



**HAL**  
open science

## Suivi expérimental de performance de cellules végétalisées sur le boulevard Papineau à Montréal

David Courchesne, Alexandra Maisonneuve, Guy Trudel, Musandji Fuamba

### ► To cite this version:

David Courchesne, Alexandra Maisonneuve, Guy Trudel, Musandji Fuamba. Suivi expérimental de performance de cellules végétalisées sur le boulevard Papineau à Montréal. Novatech 2023, Jul 2023, Lyon, France. hal-04167783

**HAL Id: hal-04167783**

**<https://hal.science/hal-04167783>**

Submitted on 21 Jul 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Suivi expérimental de performance de cellules végétalisées sur le boulevard Papineau à Montréal.

### Experimental monitoring of performance and technical monitoring of vegetated cells on boulevard Papineau in Montreal

David COURCHESNE<sup>1</sup>, Alexandra A. MAISONNEUVE<sup>2</sup>, Guy TRUDEL<sup>1</sup> et Musandji FUAMBA<sup>2</sup>

(1) Ville de Montréal, Québec, Canada

(2) Polytechnique Montréal, Québec, Canada.

#### RÉSUMÉ

Un suivi expérimental a été effectué sur une série de cellules végétalisées situées sur le boulevard Papineau à Montréal, sur la période allant de 2018 à 2020. De manière générale, l'analyse de la capacité de retenue des cellules montre que les cellules de biorétention ont, pour l'ensemble, une meilleure capacité que les cellules de rétention végétalisées avec 90 % de retenue pour plus de 80 % de l'ensemble des événements de pluie et le nombre de jours sans pluie antécédente (JSPA), et donc de la teneur en eau initiale du sol avant un événement de pluie, a peu d'impact sur la capacité de retenue. L'analyse du temps de retenue a montré que les cellules de biorétention ont une meilleure capacité à retenir l'eau de ruissellement dans le temps.

L'analyse qualitative de l'eau de surface a permis de constater la présence de certaines tendances/comportements qui ne sont malheureusement pas applicables à l'ensemble de l'analyse. Dans une majorité des cas, les concentrations retrouvées dans les regards standard (STD) sont supérieures à celles des cellules, sauf celles du potassium, de l'azote total et du nitrate et nitrite. Certaines tendances/comportements sont plus marqués pour certaines années. L'analyse qualitative de l'eau de la nappe phréatique a montré des écarts marqués entre les concentrations des différents puits, ainsi qu'une tendance saisonnière avec des concentrations plus élevées au printemps dans le cas des chlorures et du sodium.

L'analyse qualitative des échantillons du substrat a permis d'observer que les concentrations de certains composés varient en fonction du type de substrat.

#### ABSTRACT

An experimental follow-up was carried out on a series of vegetated cells located on Papineau Boulevard in Montreal, during the period from 2018 to 2020. In general, the analysis of the cell retention capacity shows that the bioretention cells have overall better capacity than vegetated retention cells, with 90% retention for more than 80% of all rainfall events and the number of days without antecedent rain (JSPA), and therefore the content in initial soil water before a rainfall event, has little impact on the holding capacity. The retention time analysis showed that the bioretention cells have a better ability to retain runoff water over time.

The qualitative analysis of the surface water revealed the presence of certain trends/behaviours which are unfortunately not applicable to the entire analysis. In the majority of cases, the concentrations found in the standard manholes (STD) are higher than those of the cells, except for those of potassium, total nitrogen and nitrate and nitrite. A few trends/behaviors are more marked for some years. The qualitative analysis of groundwater showed marked differences between the concentrations of the different wells, as well as a seasonal trend with higher concentrations in the spring in the case of chlorides and sodium. Qualitative analysis of the substrate samples revealed that the concentrations of some compounds vary depending on the type of substrate.

#### MOTS CLÉS

Cellule végétalisée, OGEP (ouvrage de gestion des eaux pluviales), performance, qualité, quantité.

---

## 1 INTRODUCTION

### 1.1 Contexte

L'avenue Papineau a été reconstruite complètement sur une section de deux (2) kilomètres riverains au Centre environnemental Saint-Michel à Montréal (CESM), dans le cadre du Programme de réfection routière (PRR) de la Ville de Montréal. Deux défis majeurs devaient être adressés lors de cette reconstruction : (1) répondre aux nouveaux besoins d'accessibilité du CESM, du nouveau Centre de soccer et du TAZ et (2) développer des solutions de gestion des eaux pluviales aux débordements fréquents dans le secteur. Ces débordements sont générés par l'insuffisance hydraulique du collecteur d'égout dans le bassin Curotte-Papineau.

