

# Modélisation PCSWMM 2D d'un secteur critique

Par :

Véronique Fortier, ing., Tetra Tech, division Municipal - Eau

Marie Paré-Bourque, ing., M.Sc, Tetra Tech, division Municipal - Eau

Boris Gervais Salou, ing., M.Sc, Planification et développement, Ville de Québec



# Mise en contexte

La mise à jour des **plans directeurs** du territoire de la Ville de Québec a permis :

- le **diagnostic** du réseau pluvial et des cours d'eau
- la **planification** du drainage de son territoire
- la proposition de **solutions** (centennal)
- l'intégration de l'impact des **changements climatiques**
- la gestion de l'**octroi des permis**

# Mise en contexte

Principales activités dans le contexte de ce plan directeur de drainage :

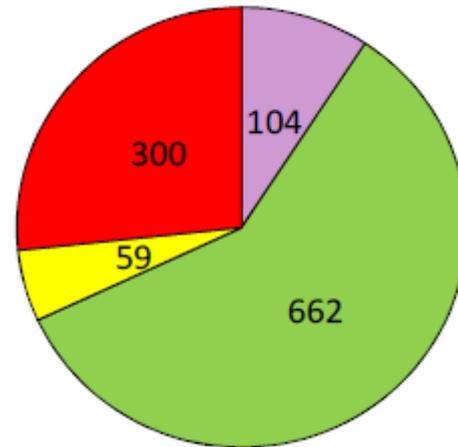
- inventaire de terrain (ouvrages, conduites, cours d'eau, mnt)
- modélisation de l'état actuel (PCSWMM 1D)
- campagne de mesure
- calage
- diagnostic de l'état actuel
- modélisation de l'état ultime (PCSWMM 1D)
- modélisation en PCSWMM 2D d'un secteur critique
- recherche de solutions
- diagnostic de l'état ultime avec solutions

# Diagnostic du réseau pluvial

Le diagnostic du réseau pluvial

Niveau de service recherché :

- 5 ans pour les boulevards
- 2 ans pour réseau secondaire

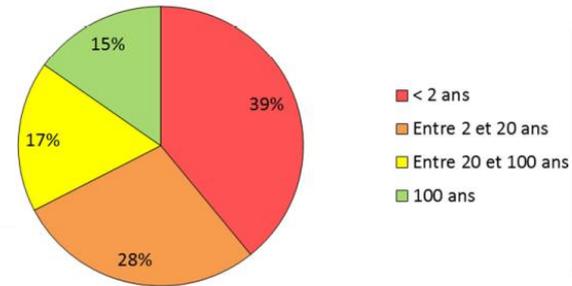


Nouvelles approches consolidées :

- mise en charge acceptable jusqu'à 1,5 m sous le pavage

# Diagnostic des cours d'eau

- Le diagnostic des cours d'eau est effectué en simulant des évènements présentant des récurrences de deux, 20 et 100 ans
- Les résultats du diagnostic vs capacités des cours d'eau et des ponceaux :
  - capacité des cours d'eau = coulant plein
  - capacité des ponceaux = niveau d'eau à la couronne avec charge admissible jusqu'à 1 m sous l'infrastructure routière
- Le niveau de service recherché est 100 ans lorsque possible



# Prise en compte des changements climatiques

La Ville de Québec s'est dotée d'une stratégie innovatrice en ce qui a trait aux changements climatiques dans la gestion des eaux pluviales :

- les études et conceptions à l'aide des courbes IDF « Climat futur », Ville de Québec 2007
- courbes produites en collaboration avec l'INRS en 2007

# Modélisation du bassin versant

Dans le cadre de ce plan directeur :

- l'utilisation du logiciel PCSWMM 1D a été recommandée
- les cours d'eau principaux modélisés à partir du modèle HEC-RAS existant, réalisé par le CEHQ
- les sections des cours d'eau ont été modélisées afin de pouvoir véhiculer des débits 100 ans « Climat futur »

Certaines problématiques ont été rencontrées lors du diagnostic et de la recherche de solutions avec le modèle PCSWMM 1D

