



UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté des sciences et de génie
Département de génie civil et génie des eaux

IN
RS

Institut national
de la recherche
scientifique



NSERC
CRSNG

vivre • découvrir
investir • participer

Rivière.
du·Loup



**Pavé perméable, biorétention et rétention souterraine :
retour sur la conception et évaluation de la performance**

Rue Sainte-Claire, Rivière-du-Loup



Présentation et plan

Geneviève Pelletier, ing., Ph. D.
Guillaume Fournier, ing.
Rose Senneville, CPI, M. Sc.

Université Laval
Ville de Rivière-du-Loup
Ville de Rivière-du-Loup

1. Contexte et gestion
2. Performance et entretien des ouvrages
3. Impacts des ouvrages et autres projets



An aerial photograph of a town during autumn. The trees are in various shades of yellow, orange, and red. A railway line runs through the center of the town. The sky is dramatic, with dark blue and grey clouds on the left and a bright, golden light on the right, suggesting a sunset or sunrise. In the background, there are hills and a large body of water.

1. Contexte et gestion

Contexte

Conditions du terrain

- Rue bordant un fort dénivelé
- Bris causés par l'écoulement en réseau majeur
- Propriétés et voie ferrée en contrebas
- Schiste

Réseau existant

- Rue Ste-Claire et affluents en unitaire
- Affluents sans puisard
- Capacité limitée en aval
- Mesure compensatoire

Besoins

- 350 m³ de rétention
- Rue plus joviale



Avant la réfection



Après la réfection

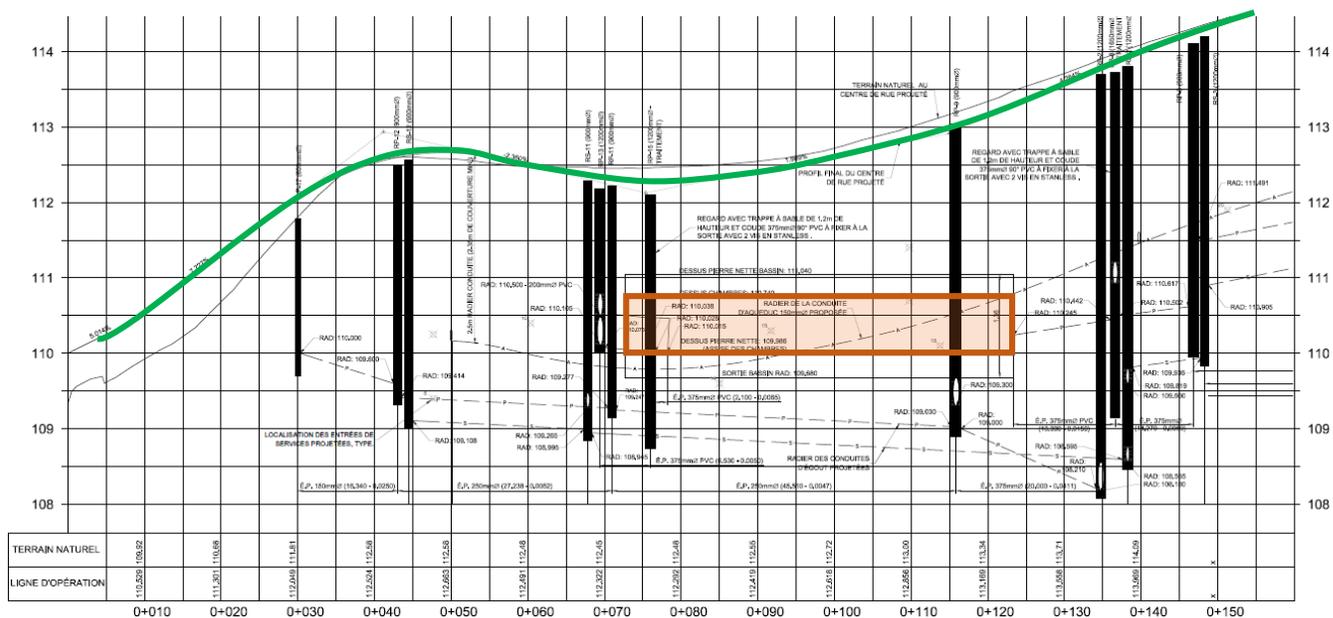


Conception



Rétention dans un espace limité

- Profil longitudinal en cuvette – min. 2 % sur 40 m – max. 4.3 % sur 40 m – total 300 m
- Radier du bassin de 2.6 m à 3.6 m de profondeur et regard de sortie à 4.1 m
- Volonté d'éviter de passer les services sous le bassin
- Espace optimal pour 200 m³ de rétention souterraine
- Souhait d'ajouter un contrôle qualité et de la nouveauté



Volume manquant

- Pavé uni perméable (140 m³ effectif)
- Noue végétalisée (10 m³)

Avantages

- Infiltration pour événements fréquents
- Qualité de l'eau?
- Aucune excavation supplémentaire
- Système en surface et circulation permise
- Belle apparence



Gestion

Réalisation par un entrepreneur local

- Nouveaux matériaux
- Nouvelles méthodes



- Ça va geler!
- Ça va coûter cher!
- Ça va bouger!
- Ça ne captera pas d'eau!
- Mon sous-sol est sec et il n'y a pas de drain!