Un concept réalisable de cellules faisant consensus auprès de plusieurs partenaires (le Service de l'eau, le Service des grands parcs, du Mont-Royal et des sports, la Direction des infrastructures et des transports et les professionnels de la firme EXP) a été développé et implanté entre 2016 et 2017 comme solution de gestion durable des eaux pluviales au niveau de la chaussée. Il s'agit d'ouvrages de gestion des eaux pluviales composés d'une série de 24 cellules de biorétention et 15 cellules de rétention végétalisées. Ces cellules sont alignées le long de la rive Est de l'avenue Papineau entre la chaussée et le trottoir, sur une distance d'environ 1,5 kilomètres entre les rues Barnabé-Larocque et Louvain. Ils servent à la rétention de l'eau de ruissellement avec une largeur constante de 3,5 m. Chacune des cellules est formée de puisards aux entrées et d'un puisard de trop-plein à la sortie, d'une zone de prétraitement, d'un substrat, de végétaux et d'arbres.

Le présent projet est le premier en Amérique du Nord, voire en Europe par son envergure, à vouloir s'inscrire dans une approche adaptative où les suivis expérimentaux actuels sont censés permettre des améliorations dans la conception et la localisation des ouvrages de gestion des eaux pluviales (OGEPs). Ce suivi de performance revêt la dimension de ville durable, puisqu'associé à un projet routier d'importance (une grande artère montréalaise) avec beaucoup de débit véhiculaire, donc énormément de MES et de polluants.

### 1.2 Objectifs

À court terme (2018-2020), le présent projet devait répondre aux exigences techniques suivantes de la performance.

#### 1.2.1 Concernant l'eau de ruissellement

- o Évaluer et déterminer le contrôle quantitatif de l'eau du site ;
- o Évaluer la capacité d'infiltration, d'absorption et d'évapotranspiration du substrat, des tranchées drainantes et des plantations ;
- o Analyser le traitement de l'eau par son passage dans les bassins des cellules.

#### 1.2.2 Concernant les substrats

- o Évaluer la variabilité de la capacité hydraulique de quatre substrats utilisés ;
- o Évaluer l'accumulation des polluants dans les substrats et le paillis ;
- o Évaluer le comportement de la nappe phréatique.

## 2 DETAIL DU SUIVI EXPERIMENTAL

### 2.1 Caractéristiques des cellules

Tout au long du suivi terrain, douze points de mesure ont été analysés. Sur ces douze points, neuf sont des cellules alors que trois sont des connexions de rue directes. Une cellule est un ensemble de deux ou trois bassins de rétention végétalisés ou de biorétention reliés entre eux par des ponceaux. Chaque cellule comporte une ou plusieurs entrées, soit par bassin ou à l'amont du premier bassin. De plus, chaque cellule comprend une sortie reliée au réseau. Ces sorties sont soit des trop-pleins au niveau du sol pour les cellules de rétention végétalisées ou des trop-pleins surélevés pour les cellules de biorétention. Chacune des cellules analysées présente ses

propres caractéristiques indiquées au Tableau 1.

Tableau 1: Caractéristiques des points de mesure

Point de mesure	Cellule/ Connexion de rue directe	Régulateur ou non	Type de substrat	Composition du lit de la cellule	Longueur cellule (m)	Nombre de bassins
RV-3-4-M1	Rétention végétalisée	Oui	Substrat 3	Sable	51,97	2
RV-8-9-M2	Rétention végétalisée	Non	Substrat 2	Sable	53,60	2
RV-10-11-M3	Rétention végétalisée	Oui	Substrat 1	Sable	47,75	2
RV-12-13-M4	Rétention végétalisée	Non	Substrat 1	Sable	66,63	2
B-16-17-M5	Biorétention	Non	Substrat 4	Sable	52,70	2
STD-M6	Connexion de rue directe	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
STD-M7	Connexion de rue directe	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
B-21-22-23-M8	Biorétention	Non	Substrat 2	Pierre nette	83,71	3
B-31-32-M9	Biorétention	Non	Substrat 1	Pierre nette	55,88	2
B-29-30-M10	Biorétention	Oui	Substrat 1	Sable	58,58	2
B-33-34-M11	Biorétention	Oui	Substrat 3	Pierre nette	55,47	2
STD-M12	Connexion de rue directe	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

### Composition des types de substrat

Substrat 1 : 100 % mélange no 1 (Ville).

Substrat 2 : 40 % sable A MTQ MG112, 30% mélange no 2 (Ville) et 30 % compost de feuilles.

Substrat 3 : 80% Natureausol et 20% sable A MTQ MG112.

Substrat 4 : 80% mélange no 2 (Ville) et 20% sable A MTQ MG112.

