

# Inondations au Québec : une synthèse de l'évolution du climat

31 janvier 2024

CONFÉRENCIER.ÈRE.S

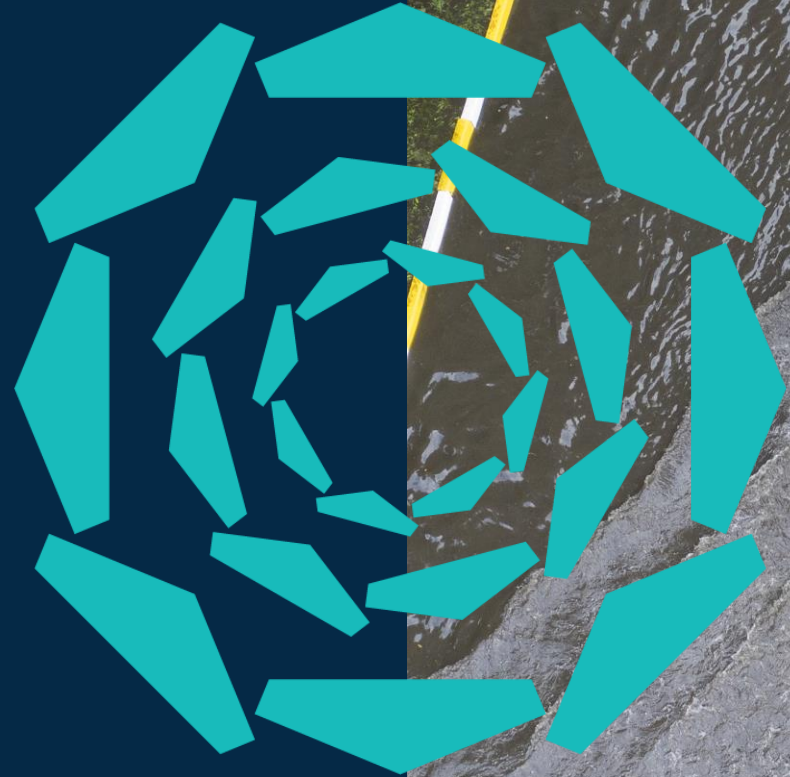
Alexandrine Bisailon

Coordonnatrice de programmation scientifique, Ouranos

Louis-Philippe Caron

Responsable Scénarios et services climatiques, Ouranos

Avec l'appui d'Angelica Alberti-Dufort, Spécialiste en recherche et transfert des connaissances, Ouranos



# Plan de la présentation

- Ouranos : organisme frontière
- Le contexte des inondations au Québec
- L'influence des changements climatiques sur les crues
- L'aménagement du territoire et le risque d'inondation

# Ouranos

Un ORGANISME  
FRONTIÈRE

bien établi

Consortium sur la climatologie régionale et  
l'adaptation aux changements climatiques



Assurer la complémentarité entre la science et  
les besoins de la société

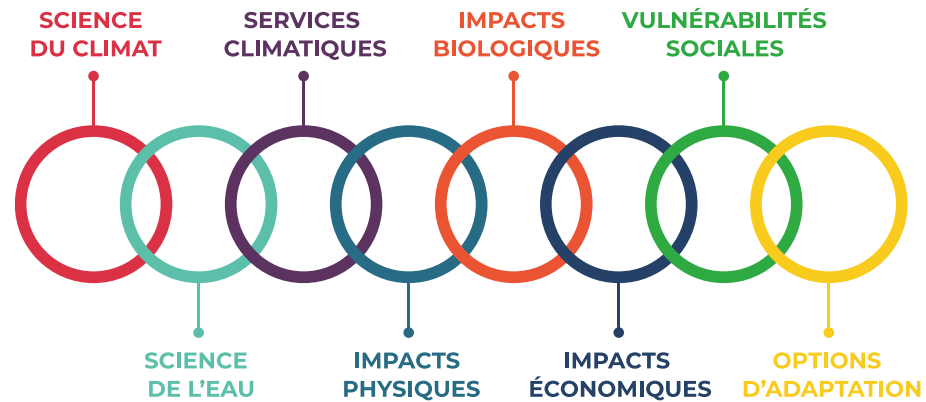


Analyser et évaluer les solutions basées sur la  
science



Proposer une approche innovante

450+ chercheurs, praticiens et décideurs impliqués dans le réseau Ouranos



Notre **APPROCHE** vise l'intégration efficiente de l'adaptation

Expertise et conseils en changements climatiques



Soutien technique et financier pour la R&D



Intégration des enjeux, des savoirs et des acteurs



Mobilisation des acteurs et des connaissances



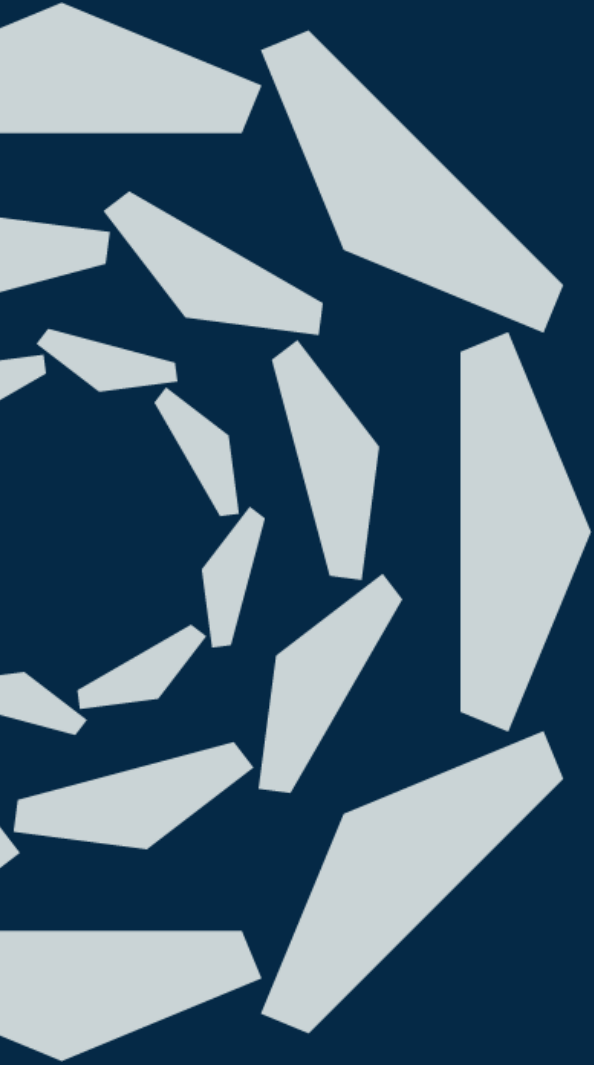
Valorisation et transfert des résultats de R&D



Accompagnement des acteurs de l'adaptation aux changements climatiques



Notre **APPROCHE** vise l'intégration efficiente de l'adaptation



# Le contexte des inondations au Québec



# AU QUÉBEC, LES INONDATIONS SONT L'UN DES PRINCIPAUX RISQUES NATURELS QUI GÉNÈRENT DES IMPACTS SUR LA SOCIÉTÉ

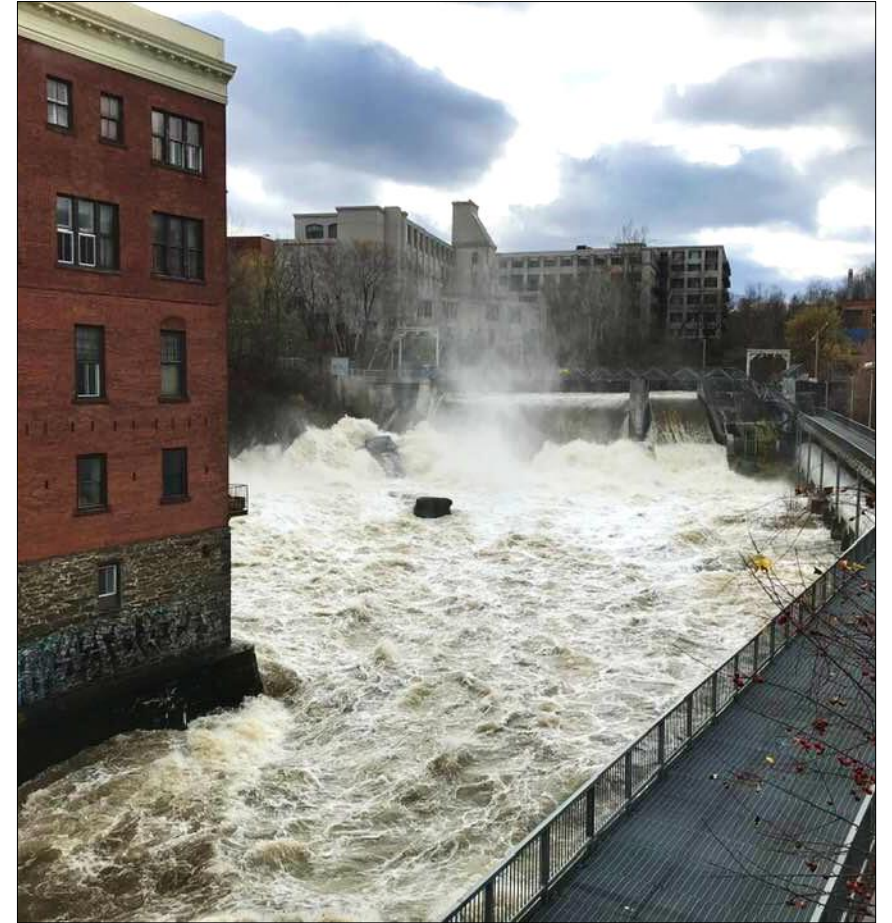
Développement historique des communautés près des cours d'eau

Densification, étalement urbain, croissance démographique



Accroissement de la vulnérabilité aux inondations

Succession de sinistres d'inondation



Rivière Magog et barrage des Abénaquis à Sherbrooke  
Crédit photo : C-O Mercier

# AU QUÉBEC, LES INONDATIONS SONT L'UN DES PRINCIPAUX RISQUES NATURELS QUI GÉNÈRENT DES IMPACTS SUR LA SOCIÉTÉ

Succession de sinistres d'inondation

2011

2017

2019

2023

Besoin d'une cartographie mise à jour et qui tient compte des changements climatiques



