

CONTRE LES DÉBORDEMENTS D'ÉGOUTS UNITAIRES – MISER SUR L'INTÉGRATION DES INFRASTRUCTURES VERTES ET LE CONTRÔLE EN TEMPS RÉEL

Conférence de l'AIMQ 20 septembre 2021

Marie-Ève Jean, Camille Morin, Sophie Duchesne, Geneviève Pelletier,
Martin Pleau

Collaborateurs: Jamie Brescol



INRS

Institut national
de la recherche
scientifique



Table des matières

- Mise en contexte
- Méthodologie
- Résultats
- Conclusion

© 2006-2015 Andrew Emond / Under Montreal

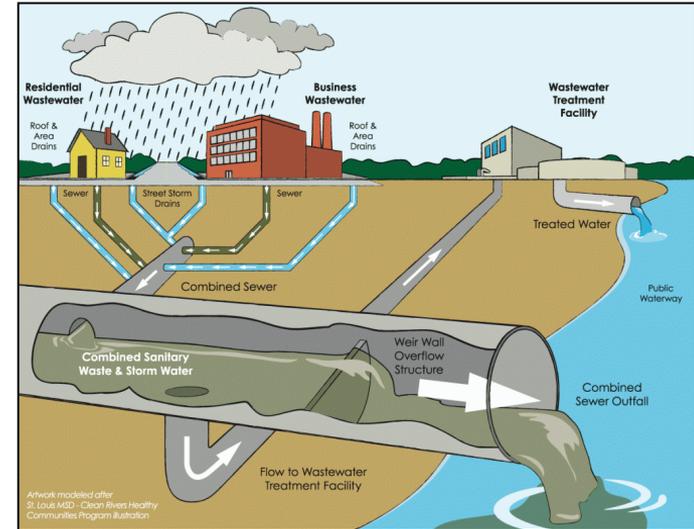
Mise en contexte

Réseaux d'égout de type unitaire

Capacité d'interception et de traitement limitée en temps de pluie ou de fonte des neiges

➔ **Débordement de Réseaux Unitaires (DRU)**

≈ 50 000 DRU enregistrés au Québec en 2018
(MELCC, 2020)



© 2014 Ontario Rivers Alliance

Mise en contexte

Conséquences des DRU

- Dégradation de l'environnement
- Contamination des sources d'eau potable
- Restrictions des usages récréotouristiques



Investissements majeurs requis pour la mise aux normes des infrastructures urbaines



© 2017 King County

20/09/2021 4

Mise en contexte

Cadre réglementaire québécois

- **Depuis 2014:**

Éviter l'augmentation de la fréquence des DRU en temps de pluie/fonte lors de projets d'extension/densification de réseau par des actions compensatoires depuis 2014.

- **Horizon 2040:**

Réduire la fréquence des DRU en temps de pluie conformément à la stratégie du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME).



© 2016 Lavallée



© 2016 Jean

Mise en contexte

Solutions de contrôle des DRU

- **Infrastructures grises**

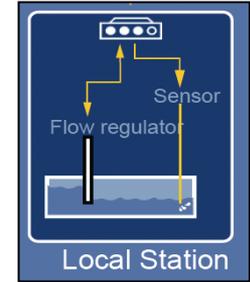
Rétention souterraine ou augmentation des capacités de transport et de traitement

- **Contrôle en temps-réel**

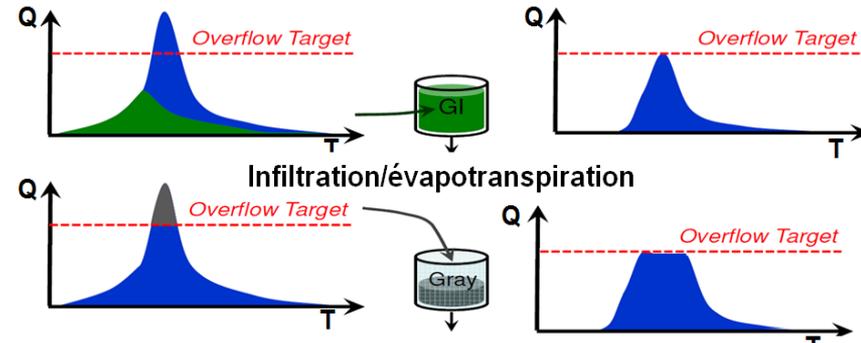
Contrôle dynamique des débits en mode local ou global et réactif ou prédictif

- **Solutions de contrôle à la source**

Infrastructures vertes ou aménagements perméables



© 2016 Tetra Tech



Vidange graduelle

20/09/2021 6

Adaptée de © 2013 Lee et Riverson

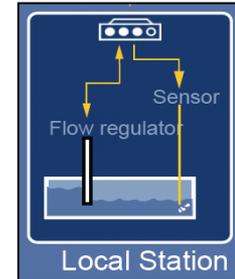
Mise en contexte

Objectif principal

Évaluer comment le contrôle en temps réel (CTR) du réseau de drainage influence la conception des solutions de contrôle des DRU telles que les ouvrages de rétention et les infrastructures vertes à l'échelle du bassin versant.



