

# Ateliers GDEP - Numéro 6 : Les infrastructures vertes au service de l'adaptabilité aux changements climatiques

3 juin 2021



Source : Giancarlo Cesarello

## Approche novatrice de gestion des eaux pluviales pour protéger le lac Saint-Charles et la prise d'eau, Ville de Québec



**William Verge**  
*Coordonnateur de projets*  
Agiro



**Alexandre Baker**  
*Conseiller en environnement*  
Ville de Québec  
Service de la planification  
de l'aménagement  
et de l'environnement



# PLAN DE LA PRÉSENTATION



Source : William Verge

1. Mise en contexte
2. Diagnostic et solutions
3. Agir sur la gestion des eaux pluviales
4. Programme de suivi des pratiques de gestion optimales (PGO) des eaux pluviales
5. Conclusion

Questions et échanges

# PROBLÉMATIQUE LIÉE AUX EAUX PLUVIALES

## Dans un contexte de changements climatiques (CC) :

- Des études établissent des liens potentiels entre les changements climatiques et l'état des lacs, notamment en ce qui a trait à l'acidification (Kernan et al., 2010), l'eutrophisation (Vincent, 2009) et la présence d'algues bleu-vert (Ndong et al, 2014; Zamyadi et al., 2014; Zamyadi et al., 2015).

Source : Rapport final du Consortium Ouranos de 2015 intitulé *VERS L'ADAPTATION : Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec*

# PROBLÉMATIQUE LIÉE AUX EAUX PLUVIALES

## Dans un contexte de changements climatiques (CC) :

- Certaines vulnérabilités du régime hydrique (disponibilité, qualité ainsi que salubrité de l'eau potable et de baignade), pourraient se traduire en impacts sanitaires.
- La protection des sources d'approvisionnement contre des problèmes de contamination des eaux (p. ex. cyanobactéries) et l'eutrophisation est l'un des défis auxquels sont déjà confrontées les municipalités.

Source : Rapport final du Consortium Ouranos de 2015 intitulé *VERS L'ADAPTATION : Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec*

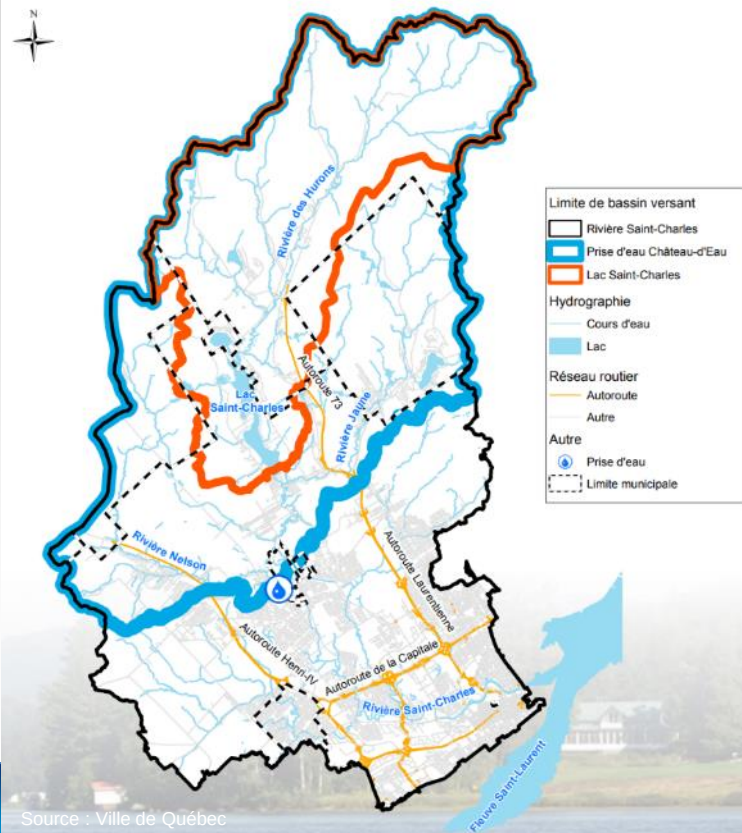


# BASSINS VERSANTS DE LA PRISE D'EAU DE LA RIVIÈRE SAINT-CHARLES ET DU LAC SAINT-CHARLES

- 53 % de l'eau destinée à la consommation des villes de Québec, de L'Ancienne-Lorette et de Wendake (300 000 citoyens)
- Le lac est le principal réservoir d'eau potable
- ± 46 000 habitants
- 7 municipalités et Wendake
- Types variées d'activités humaines

Plusieurs enjeux découlent de cette occupation du territoire.

LAC SAINT-CHARLES ET LIMITES DES BASSINS VERSANTS



# ÉTAT DU LAC SAINT-CHARLES

**Le principal réservoir d'eau potable de la Ville de Québec subit un vieillissement accéléré :**

- Éclosion de cyanobactéries
- Prolifération des plantes aquatiques
- Absence prolongée d'oxygène en eaux profondes
- Réchauffement des eaux de surface