Initiative INFO-Crue du MELCCFP et ses partenaires, avec le soutien d'Ouranos



Inondation à Sherbrooke (2019)  
Crédit photo : C-O Mercier



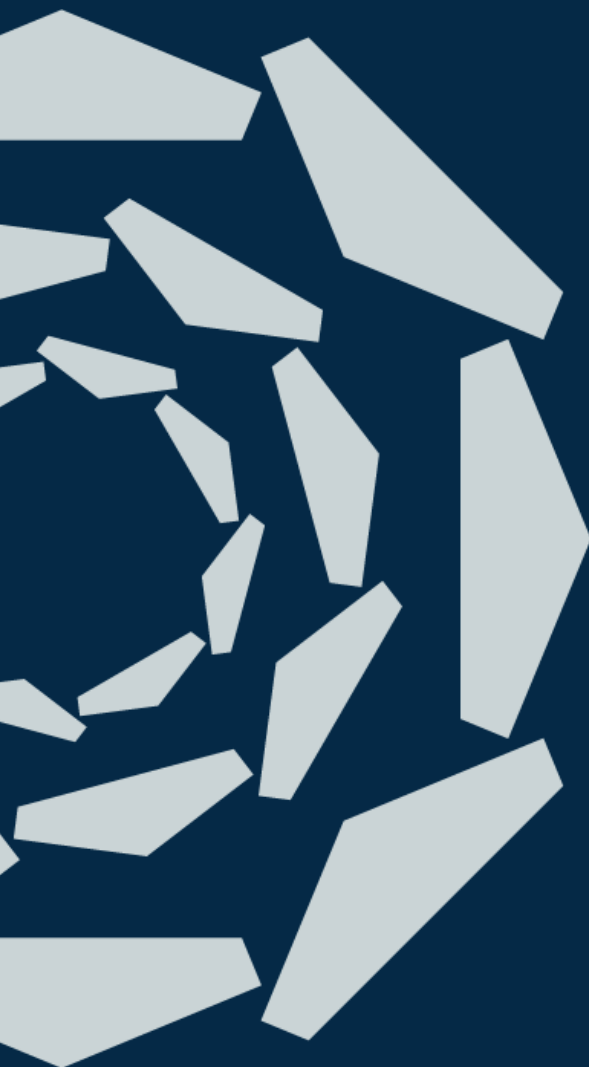
# AU QUÉBEC, LES INONDATIONS SONT L'UN DES PRINCIPAUX RISQUES NATURELS QUI GÉNÈRENT DES IMPACTS SUR LA SOCIÉTÉ

## INFO-Crue

- Documenter les crues historiques
- **Estimer l'évolution des zones inondables dans un contexte de changements climatiques**
- Identifier des zones à prioriser pour la cartographie
- Valoriser l'utilisation d'INFO-Crue dans la prise de décision
- Poursuivre le développement des connaissances



Inondation à Sherbrooke (2019)  
Crédit photo : C-O Mercier



# L'influence des changements climatiques sur les crues

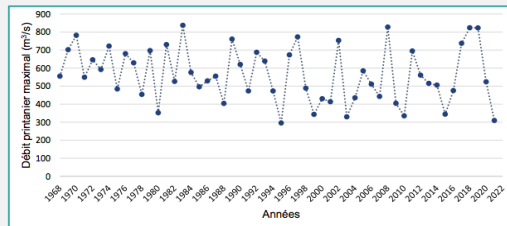
## QU'EST-CE QUI AFFECTE L'HYDROLOGIE?

### FACTEURS BIOPHYSIQUES

- Topographie
- Types de sols
- Végétation
- Milieux humides
- Taille du bassin versant
- Aménagement du territoire

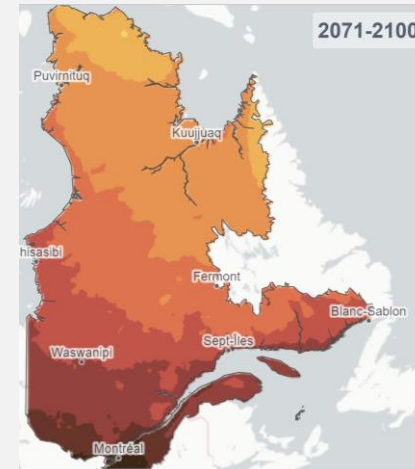
### VARIABILITÉ NATURELLE

Variation du débit printanier maximal d'une station de mesure située sur la rivière Batiscan