Mélange no 1 : 25 % de terre noire, 25 % de sable grossier et 50 % de terre franche.

Mélange no 2 : 50 % de terre noire, 17 % de sable grossier et 33 % de terre franche.

Natureausol : compost végétal, sable, terre arable et terre noire.

Les points de mesure STD ou connexions de rue directes sont considérés comme étant des puisards de rue reliés directement au réseau pluvial, donc des points de mesure qui ne sont pas reliés à des cellules. Puisque l'eau de ruissellement de la rue entrant dans ces regards est immédiatement rejetée à l'égout, ces points de mesure sont considérés comme des témoins des points d'entrée des cellules. Ils servent à produire les hydrogrammes hypothétiques d'entrée des cellules, puisqu'il est impossible d'installer un quelconque équipement de mesure aux entrées des cellules. Les points de mesure des cellules sont considérés comme des sorties, puisque l'eau de la rue a été forcée de ruisseler vers les bassins qui composent ces cellules. La Figure 1 montre l'emplacement des points de mesure et des puits.

## 2.2 Équipements

Plusieurs nouveaux appareils ont été installés sur le site : une station météo a été installée à proximité du pluviomètre, des déversoirs afin d'améliorer la prise de données des débitmètres, des piézomètres et des teneurs en eau ajoutés dans les cellules et des capteurs de hauteur installés dans les puits.

Les débitmètres utilisés pour le suivi terrain sont les débitmètres 2150 de Teledyne ISCO. En 2018, sept débitmètres ont été installés. Puis en 2019 et en 2020, ce sont neuf débitmètres qui ont été installés sur 12 regards. L'emplacement de ces points de mesure ont été révisés chaque année.



Figure 1 : Emplacement des points de mesure et des puits entre la rue Jacques-Casault et l'avenue Émile-Journault

Des capteurs de hauteur ont été installés dans les quatre puits aménagés sur le site. En plus de mesurer la hauteur d'eau de la nappe phréatique, ils mesurent aussi la conductivité de l'eau et sa température. Les capteurs sont de la marque *Solinst*.

Les échantillons d'eau de surface ont été prélevés à l'aide d'un seau de 25 L placé sous le déversoir dans le regard de mesure à la sortie de certaines cellules à l'étude. En effet, la qualité de l'eau a été mesurée pour sept points de mesure sur douze par année, ces points étant les mêmes où les débits d'eau ont été mesurés par débitmètres.

### 3 METHODE D'ANALYSE DES RESULTATS

#### 3.1 Quantité

##### 3.1.1 Évaluation de la performance quantitative des cellules

L'évaluation de la performance quantitative des cellules du projet Papineau repose principalement sur la performance des cellules à retenir et à réduire le volume des eaux de ruissellement ainsi qu'à retarder l'évacuation des volumes supplémentaires vers le réseau d'égout. La présente section décrit la méthodologie utilisée pour évaluer le volume de ruissellement.

Les hypothèses considérées sont les suivantes : (1) le ruissellement généré par la zone gazonnée à l'est des cellules et par le terre-plein central (voir Figure 2) est considéré comme négligeable lors de faibles pluies, en raison que l'eau est infiltrée directement sur place, sans ruissellement ; (2) la zone de drainage imperméable du site STD présente des caractéristiques similaires à celles de la zone de drainage imperméable des cellules qui inclut les surfaces des rues et celles des trottoirs ; (3) l'utilisation des sites STD pour le calcul des volumes entrant des zones imperméables est plus réaliste que l'utilisation de la méthode rationnelle.

La méthode d'intégration numérique est utilisée pour calculer le volume de ruissellement à chaque emplacement où un débitmètre a été installé.



Une partie de la pluie tombe directement sur les cellules et doit être prise en compte dans le bilan hydrique. Le volume associé est calculé en multipliant la surface des OGEPs par la hauteur de précipitation.

Le volume d'entrée théorique total,  $V_{e\_total}$  est obtenu à partir de l'Équation 1 :

$$V_{e\_total} = A_{OGEP} * H_p + V_{e\_imperm} \quad (\text{Équation 1})$$

Où  $A_{OGEP}$  est la surface de la cellule de l'OGEP (m<sup>2</sup>),  $H_p$  la hauteur de précipitation et  $V_{e\_imperm}$  le volume d'entrée des aires imperméables. La Figure 2 montre les sous-bassins drainants impliqués dans l'analyse de performance des cellules.