© 2014 Dagenais

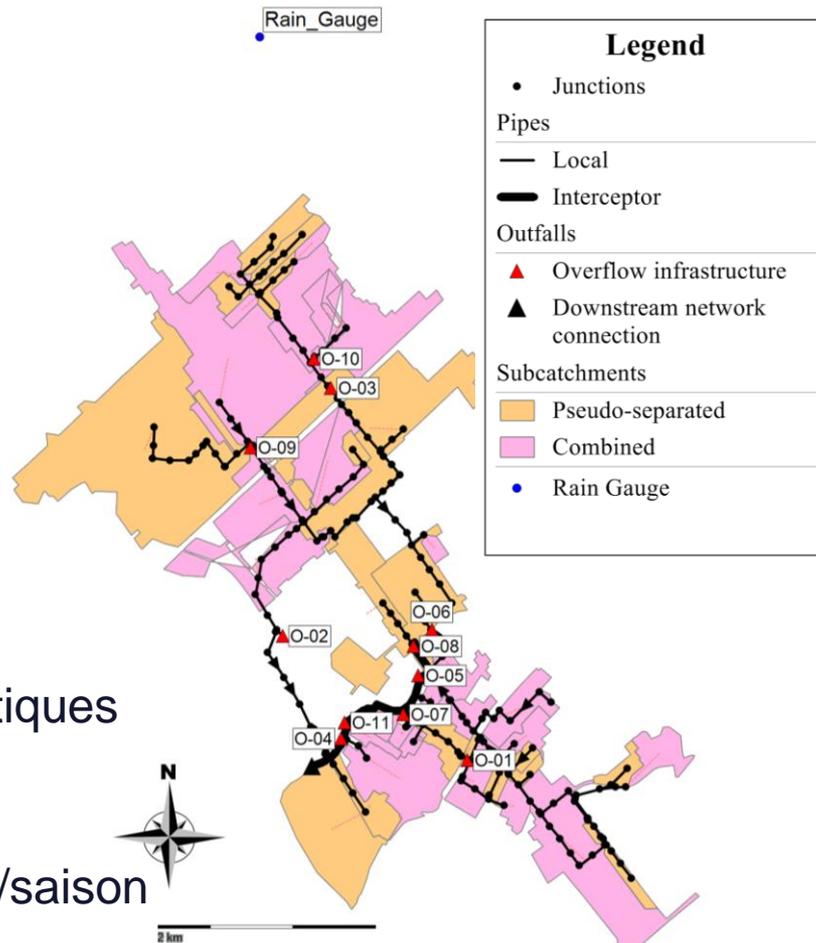


© 2016 Tetra Tech

Méthodologie

Cas d'étude

- Secteur de 181 ha, 30% imperméable
- 9 années de données pluviométriques aux 5 min de mai à novembre (2006-2009 et 2011-2015)
- Aucune solution mise en place
- 6 ouvrages de surverses sont problématiques
- Fréquence actuelle: +50 DRU /saison
- Fréquence cible (horizon 2040): 7 DRU /saison



Méthodologie

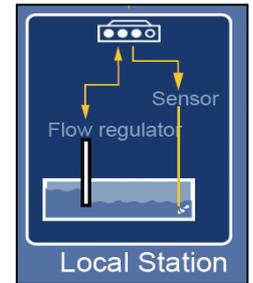
Logiciels de simulation et optimisation

Modélisation hydrologique et hydraulique:

- Storm Water Management Model (SWMM) du United States Environmental Protection Agency (USEPA) (Rossman, 2015)
- PCSWMM de Computational Hydraulics International (CHI, 2016)

Optimisation des solutions

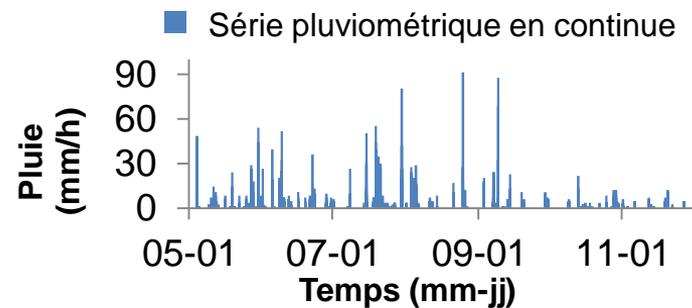
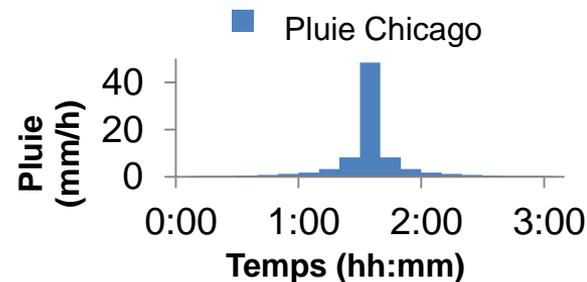
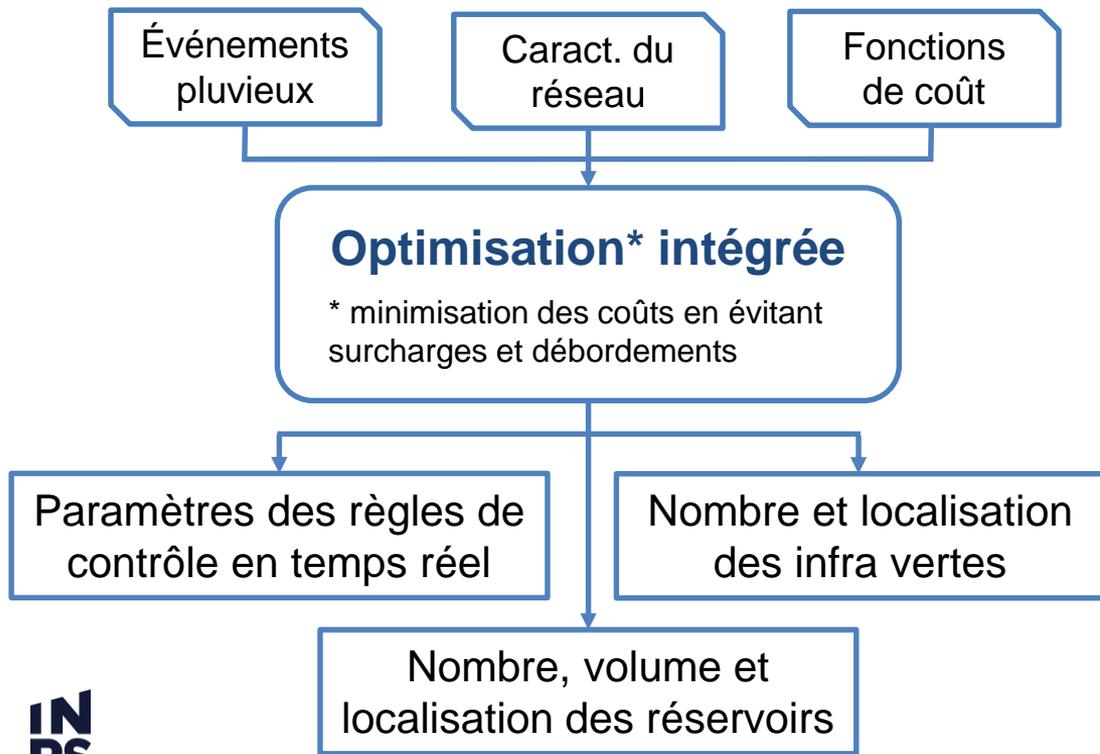
- Integrated Planning and Optimization Program (iPOP) développé par Tetra Tech
- Algorithme d'optimisation: Particle Swarm Optimization (PSO)