Source : Agiro



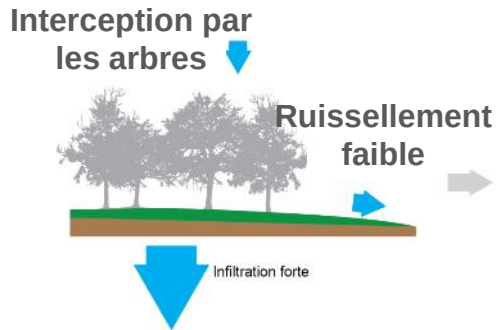
Source : William Verge



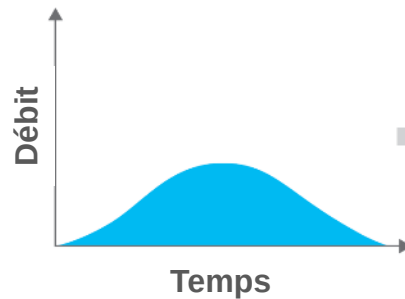
# IMPACTS DE L'URBANISATION

NATUREL

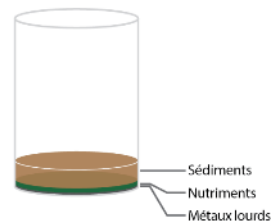
## Temps de pluie



## Quantité d'eau

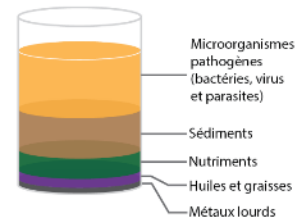
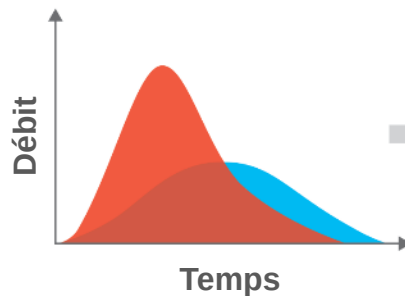


## Qualité de l'eau



URBANISÉ

## Ruissellement fort



Source : William Verge

# ÉTAT DES 37 PETITS AFFLUENTS DU LAC

Aux polluants associés au ruissellement, s'ajoute le % de superficies urbanisées qui ont pour effet de :

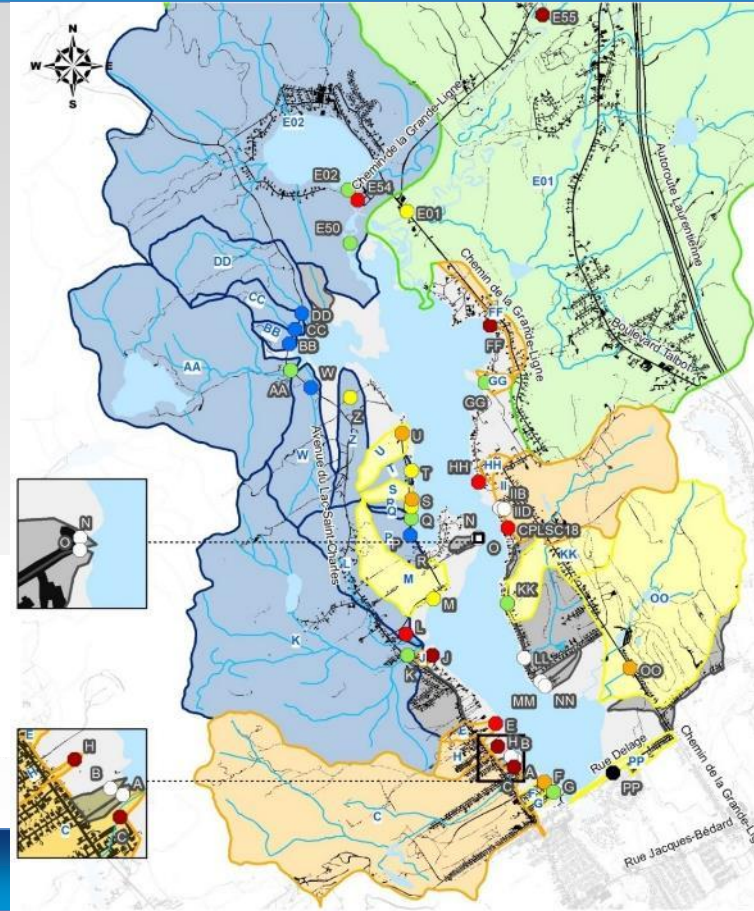
- diminuer l'infiltration et la filtration naturelle;
- affecter le pH;
- augmenter la température de l'eau.

Influence réelle sur le lac  
et son vieillissement  
accéléré

## IQBP associé au bassin versant

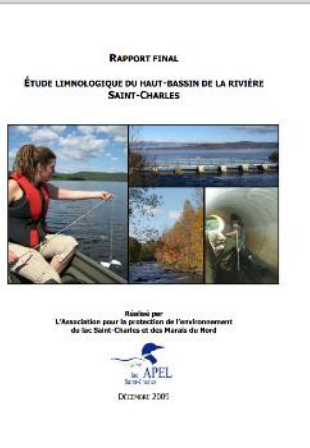


Source : APEL



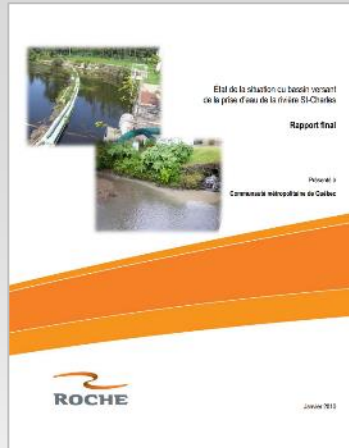


# BILAN DES ÉTUDES RÉALISÉES



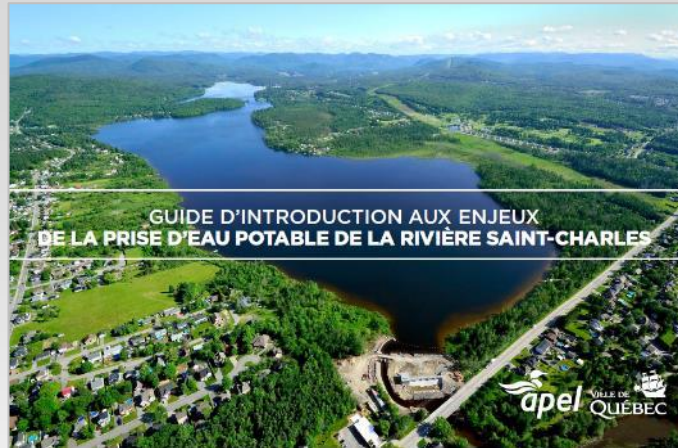
## Étude limnologique du haut-bassin de la rivière Saint-Charles (APEL-VQ, 2009)

