



CELLULES DE BIORÉTENTION

GRAND PROJET DE LA RUE SAINT-MAURICE À TROIS-RIVIÈRES

Samuel Doucet, ing.
Étudiant au doctorat
École Polytechnique de Montréal

Sarah Dorner, ing. PhD
Professeure titulaire
École Polytechnique de Montréal

Congrès INFRA 2021
29 – 30 novembre 2021





Co-auteurs

Nous souhaitons souligner la participation des personnes suivantes au projet et leur contribution à cette présentation :

Françoise Bichai, ing. Ph.D.

Ons Bouattour, ing. M.Sc.A.

Emma Formankova, étudiante M. Ing.



Plan de la présentation

1. Contexte et présentation du projet
2. Biorétentions étudiées
3. Appareils et méthodologie pour le suivi scientifique
4. Résultats préliminaires
5. Modélisation du secteur sur SWMM

Contexte

Notre projet d'étude s'inscrit dans le cadre du Grand projet de la rue Saint-Maurice à Trois-Rivières. Ce projet consiste en :

- Tronçon de la rue Saint-Maurice comprenant des infrastructures vétustes qui nécessitaient une intervention
- Volonté de la ville d'intégrer de pratiques de gestion des eaux pluviales (PGO)

Présentation du projet



Tiré de: Ville de Trois-Rivières (2018)

Présentation du projet

Le suivi scientifique sur les cellules de biorétention est effectué par une équipe multidisciplinaire :

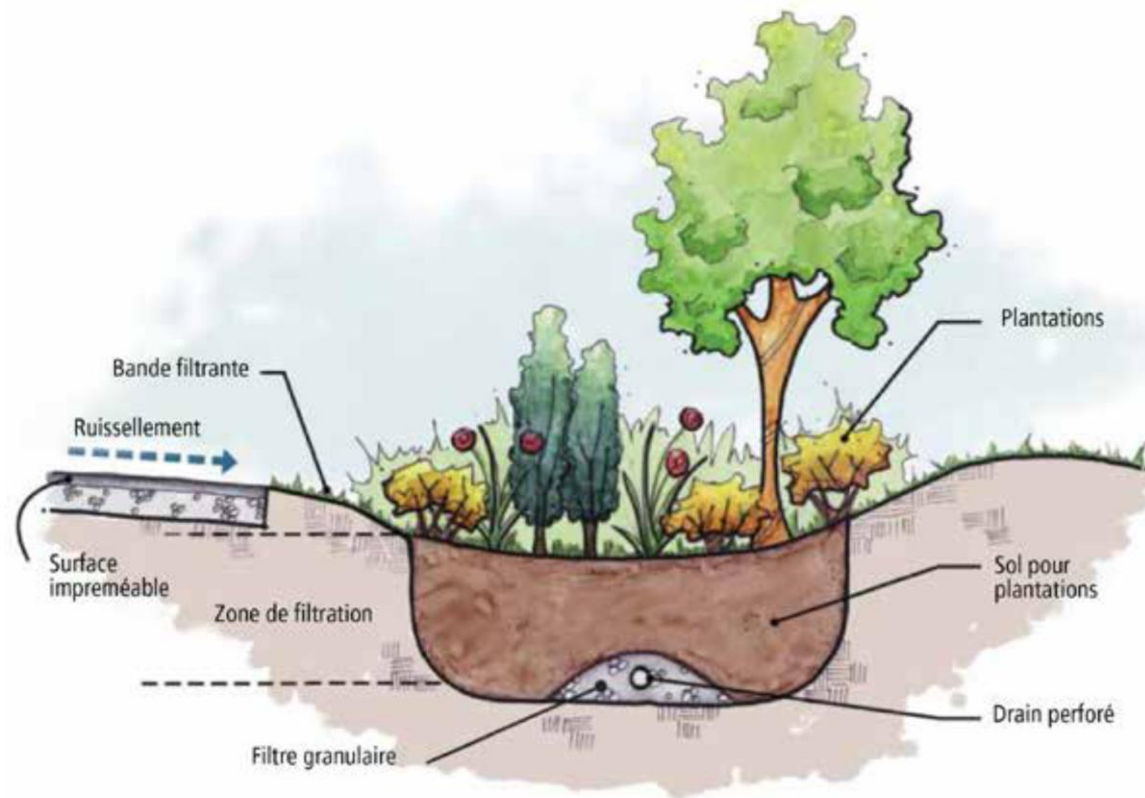
- UdeM (IRBV) : Efficacité des substrats et des différents végétaux (6 biorétentions étudiée)
- Polytechnique Montréal : Performances hydrauliques et qualité des eaux (6 avec 1 biorétention étudiée en profondeur)

Présentation du projet

Nos objectifs de recherche :

- Mesurer les débits à l'entrée et à la sortie de la biorétention lors d'événements de pluie pour établir sa performance hydraulique
- Établir la performance des biorétentions sur l'enlèvements de contaminants : Métaux, DOC, *E. coli*, N, P, Cl⁻
- Relargage de métaux lourds (Fe et Mn) et impact sur la qualité des eaux souterraines.
- Focus sur les particularités reliées au climat québécois

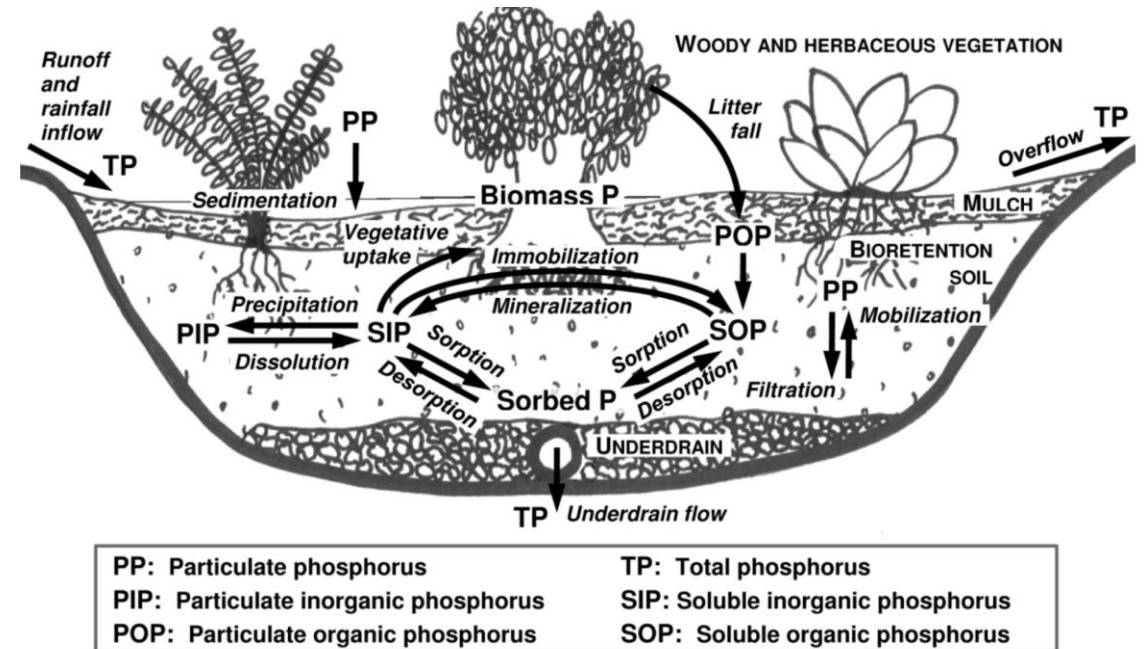
Qu'est-ce qu'une biorétention?