La résistance

Les précautions

- Puisards en redondance dans l'asphalte
- Les fondations sont à 10 m de la bordure
- Pavé en sandwich entre deux bordures
- Drain au fond de la tranchée
- Rues affluentes captées avant le pavé
- Partenariat de suivi avec l'Université Laval et l'INRS



Coûts et autres projets



Problèmes ?

- Aucune des craintes ne s'est concrétisée
- Aucune plainte
- Demande de l'entretien

Réfection de la rue Ste-Claire (1,50 M\$)

- Bassin souterrain standard sans traitement = 786 \$/m³
- Pavé perméable = 832 \$/m³ pour volume effectif

Autres projets

- Stationnement municipal 2021
- Rue Joly: confiance plus grande, présence de sable
 - ✓ Drain à 600 mm du fond
 - ✓ Retrait des bordures de retenue
 - ✓ Proximité avec les bâtiments (membrane étanche)
 - ✓ Aucun bassin standard
 - ✓ Plus grande surface de pavé



An aerial photograph of a town during autumn. The trees are in various shades of yellow, orange, and red. A railway line runs through the center of the town. The sky is dramatic, with dark blue and grey clouds on the left and bright, golden light on the right, suggesting a sunset or sunrise. A white banner is overlaid at the bottom of the image.

