprès des usagers de l'eau du territoire pour favoriser la pérennité de la ressource en eau. Pour y arriver, il favorise la concertation et la participation de ces usagers à la protection de l'eau.

Depuis 2009, le COBARIC est responsable de la coordination du Système de surveillance de la rivière Chaudière (SSRC) pour les municipalités propriétaires. Le portail web de ce système donne accès à des données et à des images en temps réel du niveau de l'eau. Cela permet de surveiller le comportement de la rivière Chaudière dans des secteurs vulnérables aux inondations. Il permet également aux instances de communiquer plus facilement entre elles et avec les citoyens lorsque des inondations surviennent.

MANDATS

Pour remplir sa mission, le COBARIC doit réaliser les mandats suivants :

- ▶ Élaborer et mettre à jour périodiquement un plan directeur de l'eau (PDE)
- ▶ Coordonner la mise en œuvre du PDE et en assurer le suivi
- ▶ Initier et réaliser, lorsque nécessaire, certaines actions du PDE
- ▶ Informer et sensibiliser de manière continue les acteurs de l'eau et la population du bassin versant à la protection de la ressource
- ▶ Participer à la réalisation du Plan de gestion intégrée du Saint-Laurent
- ▶ Transmettre et développer les notions de partage et de responsabilité à l'égard de l'usage de l'eau

BUREAU DE PROJETS DE LA RIVIÈRE CHAUDIÈRE

Le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH) a mis en œuvre le Plan de protection du territoire face aux inondations. La mesure 9 de ce plan prévoit la création de bureaux de projets. Leur mandat est de planifier l'aménagement des zones inondables à l'échelle des bassins versants les plus à risques. À l'automne 2020, le MAMH a mis en place 10 bureaux de projets, dont un pour la rivière Chaudière.

PRINCIPAUX MANDATS

Les bureaux de projets relèvent du gouvernement. Toutefois, ils sont coordonnés par le MAMH. Leurs principaux mandats sont :

- ▶ Réaliser un portrait des problématiques d'inondations existantes sur le territoire donné
- ▶ Définir un plan d'intervention comprenant des mesures de résilience et d'adaptation s'appuyant sur des analyses et une expertise scientifique
- ▶ Se concerter avec les parties prenantes touchées par les inondations

- ▶ Soutenir le milieu municipal dans la mise en œuvre des actions prévues dans le plan d'intervention

PARTENAIRES, COLLABORATEURS ET AUTRES

Pour réaliser ses mandats, le MAMH travaille de concert avec d'autres ministères et organismes gouvernementaux.

Ministères

Il y a 3 ministères qui sont considérés comme partenaires :

- ▶ Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP)
- ▶ Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF)
- ▶ Ministère de la Sécurité publique (MSP)

Il y a 3 ministères dits collaborateurs, soit :

- ▶ Ministère des Pêcheries, de l'Agriculture et de l'Alimentation (MAPAQ)
- ▶ Ministère de la Culture et des Communications (MCC)
- ▶ Ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD)

Autres ministères et organismes concernés

Les bureaux de projets travaillent également avec des parties prenantes. Chacune a un rôle à jouer.

Comité municipal

- ▶ Représenter les intérêts des organismes municipaux
- ▶ Conseiller les bureaux de projets
- ▶ Contribuer à la prise de décision sur les mesures à inscrire au plan d'intervention

Table de la société civile et communautés autochtones

- ▶ Représenter les intérêts des parties prenantes
- ▶ Conseiller les bureaux de projets

Population

- ▶ Participer aux consultations sur l'élaboration du portrait des problématiques d'inondations et sur la présélection de solutions
- ▶ Participer aux séances d'information publiques sur l'avancement des travaux des bureaux de projets