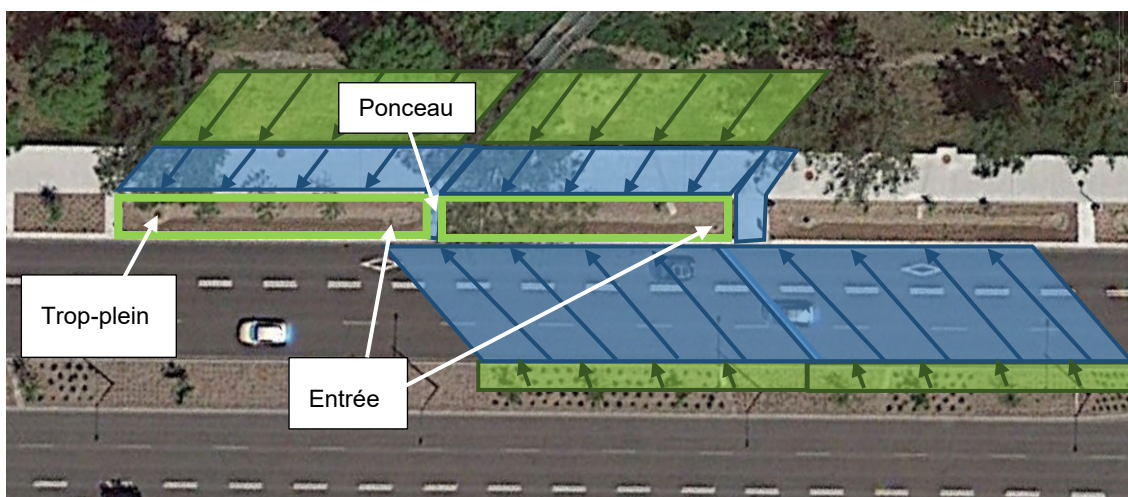


Figure 2 : Représentation générale des surfaces de drainage dans chaque cellule

### 3.1.2 Catégorisation des événements de pluie

Une cinquantaine d'événements de pluie ont été étudiés en 2019 et 2020. Ces événements sont caractérisés suivant trois attributs : durée, hauteur totale de précipitation et jours sans pluie antécédents (JSPA) et classés en cinq catégories. Les intervalles de chaque attribut par catégorie sont présentés au Tableau 2. Les valeurs limites de ces intervalles ont été choisies de sorte que chaque intervalle contienne environ le même nombre d'événements.

Tableau 2 : Valeur maximale pour chaque division dans chaque catégorie d'attribut

Catégorie	Durée (h)	Hauteur totale (mm)	JSPA (j)
1	0 à 2	0 à 4	0 à 1
2	2 à 4	4 à 9	1 à 2
3	4 à 9	9 à 13	2 à 3,5
4	9 à 14	13 à 27	3,5 à 6
5	14 à 40	27 à 75	6 à 21

## 3.2 Qualité

Puisqu'il n'est pas possible d'analyser les résultats en fonction de la variation des concentrations, l'analyse qualité repose donc sur la comparaison entre les concentrations à la sortie des cellules de biorétention et de rétention végétalisées ainsi qu'avec celles des regards connectés directement à la rue. Ces comparaisons permettent de savoir si les cellules se comportent différemment. L'analyse est aussi basée sur la variation des concentrations dans le temps, afin de détecter une quelconque tendance saisonnière dans la variation des polluants. Les échantillons prélevés ont aussi été analysés en fonction des normes et règlements permis.

## 4 ANALYSE DES RESULTATS

### 4.1 Analyse quantitative

#### 4.1.1 À propos des événements de pluie

La hauteur de précipitation d'un événement de pluie, la durée de celui-ci ou le nombre de jours sans pluie antécédents (JSPA) peuvent affecter la capacité de retenue d'une cellule, le débit de pointe de l'eau sortant des cellules ou même leur temps de réaction et de retenue. De plus, ces facteurs peuvent exercer une influence sur les types de cellules et de substrats.

L'analyse de la capacité de retenue a été faite en répartissant les données collectées en 2019 et 2020, afin d'obtenir un portrait général. La Figure 3 présente les résultats de l'analyse de la répartition des données collectées.