Tiré du *Guide de gestion des eaux pluviales*, MELCC (2014)

Cycle des contaminants dans une biorétention

- Sédimentation
- Filtration – mobilisation
- Sorption – désorption
- Précipitation – dissolution
- Immobilisation – minéralisation
- Prélèvement par les végétaux



Tiré de Roy-Poirier *et al.*(2010)

Biorétention étudiée



Puisard raccordé au drain
(point d'accès à l'eau
sortant de la biorétention)

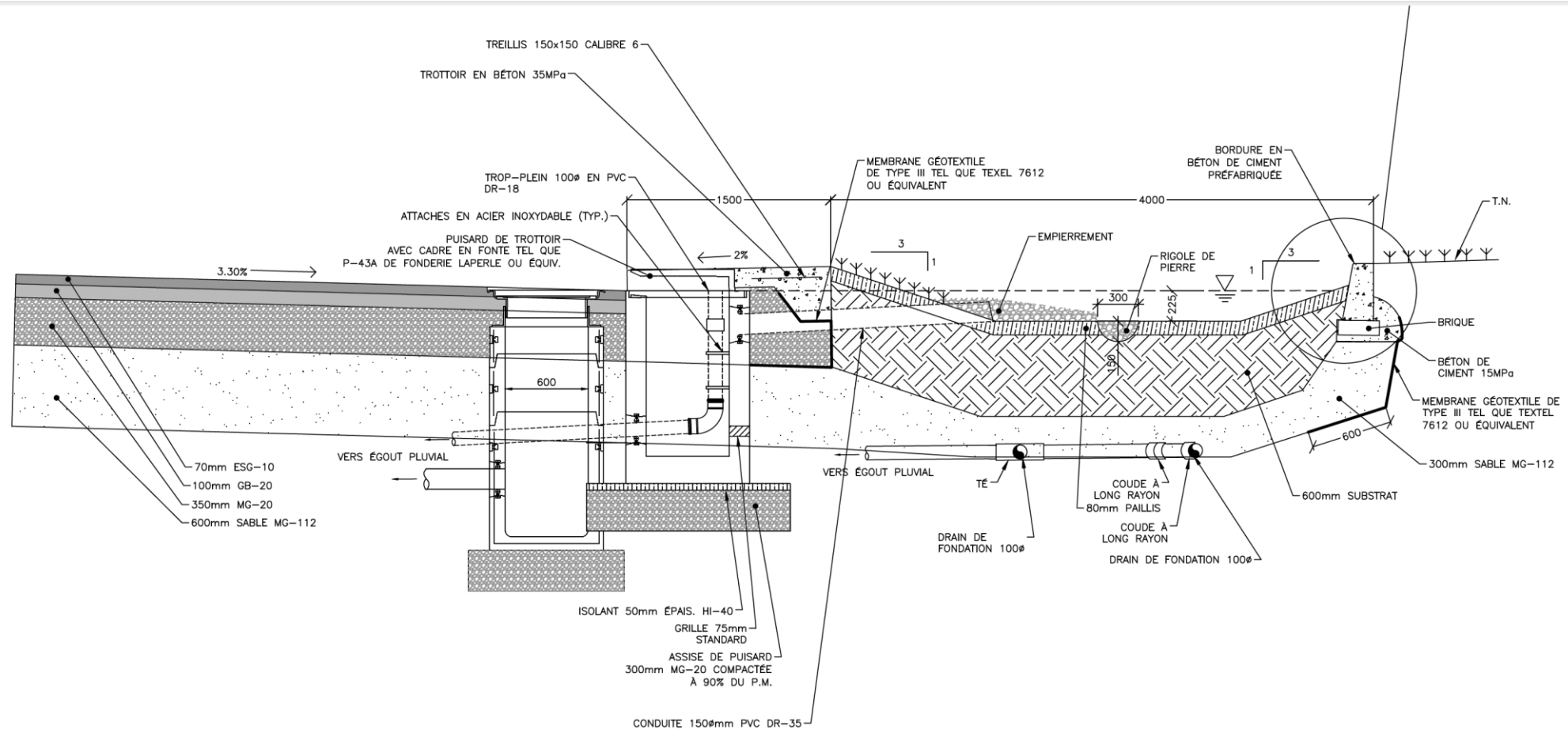


Piezomètre
(point d'accès à l'eau souterraine)



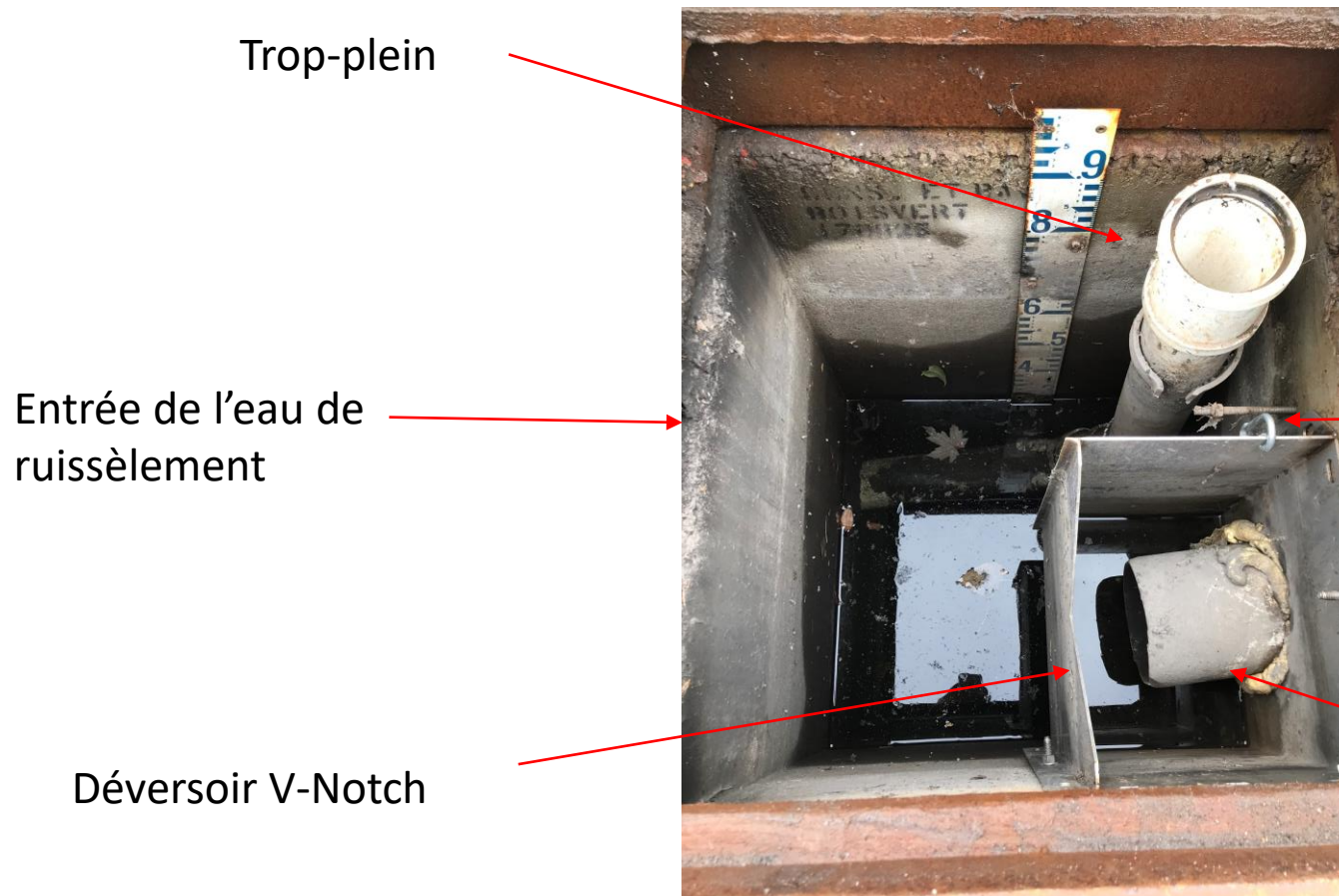
Puisard de trottoir
(point d'accès à l'eau
entrant dans biorétention)