2. Performance et entretien des ouvrages

Présentation du site

Pavé perméable

Cellules de biorétention

Chambres souterraines de rétention



Présentation du site

Pavé perméable

Cellules de biorétention

Chambres souterraines de rétention

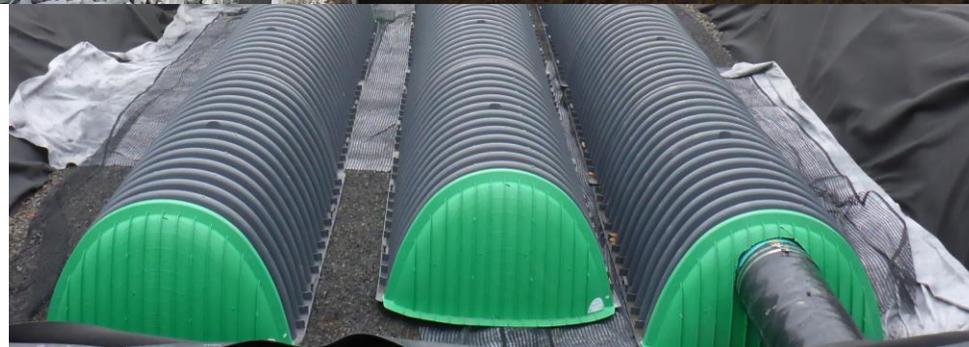
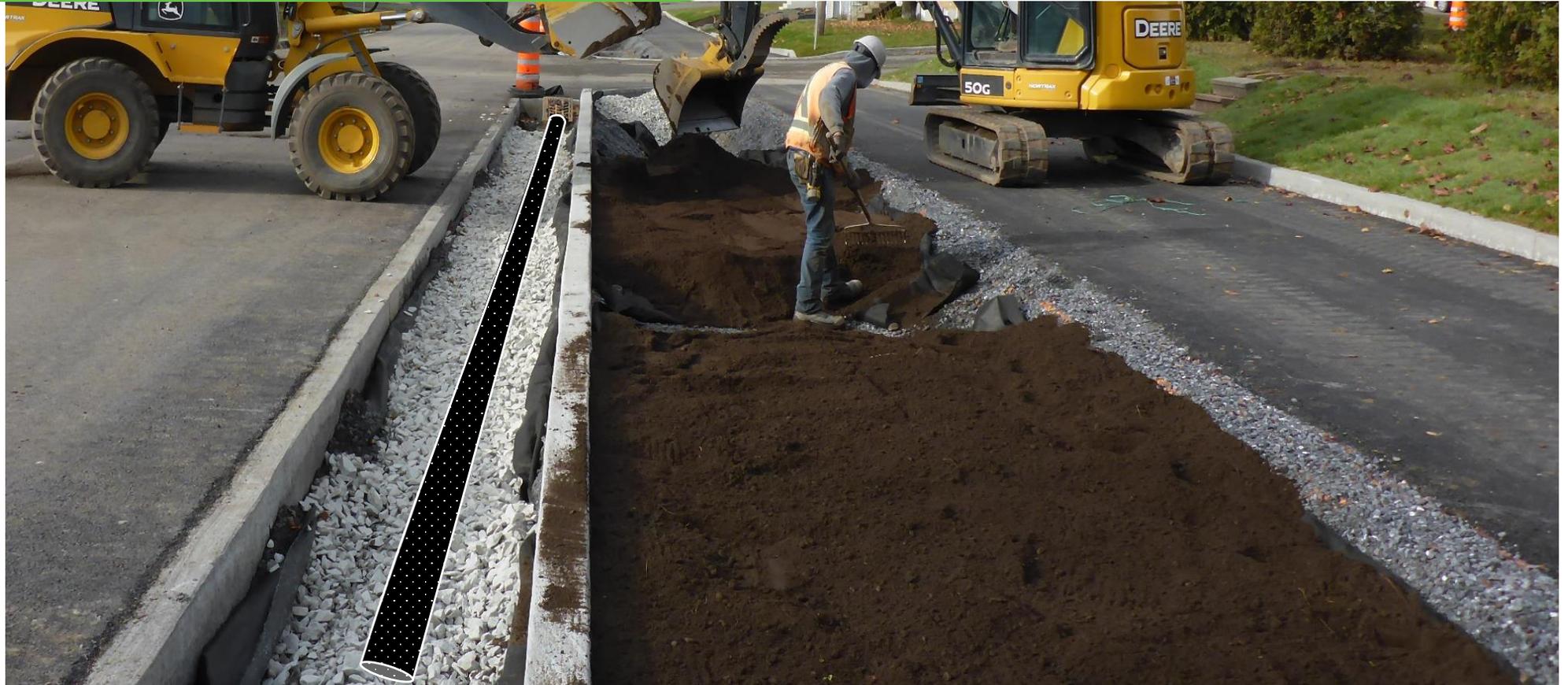
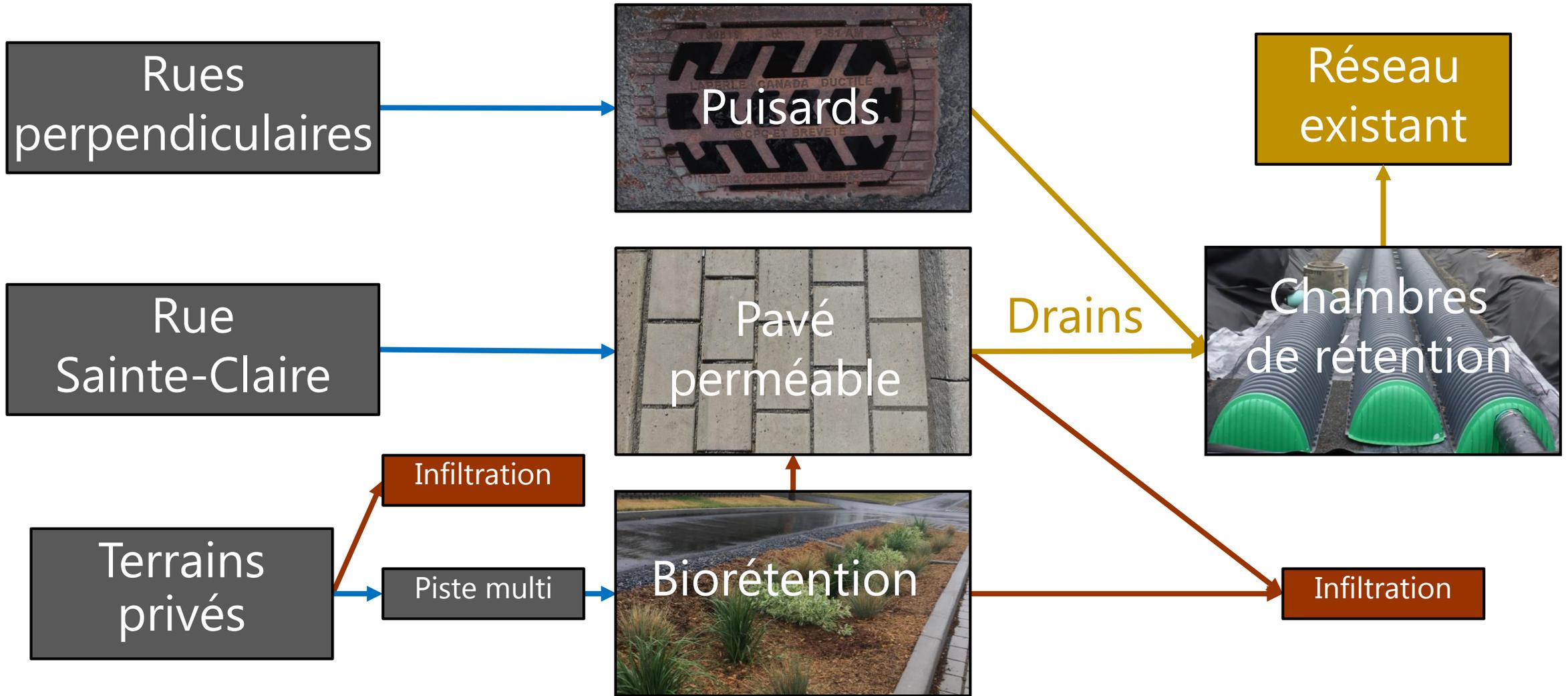