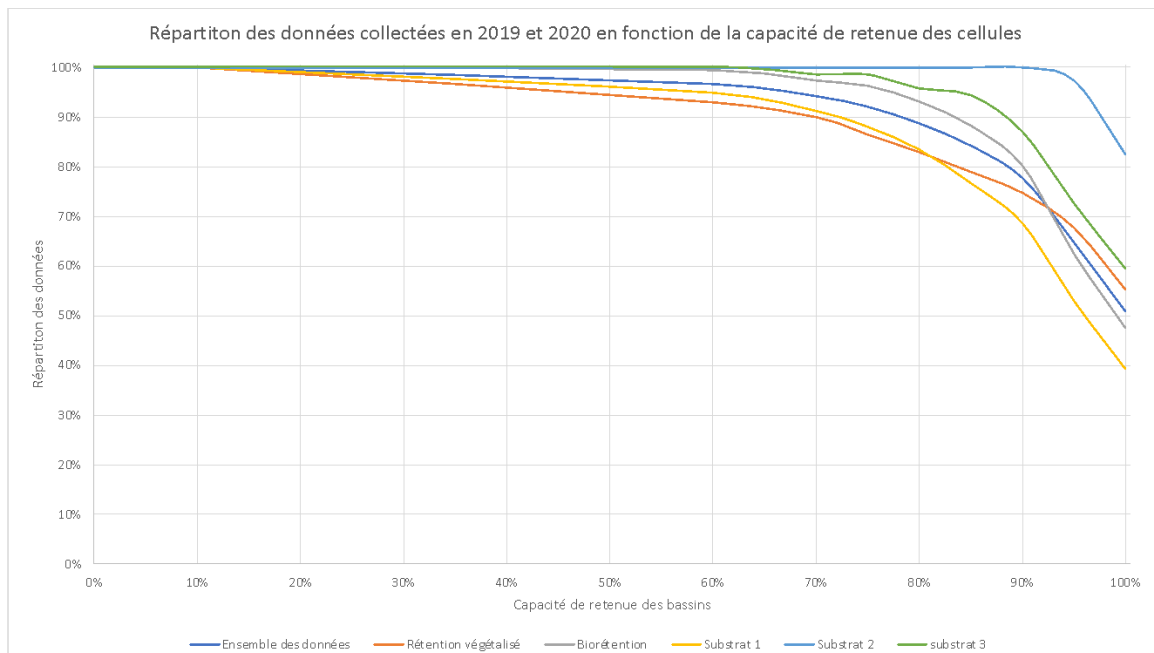


Figure 3 : Répartition des données collectées en 2019 et 2020 en fonction de la capacité de retenue des cellules

Sur l'ensemble des données de 2019 et 2020, cette répartition a montré que la capacité de retenue des cellules est supérieure à 90 % pour près de 75 % des événements de pluie. Une répartition de données en fonction du type de cellules montre que les cellules de biorétention présentent une meilleure capacité de retenue globale avec 80 % des données ayant une capacité supérieure à 90 %. Quant au type de substrat, les cellules composées du substrat 2 semblent plus efficaces que ceux composés du substrat 1 et 3. La répartition des données du substrat 2 montre que, pour tous les événements de pluie, la capacité de retenue des cellules est d'au moins 90 %. Toutefois, il convient de noter qu'il s'agit du substrat avec le moins de données collectées ; ce qui peut influencer cette conclusion.

L'analyse du comportement des cellules et des substrats en fonction du débit de pointe a été réalisée à l'aide d'un graphique de la répartition des données collectées. La Figure 4 présente les résultats de l'analyse de la répartition des données collectées. Une répartition des données collectées en fonction du débit de pointe montre que les cellules de biorétention ont une meilleure capacité à réduire le débit de pointe à la sortie des cellules. En effet, plus de 90 % de données collectées pour ces cellules ont un débit de pointe inférieur à 1 l/s, provenant du drain sous-jacent, alors que pour les cellules de rétention végétalisées, il s'agit plutôt de 80 % des données. Toutefois, l'analyse de la répartition ne permet pas de faire une distinction entre le comportement des différents types de substrat.