Portrait de l'état de santé du haut-bassin versant, recommandations et actions ciblées



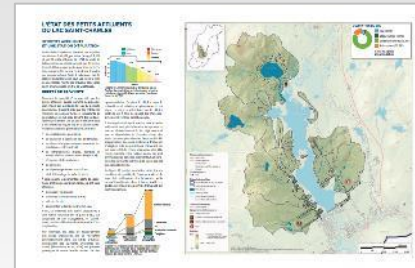
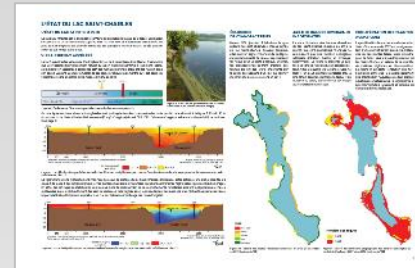
## État de la situation du bassin versant de la prise d'eau de la rivière Saint-Charles (Roche-CMQ, 2010)

État de la situation du bassin versant de la prise d'eau, constats et recommandations

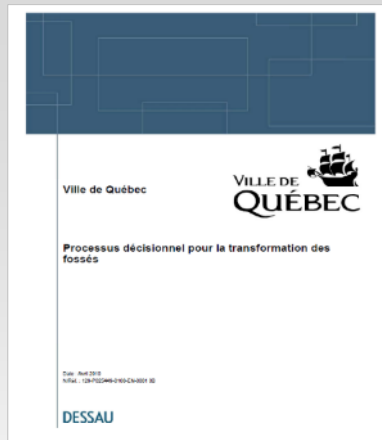


## Guide d'introduction aux enjeux de la prise d'eau potable de la rivière Saint-Charles (APEL-VQ, 2014)

Résumé concis et fortement illustré sensibilisant aux problématiques de qualité de l'eau liées aux activités humaines incluant des exemples concrets et des références, sur les solutions pour atténuer l'urbanisation



# BILAN DES ÉTUDES RÉALISÉES



## Processus décisionnel pour la transformation des fossés (Dessau-VQ, 2010)

Avantages et inconvénients des fossés - Critères de sécurité et environnementaux



## Soutien technique au processus décisionnel pour la transformation des fossés (APEL-VQ, 2011)

Caractérisation de 40 km de fossés selon des critères, propositions d'aménagements et priorisation des interventions



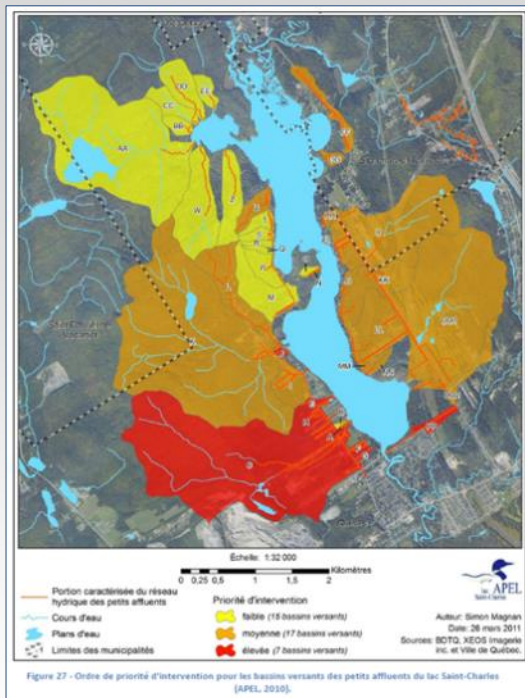
## Étude de faisabilité – Aménagement des fossés avec pratiques de gestion optimales (WSP-VQ, 2017)

Étude hydraulique et variantes d'aménagements

## Objectifs de la démarche

- Établir des critères régissant la transformation des fossés
- Évaluer les problématiques de fossés et proposer des aménagements
- Modéliser les réseaux de drainage et évaluer les gains environnementaux des aménagements proposés

# PRIORITÉS D'INTERVENTIONS



Soutien technique au processus décisionnel pour la transformation des fossés (APEL-VQ, 2011)

| Bassin versant | IQBP <sub>4</sub> (2008) |       | IQBP <sub>7,9</sub> <sup>3</sup> (2012) |       | Occupation du sol 2008 et 2012 |                      | Priorisation selon la méthode de 2010 |                                        |   |
|----------------|--------------------------|-------|-----------------------------------------|-------|--------------------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|---|
|                | Résultat                 | Poids | Résultat                                | Poids | Poids surface anthro.          | Poids surface imper. | 2010                                  | 2012 (et variation par rapport à 2010) |   |
| HH             | n.d.                     | 1     | 71                                      | 1     | 3                              | 4                    | 8                                     | 8                                      | = |
| II (B)         | 53                       | 3     | 63                                      | 2     | 2                              | 2                    | 7                                     | 6                                      | ↓ |
| II (D)         | 38                       | 4     | 67                                      | 1     | 2                              | 2                    | 8                                     | 5                                      | ↓ |
| OO (OO1)       | 61                       | 2     | 55                                      | 3     | 2                              | 2                    | 6                                     | 7                                      | = |
| JJ             | n.d.                     | 1     | n.d.                                    | 1     | 2                              | 3                    | 6                                     | 6                                      | ↓ |
| LL             | 69                       | 2     | 58                                      | 3     | 2                              | 3                    | 7                                     | 8                                      | = |
| MM             | 52                       | 3     | 19                                      | 5     | 2                              | 3                    | 8                                     | 10                                     | ↑ |
| NN             | 55                       | 3     | 42                                      | 4     | 2                              | 3                    | 8                                     | 9                                      | ↑ |
| KK             | 61                       | 2     | 61                                      | 2     | 2                              | 2                    | 6                                     | 6                                      | ↓ |
| U              | 1                        | 5     | 65                                      | 2     | 1                              | 2                    | 8                                     | 5                                      | ↓ |