# Problématiques reliées à la modélisation 1D

## Problématique n° 1

Le logiciel considère qu'une section transversale de cours d'eau est constante entre deux jonctions

## Résultat

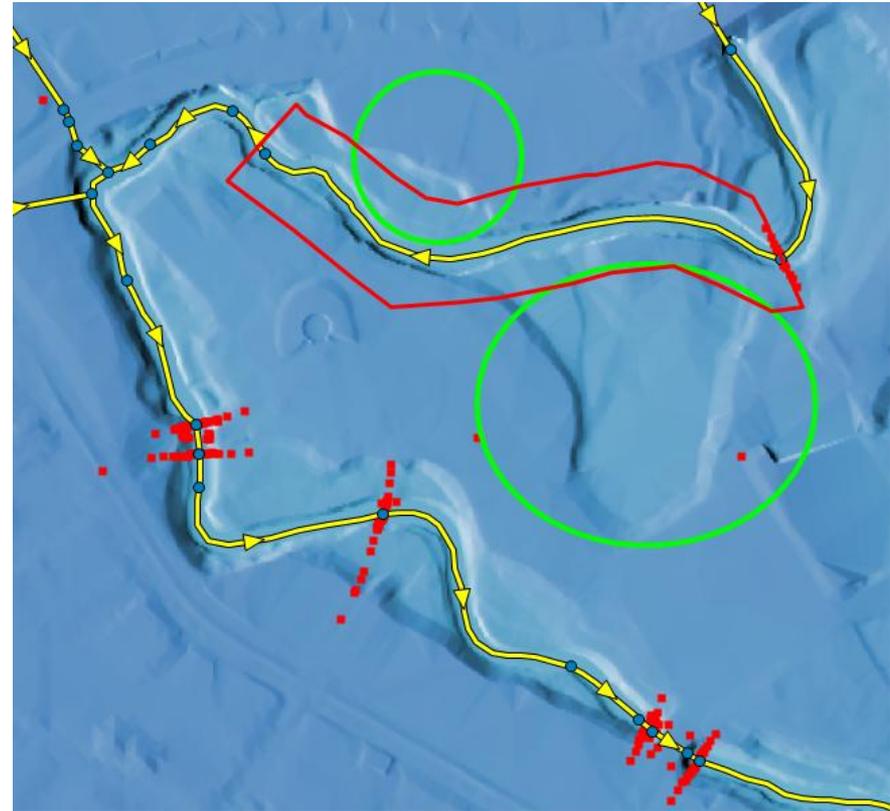
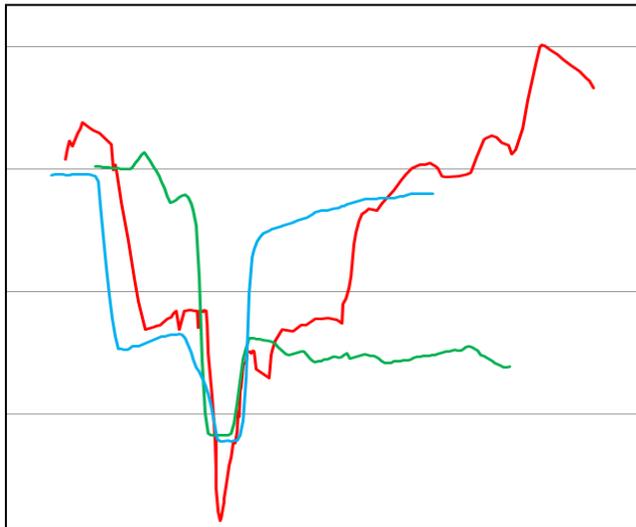
La modélisation ne reproduit donc pas :

- les restrictions locales
- les changements dans la zone à risque d'inondation entre deux sections relevées
- les points bas