Biorétention étudiée



Appareils de mesure

Puisard-avaloir de trottoir



Hauteur d'eau mesurée par sondes de pression

Conduite vers biorétention

Appareils de mesure

Puisard raccordé au drain de la biorétention



Transducteur ultrasons

Drains de la biorétention

Déversoir V-Notch

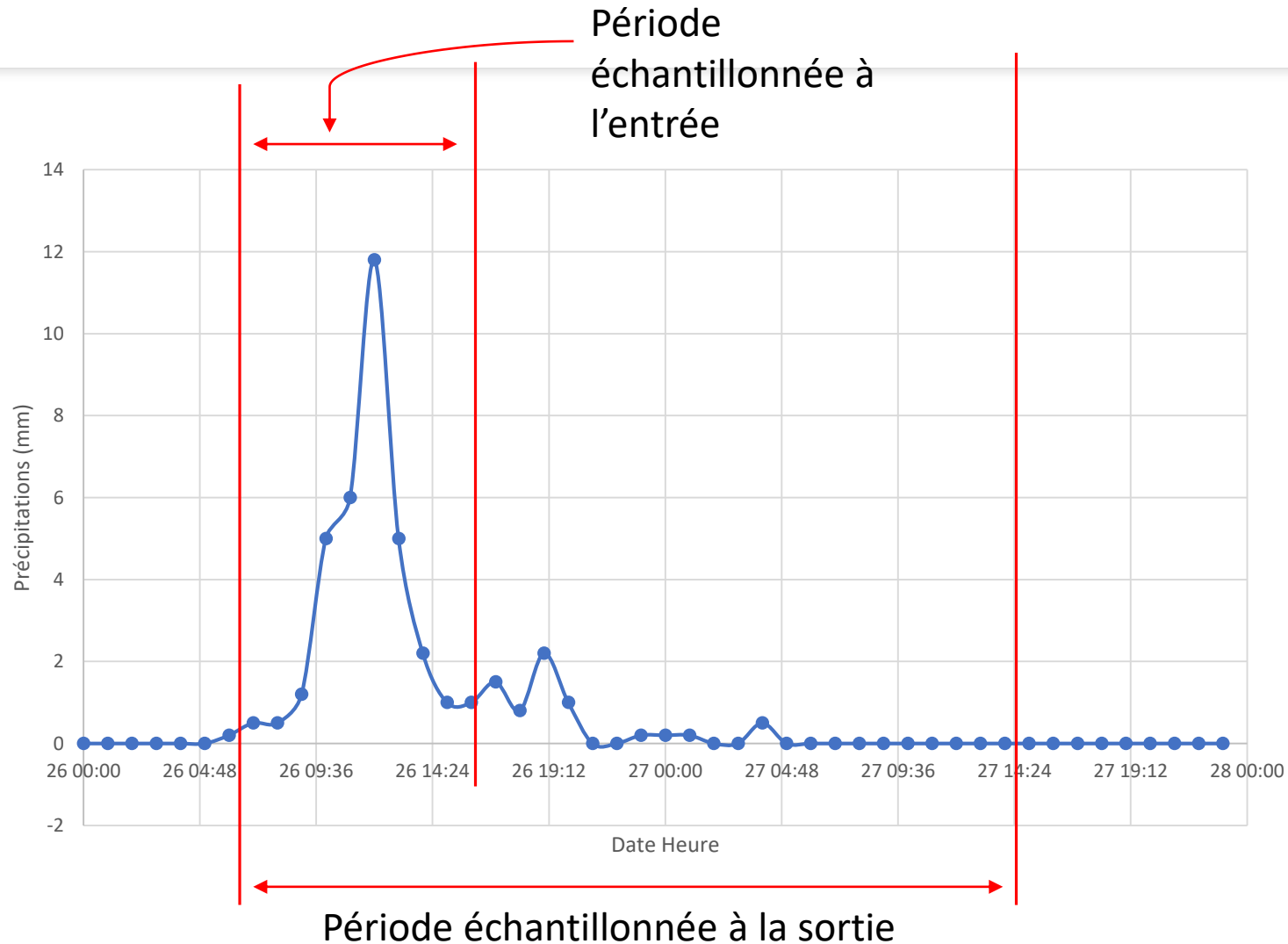
Drain vers conduite
d'égout pluvial

Méthodologie d'échantillonnage

- Lors d'une pluie :
 - Prélèvement d'échantillons d'eau à l'entrée et à la sortie de la biorétention durant toute la pluie.
 - Fréquence d'échantillonnage intensive au début de l'événement
 - Un échantillonneur automatique prélève des échantillons à la sortie de la biorétention durant les 24h suivant la fin de la pluie
- Mensuellement
 - Échantillonnage des piézomètres

Résultats préliminaires

Pluie du 26 mars 2021

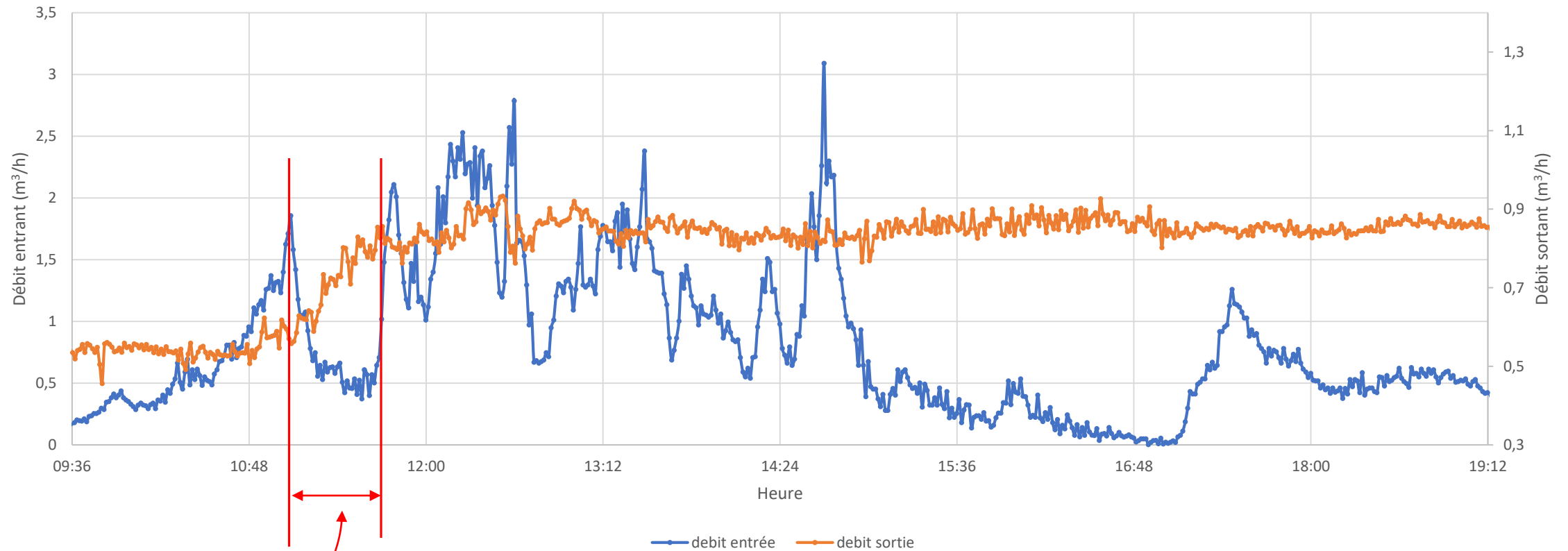


*Données de précipitation provenant
d'Environnement Canada –
Aéroport de Trois-Rivières*