Tableau 6-28 Priorisation des interventions pour les petits affluents autour du lac Saint-Charles (adapté de l'APEL, juin 2013, pour secteurs autour du lac Saint-Charles)

| PRIORISATION | BASSIN VERSANT ET ZONES | DÉBIT MOYEN EN 2012 (APEL)<br>Valeur (L/s) | PROPOSITIONS SELON LE POIDS TOTAL | COMMENTAIRES    |
|--------------|-------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 4            | HH                      | 0,27                                       | Moyenne                           |                 |
| -            | II (B)                  | 0,28                                       | Élevée                            | Travaux en 2016 |
| -            | II (D)                  | 0,79                                       | Élevée                            | Travaux en 2016 |
| 1            | OO (OO1)                | 75,65                                      | Élevée                            | Travaux en 2016 |
| 3            | JJ                      | 0,00                                       | Élevée                            |                 |
| 5            | LL                      | n.d.                                       | Élevée                            |                 |
| 6            | MM                      | 0,05                                       | Moyenne                           |                 |
| 3            | NN                      | 0,84                                       | Élevée                            |                 |
| 2            | KK                      | 7,90                                       | Élevée                            |                 |
| 11           | U                       | 3,70                                       | Faible                            |                 |
| 7            | Eaux-Fraîches           |                                            | Moyenne                           |                 |
| 8            | Zone 1                  |                                            | Faible                            |                 |
| 9            | Zone 2                  |                                            | Faible                            |                 |
| 10           | Zone 3                  |                                            | Faible                            |                 |
| 12           | Zone 4                  |                                            | Faible                            |                 |

Mise à jour de la priorisation d'interventions pour les bassins versants des petits affluents du lac Saint-Charles (APEL, 2013)

Étude de faisabilité – Aménagement des fossés avec pratiques de gestion optimales (WSP-VQ, 2017)

# GESTION DURABLE DES EAUX DE PLUIE

Figure 5 : L'approche de gestion durable des eaux de pluie.



Source : BOUCHER, Isabelle (2010). La gestion durable des eaux de pluie, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, coll. « Planification territoriale et développement durable », 118 p.

Pour pallier la dégradation de la qualité de l'eau du bassin versant du lac et de la prise d'eau, la Ville adopte une approche axée sur le contrôle des apports en sédiments et autres polluants.

## Objectifs poursuivis :

- Réduire la quantité d'eau de ruissellement produite
- Ralentir son écoulement
- Réduire sa charge polluante
- Recharger la nappe phréatique
- Rendre le secteur plus attractif



# PROJETS RÉALISÉS

Lac Saint-Charles

**2017**

Aménagement d'aires de biorétention sur les rues Nicol et Réjean

**2012**

Aménagement de seuils dans un fossé pentu

**2016-2017**

Réaménagement de la rue des Goélettes (noues à fond drainantes)

**2016-2017**

Optimisation du marais épurateur

Lac Saint-Charles

**2019-2020**

Réaménagement de six rues pour l'implantation de noues de biorétention

**2019-2020**

Construction du Marais Bellevue

# TROIS PROJETS PILOTES

## Optimisation d'un fossé – Chemin de la Grande-Ligne



APEL, 2012



Ville de Québec, 2017

**Noues avec drain de pierre nette et avec infiltration – Rue des Goélettes**



Ville de Québec, 2017

APRÈS

## Aires de biorétention – Rues Nicol et Réjean



APEL, 2017



Ville de Québec, 2020



APEL, 2010

AVANT

# GOVERNANCE INTERNE

Suite aux projets pilotes, une **équipe multidisciplinaire** est mise en place en 2018 afin de développer une expertise pointue et réaliser des projets d'envergure.

## Planification de l'aménagement et de l'environnement

- Division du développement durable (Environnement et architecture de paysage)

## Ingénierie

- Division de la planification de la fonctionnalité des infrastructures
- Division de la réalisation des projets de fonctionnalité

## Interaction citoyenne

## Transport et mobilité intelligente

- Division de la planification du transport et de la conception routière

## Arrondissement (Travaux publics)

- Planification et soutien de l'entretien des réseaux d'aqueduc et d'égout
- Planification et soutien de l'entretien des voies de circulation

## Communications

**AGIRO**   
Partenaire externe



# RÉAMÉNAGEMENT DU SYSTÈME DE GESTION DES EAUX PLUVIALES PAR DES PGO DANS 6 RUES

## Situations antérieures (*tout-à-l'égout pluvial*)

- **Réseau conventionnel** : rue avec bordure, puisards et conduites souterraines sous la voirie
- **Réseau hors chaussée** : rue sans bordure, dépression de surface, puisards et conduites hors chaussée