### Changements du CLIMAT

- Température
- Précipitations

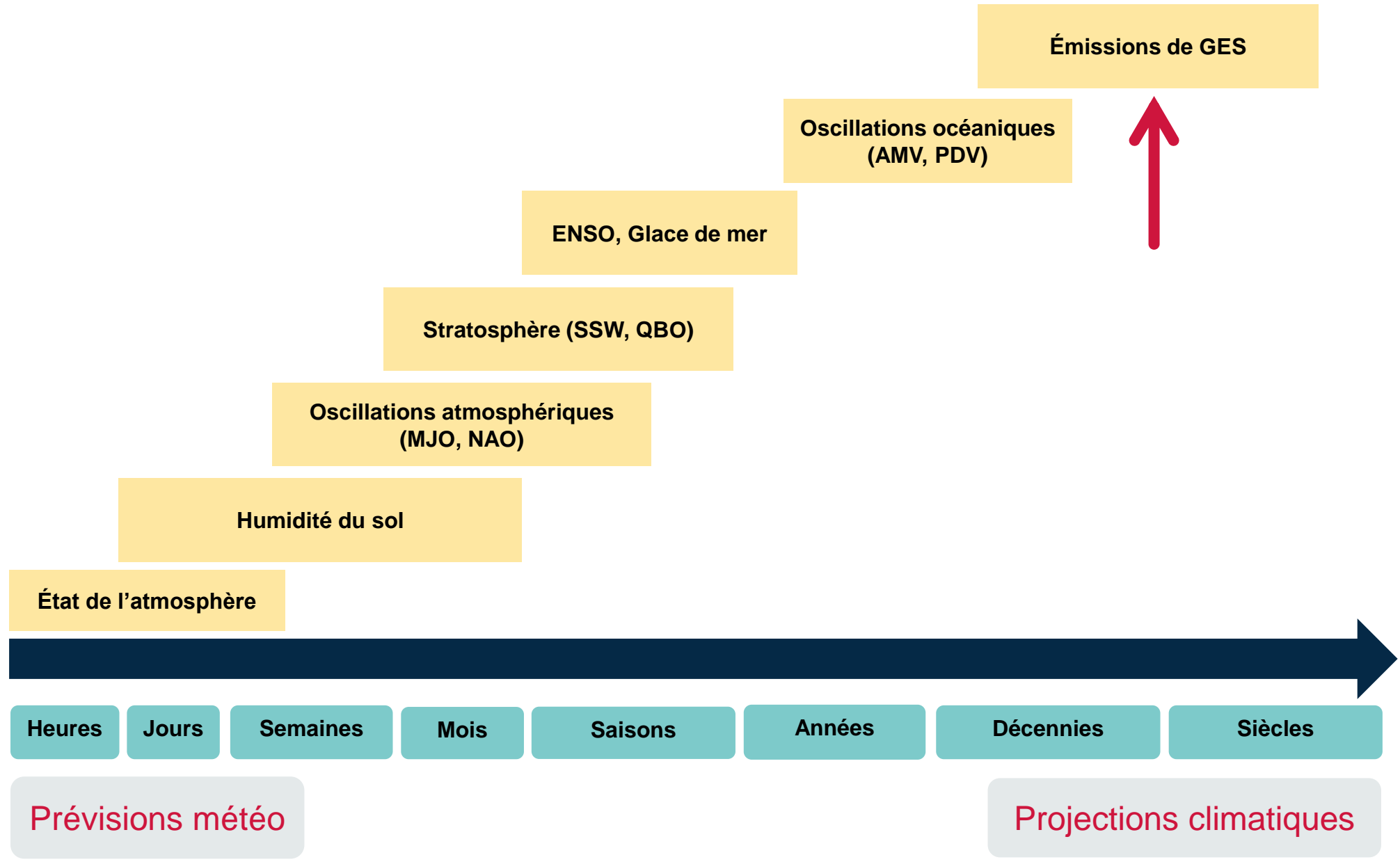


La moyenne à long terme des conditions météorologiques

**30 ANS**

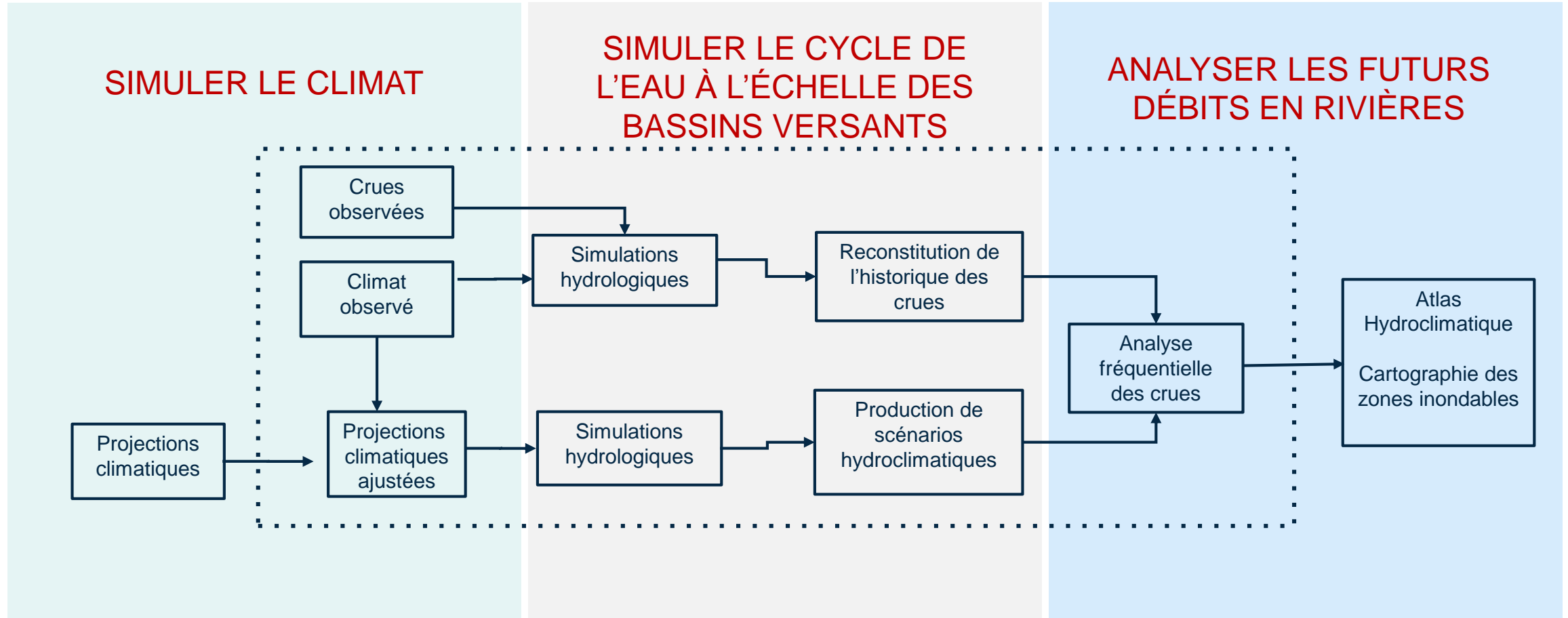


Sources de prédictibilité



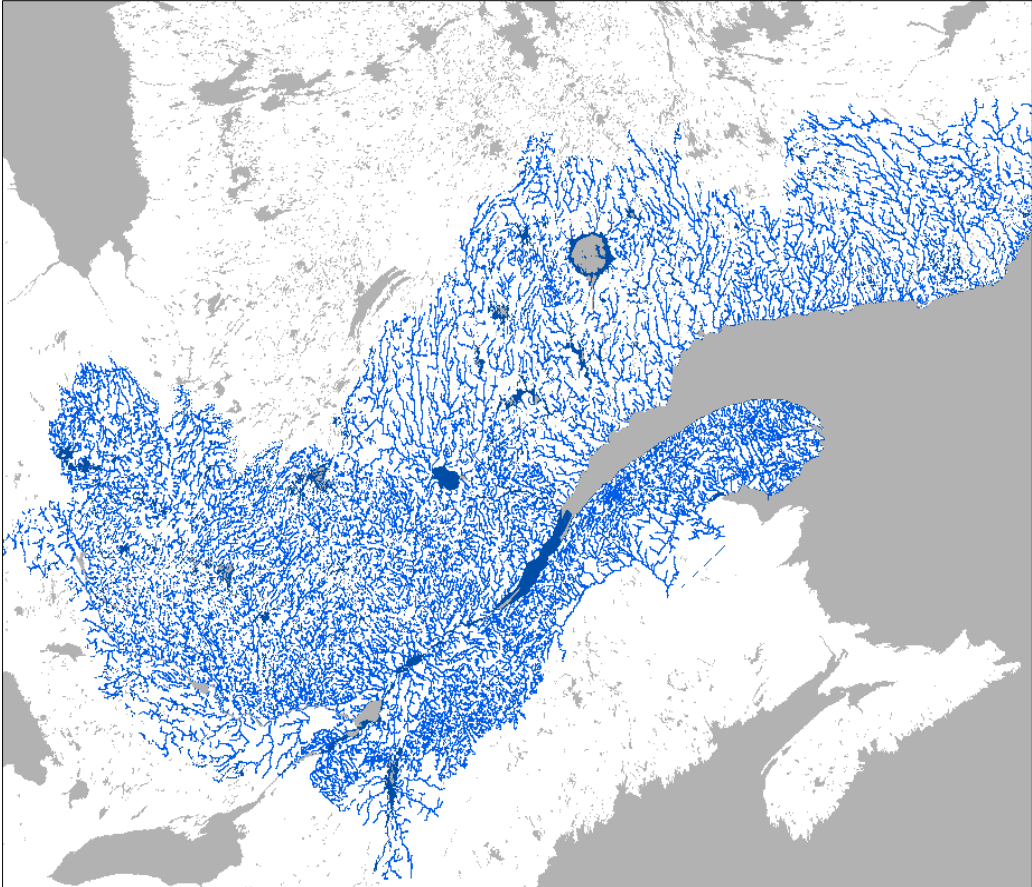
# L'influence des changements climatiques sur les crues

## LES PROJECTIONS HYDROCLIMATIQUES: UNE CHAÎNE DE MODÉLISATION COMPLEXE





## L'ATLAS HYDROCLIMATIQUE DU QUÉBEC MÉRIDIONAL



Réseau hydrographique couvert par l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional

Environnement,  
Lutte contre  
les changements  
climatiques,  
Faune et Parcs

Québec



Comment les changements climatiques se traduisent-ils sur les crues?



### L'Atlas hydroclimatique du Québec méridional

- Outil cartographique, disponible en ligne
- Impact des changements climatiques sur les débits à différents horizons de temps.
- 10 000 tronçons de rivières
- Plusieurs indicateurs différents
- Aussi
  - Historique des rivières de 1970-2021
  - Données de stations

# Un peu de vocabulaire

## PÉRIODE

- Future: fin de siècle (**2071-2100**)
- Référence: **1981-2010**

## SCÉNARIO D'ÉMISSIONS

### → **Modérées** (RCP 4.5):

- Réchauffement planétaire: +2°C
- Québec: 5°C

### → **Élevées** (RCP 8.5):

- Réchauffement planétaire: +4°C
- Québec: 6-7°C

## INDICATEURS DE CRUE

Débit journalier maximal annuel pour une crue de **récurrence de 20 ans** (Q1MAX20)

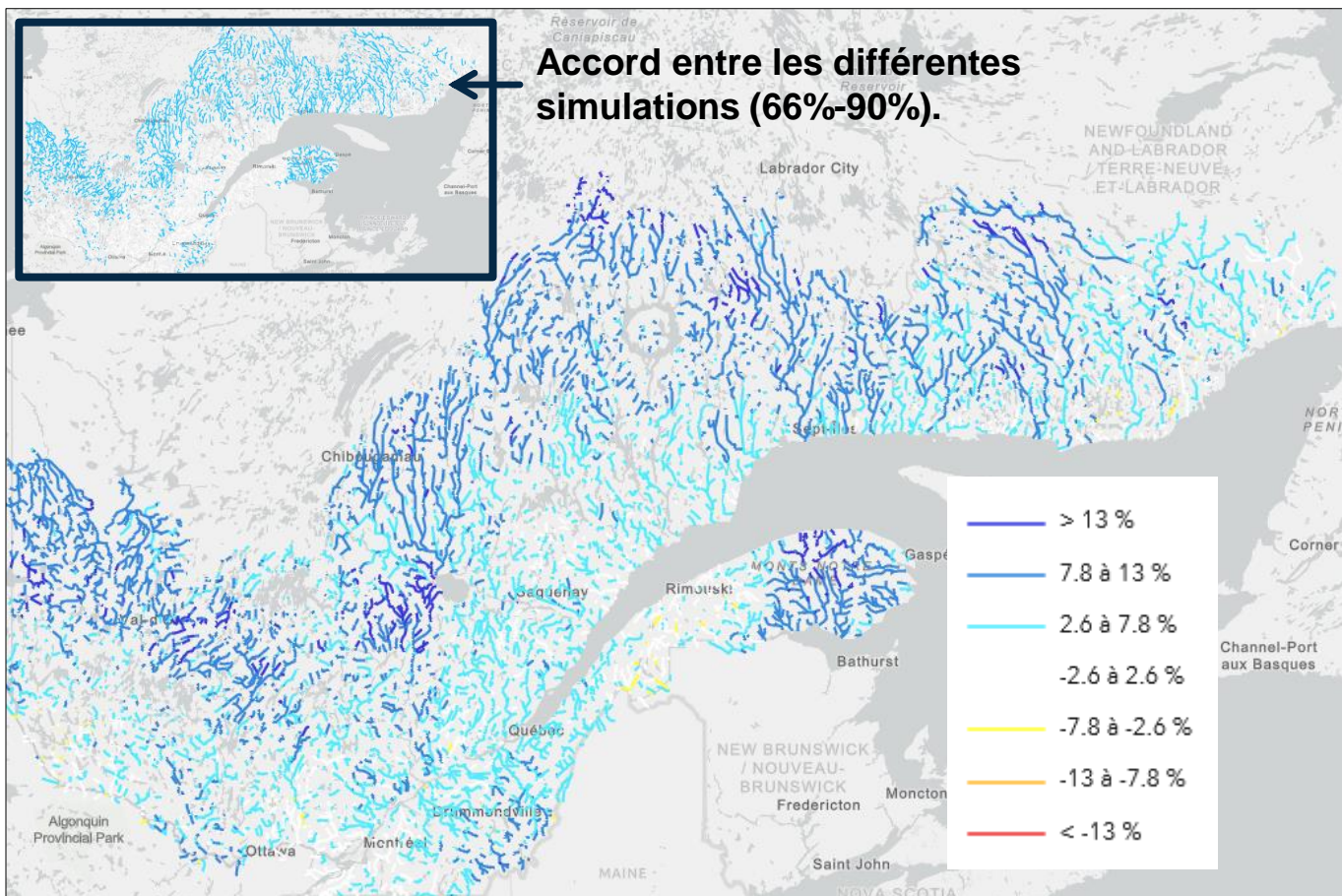
- crue avec une probabilité de dépassement annuel de **5%**

Débit journalier maximal annuel pour une crue de **récurrence de 100 ans** (Q1MAX100)