© 2016 Tetra Tech

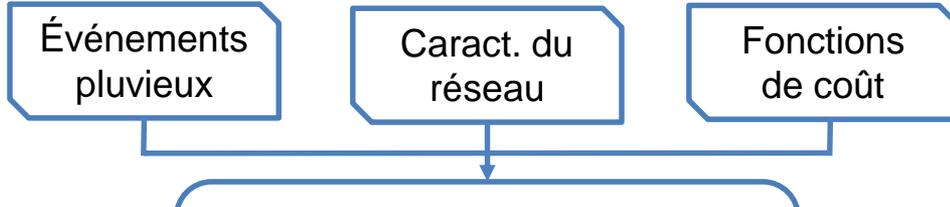
Méthodologie

Processus d'optimisation



Méthodologie

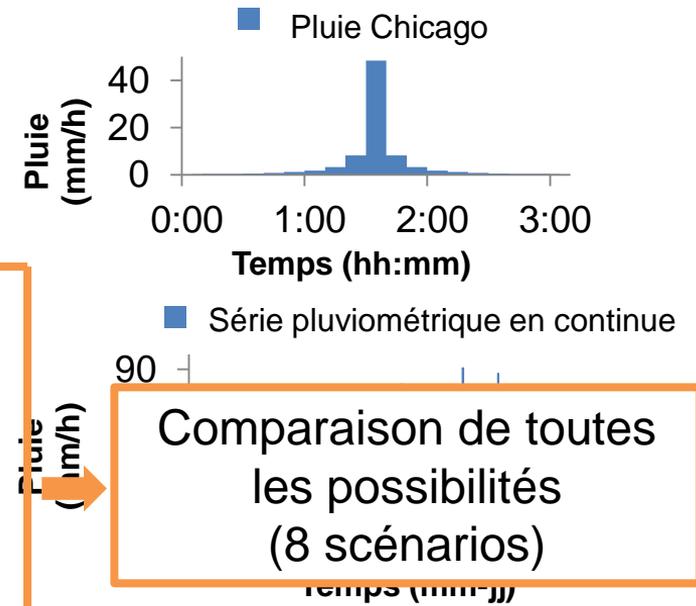
Processus



Nom du scénario	Type de controle	Infra vertes	Réservoirs
1. Base case	Static	-	-
2. RTC	RTC	-	-
3. Static-Grey	Static	-	Yes
4. RTC-Grey	RTC	-	Yes
5. Static-Grey-Green	Static	Yes	Yes
6. RTC-Grey-Green	RTC	Yes	Yes
7. Static-Green	Static	Yes	-
8. RTC-Green	RTC	Yes	-

Para
COR

ion



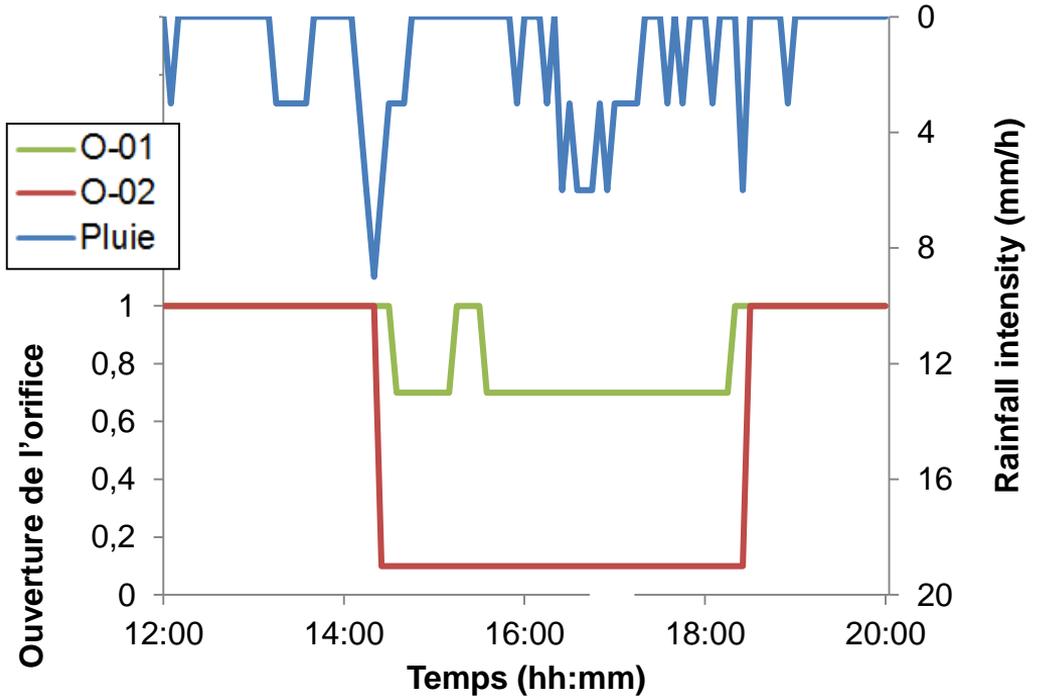
Méthodologie

Optimisation des solutions

- **CTR local réactif:** Règles d'ouverture et de fermeture des vannes (if-then-else)