# Problématiques liées à la modélisation 1D

## Problématique n° 1

En réalité, les sections ne sont pas constantes entre deux jonctions



# Problématiques liées à la modélisation 1D

## Problématique n° 2

Le logiciel considère que  
le cours d'eau est linéaire

## Résultat

La superposition  
des sections vient créer  
un volume artificiel

En réalité, le cours d'eau  
n'est pas linéaire



# Problématiques liées à la modélisation 1D

- Dans ce plan directeur, la distance entre les sections relevées varie dans le secteur le plus critique
- Le manque de précision peut faire varier la zone à risque d'inondation
- La représentation de la plaine d'inondation est très importante lors d'une étude jusqu'à des récurrences de 100 ans, « Climat futur », puisque la majeure partie de l'écoulement se dirige vers cette zone et peut causer des nuisances importantes

# Problématiques reliées à la modélisation 1D

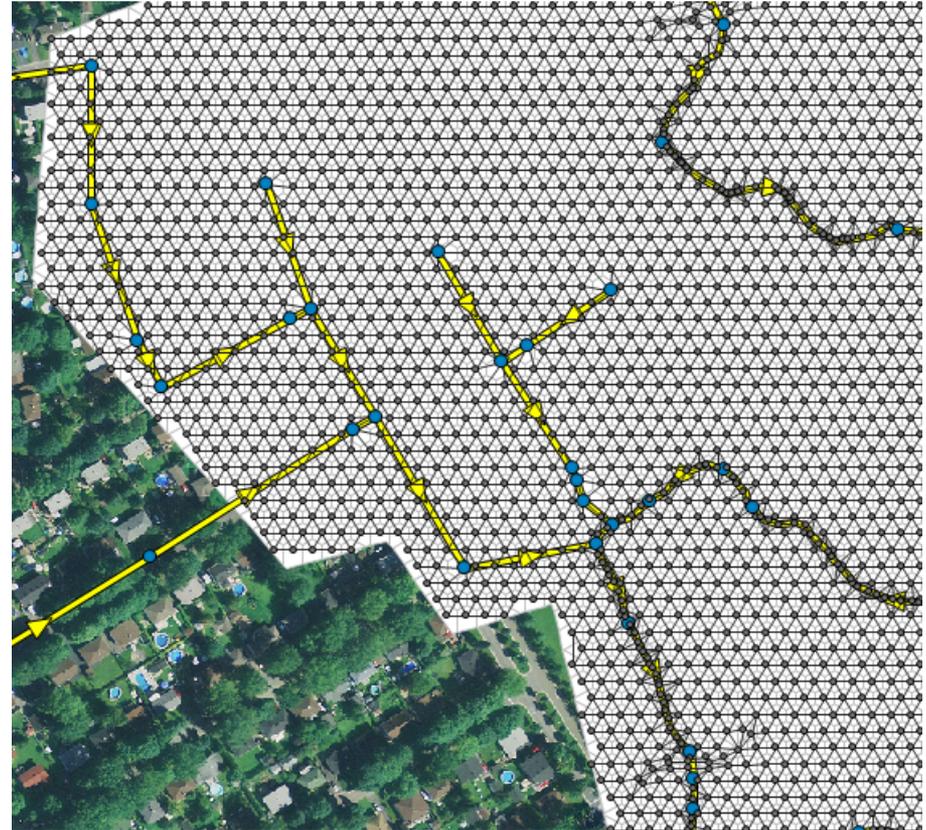
- La principale solution consiste à modéliser en 2D les zones problématiques
- Le modèle PCSWMM 2D est limité en termes de nombre de nœuds
- Modéliser l'ensemble du bassin versant ou même simplement de tout le cours d'eau aurait été impossible
- La modélisation en 2D a été réalisée au niveau du secteur le plus critique, c'est-à-dire celui nécessitant les solutions de plus grande envergure et touchant le plus de résidences

# Modélisation en 2D d'un secteur critique

La modélisation en 2D permet de représenter plus précisément les zones à risque d'inondation

Le réseau et le lit mineur sont modélisés en 1D (jaune et bleu)

Lorsque le niveau d'eau atteint le sol, l'eau est transigée vers les éléments 2D (gris)



# Modélisation en 2D d'un secteur critique

Étape de création d'un modèle 2D :