Schéma d'écoulement

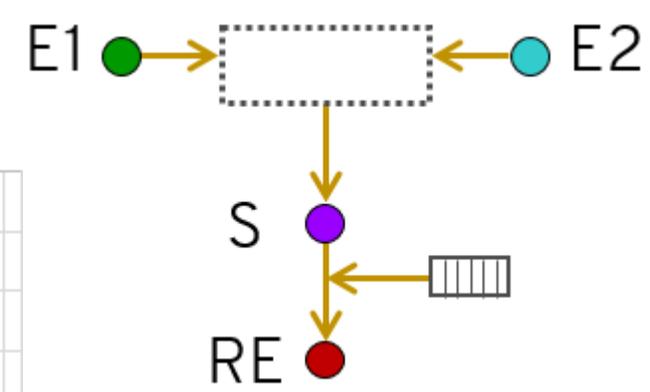
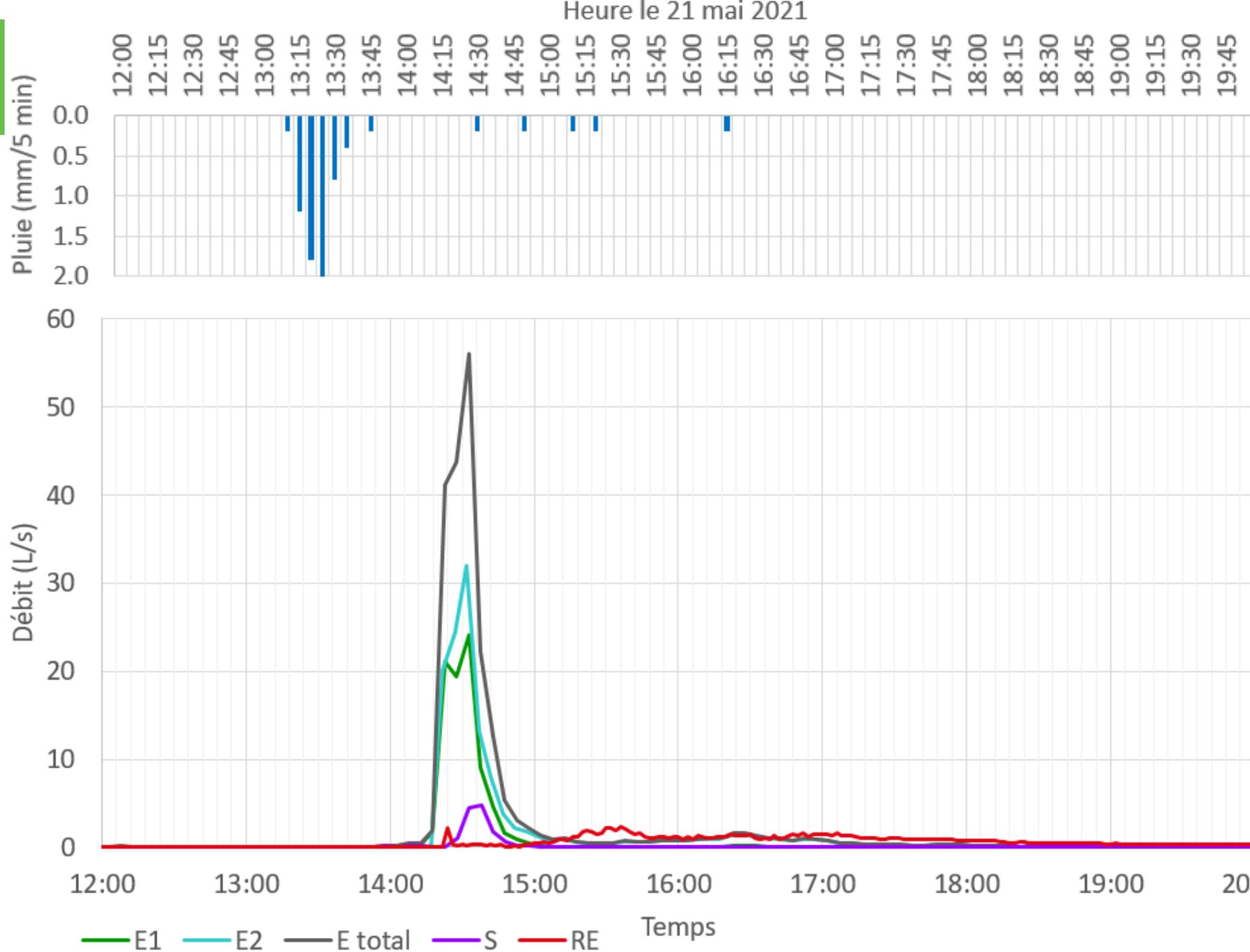