Comité national d'experts indépendants

- ▶ Émettre des avis sur les plans d'intervention

RÉFÉRENCES

- ALLARD, G. (2010). *Dynamique fluvio-glacielle étude de cas d'une fosse-à-frasil, rivière Mitis, Bas-Saint-Laurent*, mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en géographie, Université du Québec à Rimouski, [En ligne], https://semaphore.uqar.ca/id/eprint/73/1/Genevieve_Allard_janvier2010.pdf.
- BARRETTE, N., M.-H. VANDERSMISSEN et F. ROY (2018). *Atlas web de la vulnérabilité de la population québécoise aux aléas climatiques*, Rapport de recherche, Université Laval, Département de géographie, 237 p. + annexes
- BOUDREAULT, M. (2022) «Tarification et provisionnement du risque d'inondation : ban d'essai sur la rivière Chaudière au Québec», *Mitacs*, [En ligne], <https://www.mitacs.ca/fr/projects/tarification-et-provisionnement-du-risque-dinondation-banc-dessai-sur-la-riviere-chaudiere>
- BOYER-VILLEMAIRE, U., A. Lamy, R. Desjardins, J. Roques, D. Heinrich, C. Simard et H. Morin (2021). *Analyse coûts-avantages des options d'adaptation aux inondations et aléas fluviaux du bassin versant de la rivière Chaudière*, rapport final présenté à Ressources naturelles Canada, Ouranos, Montréal, 143 p. + annexes
- COBARIC (2014). *Mise à jour du plan directeur de l'eau du bassin versant de la rivière Chaudière, Portrait*, Sainte-Marie, [En ligne], https://cobaric.qc.ca/wp-content/uploads/2016/02/COBARIC_PDE-final1.pdf
- COBARIC (2022). *Système de surveillance de la rivière Chaudière*, [En ligne], https://www.ssrc.cobaric.qc.ca/publique_index.php
- LAFOND, N. (1981). *La loi sur l'aménagement et l'urbanisme*, Université de Sherbrooke, [En ligne], https://www.usherbrooke.ca/droit/fileadmin/sites/droit/documents/RDUS/volume_12/1/Vol_12_1_-_Lafond.pdf.
- LECONTE, R. et M. BIZHANIMANZAR (2020). *Modélisation du régime hydrologique en fonction des milieux humides et riverains dans un contexte de changements climatiques*, Université de Sherbrooke.
- LESSARD, L., L. BABINEAU et J. LEBELLER (S. d.). *La gestion des risques induits par les changements climatiques dans le secteur de la santé mentale dans les systèmes de santé canadiens*, Université du Québec à Rimouski.
- LESSARD, L., J. TURMEL et M.-H. MORIN (S. d.). *Besoins psychosociaux des hommes touchés par les mesures d'atténuation du risque déployées à la suite des inondations de 2019 en Chaudière-Appalaches*, Université du Québec à Rimouski.
- LESSARD L., T. LECLERC et J. SAINT-CHARLES (S. d.). *Expression du vécu et effets sur la santé mentale, le rétablissement et la résilience en contexte de changements climatiques*, Université du Québec à Rimouski; Université du Québec à Montréal.

- L'HOMME S., D. SERRE, Y. DIAB et R. LAGANIER (2010). « Les réseaux techniques face aux inondations ou comment définir des indicateurs de performance de ces réseaux pour évaluer la résilience urbaine », *Bulletin de l'Association de géographe français*, pp. 487-502
- MARTEL, N. (2019). *Analyse de la structure de l'écoulement à une confluence de cours d'eau en présence d'un couvert de glace*, mémoire, Rimouski, Université du Québec à Rimouski, p. 2.
- MILOT, N., L. LEPAGE, A. CHOQUETTE, J. LAFITTE, V. LARIVIÈRE, J. LAROCQUE, B. LEFEBVRE, V. MARQUET et A. VERET (2013). *Adaptation aux changements climatiques et gestion intégrée de l'eau par bassin versant au Québec : une analyse sociopolitique des défis et des opportunités*, Montréal, Réalisé dans le cadre du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques du Gouvernement du Québec, Institut des sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal, 324 p.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2022). « Projet INFO-Crue », *Expertise hydrique et barrages*, [En ligne], <https://www.cehq.gouv.qc.ca/zones-inond/info-crue/index.htm>
- MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE (2018). *Plan d'action en matière de sécurité civile relatif aux inondations, Vers une société québécoise plus résiliente aux catastrophes*.
- MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES ET DE L'HABITATION (2022). « Organisation territoriale, Régime municipal général », *Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation*, [En ligne], <https://www.mamh.gouv.qc.ca/organisation-municipale/organisation-territoriale/organisation-territoriale-municipale/regime-municipal-general/#:~:text=Les%20lois%20municipales&text=La%20Loi%20sur%20les%20cit%C3%A9s%20et%20villes%20s'applique%20%C3%A0,l'adoption%20Odu%20budget%2C%20etc.>
- MORSE B. et TURCOTTE B. (2018). *Risque d'inondations par embâcles de glaces au Québec dans un contexte de changements climatiques (Volet A)*, [En ligne], <https://www.ouranos.ca/fr/projets-publications/embacles>
- OURANOS (2010). *Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques. Guide destiné au milieu municipal québécois*, Montréal, 48 p. SOCIÉTÉ HISTORIQUE SARTIGAN SAINT-GEORGES (2015). *Des Beaucerons racontent leur rivière Chaudière, Saint-Georges*, 50 p.
- TURCOTTE, B. et B. MORSE (2013). « A global river ice classification model », *Journal of hydrology*, no 507, p. 134-148.