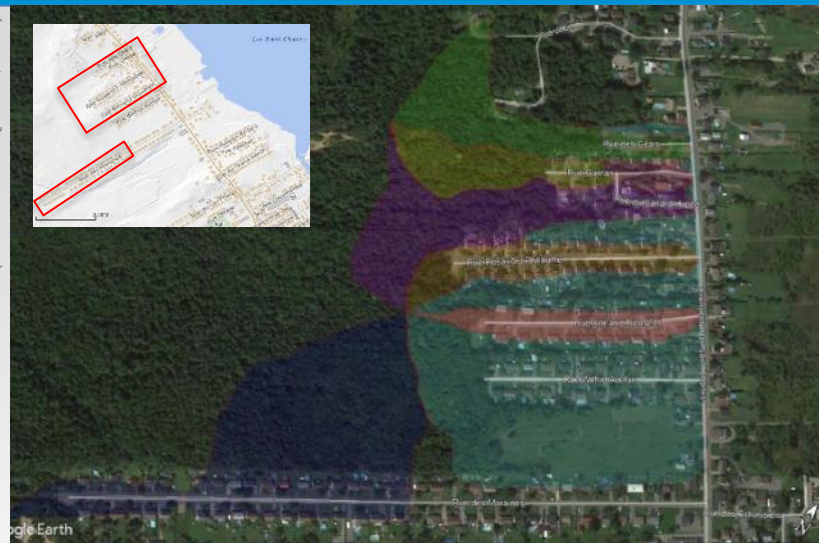
## Situation actuelle (*PGO*)

- Noues d'infiltration végétalisées avec conduites perforées, hors chaussée, de chaque côté de la rue, à l'intérieur de l'emprise

Québec 

Ce projet est réalisé grâce au **Programme de soutien aux municipalités dans la mise en place d'infrastructures de gestion durable des eaux de pluie à la source** du ministère des Affaires municipales et de l'Habitation. Ce programme répond aux objectifs du Plan pour une économie verte 2030.

(WSP - Ville de Québec, 2019)



- Bassins de drainage (18 ha)
- Surfaces imperméables de 40 à 60 %



# RÉAMÉNAGEMENT DU SYSTÈME DE GESTION DES EAUX PLUVIALES PAR DES PGO DANS 6 RUES

## Critères de conception des noues

- S'adapter aux changements climatiques : pluies basées sur les courbes IDF de la VQ « climat futur »
- Infiltrer et traiter la pluie qualité, soit 90 % des évènements de pluie, en moins de 24 h
- Favoriser l'infiltration des eaux : conductivité hydraulique pour le substrat de biorétention selon la norme CSA W200-18
- Favoriser le traitement du phosphore et de l'azote : profondeur minimale de 900 mm de la surface à la conduite perforée
- Limiter la vitesse d'écoulement dans les noues d'au plus 2 m/s pour réduire l'érosion

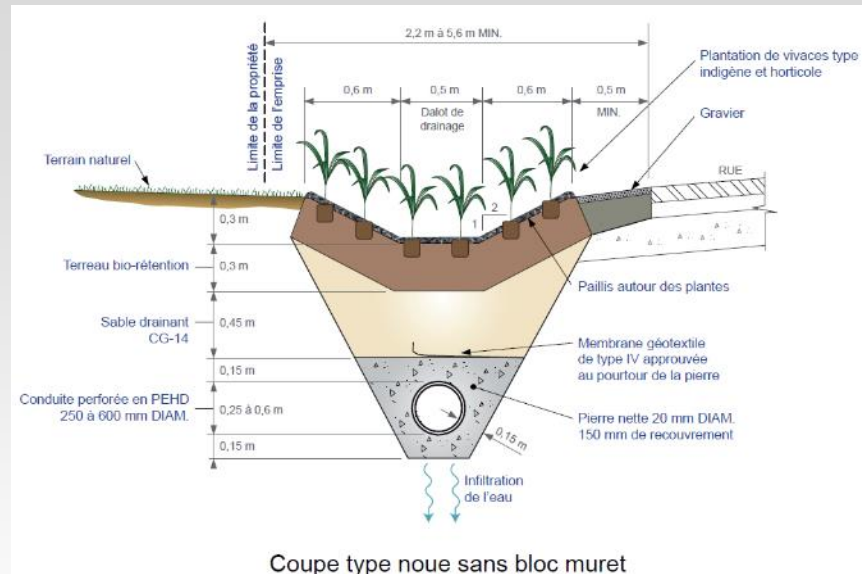
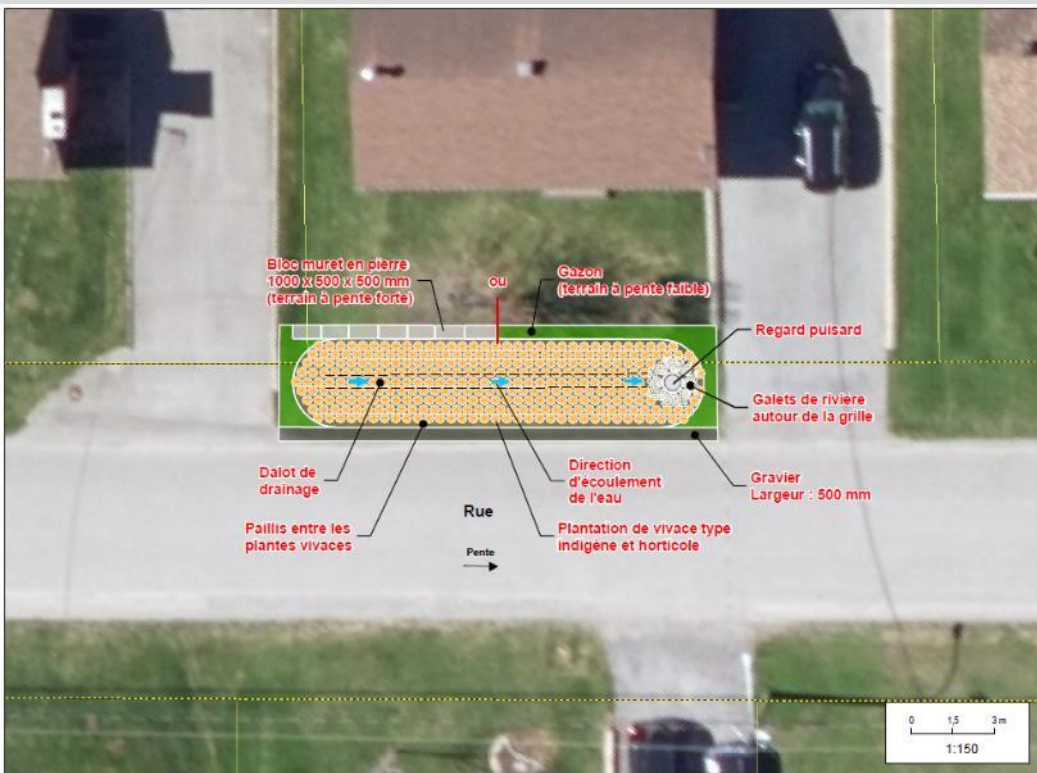
Source : Google Street View, sept. 2014