Résultats préliminaires

Pluie du 26 mars 2021

Débits mesurés

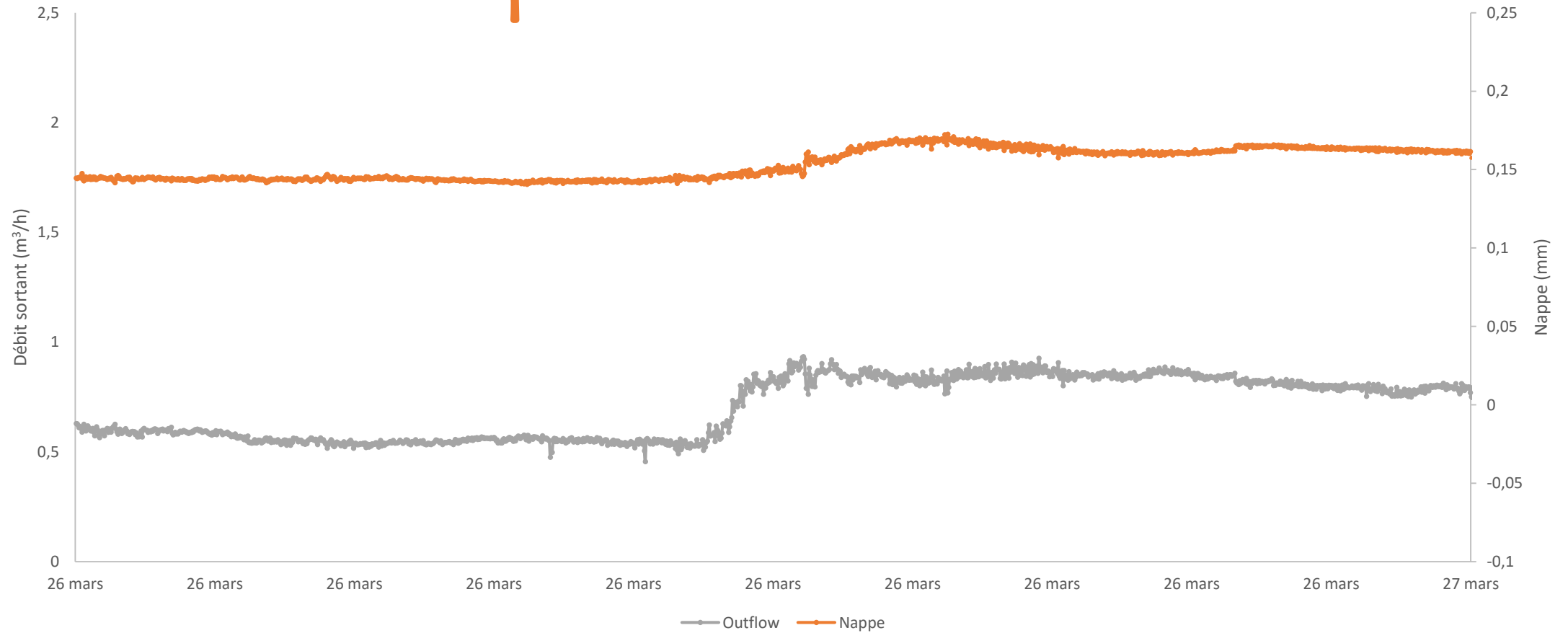


Environ 1h

Résultats préliminaires

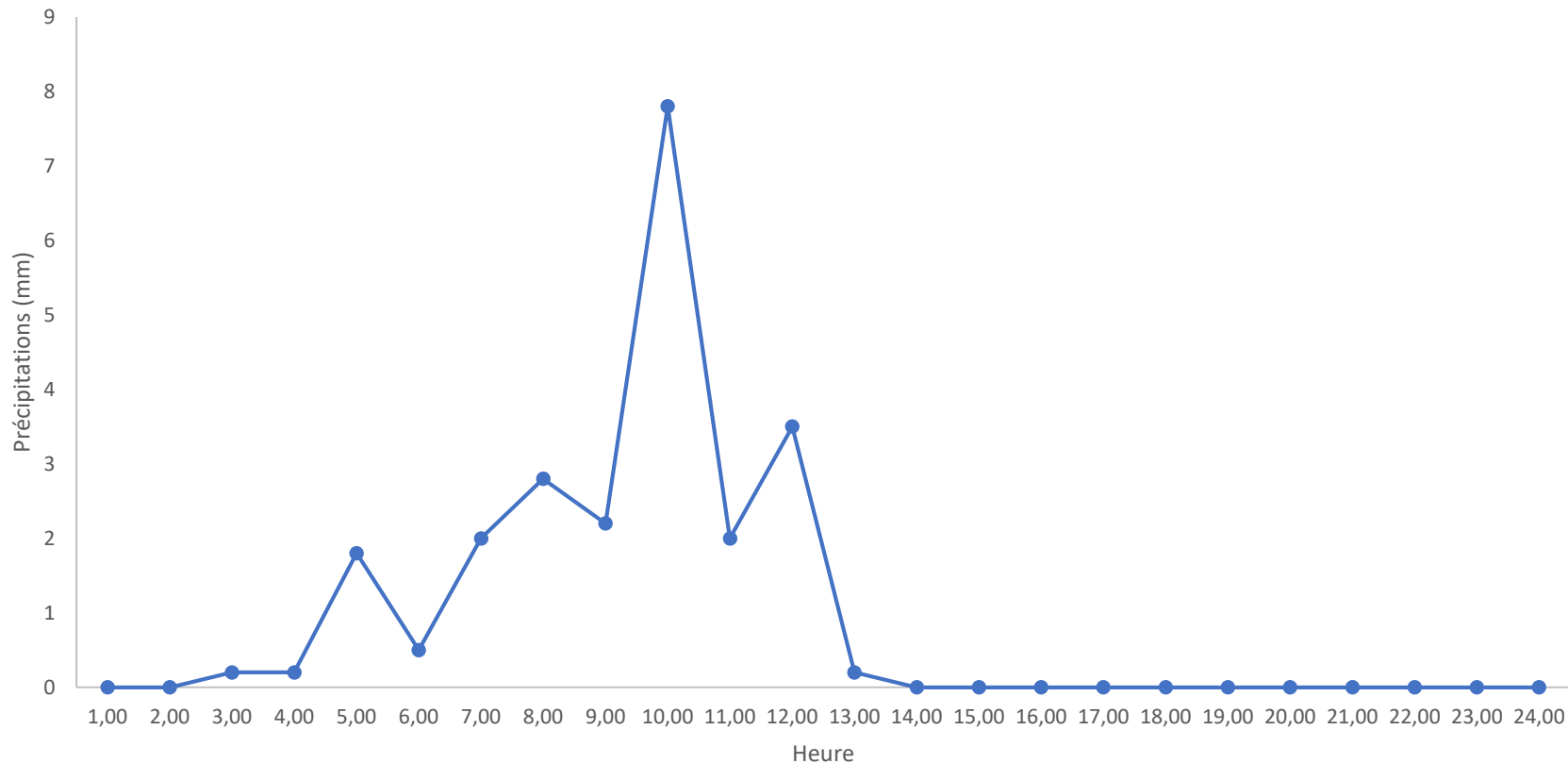
Pluie du 26 mars 2021

Débits mesurés



Résultats préliminaires

Pluie du 24 septembre 2021



- *Données de précipitation provenant d'Environnement Canada – Aéroport de Trois-Rivières*
- Aucun débit mesurable dans le drain sortant de la biorétention
- Débit à l'entrée très faible, long délai avant que l'eau entre dans la biorétention puisque le puisard-avaloir de trottoir était presque à sec

Résultats préliminaires

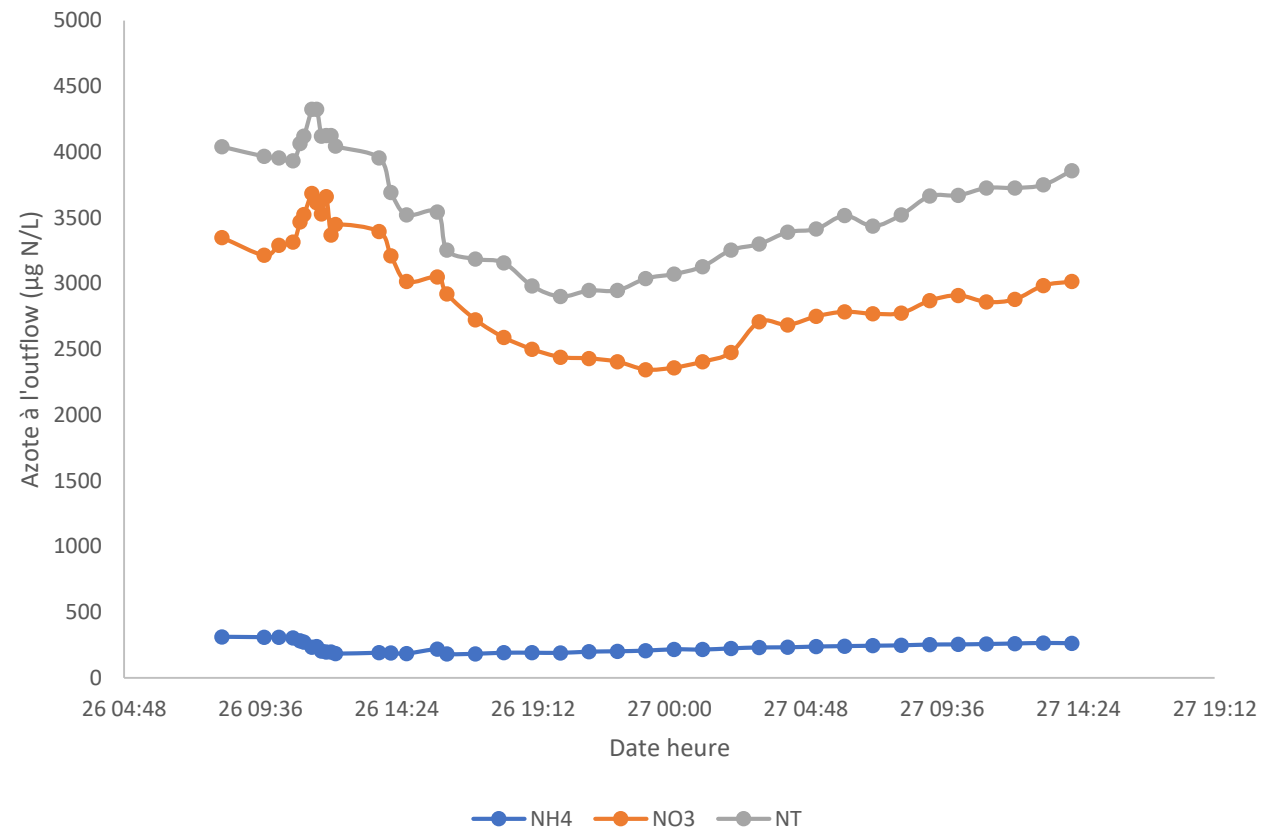
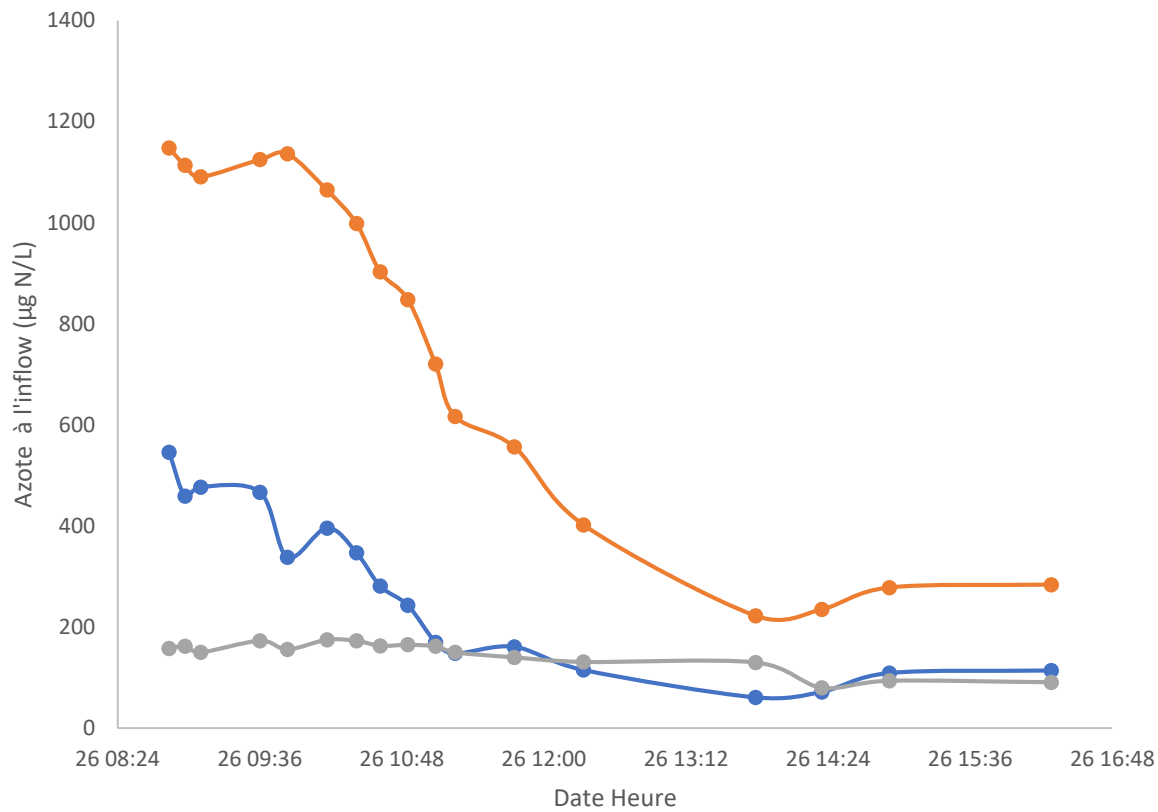
Conclusions sur les performances hydrauliques