If Node R-97 depth $> 0.5\text{m}$
Then Orifice O-01 setting = 0.7

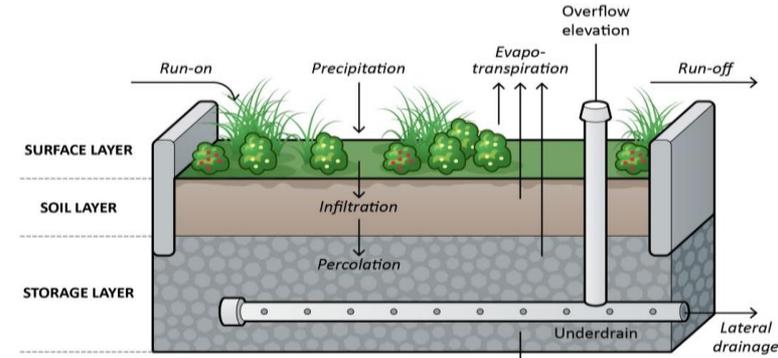
If Node R-97 depth $\leq 0.4\text{m}$
Then Orifice O-01 setting = 1



Méthodologie

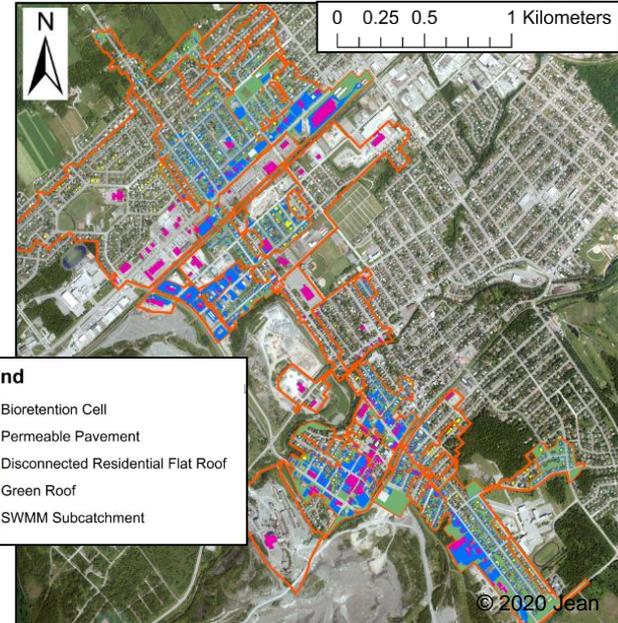
Optimisation des solutions (suite)

- **Infrastructures vertes:** Nombre et emplacement de cellules de biorétention (Module LID de SWMM)
- **Rétention:** Nombre, volumes et emplacement de réservoirs souterrains hors-ligne