- crue avec une probabilité de dépassement annuel de **1%**

# LES POINTES DE CRUES ANNUELLES SERONT PLUS ÉLEVÉES SUR UNE LARGE PORTION DU QUÉBEC MÉRIDIONAL D'ICI À LA FIN DU SIÈCLE

L'influence des changements climatiques sur les crues



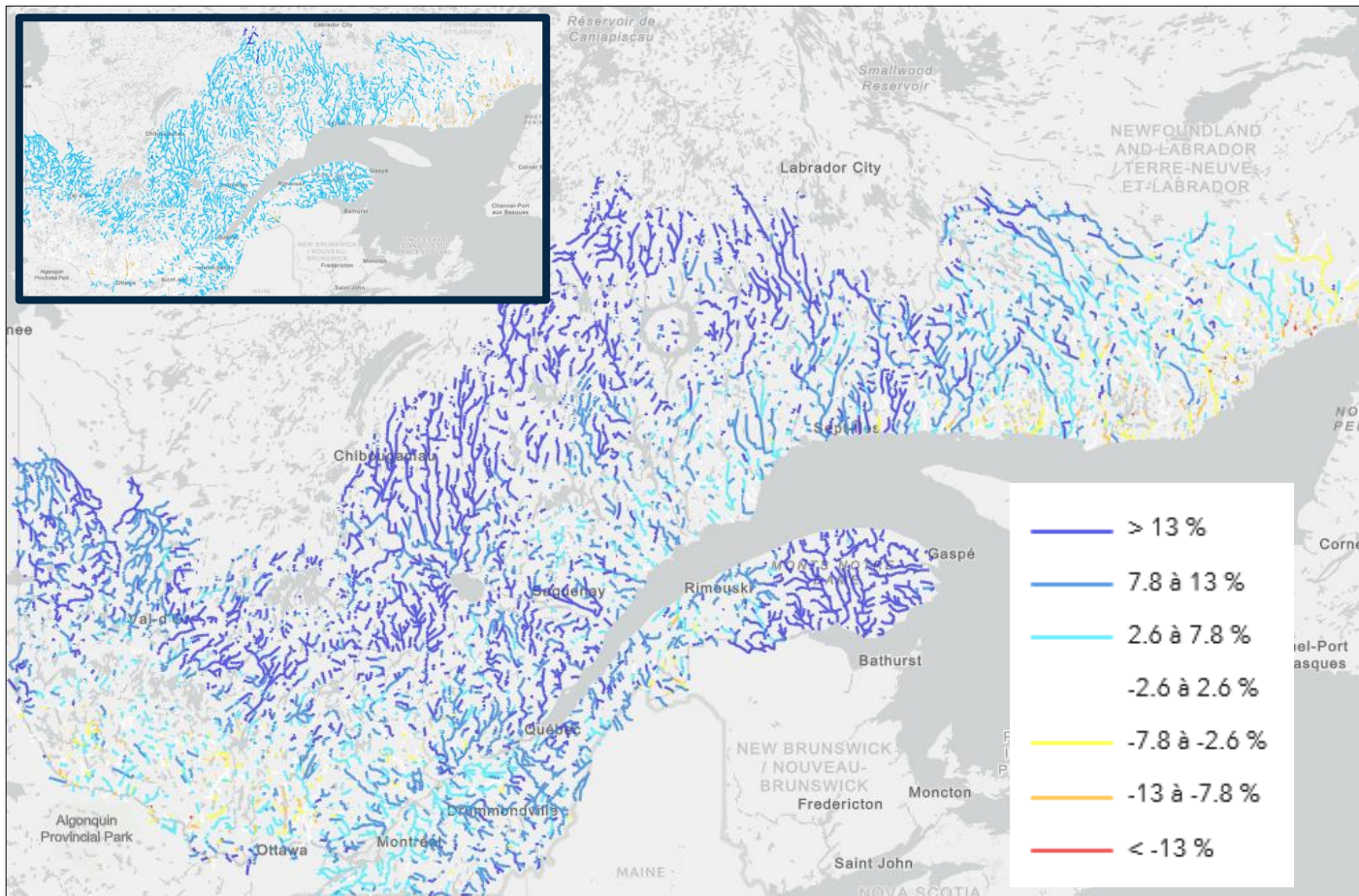
Changement relatif (%) du débit journalier maximal annuel pour une crue de récurrence de 20 ans (Q1MAX20AN) – Horizons 2080, **scénario d'émissions modérées** (RCP 4.5).

DÉBIT DE POINTE ANNUELLE  
Récurrence 20 ans  
↓  
Augmentation projetée sur l'ensemble du territoire couvert  
Absence de consensus dans le sud

**Scénario d'émissions modérées**



# LES POINTES DE CRUES ANNUELLES SERONT PLUS ÉLEVÉES SUR UNE LARGE PORTION DU QUÉBEC MÉRIDIONAL D'ICI À LA FIN DU SIÈCLE



Changement relatif (%) du débit journalier maximal annuel pour une crue de récurrence de 20 ans (Q1MAX20AN) – Horizons 2080, **scénario d'émissions élevées** (RCP 8.5).

DÉBIT DE POINTE ANNUELLE

Récurrence 20 ans

↓

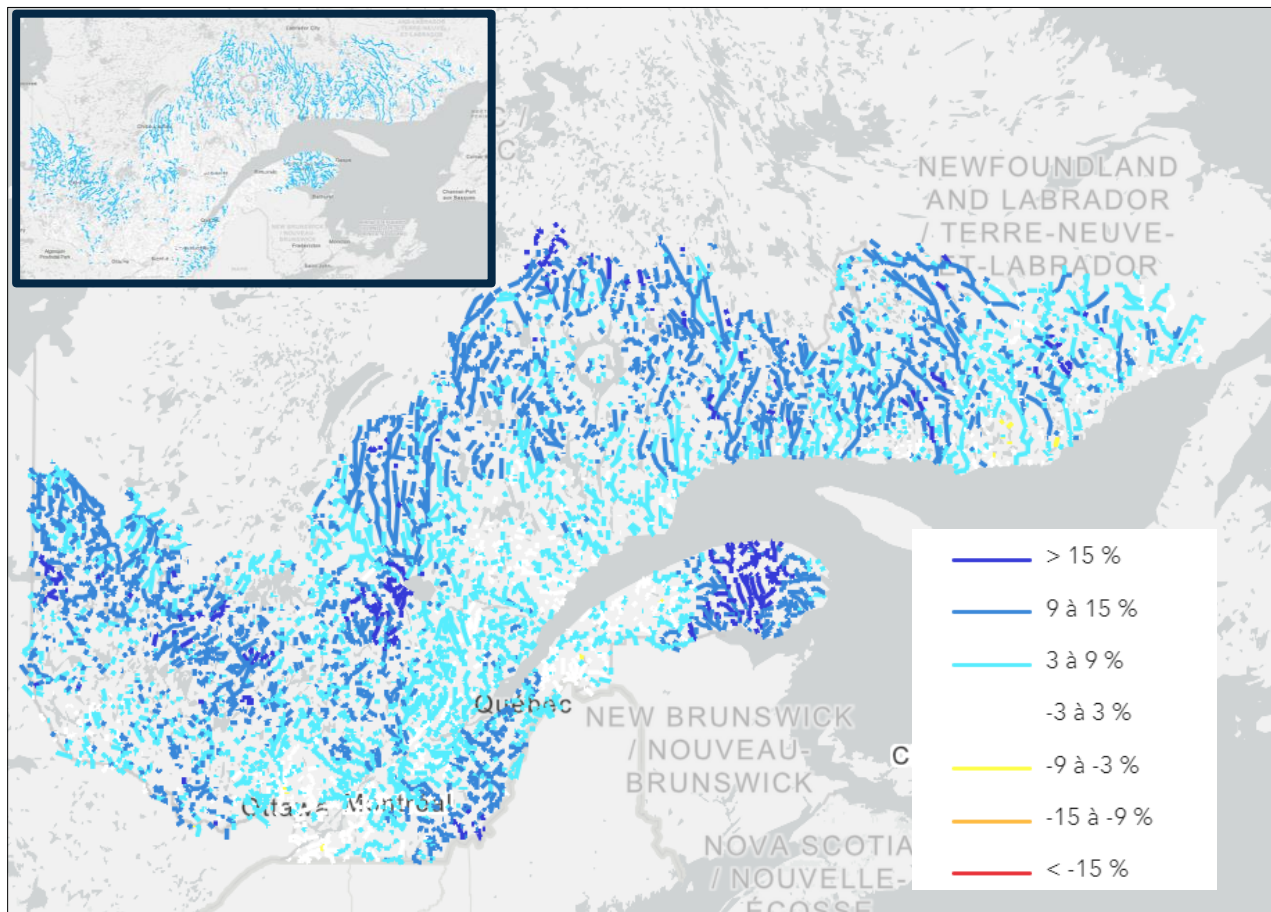
Augmentation sur l'ensemble du territoire couvert

Consensus élevé sur l'ensemble du territoire

**Scénario d'émissions élevées**

L'influence des changements climatiques sur les crues

# LES POINTES DE CRUES ANNUELLES SERONT PLUS ÉLEVÉES SUR UNE LARGE PORTION DU QUÉBEC MÉRIDIONAL D'ICI À LA FIN DU SIÈCLE



Changement relatif (%) du débit journalier maximal annuel pour une crue de récurrence de 100 ans (Q1MAX100AN) – Horizons 2080, **scénario d'émissions modérées** (RCP 4.5).