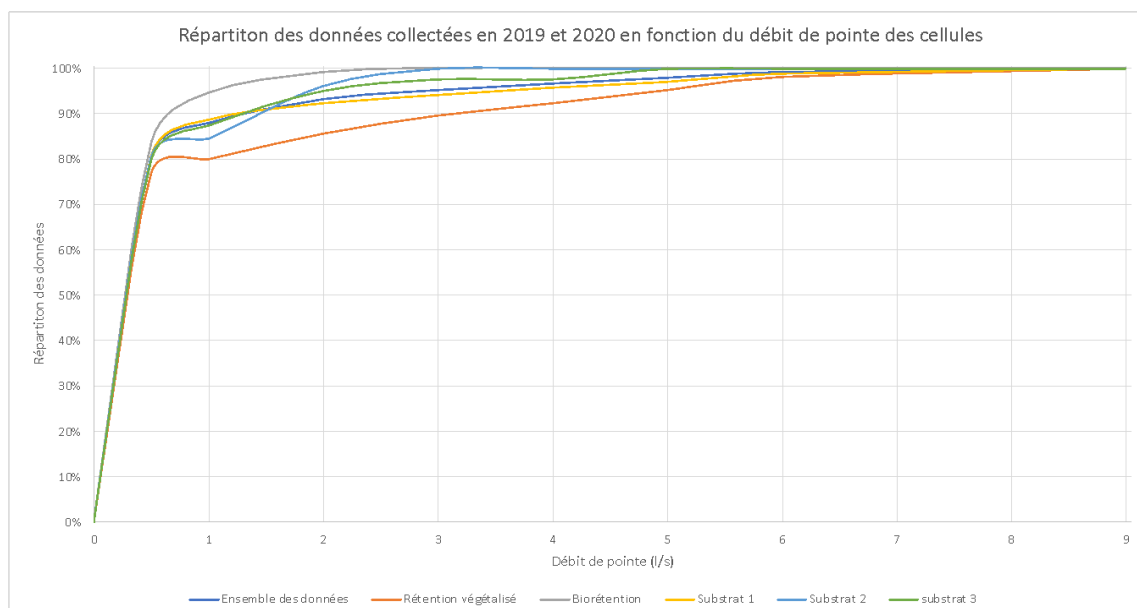


Figure 4 : Répartition des données collectées en 2019 et 2020 en fonction du débit de pointe

L'analyse de la pluie critique permet d'évaluer la performance des cellules lors d'événements dit exceptionnels qui n'arrivent pas fréquemment. La pluie critique de l'ensemble des événements analysés a été enregistrée le 1<sup>er</sup> octobre 2019. Elle a duré 6h30. Durant cette période, 63,49 mm de pluie sont tombés. La capacité de retenue des cellules est de 58 % pour la cellule rétention végétalisée RV-10-11-M3, 69 % pour la cellule de biorétention B-31-32-M9 et 76 % pour la cellule B-29-30-M10.

#### 4.1.2 Performance hivernale

La performance technique hivernale des cellules n'a pas pu être étudiée en raison des limitations au froid des équipements. Toutefois, il a été possible de faire un suivi visuel du comportement des cellules lors d'événement de pluie ou de neige. Il a été possible de constater que lorsqu'un événement de pluie survient alors qu'une couche de glace recouvre les bassins, la hauteur d'eau dans les cellules semble augmenter. Des accumulations allant jusqu'à 20 cm ont été observées derrière les murets de béton alors qu'elles ne dépassent généralement jamais 10 cm. Il semble donc que lors des événements de pluie sur fond de cellules gelées, la capacité d'infiltration du sol diminue, créant une augmentation de l'accumulation d'eau.

#### 4.1.3 Nappe phréatique

La conductivité du puits 1 réagit au changement de saison. En effet les données enregistrées au printemps sont les plus élevées. On observe une diminution graduelle durant l'été et l'automne, avant une légère augmentation à la suite des premières neiges et donc à la suite de l'épandage de sel de déglacage. La conductivité du puits 2 suit sensiblement le même comportement saisonnier. Le niveau d'eau des puits réagit en fonction des événements de pluie. Toutefois, les variations des hauteurs d'eau sont beaucoup moins prononcées et importantes au puits 4 que celles observées pour les autres puits. Ceci pourrait être expliqué par la présence du stade de soccer à proximité qui pourrait affecter le comportement de la nappe phréatique, en limitant la variation de la hauteur d'eau. Les hauteurs du puits 3 sont les plus élevées en temps normal, mais lors d'un événement de pluie, celles du puits 1 les dépassent. De façon générale, la conductivité des puits semble restée stable durant la période estivale.

#### 4.1.4 Capacité de retenue

L'analyse de la capacité de retenue des cellules montre plusieurs résultats.

Première observation : les cellules de biorétention présentent dans l'ensemble une meilleure capacité avec 90 % de retenue pour plus de 80 % de l'ensemble des événements de pluie. La répartition des données de capacité



renseigne que les cellules composées du substrat 2 ont une meilleure capacité de retenue que celles composées des autres substrats.

**Deuxième observation :** l'augmentation de la hauteur de précipitation entraîne une diminution de la capacité de retenue. Les effets de la durée des événements de pluie s'observent de deux façons différentes. La première, c'est qu'une augmentation de la durée entraîne une augmentation de la capacité de retenue des cellules RV-3-4-M1 et B-33-34-M11, tous deux composées du substrat 3 et ayant un régulateur. À l'inverse, les cellules RV-10-11-M3 et B-29-30-M10, composées du substrat 1 et ayant un régulateur, voient leur capacité de retenue diminuer avec l'augmentation de la durée d'un événement de pluie.

**Troisième observation :** le nombre de JSPA, et donc de la teneur en eau initiale du sol avant un événement de pluie, a peu d'impact sur la capacité de retenue. Le nombre de JSPA n'influence la capacité que lorsque les hauteurs de précipitation sont plus élevées. Dans ce cas, une augmentation du nombre de JSPA permet une augmentation de la capacité de retenue. Le Tableau 3 présente la capacité de retenue des cellules ainsi que le volume total entrant, sortant et retenu par chacun des cellules.