Résultats hydrauliques

Points de mesure



- E1: entrée nord
- E2: entrée sud
- S: sortie
- RE: raccordement à l'existant



Débits maximaux

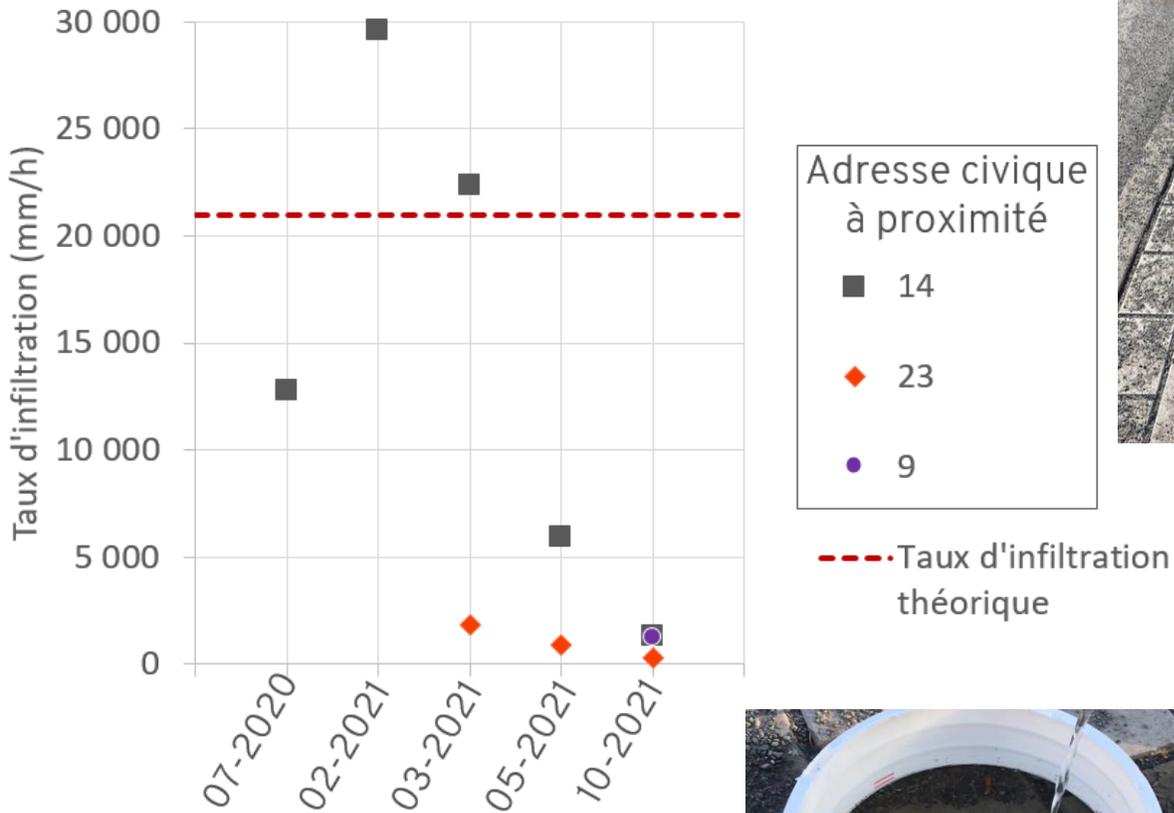
- Entrées: 56 L/s
- Sortie: 5 L/s
- Rac. exist.: 2,4 L/s

Décalage approx.

- Entrées: 1h05
- Sortie: 1h15
- Rac. exist.: 2h00

Résultats hydrauliques

Pavé perméable: infiltration



- Tests d'infiltration, ASTM C1781
- Taux d'infiltration théorique: 21 000 mm/h
- Redoux hivernaux: performant
- Côté impair: neige
- #9 et #14 : moins de circulation



Résultats hydrauliques

Pavé perméable: entretien



- Forte accumulation dans les interstices
- Balayage (vacuum) et ajout de pierres 2020
- Balayage conventionnel 2021-2022: perte d'infiltration