DÉBIT DE POINTE ANNUELLE

Récurrence 100 ans

↓

Augmentation projetée sur l'ensemble du territoire couvert

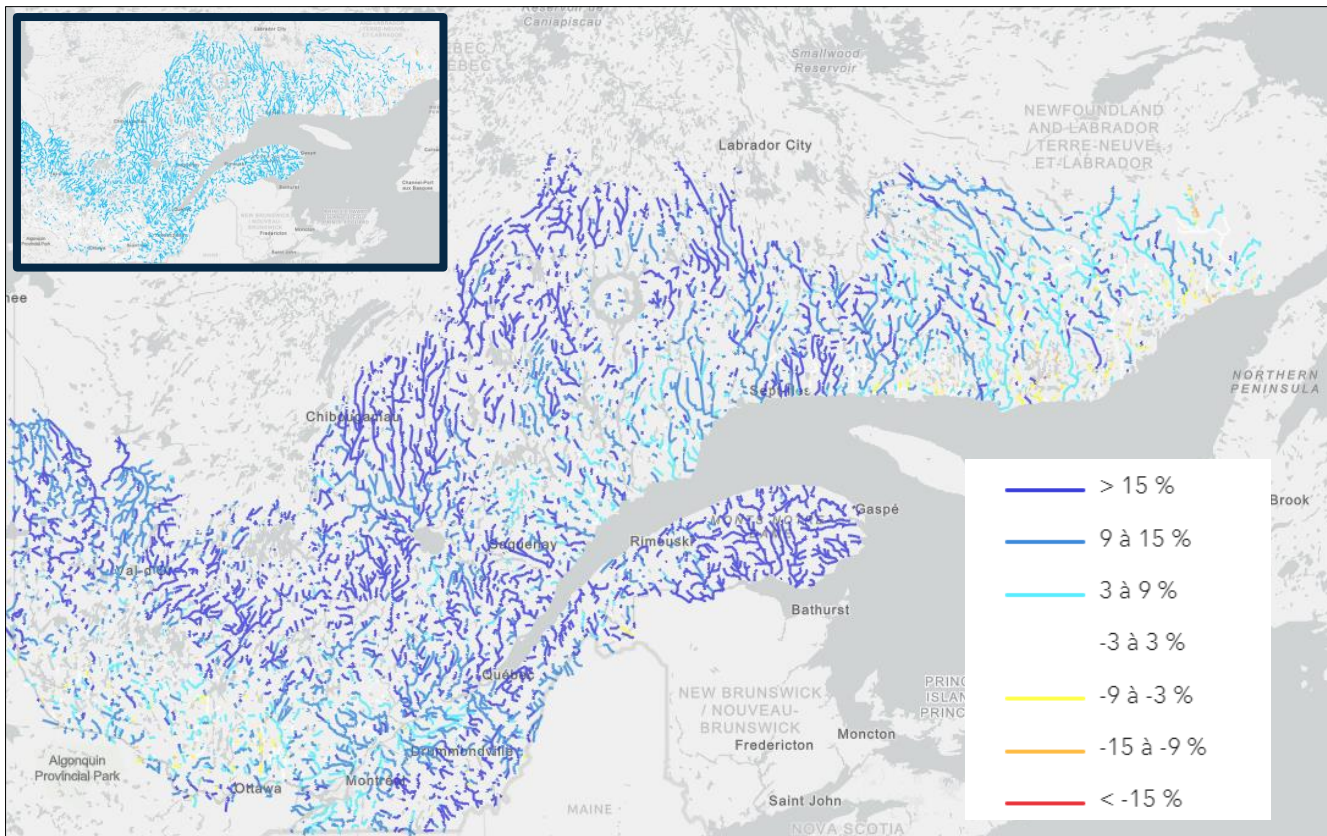
Absence de consensus dans le sud

**Scénario d'émissions modérées**



# LES POINTES DE CRUES ANNUELLES SERONT PLUS ÉLEVÉES SUR UNE LARGE PORTION DU QUÉBEC MÉRIDIONAL D'ICI À LA FIN DU SIÈCLE

L'influence des changements climatiques sur les crues



Changement relatif (%) du débit journalier maximal annuel pour une crue de récurrence de 100 ans (Q1MAX100AN) – Horizons 2080, **scénario d'émissions élevées** (RCP 8.5).

Environnement,  
Lutte contre  
les changements  
climatiques,  
Faune et Parcs

Québec

DÉBIT DE POINTE  
ANNUELLE

Récurrence 100 ans

↓

Augmentation sur l'ensemble du  
territoire couvert

Consensus élevé sur l'ensemble du  
territoire

**Scénario d'émissions élevées**

## CES CHANGEMENTS POURRAIENT SE TRADUIRE PAR UN RISQUE ACCRU D'INONDATIONS, ÉROSION ET LESSIVAGE

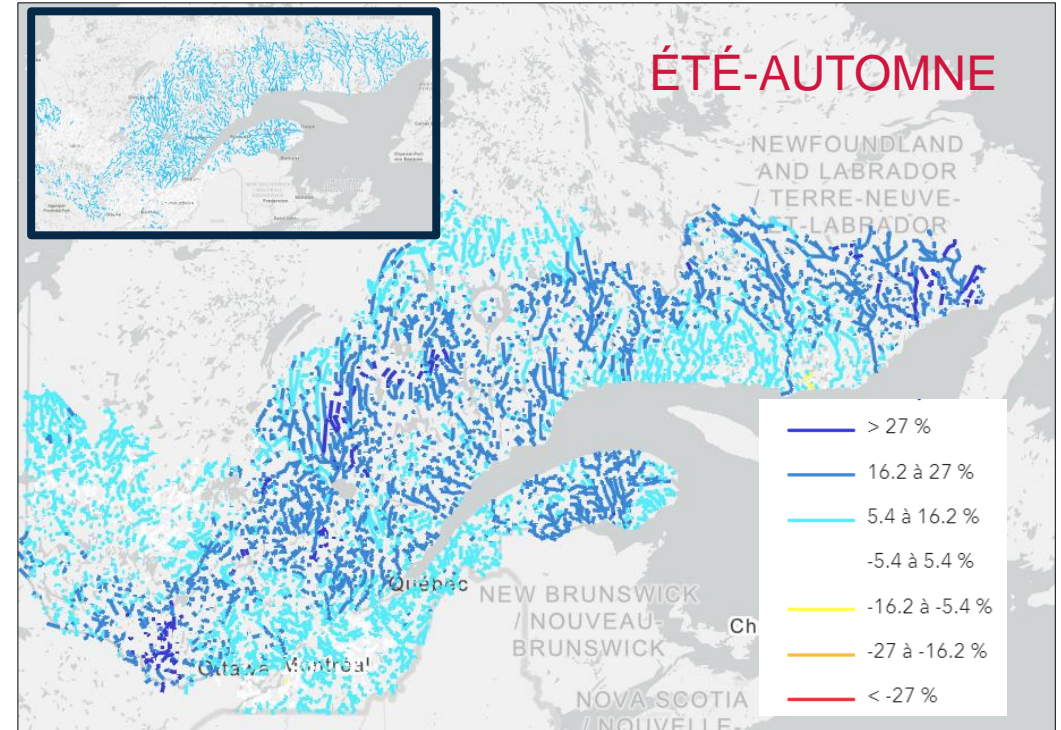
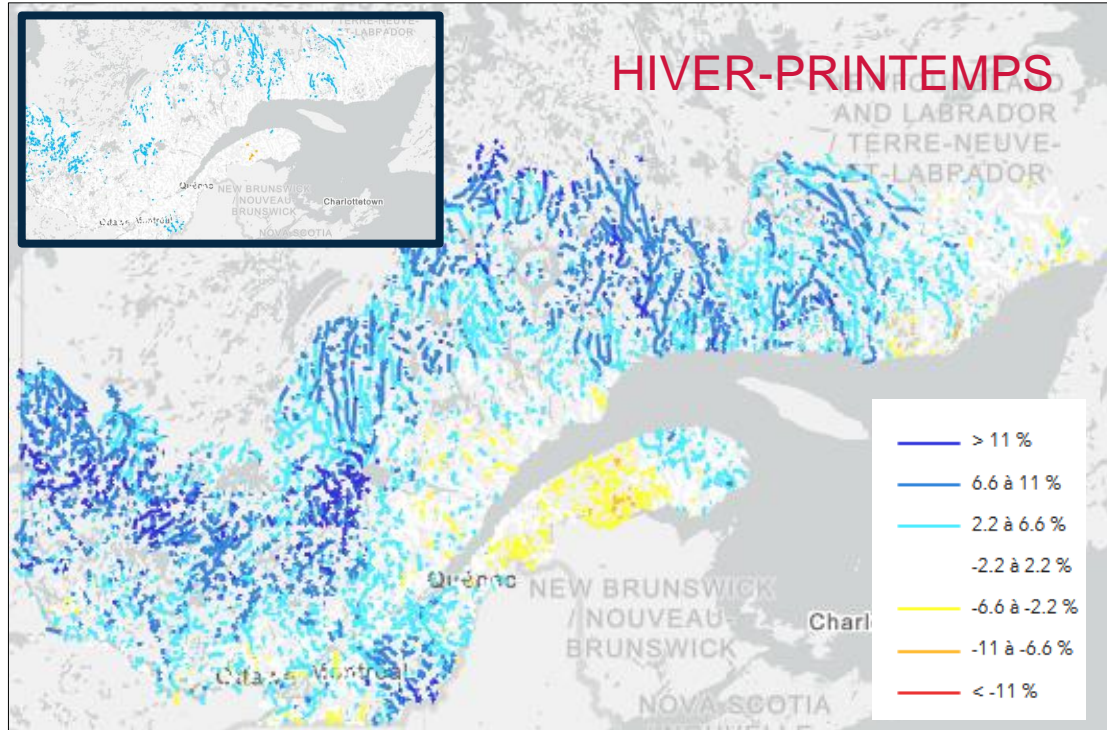
- Érosion des berges
- Lessivage des sols
- Pression sur les communautés riveraines, sur la qualité de l'eau et sur les activités agricoles.



Rivière du gouffre à Baie-Saint-Paul (2023), Source: La Presse Canadienne



# L'ÉVOLUTION DES DÉBITS VARIERA SELON LES SAISONS ET LES RÉGIONS

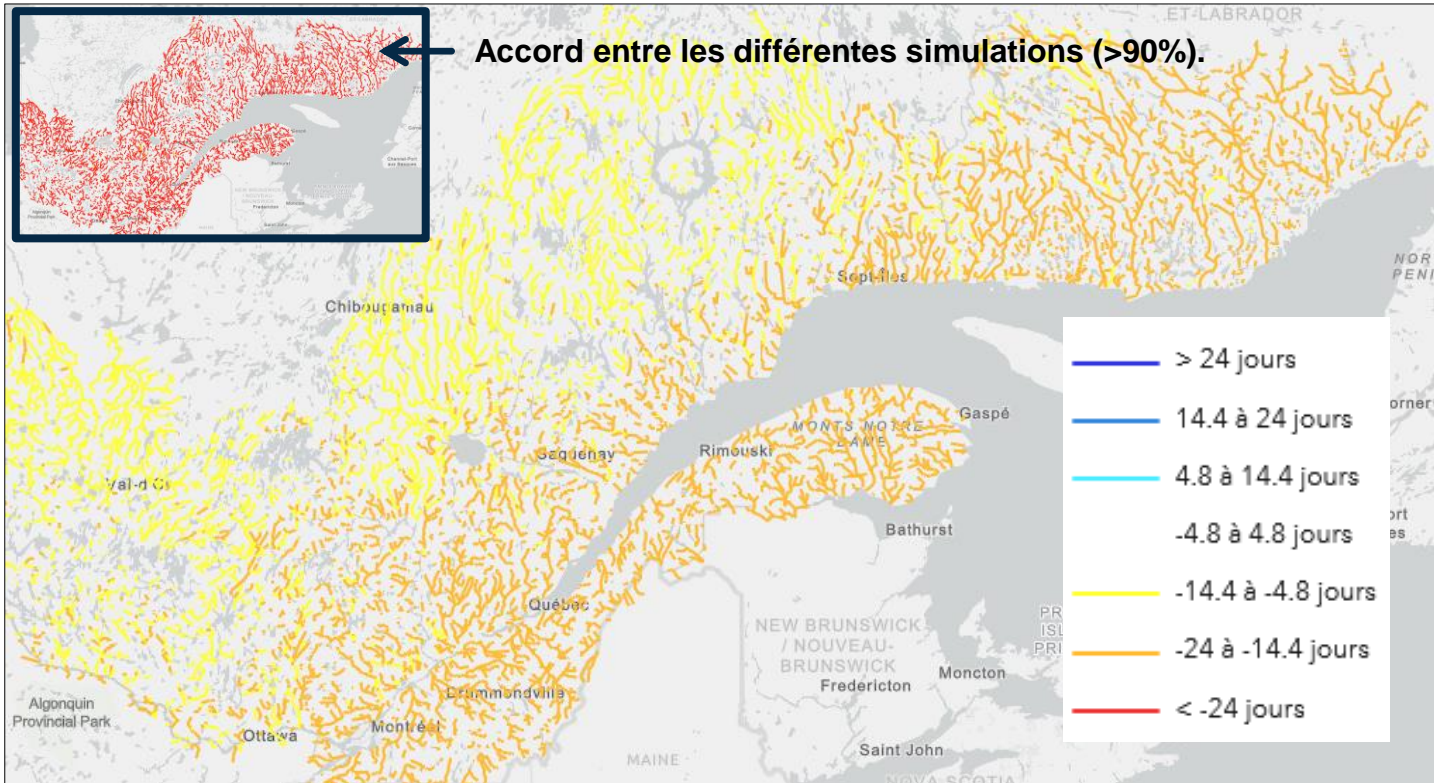


Changement relatif (%) du débit journalier maximal annuel pour une crue de récurrence de 100 ans (Q1MAX100HP) – Horizons 2080, **scénario d'émissions modérées (RCP 4.5)**.