Source : Google Street View, sept. 2014 et montage visuel : Ville de Québec, 2019



# RÉAMÉNAGEMENT DU SYSTÈME DE GESTION DES EAUX PLUVIALES PAR DES PGO DANS 6 RUES

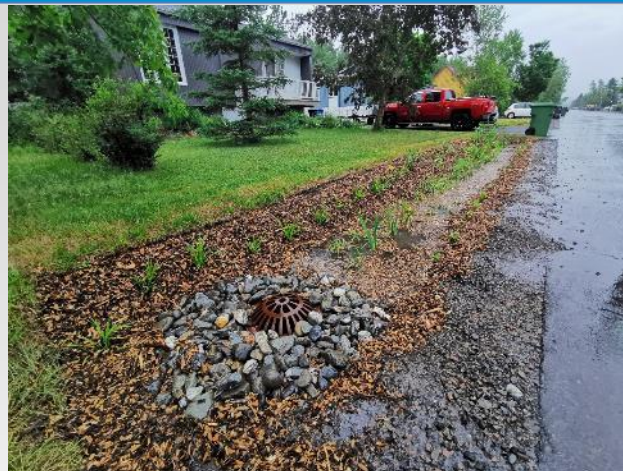




# RÉAMÉNAGEMENT DU SYSTÈME DE GESTION DES EAUX PLUVIALES PAR DES PGO DANS 6 RUES



Ville de Québec, août 2019



Agiro, juillet 2020



Variante avec gazon en plaques et ensemencement

Ville de Québec, septembre 2020

# RÉAMÉNAGEMENT DU SYSTÈME DE GESTION DES EAUX PLUVIALES PAR DES PGO DANS 6 RUES



Variante avec bloc muret de pierre

1 290 m linéaire de rues

100 accès auto

1 850 m linéaire de noues végétalisées

3 730 m<sup>2</sup> de noues végétalisées

1 346 m<sup>3</sup> de substrat de biorétention

10 seuils

14 000 végétaux plantés (22 espèces)

Ville de Québec, septembre 2020



# MARAIS BELLEVUE



## PROBLÉMATIQUES

- L'indice IQPA (IQ) calculé pour l'effluent lors des études précédentes a démontré la mauvaise qualité de ses eaux;
- Présence de sablières/graviers et d'un site d'enfouissement de matériaux secs (en voie d'être fermé);
- Forte urbanisation au sein du bassin versant;
- Le réseau de drainage du bassin versant est en majorité canalisé et n'offre que très peu de capacité de rétention et de filtration;
- Formation d'un important cône alluvionnaire à l'embouchure de l'effluent;
- Rues résidentielles très larges;
- Bordures de rues en érosion et surcreusement de la chaussée;
- Culo-de-sac surdimensionnés et en érosion;
- Terrains de la Ville de Québec dépourvus de végétation;
- Bandes riveraines minimes dans certains secteurs du fossé