Résultats hydrauliques

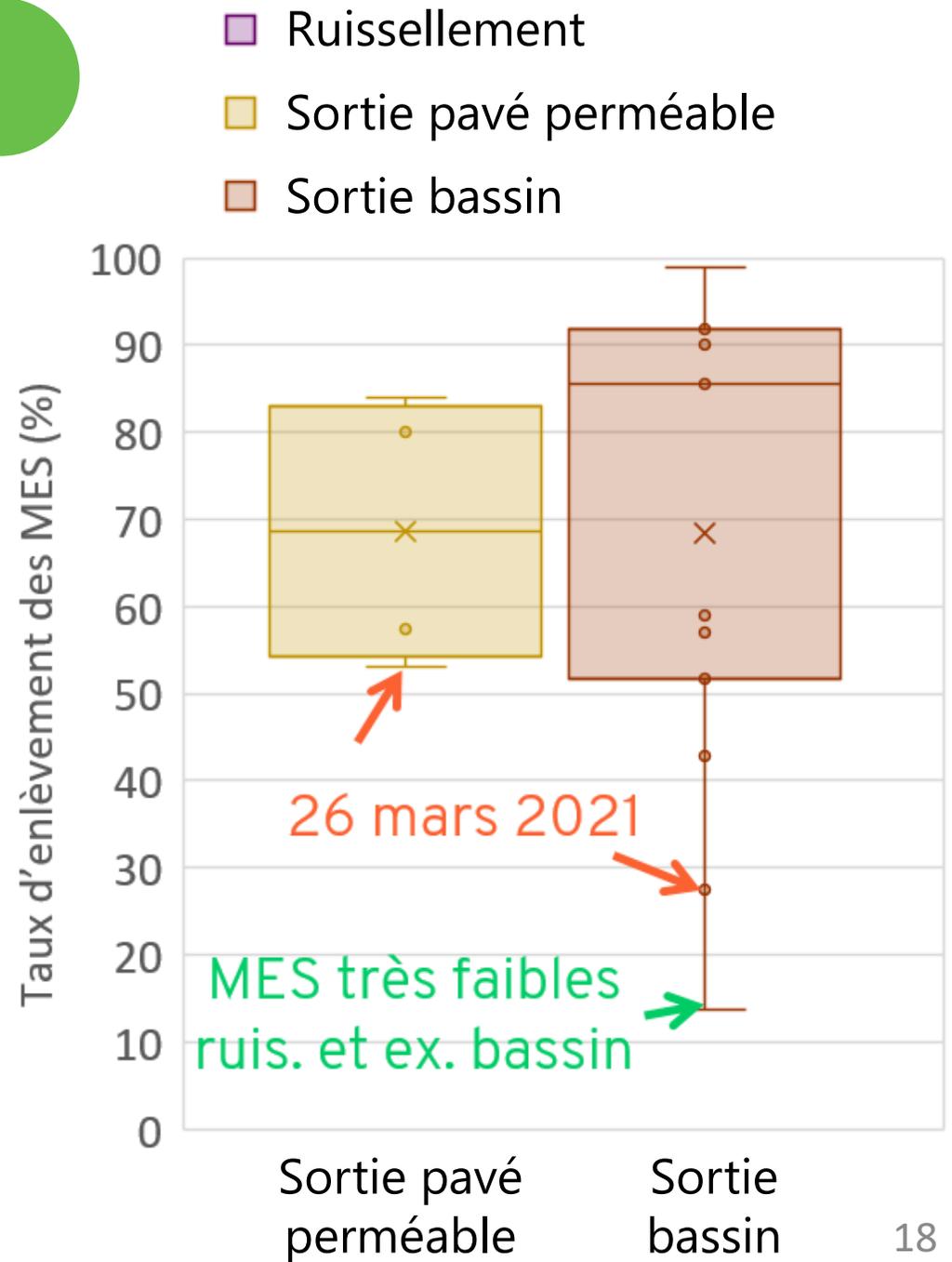
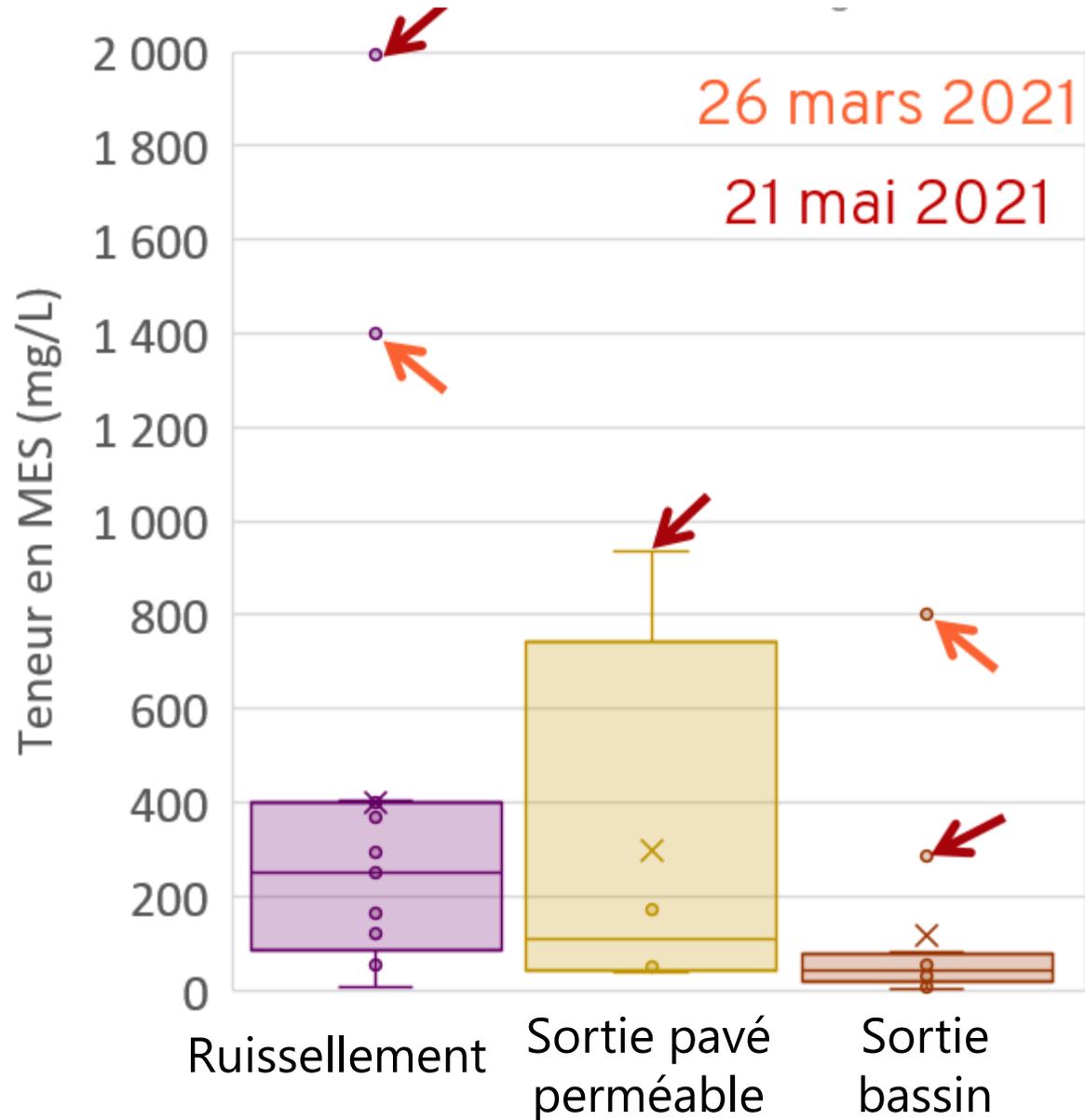
Pavé perméable: entretien