- Il n'est pas improbable qu'une grande portion des débits mesurés dans le drain de la biorétention comprenne une fraction importante d'eau souterraine. Des analyses isotopiques permettront de séparer la fraction d'eau provenant du ruissèlement de celle provenant de la nappe phréatique
- Perméabilité élevée du substrat. Il n'y a jamais d'eau qui s'accumule dans les biorétentions
- Les biorétentions sont surdimensionnées (20 à 25% pour ce projet alors que 5 à 10% sont habituellement recommandés)
- Les puisards-avaloir de trottoir doivent se remplir avant que l'eau se déverse dans la biorétention. Peu d'eau pénètre dans les biorétentions en été et de fortes précipitations sont nécessaires pour y observer un débit à l'entrée.

Résultats préliminaires

Pluie du 26 mars 2021

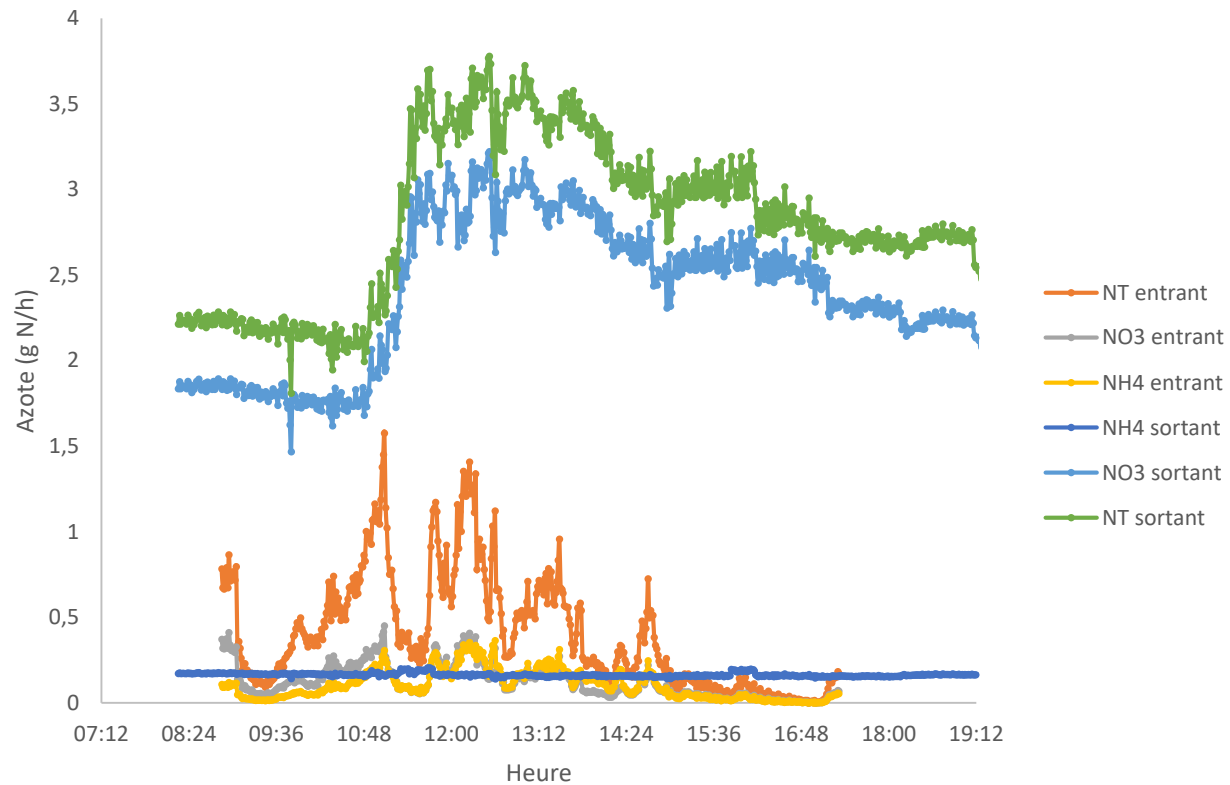
Concentrations d'azote



Résultats préliminaires

Pluie du 26 mars 2021

Charges d'azote

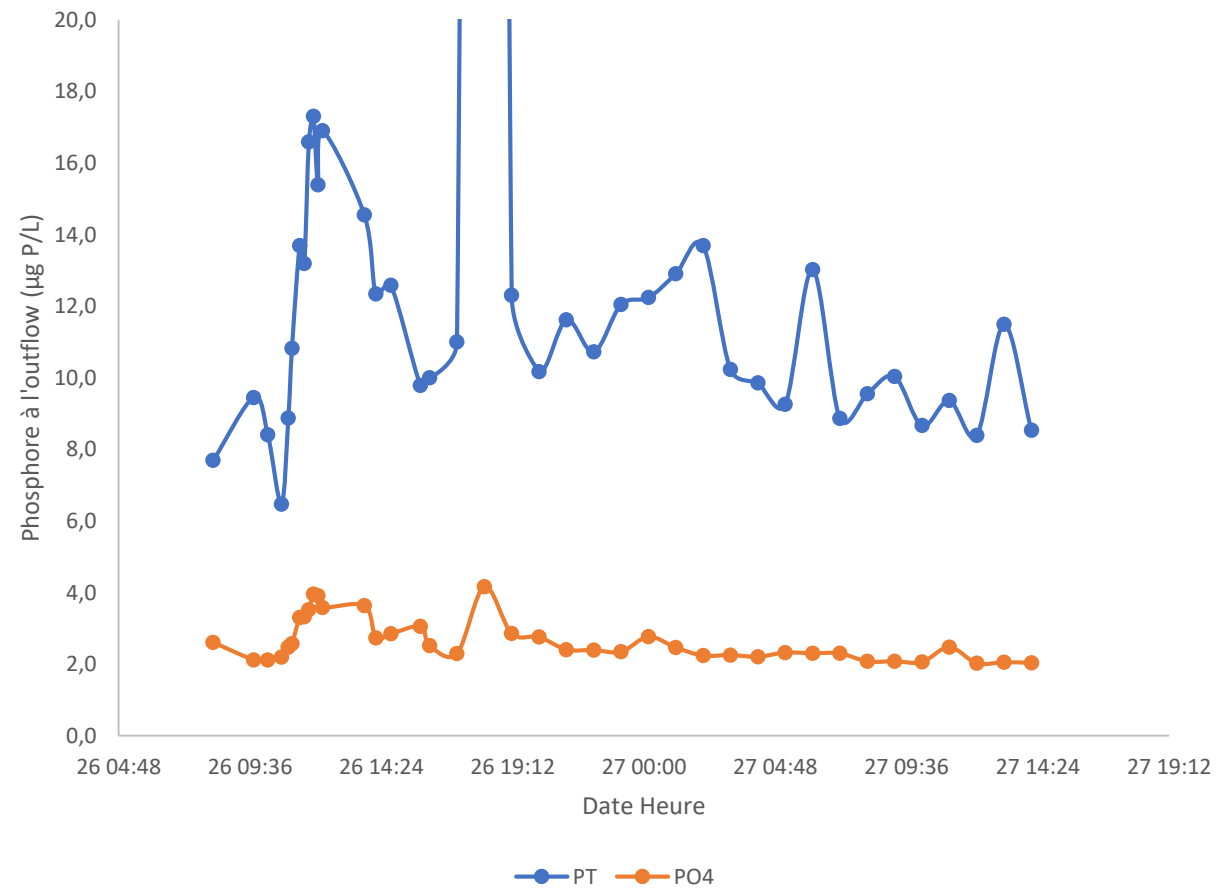
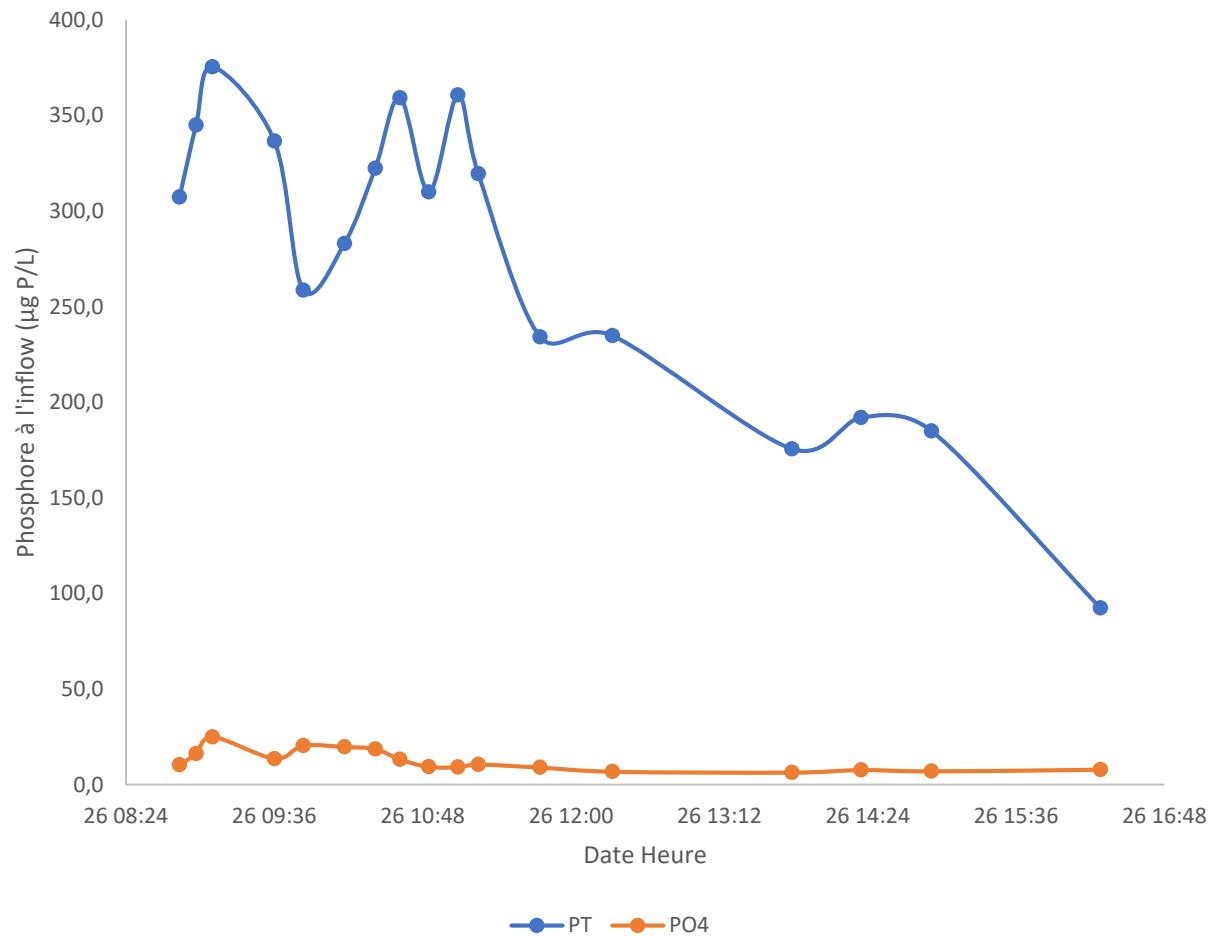


- Relargage important d'azote, principalement sous forme de nitrate

Résultats préliminaires

Pluie du 26 mars 2021

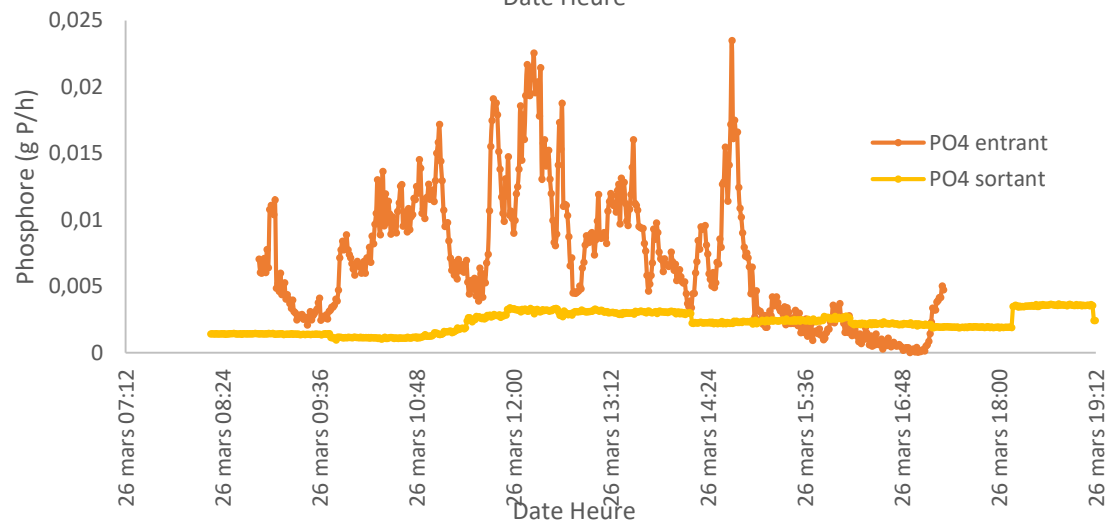
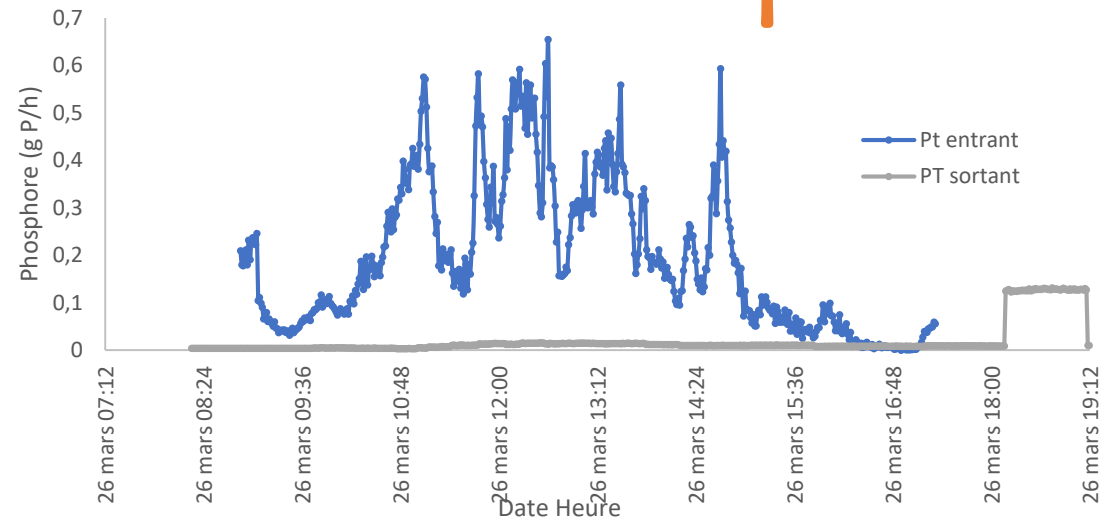
Concentrations de phosphore