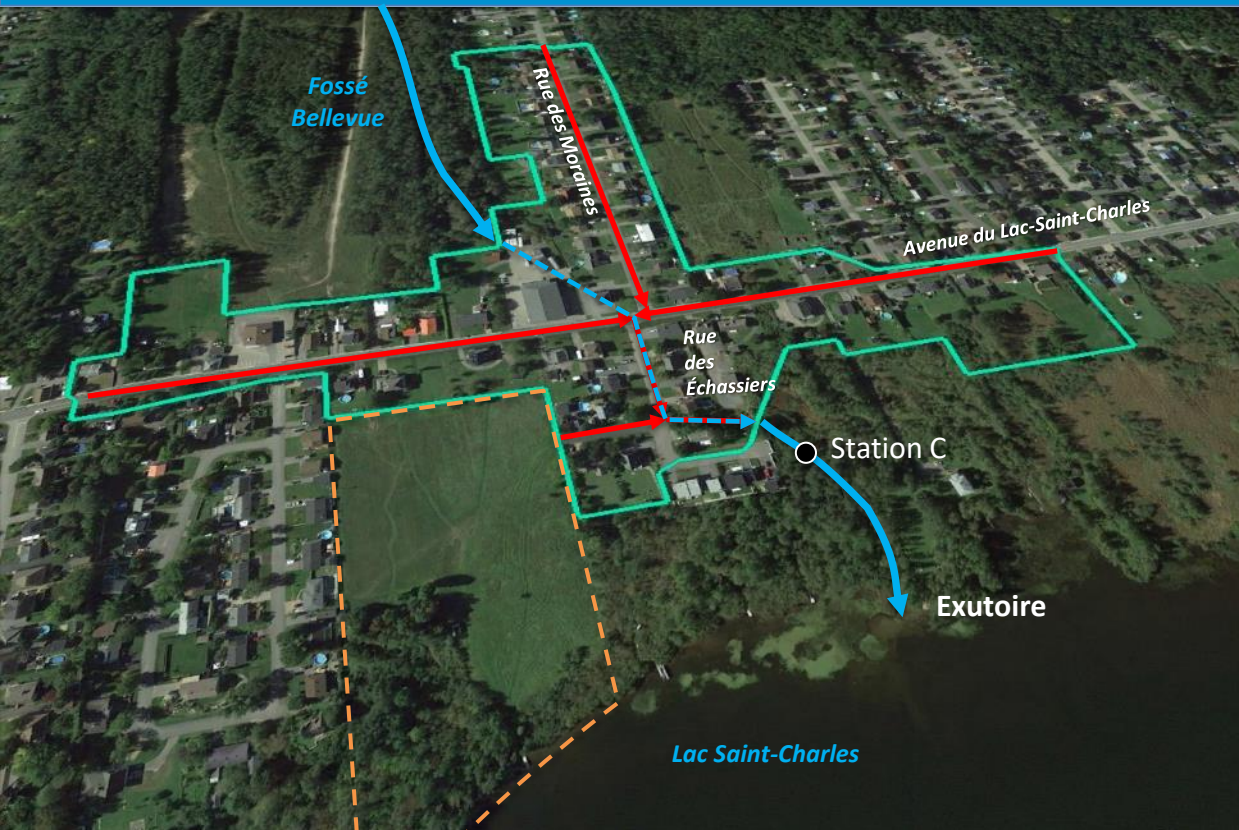
## OBJECTIFS À ATTENDRE

- ☒ Réduire la superficie imperméable
- ☒ Augmenter la capacité de filtration
- ☒ Augmenter la capacité de rétention
- ☒ Réduire les problématiques d'érosion
- ☒ Réduire les sources de sédiments
- ☐ Améliorer les bandes riveraines
- ☒ Autres : Acquérir des terrains riverains.



Figure 32 - Aménagement possible d'un bassin de rétention avec marais filtrant sur le lot 1025066, bassin versant de l'effluent C (Image source : Bing.com/maps).

# MARAIS BELLEVUE



**AGIRO**



Fondation de la faune du Québec



**Projet  
Eau bleue**  
RBC<sup>MC</sup>

This project was undertaken with the financial support of:  
Ce projet a été réalisé avec l'appui financier de :