© 2019 CHI

Seepage*

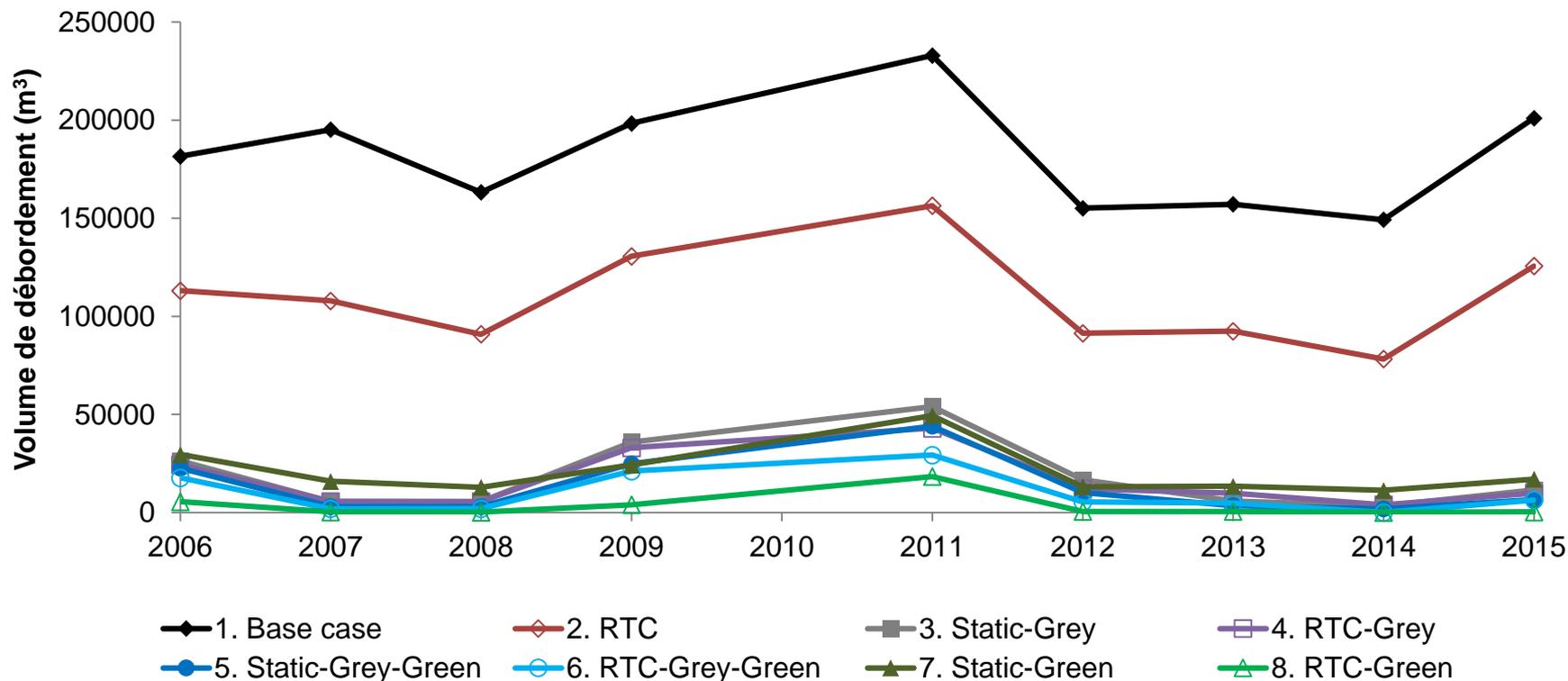


Résultats: Coûts

Coûts et descriptions des scénarios optimisés

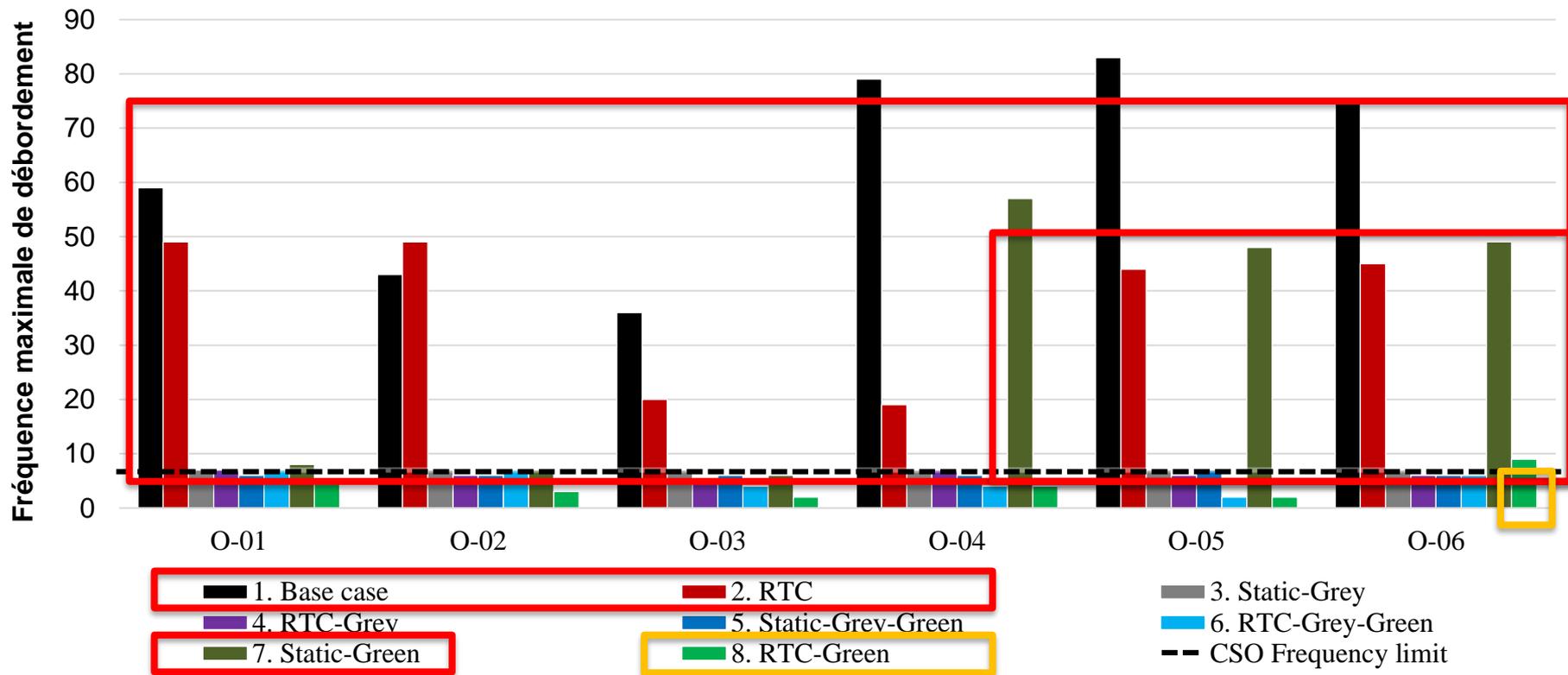
Scénarios	\$ CAD	Volume de rétention (m ³)	Aire totale des unités de bioretention (ha)	Nombre de points de contrôle RTC	Nombre d'ouvrages dont la fréq. de débordement > 7
1. Base case	0	-	-	-	6
2A. RTC	1,150,000	-	-	9	6
3. Static-Grey	23,940,000	9,900	-	-	0
4A. RTC-Grey	23,075,000	7,500	-	5	0
5A. Static-Grey-Green	24,075,000	6,300	1.77	-	0
6A. RTC-Grey-Green	15,220,000	2,800	2.25	7	0
7A. Static-Green	12,060,000	-	4.02	-	4
8A. RTC-Green	12,545,000	-	3.99	5	1