Résultats préliminaires

Pluie du 26 mars 2021

Charges de phosphore

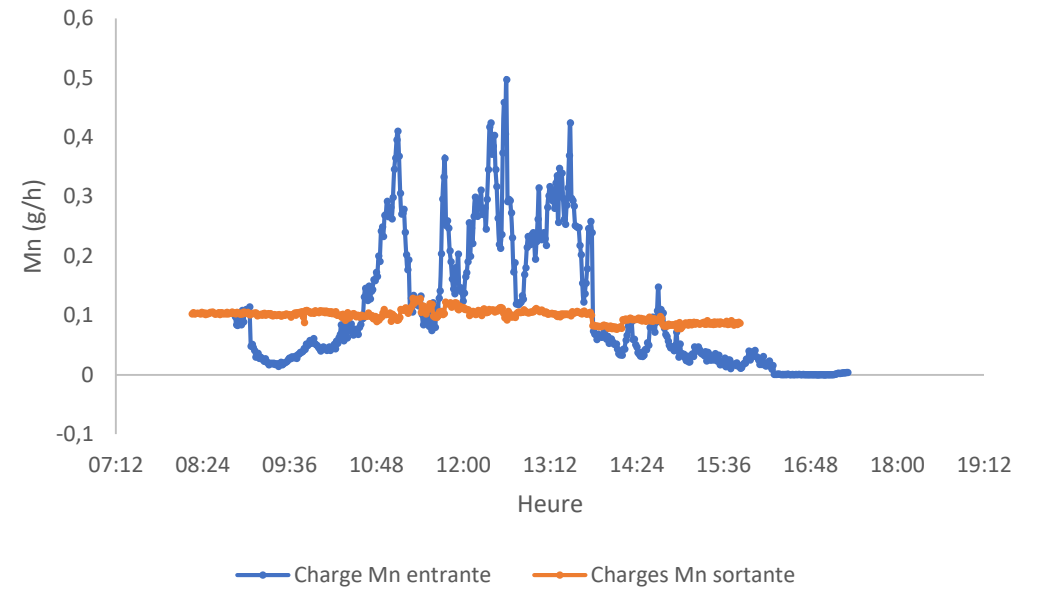
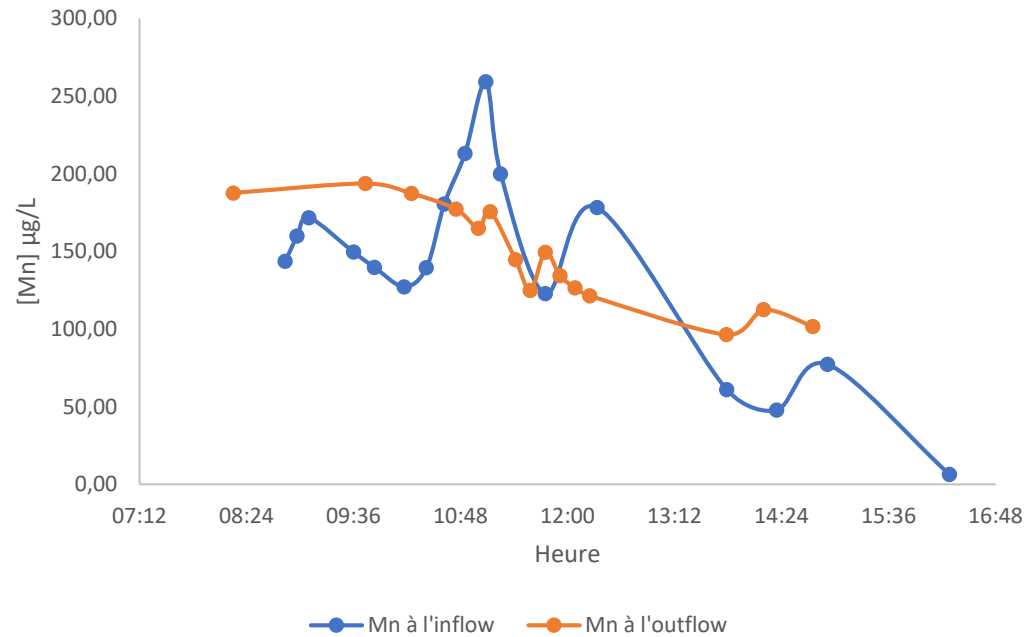


- Réduction approximative de 90% du phosphore total
- Réduction approximative de 71% du phosphore soluble

Résultats préliminaires

Pluie du 26 mars 2021

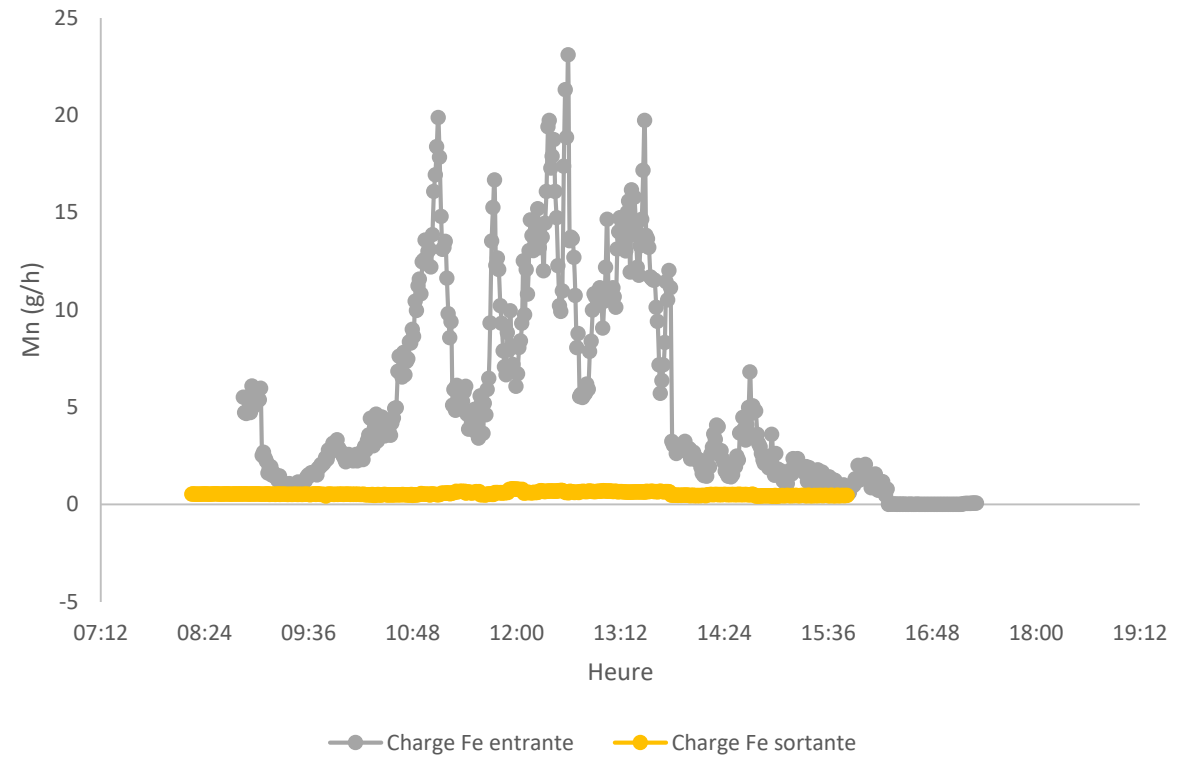
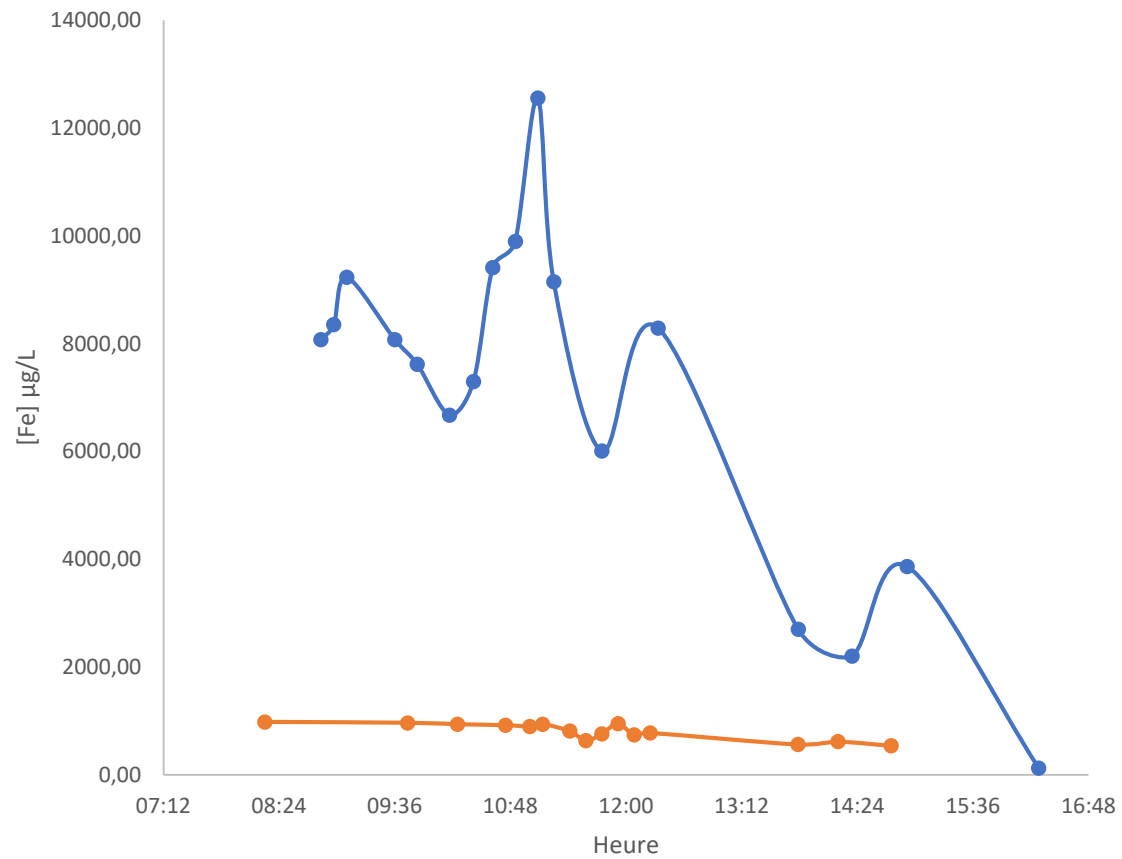
Manganèse