Environnement and  
Climate Change Canada

Environnement et  
Changement climatique Canada



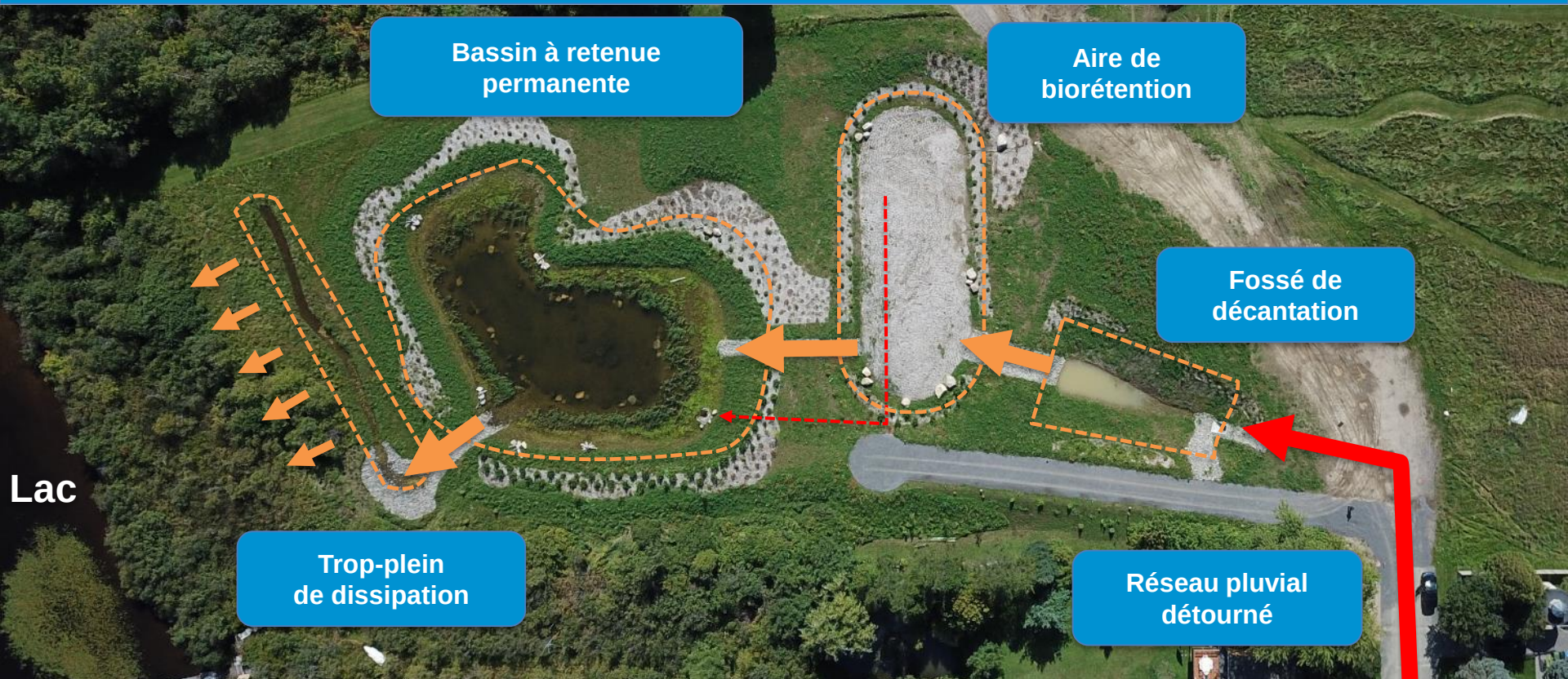


# MARAIS BELLEVUE





# MARAIS BELLEVUE





# MARAIS BELLEVUE



3 ha de terrain renaturalisé

6 000 végétaux plantés

17 espèces

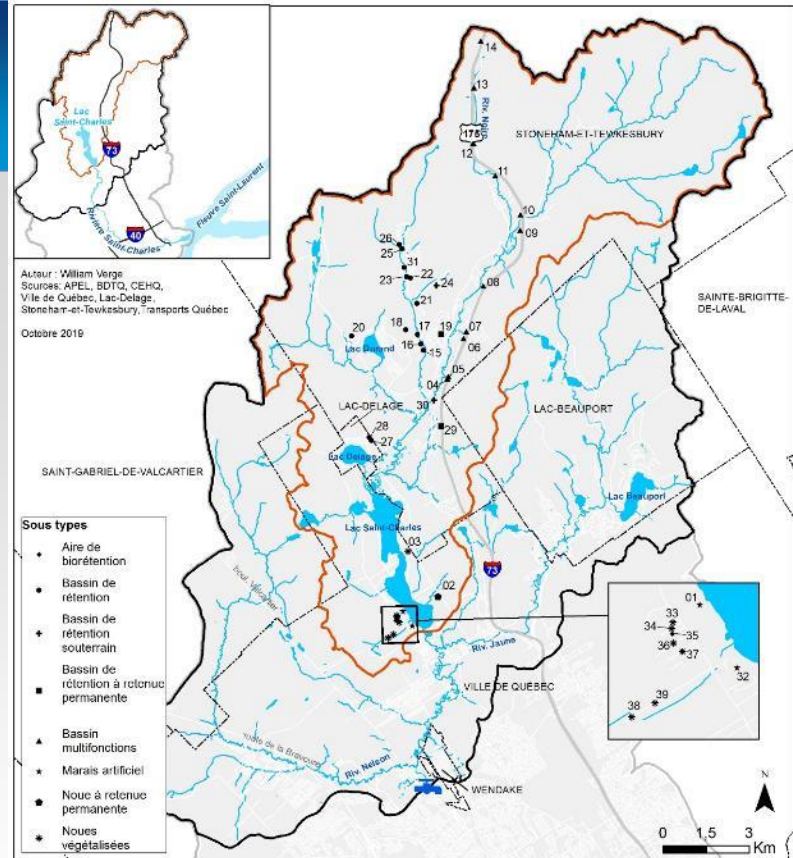
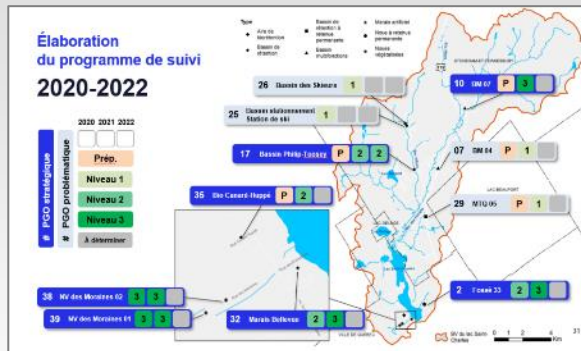
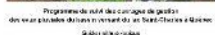
6 700 m<sup>2</sup> ensemencés

Accès public



Source : Giancarlo Cesarello

**Un programme de suivi des PGO adapté  
au territoire et pouvant être mis en application  
à court terme** [agiro.org/publications](https://www.agiro.org/publications)

Prise d'eau de la  
rivière Saint-  
Charles

Municipalités



## Autoroute



Bassin versant de la prise d'eau



Bassin versant du  
lac Saint-Charles



Bassin versant de  
la rivière Saint-  
Charles



**AGIRO**   
initiatives et actions en environnement





# SUIVI DES NOUES VÉGÉTALISÉES (S-O DU LAC)

## Suivi des performances hydrauliques et environnementales

- Validation des objectifs de traitement et infiltration de la pluie qualité (90 % des évènements de pluie, en moins de 24 h), pendant deux ans

## Suivi de l'évolution des végétaux et du sol

- Suivi de la croissance des végétaux et l'évolution des propriétés physico-chimiques du substrat de croissance pendant trois ans

**Mitacs**



# UNE APPROCHE TRANSFORMÉE...

- S'adapter et innover dans nos pratiques et méthodes de travail
- Adopter une approche multidisciplinaire de l'idéation jusqu'à l'entretien
- Développer l'expertise et partager les connaissances
- Recourir à une étroite coopération avec les consultants
- Saisir les opportunités : Partenariats ainsi qu'incitatifs fiscaux et financiers

Les **leçons** et **résultats** tirés des retours d'expérience et des **suivis** scientifiques permettra à la Ville de développer une démarche d'amélioration continue.

MERCI AUX PARTENAIRES FINANCIERS!



Environnement  
Canada

Environnement  
Canada



## QUESTIONS ET ÉCHANGES