- Augmentation des pointes de crue, sur une partie du territoire.
- Faible consensus.

- Augmentation sur l'ensemble du territoire couvert.
- Consensus sur l'ensemble du territoire, sauf au sud/ouest du Québec.

# L'ÉVOLUTION DES DÉBITS VARIERA SELON LES SAISONS ET LES RÉGIONS



Changement moyen dans le moment d'occurrence du débit journalier maximal (JQ1MAXHP) – Horizon 2080, **scénario d'émissions modérées (RCP 4.5)**.

Moment des pointes de crues

POINTE DES CRUES PRINTANIÈRES

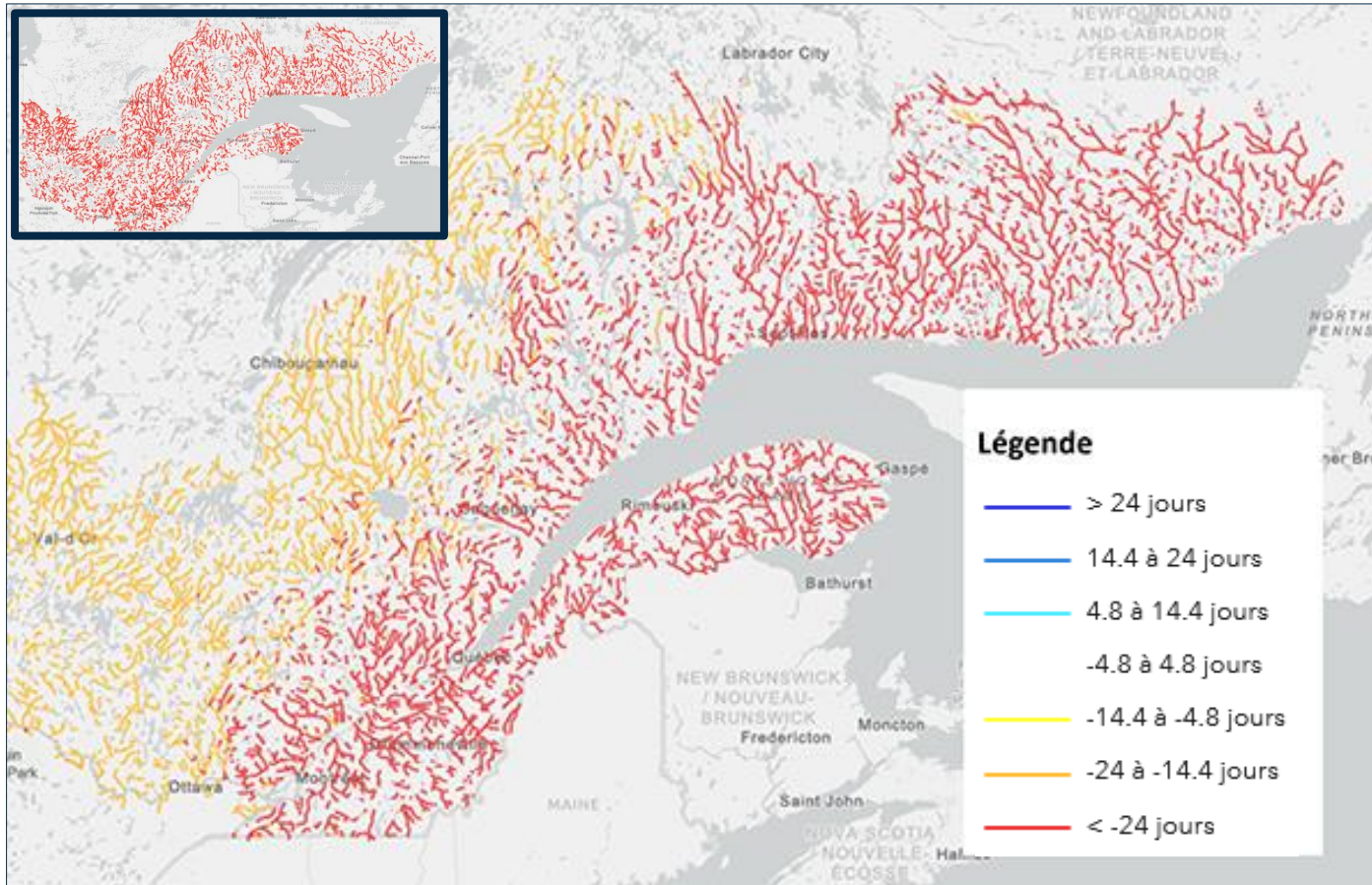


Plus hâtives de ~1 à 3 semaines

**Scénario d'émissions modérées**



## L'ÉVOLUTION DES DÉBITS VARIERA SELON LES SAISONS ET LES RÉGIONS



Changement moyen dans le moment d'occurrence du débit journalier maximal (JQ1MAXHP) – Horizon 2080, **scénario d'émissions élevées** (RCP 8.5).

Moment des pointes de crues

POINTE DES CRUES PRINTANIÈRES



Plus hâtives de 2 à 4 semaines

**Scénario d'émissions élevées**



# Ces changements sont amenés par...

## NOS HIVERS...

- Seront plus chauds
- Auront plus de redoux
- Auront plus d'événements de pluie
- Commenceront plus tard
- Se termineront plus tôt



Crédit: Martin Chamberland, La Presse

# Ces changements sont amenés par...

## NOS HIVERS...

- Seront plus chauds
- Auront plus de redoux
- Auront plus d'événements de pluie
- Commenceront plus tard
- Se termineront plus tôt



## LA PLUIE...

- Sera plus fréquente et abondante en hiver et au printemps
- Les événements de précipitations extrêmes seront plus fréquents et plus intenses en été-automne



# Ces changements sont amenés par...

## NOS HIVERS...

- Seront plus chauds
- Auront plus de redoux
- Auront plus d'événements de pluie
- Commenceront plus tard
- Se termineront plus tôt



## LA PLUIE...

- Sera plus fréquente et abondante en hiver et au printemps
- Les événements de précipitations extrêmes seront plus fréquents et plus intenses en été-automne



## LA NEIGE...

- Arrivera plus tard et fondra plus tôt dans la saison
- Fondra plus rapidement en raison de la pluie plus fréquente en hiver
- Les précipitations de neige diminueront de manière générale



# Petits bassins versants

- Ruisseaux, trop petits pour être inclus dans l'Atlas hydroclimatique
- Augmentation prononcée, surtout durant la période été/automne
- Très grande corrélation entre les débits de crues et la précipitation
- Augmentation des précipitations extrêmes avec l'augmentation de température
- Majorations (%) à appliquer aux courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) de précipitations:



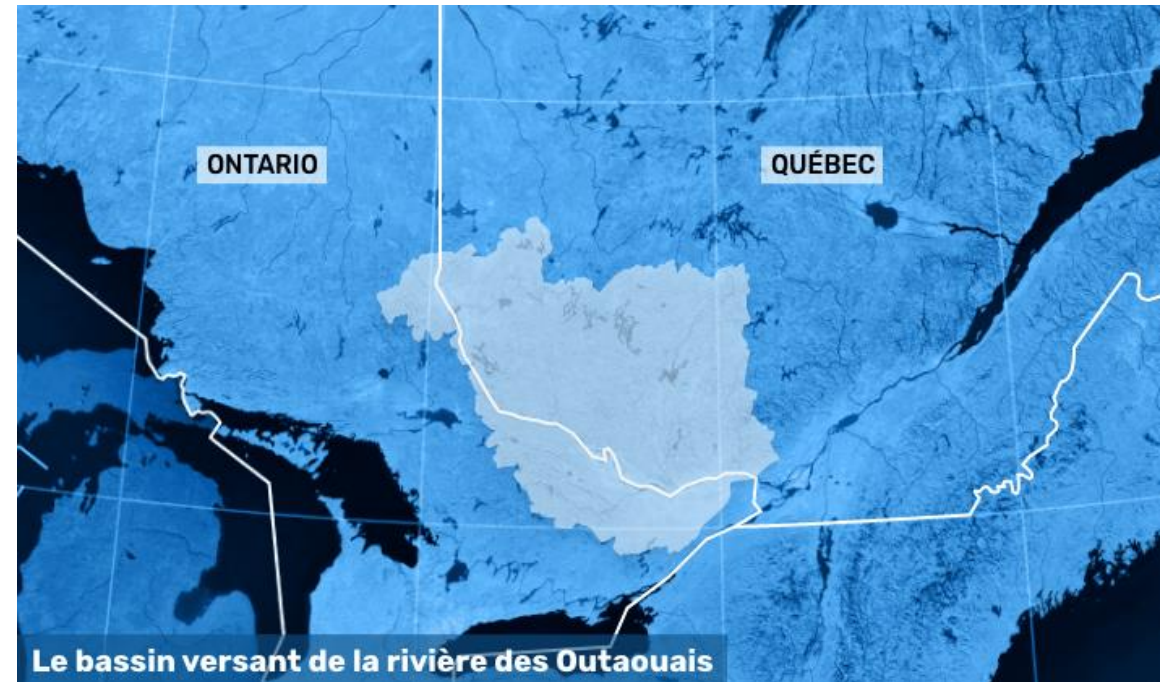
Scénario d'émissions	Horizon	Durée (heures)			
		9h	13h	17h	28h
Modérées	2071-2100	25.5%	22.5%	22%	20%
Élevées	2071-2100	56%	50%	48%	43%