Résultats préliminaires

Pluie du 26 mars 2021

Fer



Résultats préliminaires

Conclusions sur l'élimination de certains contaminants d'intérêt

Azote

- Relargage important sous forme de nitrates
- Il est important de prévoir des zones de dénitrification pour l'enlèvement de l'azote

Phosphore

- Enlèvement presque total du phosphore particulaire
- Bon enlèvement du phosphore soluble

Métaux

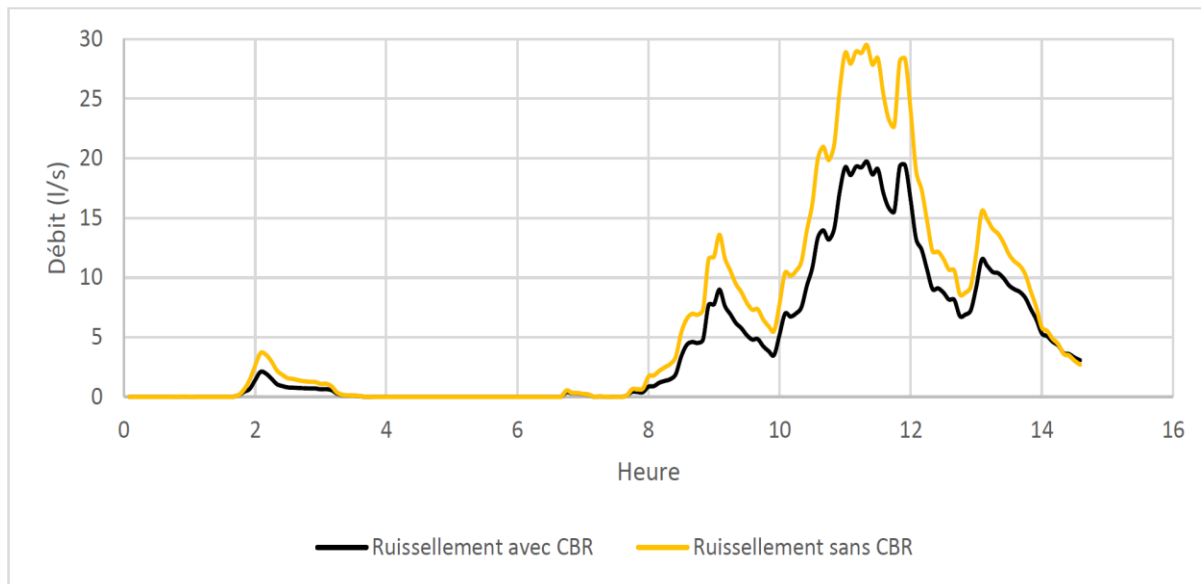
- À l'exception du manganèse, enlèvement >85%
- Enlèvement du manganèse < 10%, possiblement relargage pour certains événements

Modélisation SWMM

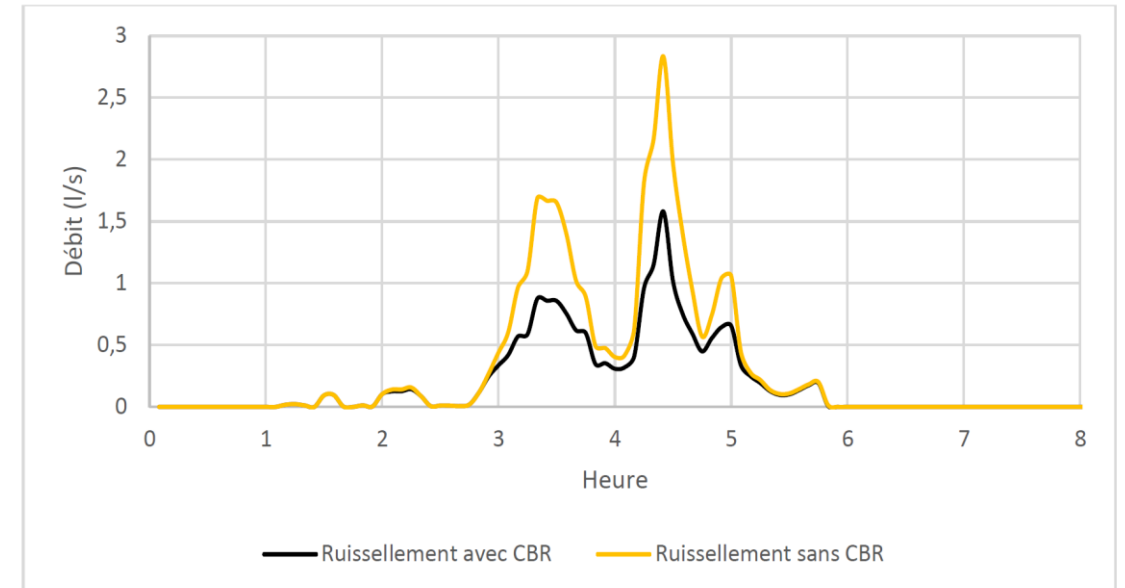
- Calage du modèle avant construction des biorétentions réalisé par la ville
- Calage du modèle après construction de biorétentions à partir de données de débit fournies par la ville de Trois-Rivières dans les conduites d'égout pluvial pour les pluies du 19, 27 juillet et 4, 11 août 2020

Modélisation SWMM

Pluie du 4 août 2020



Pluie du 27 juillet 2020



Tiré de Bouattour, O. (2021)

Modélisation SWMM

- Sur une échelle locale (rue Saint-Maurice) le modèle SWMM prédit :
 - Réduction de 30 à 40% du volume ruisselé
 - Réduction de 30 à 45% des débits de pointe
- On constate de plus que l'efficacité augmente pour des événements plus longs et qu'elle diminue pour les événements courts et intenses



Perspectives

- Évaluations des biorérentions pour l'adaptation aux changements climatiques
- Production de recommandations pour la protection des sources d'eau potable (souterraines et de surface), en prenant en compte les spécificités reliés au climat nordique québécois

Remerciements

Polytechnique Montréal

- Directrice de recherche : Sarah Dorner
- Codirectrice : Françoise Bichai

Université de Montréal (IRBV) :

- Danielle Dagenais, agr. Ph.D.
- Henry Béral, étudiant au doctorat en biologie végétale

Ville de Trois-Rivières

- Julien Saint-Laurent, M.Sc.Env, CCO
- Alexis Petridis, ing.

Partenaires financiers:



CHAIRE
INDUSTRIELLE CRSNG
EN EAU POTABLE