- Identifier les zones de modélisation en 2D
- Définir la résolution et le type de cellule
- Création des bordures et autres couches
- Création des nœuds 2D
- Ajustement des élévations des nœuds 2D si nécessaire
- Ajout manuel de nœuds 2D
- Création du maillage
- Connection des cellules au nœud 1D

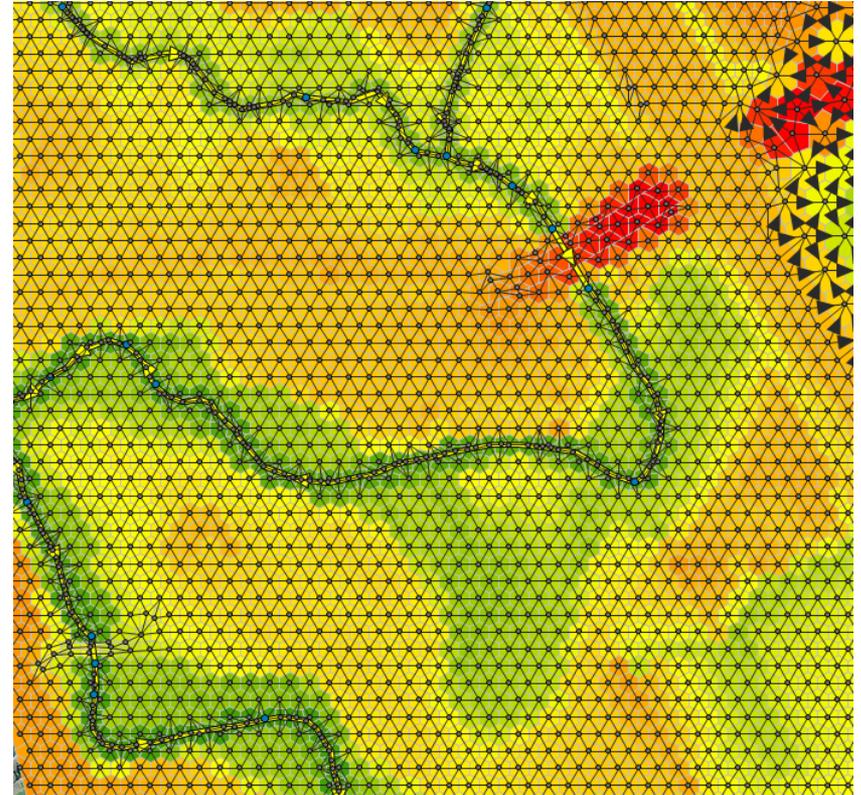
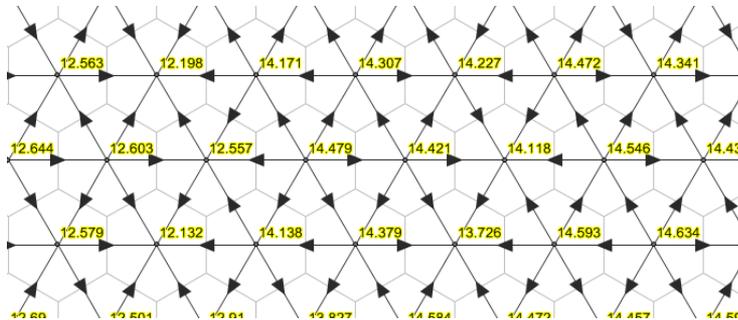


# Modélisation 2D d'un secteur critique

L'écoulement sur le réseau 2D est représenté à l'aide de cellules

Représentation des cellules en fonction du modèle numérique de terrain (superficie et élévation)

Cellules reliées entre elles :