Source: Mailhot et al. (2021)



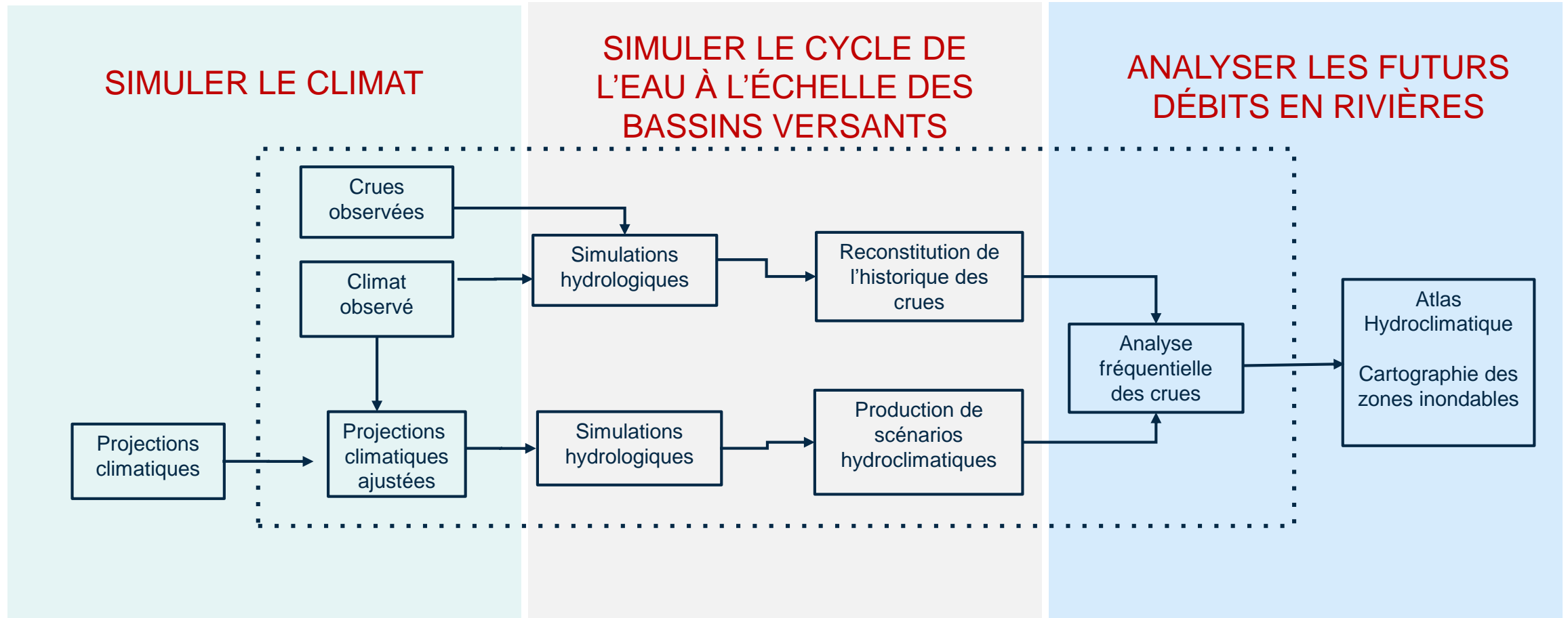
# Grands bassins versants

- Fleuve St-Laurent, Richelieu, Outaouais
- Pas couvert dans cette présentation
  - Conditions particulières (e.g. grands lacs en amont)
  - Gestion anthropique
- Doivent être étudié séparément



# L'influence des changements climatiques sur les crues

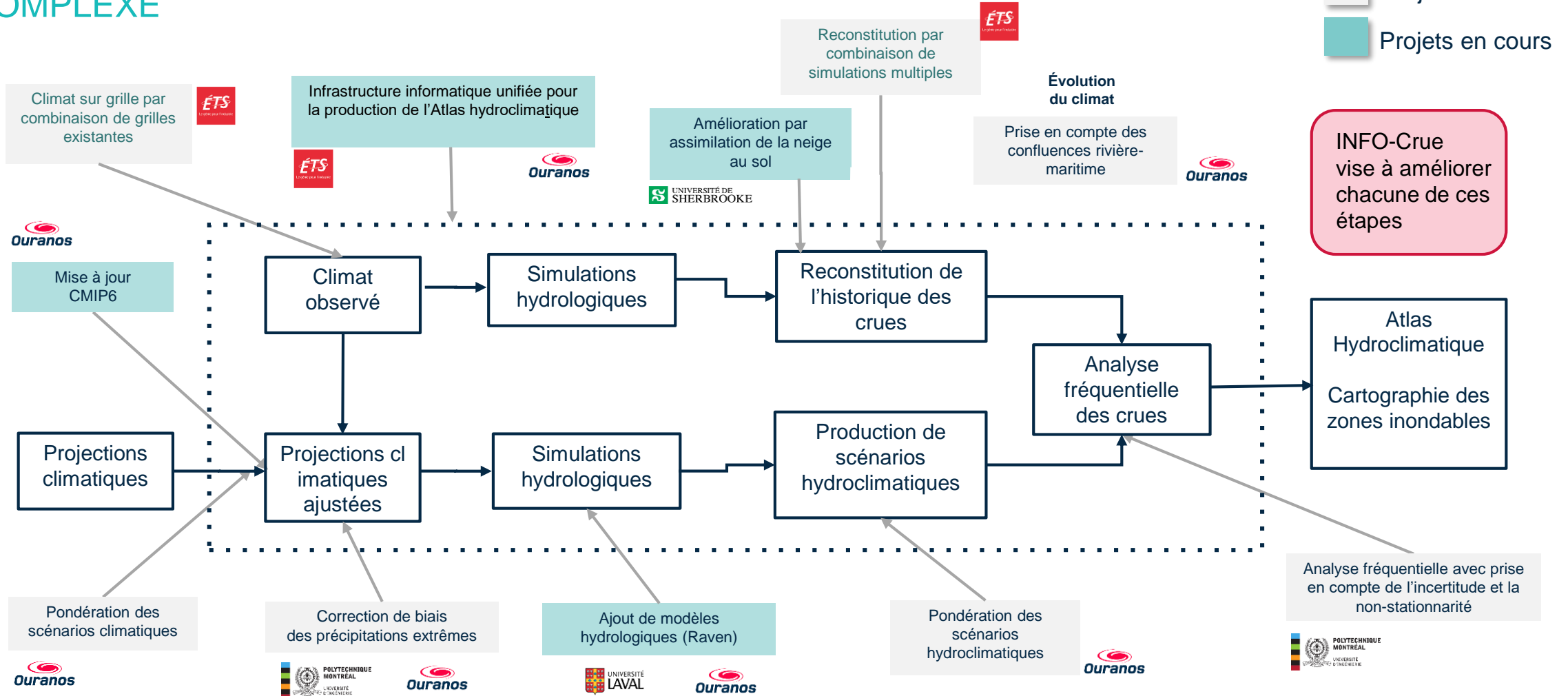
## LES PROJECTIONS HYDROCLIMATIQUES: UNE CHAÎNE DE MODÉLISATION COMPLEXE





# L'influence des changements climatiques sur les crues

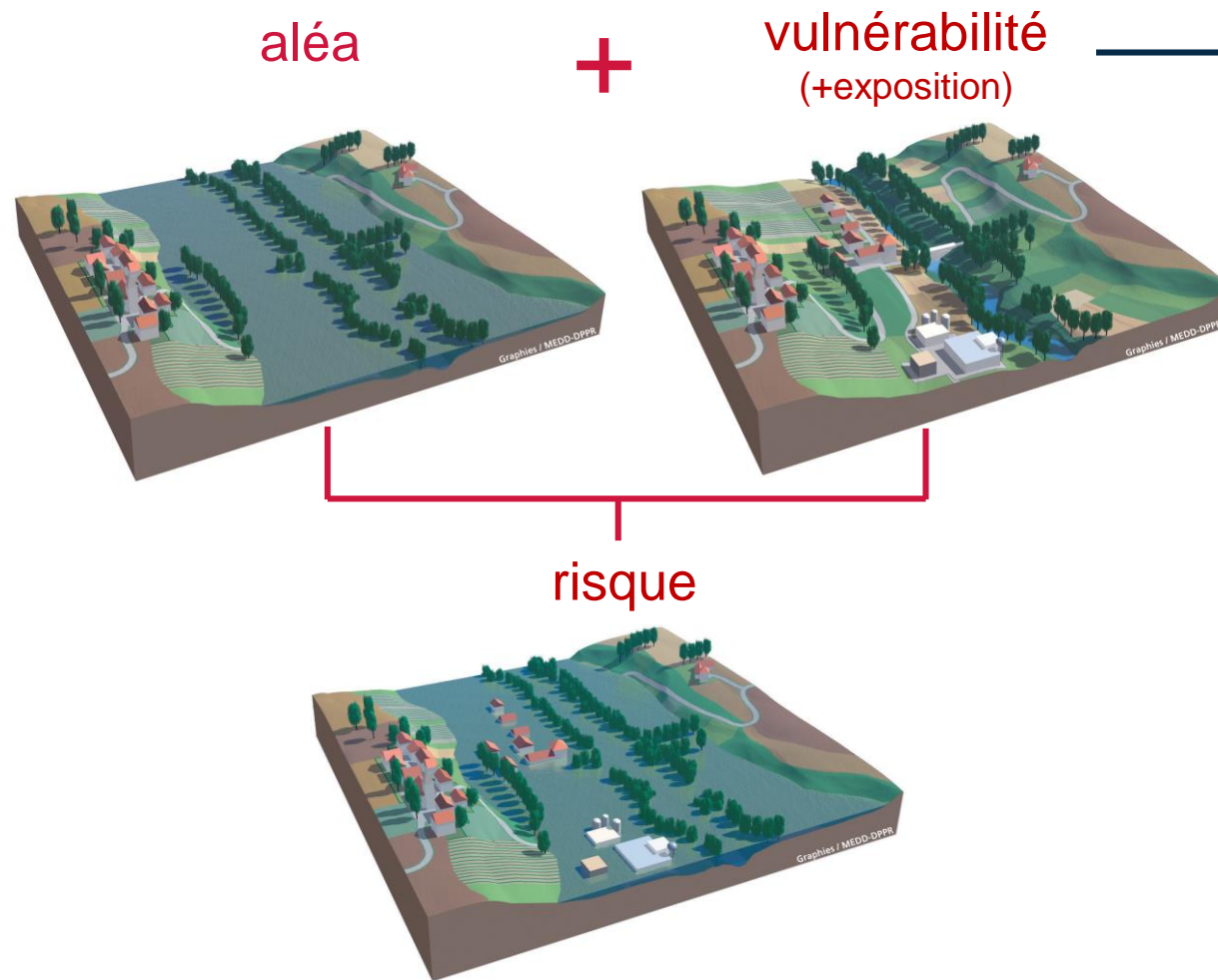
## LES PROJECTIONS HYDROCLIMATIQUES: UNE CHAÎNE DE MODÉLISATION COMPLEXE





# L'aménagement du territoire et le risque d'inondation

# AVEC OU SANS CHANGEMENTS CLIMATIQUES, LE QUÉBEC EST VULNÉRABLE



La **vulnérabilité** est la prédisposition à subir des dommages

- Infrastructures en mauvais état ou inadaptées
- Présence d'infrastructures essentielles
- Mauvais aménagement urbain
- Âge
- État de santé
- Statut économique
- Niveau d'éducation