Taux d'infiltration:
< 0,3 x 10³ mm/h

État du pavé fin 2021 et 2022

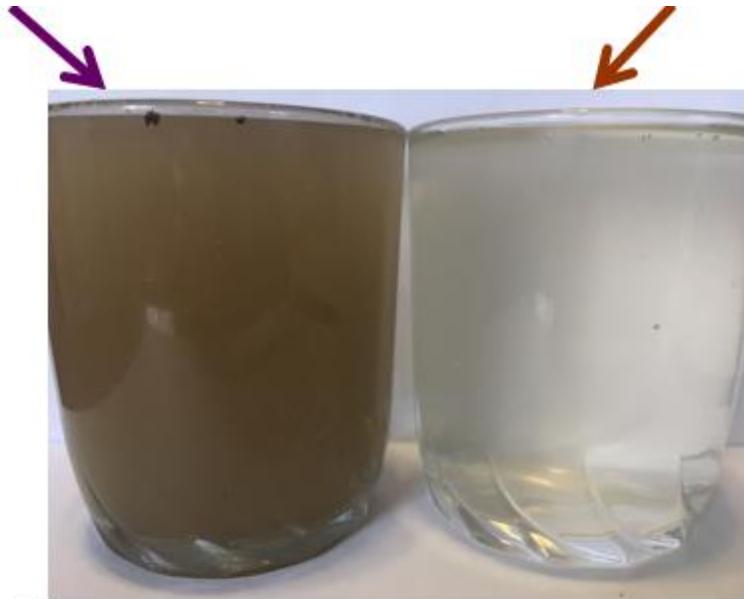
Résultats qualité de l'eau



Résultats qualité de l'eau

Ruissellement
400 mg/L MES

Sortie bassin
60 mg/L MES



Échantillon du 5 mai 2021

Enlèvement:
86%

MES

- Pointes au printemps
- Teneur en MES du ruissellement plus élevé qu'attendu
- Très grand enlèvement des MES par le pavé perméable et le bassin de rétention

Conductivité électrique

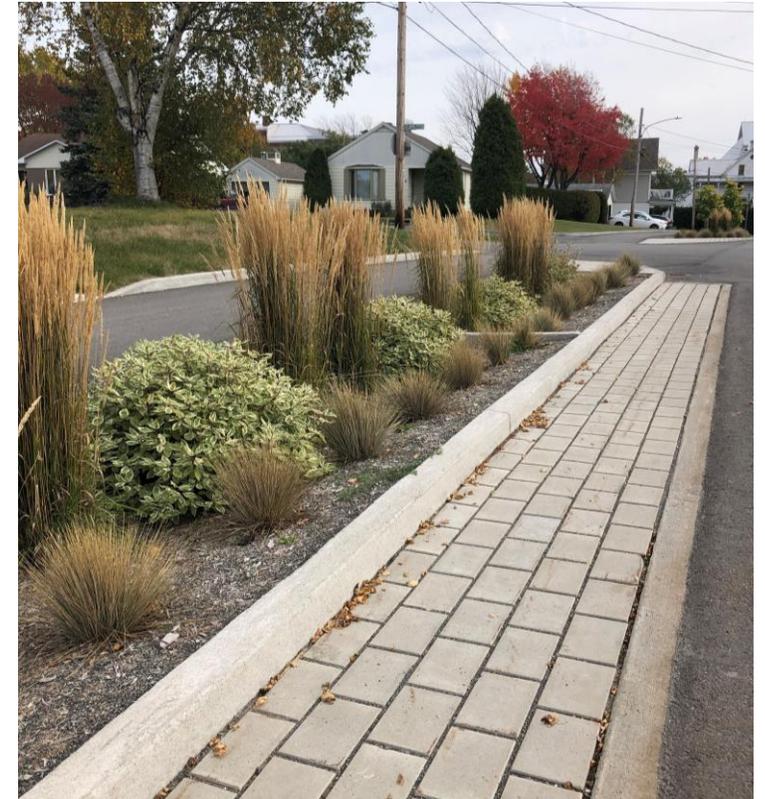
- Grande augmentation à la sortie du bassin: sels de déglacage, impact de l'enlèvement de matière organique

Azote et phosphore

- Pas d'enlèvement ou de relargage significatifs



Plantes et substrat



- Suivi de la croissance des plantes
- Suivi de la teneur en eau et de la température du sol à plusieurs profondeurs



An aerial photograph of a town during autumn. The trees are in various shades of yellow, orange, and red. A railway line runs through the center of the town. In the background, there are hills and a large body of water under a dramatic, cloudy sky with a low sun creating a golden glow. On the right side, there is a vertical decorative element consisting of a series of white, overlapping circular shapes.