Tableau 3 : Capacité de retenue des cellules pour l'ensemble des événements de pluie

Point de mesure	Capacité de retenue (%)	Volume entrant (m <sup>3</sup> )	Volume sortant (m <sup>3</sup> )	Volume retenu (m <sup>3</sup> )	Nombre d'événements pris en compte
RV-3-4-M1	95,2 %	319,63	12,67	306,96	19
RV-8-9-M2	98,0 %	358,37	6,27	352,1	27
RV-10-11-M3	77,2 %	1157,49	253,43	904,06	77
RV-12-13-M4	96,6 %	895,03	30,79	864,24	47
B-21-22-23-M8	99,6 %	1174,81	4,35	1170,46	47
B-31-32-M9	89,4 %	528,16	55,9	472,26	45
B-29-30-M10	88,4 %	1214,77	144,111	1070,66	79
B-33-34-M11	88,1 %	872,46	97,057	775,40	50
Total		6520,72	604,58	5916,14	

## 4.2 Analyse qualitative

### 4.2.1 Propriétés chimiques de l'eau

L'analyse des métaux extractibles comprend en tout 13 différents métaux. De ces 13 métaux, les échantillons de quatre métaux ont tous eu des résultats inférieurs à la valeur minimum pouvant être fournie par le laboratoire Eurofins Environex. Ainsi, comme tous les échantillons ont les mêmes résultats, il n'est pas possible d'analyser le comportement des cellules par rapport aux regards STD. Toutefois, aucune des valeurs mesurées pour ces quatre métaux ne dépasse le seuil permis par le règlement sur l'assainissement des eaux. Ces quatre métaux sont le cadmium, le cobalt, le chrome et le sélénium. De plus, les résultats pour le cuivre, le plomb et le nickel sont tous inférieurs au seuil permis. Des six composés restants, le magnésium et le potassium ne sont pas soumis aux règlements sur l'assainissement des eaux. Donc, des 13 métaux analysés, quatre obtiennent des résultats dépassant le seuil permis dans les normes. Il s'agit de l'aluminium, du fer, du manganèse et du zinc. Les dépassements pour le fer et le zinc ont seulement été enregistrés au regard STD-M6. Pour ce qui est des concentrations d'aluminium, plusieurs dépassements ont été enregistrés aux regards STD-M6 et STD-M12, ainsi qu'à la sortie de la cellule B-33-34-M11. Quant aux concentrations de manganèse, trois dépassements ont été enregistrés au regard STD-M6 et un pour chacune des cellules suivantes : RV-12-13-M4, B-16-17-M5, B-31-32-M9 et B-29-30-M10.

L'analyse des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) cancérigènes démontre qu'en 2018, les cellules RV-3-4-M1, RV-8-9-M2, B-21-22-23-M8 et B-33-34-M11 ont chacun eu un échantillon dont la concentration de HAP cancérigène dépasse la limite permise. Pour 2019 et 2020, aucune des cellules n'a enregistré de concentration supérieure à la limite permise. Du côté des regards STD, à plusieurs reprises tout au long du suivi terrain, des concentrations supérieures au seuil permis ont été enregistrées. Quant aux HAP non cancérigènes, aucun des échantillons prélevés n'avait une concentration supérieure au seuil permis de 200 µg/l. De façon générale, les concentrations sont inférieures à 5 µg/l. Comme la plupart des concentrations sont inférieures à la

valeur minimale pouvant être détectée par le laboratoire, il n'est pas possible de déterminer le comportement des différents types de cellules. Bien que les analyses des HAP ne permettent pas de déceler une quelconque tendance dans le comportement des cellules à traiter les HAP, il est à noter que, selon « La société québécoise de phytotechnologie », la présence de paillis dans les cellules de rétention permet d'absorber une certaine quantité d'hydrocarbures (SQP, 2018).

Les analyses des chlorures comportent aussi l'analyse du calcium et du sodium présents dans les échantillons. De ces trois analyses, seul le chlorure est soumis à un seuil limite par le « Règlement numéro 2008-47 (CMM, 2019a) sur l'assainissement des eaux ». Plusieurs échantillons prélevés à la sortie des regards STD ont présenté des seuils supérieurs à la limite permise par le règlement. Quant aux cellules, un seul dépassement a eu lieu. L'échantillon dont la concentration dépasse le seuil a été prélevé à la cellule RV-12-13-M4. Il est à mentionner que cet échantillon a été prélevé à la suite de l'événement de pluie du 27 novembre 2019.