# L'aménagement du territoire et le risque d'inondation

## L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE JOUE UN RÔLE CRUCIAL DANS NOTRE RÉSILIENCE FACE AU RISQUE D'INONDATION

- L'aménagement du territoire peut influencer notre vulnérabilité



Inondation à Ste-Marthe-sur-le-Lac (2019), Source: [La Presse](#)



# L'aménagement du territoire et le risque d'inondation

## L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE JOUE UN RÔLE CRUCIAL DANS NOTRE RÉSILIENCE FACE AU RISQUE D'INONDATION

- L'aménagement du territoire peut influencer notre vulnérabilité
- L'aménagement du territoire peut influencer l'aléa d'inondation



Jardin de pluie en bordure de rue, Source: [Cerema](#)

# L'aménagement du territoire et le risque d'inondation

## L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE JOUE UN RÔLE CRUCIAL DANS NOTRE RÉSILIENCE FACE AU RISQUE D'INONDATION

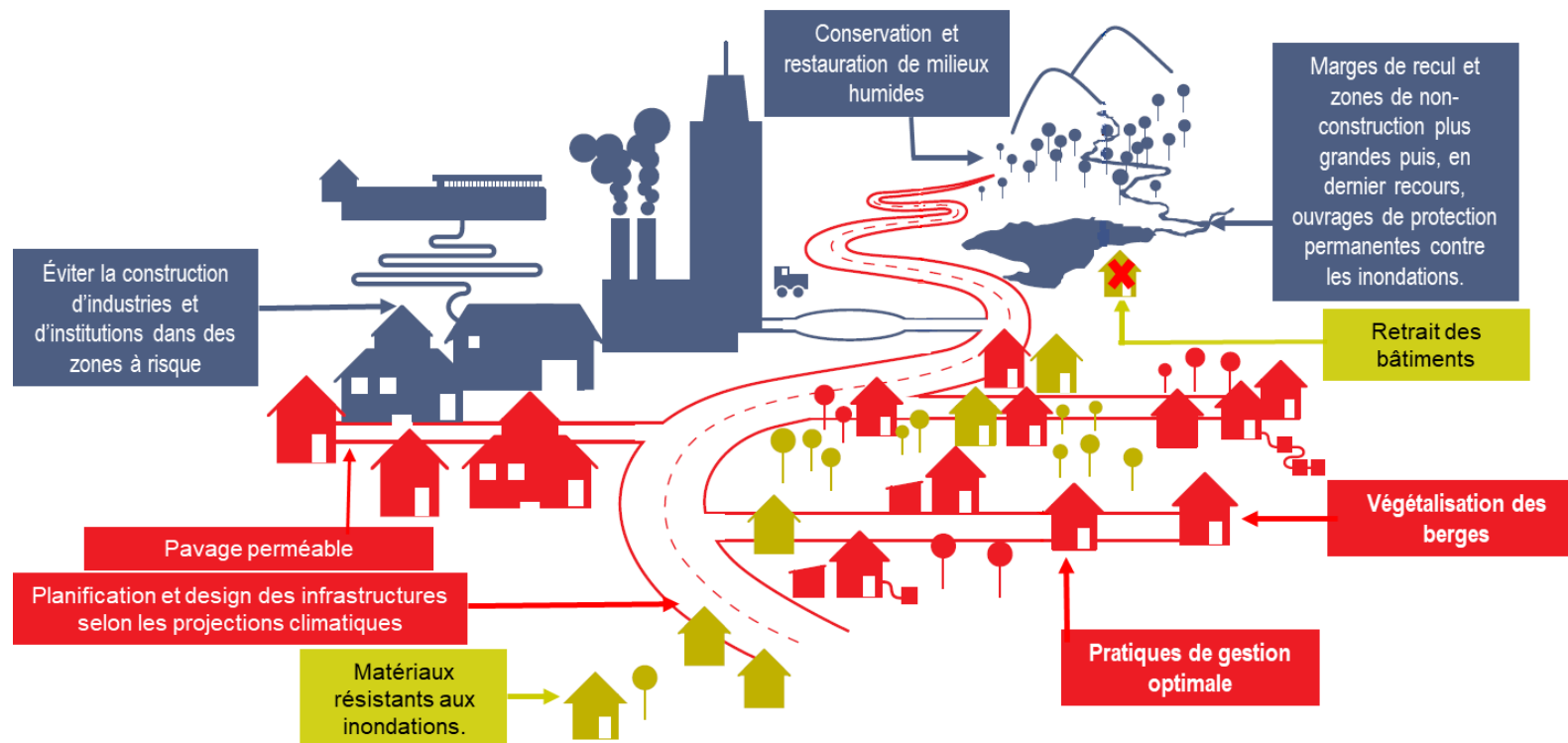
- L'aménagement du territoire peut influencer notre vulnérabilité
- L'aménagement du territoire peut influencer l'aléa d'inondation
- Si correctement réfléchi, l'aménagement peut devenir vecteur de solutions



Cité fluviale de Matra à Romorantin, Source: [Libération](#), 2016

# L'aménagement du territoire et le risque d'inondation

## L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE JOUE UN RÔLE CRUCIAL DANS NOTRE RÉSILIENCE FACE AU RISQUE D'INONDATION

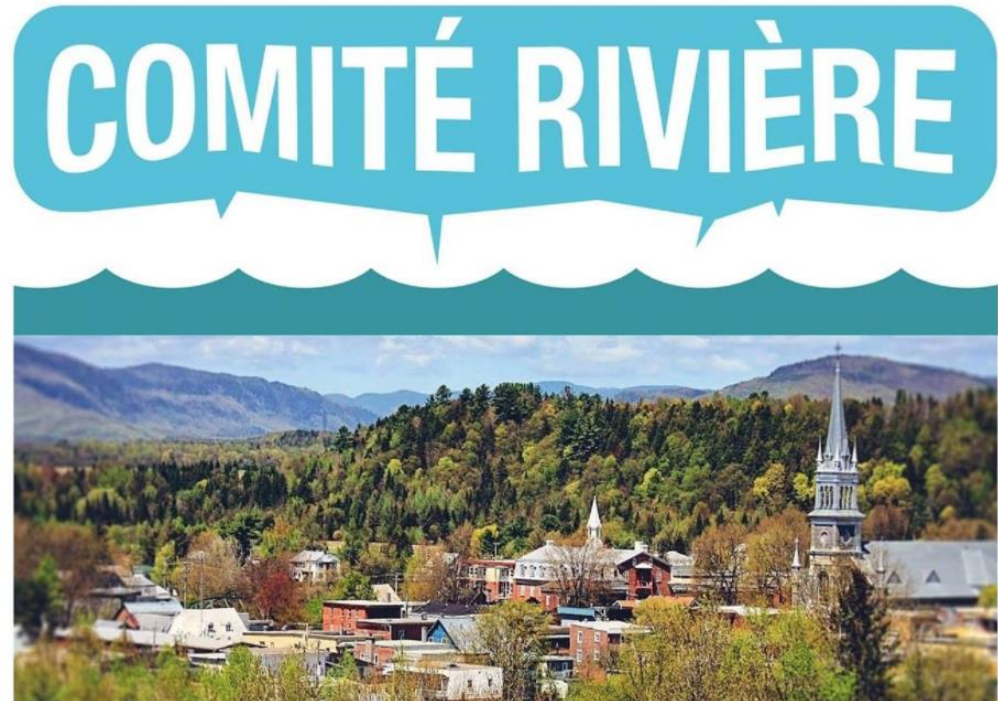




# L'aménagement du territoire et le risque d'inondation

## LA COLLABORATION: UN FACTEUR DE RÉUSSITE

- Gouvernement du Québec
- MRC et municipalités
- Entreprises
- Organismes locaux
- Citoyens
- Assureurs



Comité rivière de Saint-Raymond de Portneuf



# Messages clés

- Au Québec, les inondations sont l'un des principaux risques naturels qui génèrent des impacts sur la société.
- En raison des changements climatiques, les pointes de crues annuelles seront plus élevées sur une large portion du Québec méridional d'ici à la fin du siècle, ce qui pourrait se traduire par un risque accru d'inondations.
- L'évolution des débits variera selon les saisons et les régions.
- Ces projections soulignent la complexité des impacts climatiques sur les régimes hydrologiques du Québec, mettant en évidence une grande variabilité régionale et interannuelle.
- Avec ou sans changements climatiques, le Québec dispose de vulnérabilités sociales et territoriales l'exposant à des répercussions importantes lors d'inondations.
- L'aménagement du territoire joue un rôle crucial dans notre résilience face au risque d'inondations.
- L'un des principaux facteurs de réussite de l'adaptation est la collaboration, la coordination et l'engagement de tous les acteurs concernés par la gestion du risque d'inondation

## TROUSSE D'INFORMATION

- Fiche synthèse présentant les messages clés
- Questions-réponses sur les impacts d'une modification de la cartographie des zones inondables sur la société Québécoise
- Liens web d'intérêt

[www.ouranos.ca/trousse-inondations](http://www.ouranos.ca/trousse-inondations)

 **Ouranos**

[ouranos.ca](http://ouranos.ca)