3. Impacts et autres projets

Historique

Phase 1 (2015 – 2019) → Phase 2 (2019 – 2023) → Phase 3 (2023 – 202X)

CRSNG et 5 partenaires

- Tetra Tech
- Techo-Bloc (Chambly+)
- Vinci Consultants (Longueuil)
- Adstock
- MELCC

FRQNT (Contrôle en temps réel)

CRSNG et 12 partenaires

- 10 municipalités : Québec, Montréal, Victoriaville, St-Hyacinthe, Rivière-du-Loup, Boucherville, Adstock, Candiac, St-Charles-Borromée, *Repentigny*
- Soleno
- MELCC

+ Contrats MTQ et Laval, FRQNT
Rivière-du-Loup et Adstock

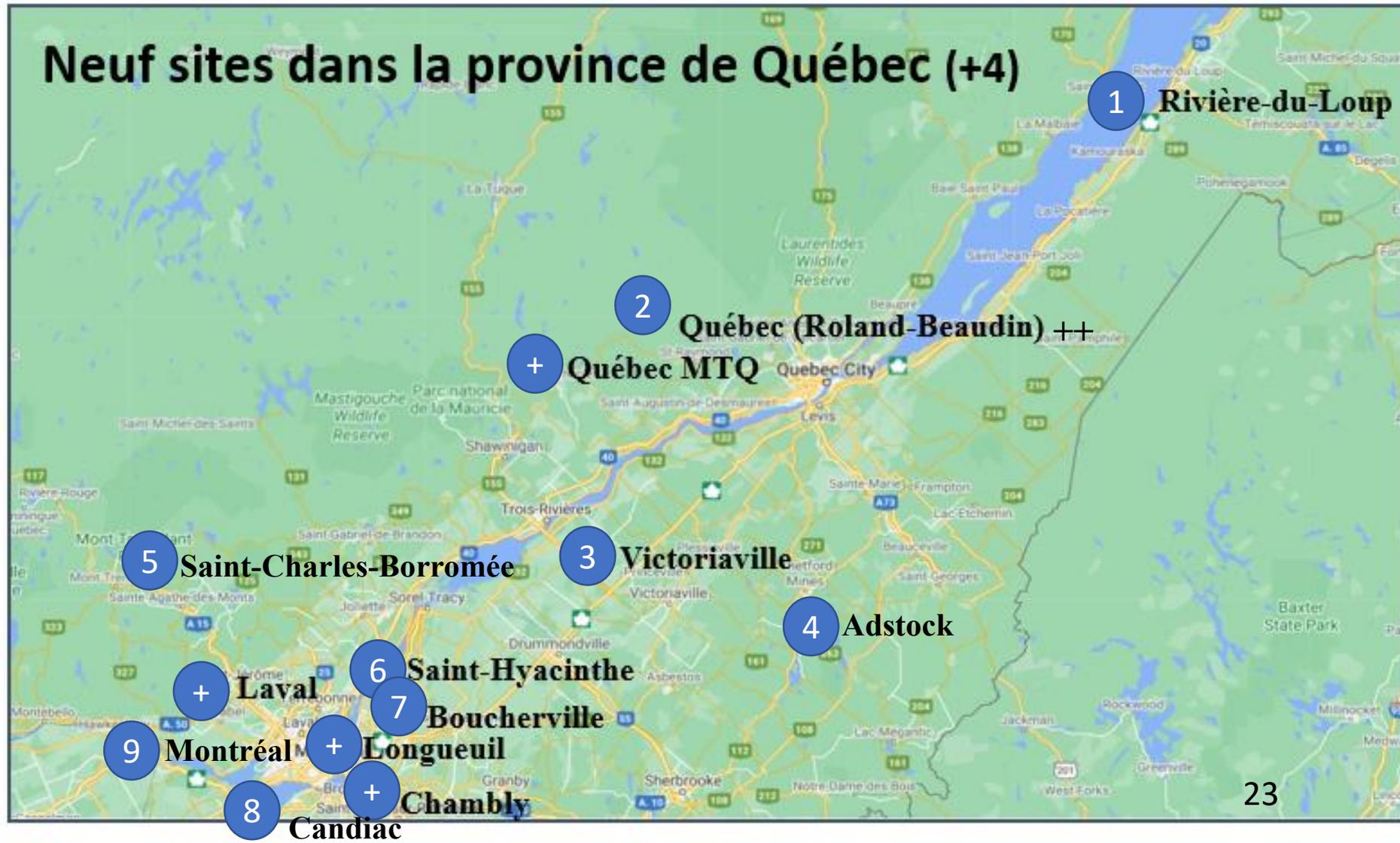
Suivi de performance

Infrastructures vertes :

- Cellules de biorétention
- *Pavé perméable*
- *Pavé alvéolé*

Infrastructure de rétention :

- Sous chaussée en arches
- Enrobé drainant



Nouveaux partenariats

CRSNG et partenaires

- Infrastructures intelligentes distribuées sur le territoire
- Irrigation souterraine des cellules de biorétention en contrôlant la sortie des drains
- Impacts transversaux des infrastructures vertes et intelligentes: suivi de température (îlots de chaleur) et de l'évapotranspiration
- Suivis des végétaux et substrats
- Suivis hivernaux (p. ex. conductivité)
- Autres selon besoins des partenaires...



UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté des sciences et de génie
Département de génie civil et génie des eaux



Institut national
de la recherche
scientifique

Rivière·
du·Loup



NSERC
CRSNG

Merci