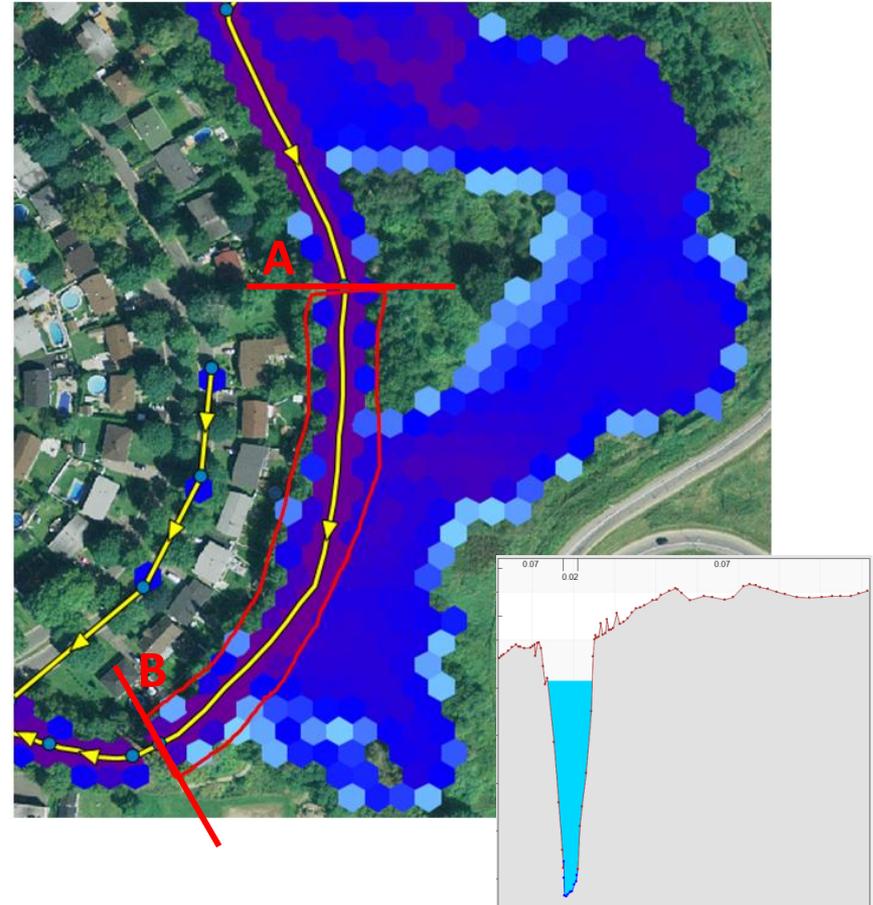
# Impacts sur la plaine d'inondation



# Impacts sur la plaine d'inondation

La représentation des zones à risque d'inondation du modèle 1D ne s'avère pas aussi large que celle du modèle 2D. De nouvelles zones sont apparues.

Certains tronçons qui présentaient des capacités 100 ans en 1D créent maintenant des problématiques d'inondation



# Résultats du modèle 2D

La modélisation en 2D d'un secteur critique a permis :

- de visualiser l'étendue de la **zone à risque d'inondation**
- d'identifier les **secteurs critiques**
- d'identifier les **points bas** dans les zones à risque d'inondation et les premiers secteurs touchés
- d'identifier les **niveaux de service** des ponceaux et cours d'eau

# Recherche de solutions

Les résultats du modèle 2D ont permis par la suite :

- d'**établir** et de **prioriser** des **solutions**
- de valider l'**impact** des **solutions** retenues sur la zone à risque d'inondation à l'aide des modèles 2D
- d'effectuer des analyses technico-économiques

# Résultats et livrables

Un rapport a été émis comprenant entre autres :

- des cartes thématiques :
  - diagnostic à l'état actuel des réseaux
  - diagnostic à l'état actuel des cours d'eau et ponceaux
  - diagnostic avec solution de l'état ultime des réseaux
  - diagnostic avec solution de l'état ultime des cours d'eau et ponceaux
- des fiches techniques des solutions proposées