Résultats: Volumes débordés



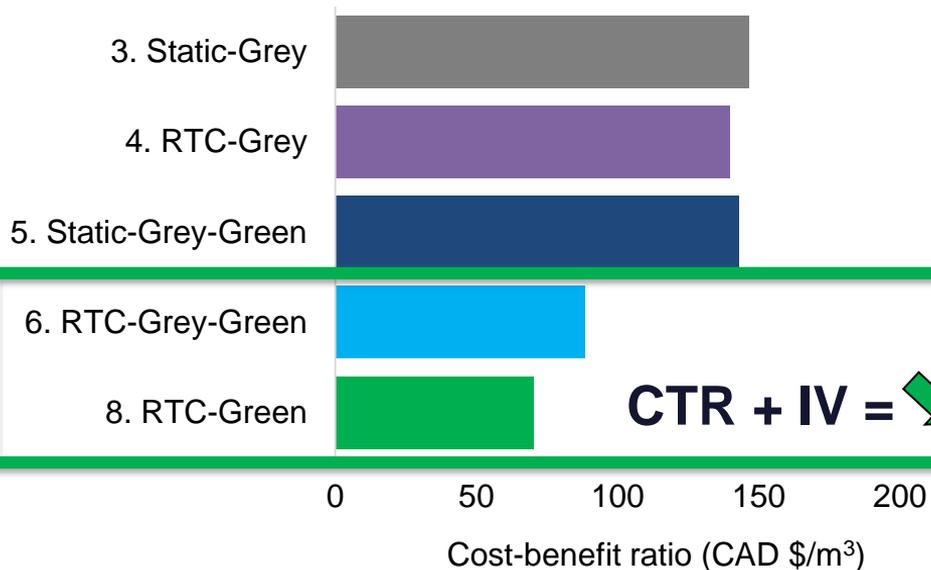
Volumes totaux débordés annuellement (m³)

Résultats: Fréquence de débordement

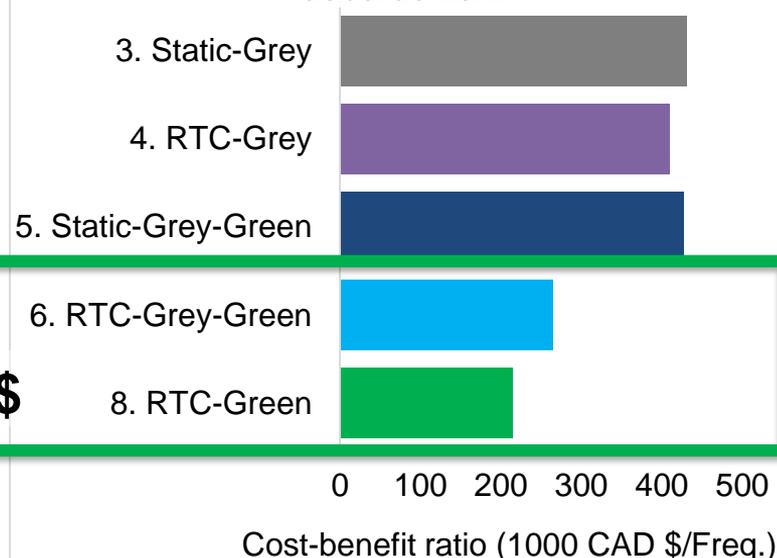


Résultats: Rapport coûts-bénéfices

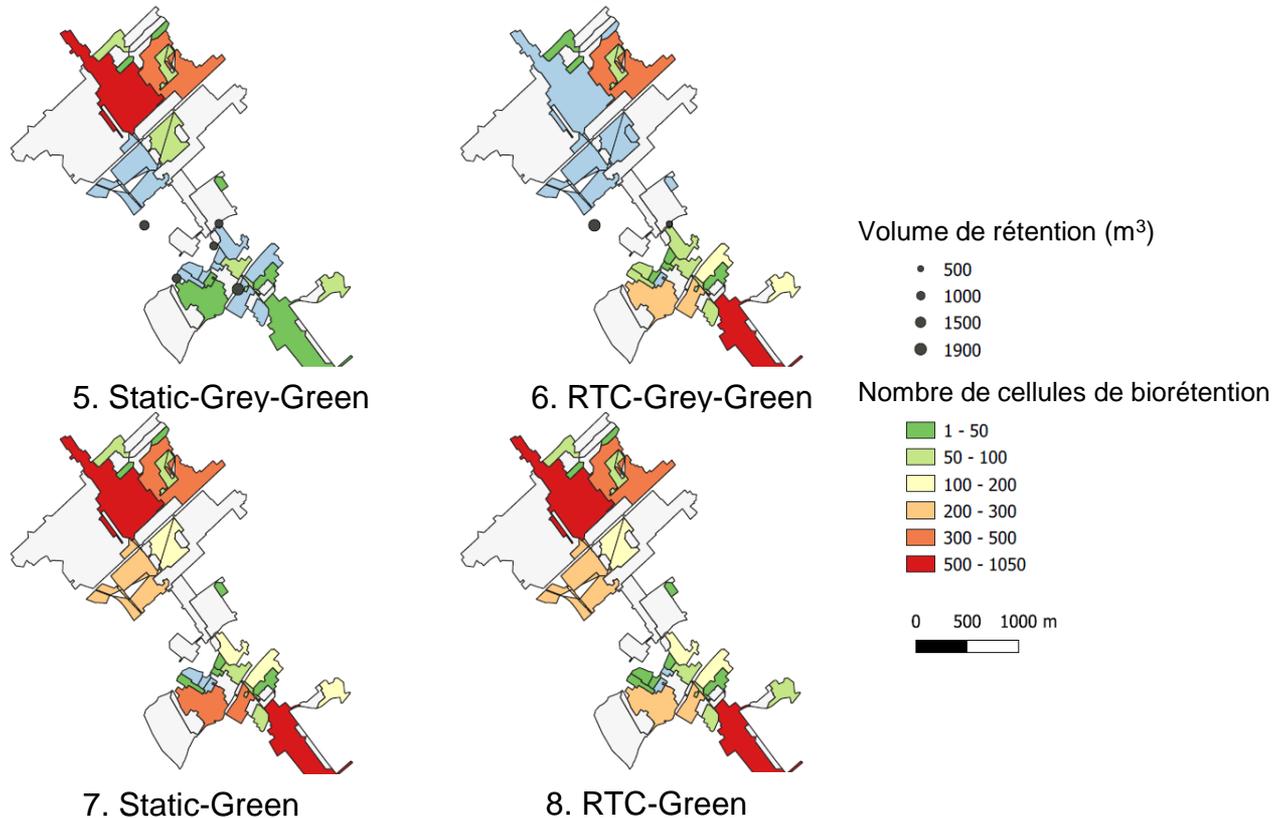
a. Rapport coûts-bénéfices de la réduction moyenne des volumes débordés



b. Rapport coûts-bénéfices de la réduction de la fréquence maximale de débordement