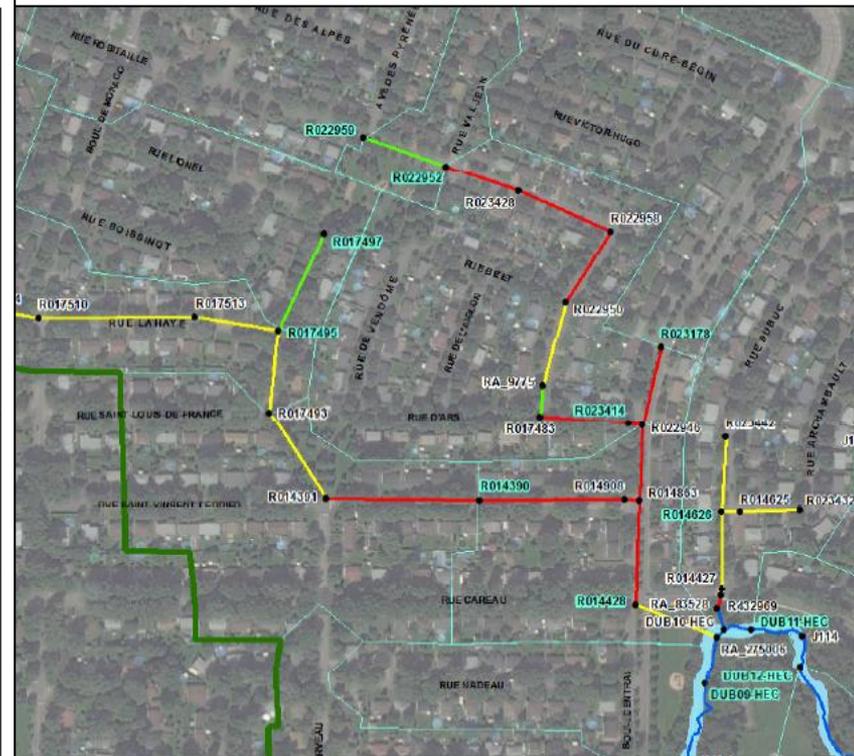


# Carte du diagnostic du réseau

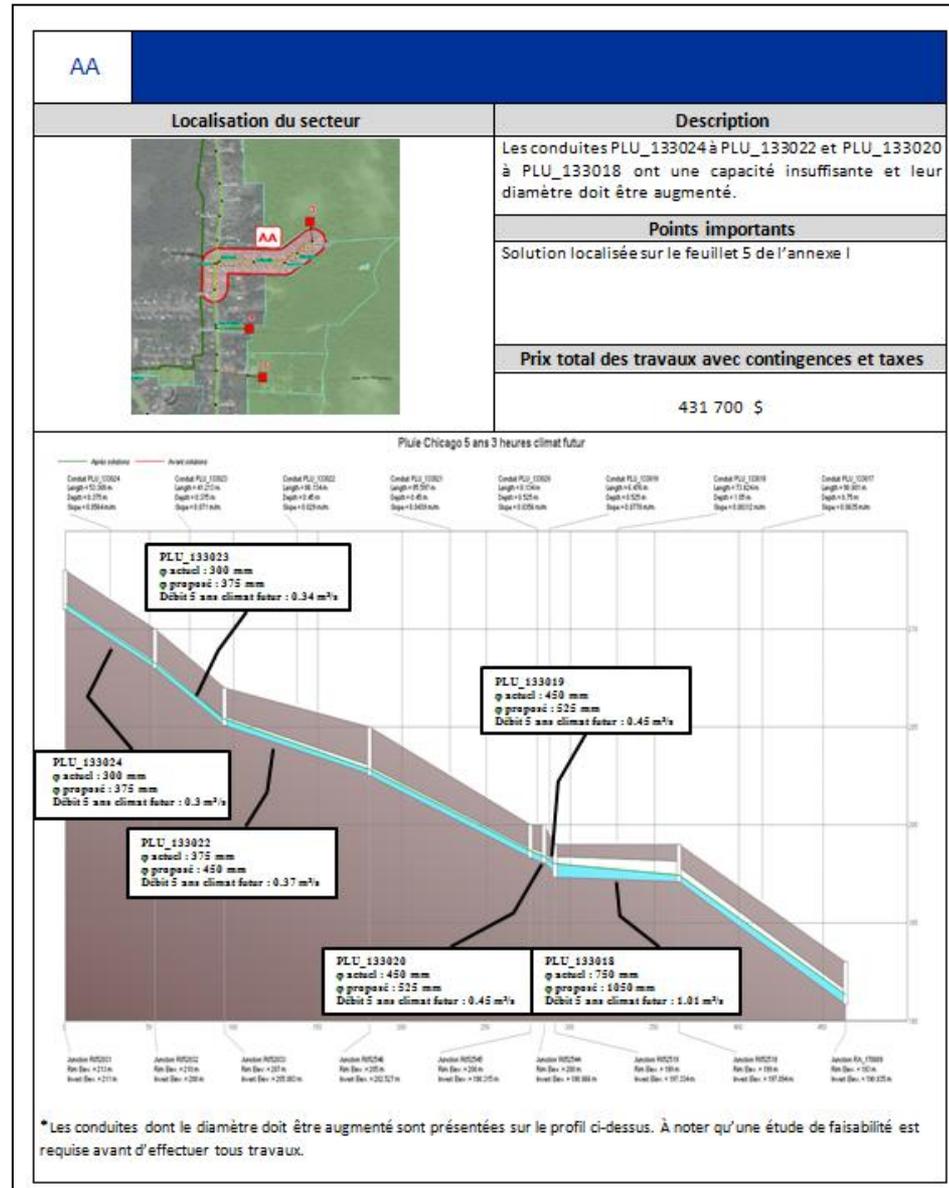
## CRITÈRES DE CRITICITÉ DES CONDUITES

- Non sollicitée
- Non critique
- Criticité moyenne
- Criticité élevée

Code couleur	Respect du critère			Signification	Niveau de criticité
	Q max simulé/ Q cap < 1	Z max simulé/ Z couronne < 1	Z sol - Z max simulé < 1,8		
Vert	Oui	Oui	Oui	Conduite non restrictive et non en charge	Non critique
	Oui	Oui	Non (couvert < 1,8 m)	Conduite non restrictive et non en charge ayant un couvert de sol < 1,8 m	
	Non	Oui	Oui	Conduite restrictive, mais non en charge	
	Non	Oui	Non (couvert < 1,8m)	Conduite restrictive, non en charge, ayant un couvert de sol < 1,8 m	
Jaune	Oui	Non	Oui	Conduite non restrictive en charge. Charge acceptable	Moyenne
	Non	Non	Oui	Conduite restrictive en charge. Charge acceptable	
Rouge	Oui	Non	Non	Conduite non restrictive en charge (refoulement). Charge non acceptable.	Élevée
	Non	Non	Non	Conduite restrictive en charge. Charge non acceptable	