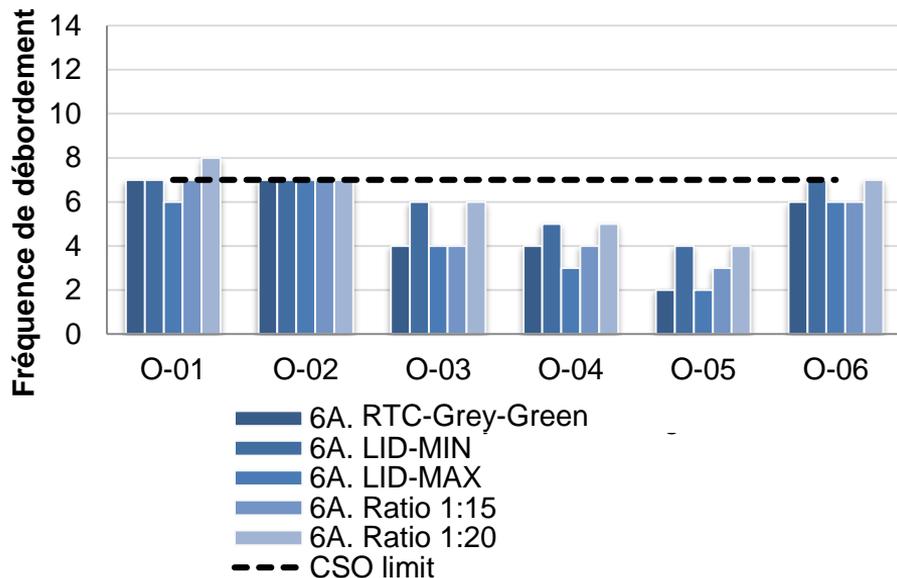


Résultats: Distribution spatiale des solutions

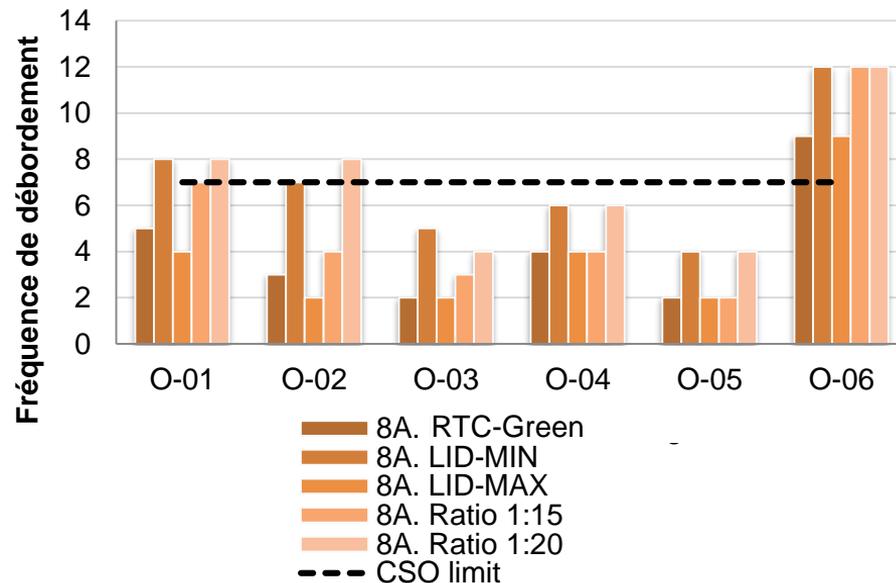


Résultats: Analyse de sensibilité pour la conception des IV

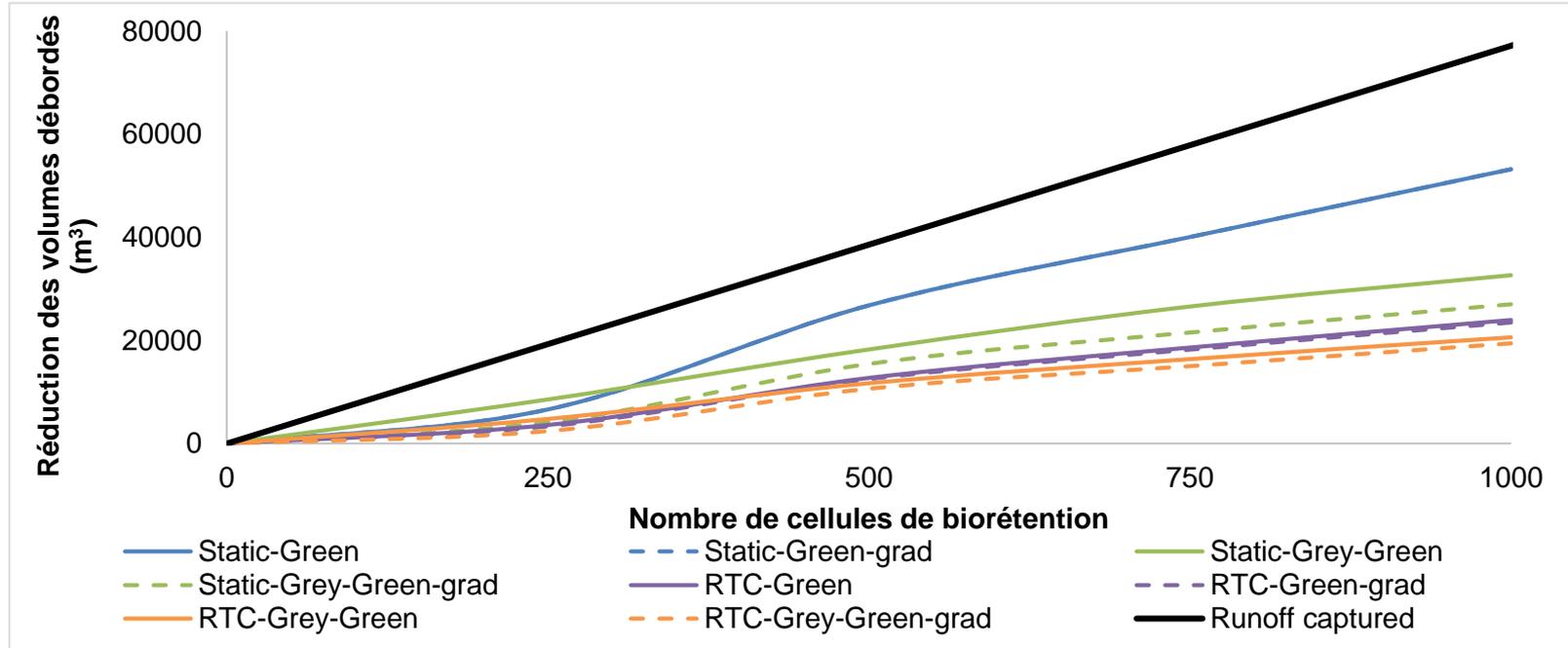
a. RTC-Grey-Green



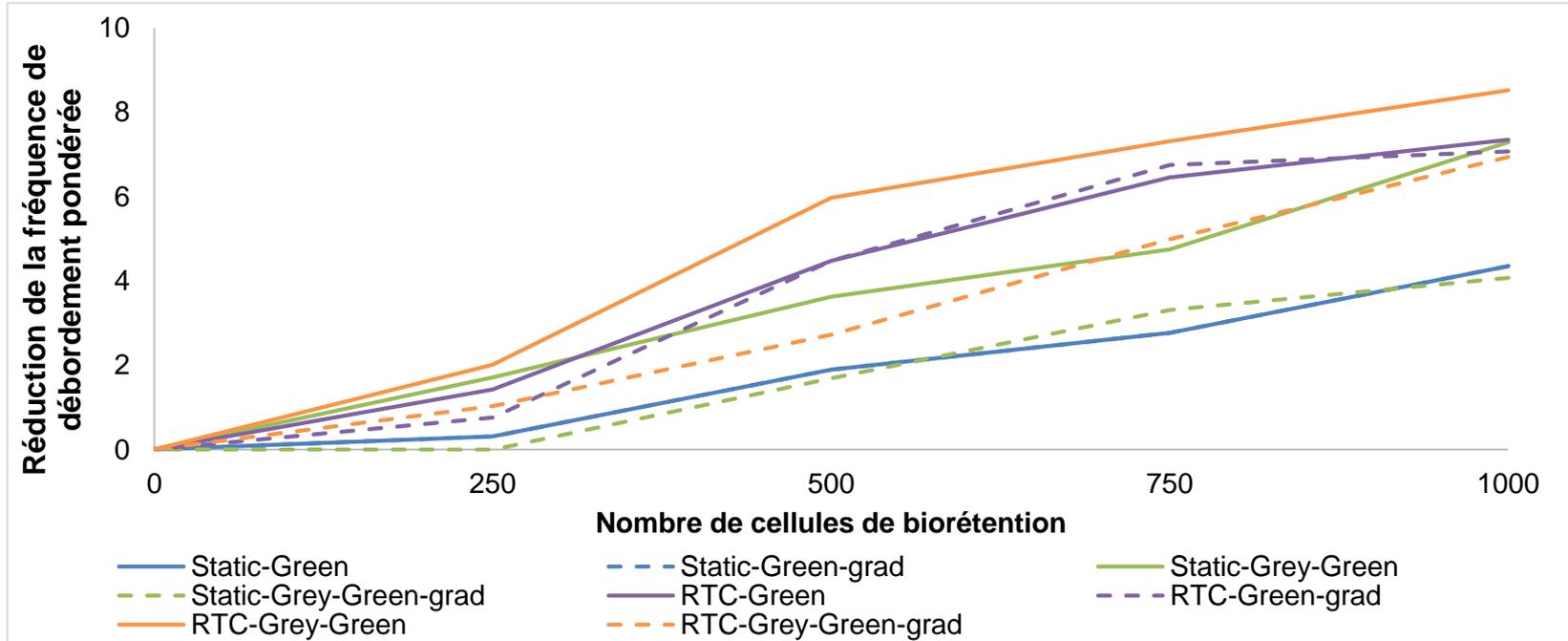
b. RTC-Green



Résultats: Réduction des volumes débordés en fonction du taux d'implantation des IV



Résultats: Réduction de la fréquence débordée en fonction du taux d'implantation des IV



Conclusion

L'intégration optimisée du CTR avec les infrastructures vertes

- Permet une réduction maximale des **volumes** débordés et des coûts d'investissement
- Nécessite un nombre élevé d'infrastructures vertes



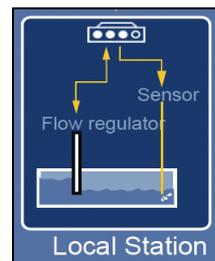
© CMORISSETTE INC (2019)

L'intégration optimisée du CTR avec les infrastructures vertes et grises

- Permet un contrôle de la **fréquence** des DRU pour tous les ouvrages
- Requiert une implantation d'infrastructures vertes plus modérée



© 2014 Dagenais



© 2016 Tetra Tech



**IN
RS**

MERCI!