Fiches techniques  
présentant les solutions  
proposées



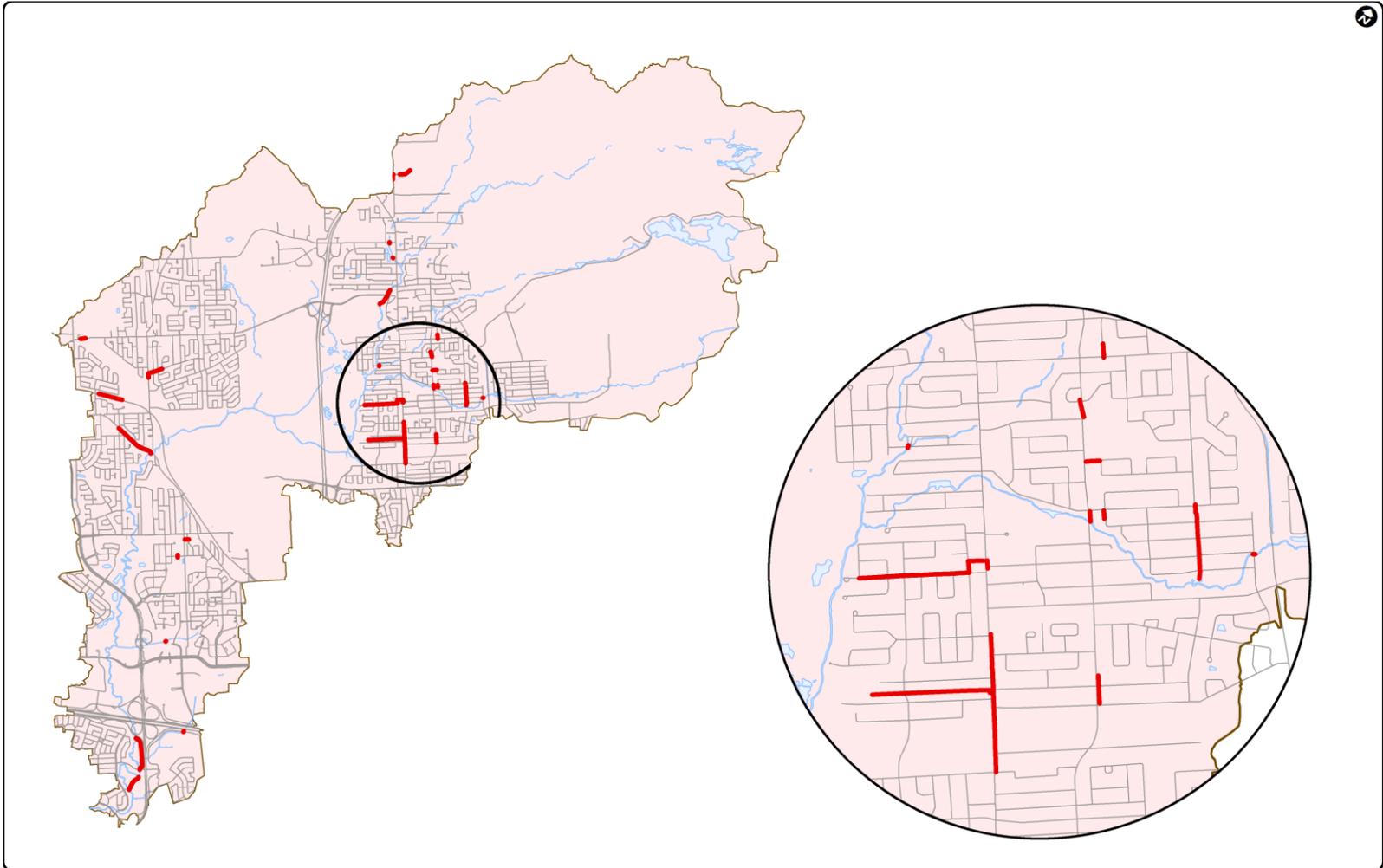
# Résultats et livrables

Conception préliminaire des bassins de rétention pour les futurs développements afin de respecter le plan directeur

No	Nom du bassin de rétention	Superficie tribulaire (ha)	Volume (m <sup>3</sup> )	% imperméabilité du développement futur associé	Débit de vidange du bassin de rétention (L/s-ha)
66	S-ULT-R024726-1	4.9	2400	60	50
67	S-ULT-R022912	8.98	5500	80	40
68	RA_275114 (en cours d'eau)	N/A	3800 m <sup>3</sup> au déversoir selon les informations fournies par la Ville	N/A	1406 L/s au déversoir selon les informations fournies par la Ville
69	S-ULT-CA0204-1	2.8	1600	85	50
70	S-ULT-CA0204-2	4.9	1800	60	50
71	S-ULT-CA0559-1	11.8	5900	85	50
72	S-ULT-R248642-1	4.6	1500	50	50



# Résultats et livrables



Le plan directeur a permis de :

- diagnostiquer des réseaux et cours d'eau pour les états de développement actuel et ultime
- proposer des solutions pour éviter les nuisances à l'état ultime de développement
- créer un modèle 2D afin d'évaluer la zone à risque d'inondation d'un secteur critique et ainsi proposer et valider les solutions envisagées
- créer des cartes thématiques et des fiches techniques afin de synthétiser l'information importante et de la rendre facilement accessible aux gestionnaires de la Ville de Québec