L'analyse des tests solides est subdivisée en trois groupes, soit l'analyse des matières en suspension, l'analyse des solides dissous et l'analyse des huiles et graisses qui est, elle divisée en deux groupes, les huiles et graisses minérales et totales. Les concentrations de solides dissous sont les seuls de l'analyse des tests solides à ne pas être soumis à un seuil limite. L'analyse des matières en suspension démontre qu'environ 45 % des échantillons prélevés ont une concentration supérieure à la limite permise de 30 mg/l. Il s'agit de 96 % des échantillons prélevés aux regards STD, 30 % de ceux prélevés à la sortie des cellules de biorétention et seulement 9 % des échantillons prélevés à la sortie des cellules de rétention végétalisées. Les résultats des matières en suspension et des solides dissous montrent que de façon générale les concentrations à la sortie des cellules de rétention végétalisées sont inférieures à celles des cellules de biorétention.

#### **4.2.2 Propriétés chimiques de l'eau de la nappe**

Contrairement à l'eau de surface, l'eau de la nappe n'est pas soumise au règlement sur l'assainissement des eaux, mais plutôt au « Règlement sur la qualité de l'eau potable » publié par le Ministère québécois de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Il est toutefois à noter que la Ville n'utilise pas l'eau de la nappe phréatique comme source d'eau potable, ainsi bien qu'elle doit respecter le règlement, l'eau prélevée dans le cadre du projet n'est pas sujette à la consommation. Après analyse, aucun composé analysé ne dépasse les concentrations maximales imposées par le MELCCFP.

#### **4.2.3 Propriétés chimiques du substrat**

Les concentrations des échantillons de substrat ont été soumises aux seuils maximaux exigés par le « Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains » publiés par le MELCCFP. Tout comme pour les échantillons d'eau de la nappe phréatique, aucune des concentrations mesurées pour le substrat ne dépasse les normes exigées. Un seul échantillon de substrat a été prélevé par cellule en 2018 (29 novembre 2018), un seul en 2019 (15 mai 2019) et deux en 2020 (29 juillet et 17 novembre 2020). Il est à noter que les analyses faites sur les échantillons sont différentes de celles faites pour l'eau de surface et celles pour la nappe phréatique. Certains composés ne sont plus analysés alors que d'autres ont été ajoutés.

## **5 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATION**

L'analyse quantitative des bassins à l'étude montre que les cellules de biorétention sont celles qui performant le mieux, car présentant la meilleure capacité de retenue globale, la meilleure capacité à réduire le débit de pointe sortant et aussi la meilleure capacité à retenir l'eau de ruissellement dans le temps. Les cellules ont, de façon générale, une bonne capacité à retenir la quasi-totalité du volume de ruissellement des événements de pluie à faible hauteur de pluie. L'analyse du temps de retenue montre que la présence de régulateurs n'affecte pas la capacité des cellules à retenir l'eau de ruissellement plus longtemps. L'analyse des pluies de récurrence 5 ans et plus montre que la présence de régulateurs ne semble pas engendrer une diminution du débit de pointe. Ce qui signifie que les régulateurs ne sont pas sollicités et que l'ouvrage gère à lui seul le débit de pointe ; ce qui est très positif ! Pour des pluies centenaires toutefois, le régulateur jouerait un rôle. Finalement, l'analyse de la pluie critique a permis de déterminer que les cellules n'atteignent pas la pleine capacité d'emmagasinement des bassins. Lors de l'événement de pluie critique, la hauteur d'eau maximale enregistrée par les piézomètres

---

n'atteignait que 40 % de la hauteur totale de la cellule. Cela est probablement dû au fait que les bassins sont surdimensionnés par rapport à la hauteur totale de précipitation des fortes pluies et que les substrats permettent une plus grande infiltration que celle considérée lors de la conception. En effet lors de la phase de conception, un facteur de sécurité de 2 est considéré pour le substrat et sur le sol en place. Ici, dans la réalité, ces facteurs ne sont pas applicables, car c'est pour prévoir le long terme.

L'analyse qualitative a montré que les cellules permettent de réduire le nombre de dépassement des normes et règlements mis en place. Elle a aussi permis d'observer que les cellules se comportent différemment en fonction de certains composés et de la saison. Et parfois, deux cellules de même type ou composées du même substrat n'ont pas nécessairement le même comportement. Pour ce qui est du comportement de l'eau de la nappe phréatique, un événement de pluie n'affecte pas tous les puits de la même façon ni même les composés. Quant à l'analyse du substrat et de la boue, les concentrations des échantillons prélevés ont permis d'observer que la boue est plus concentrée pour certains composés.

Étant donné que les résultats obtenus entre 2018 et 2020 peuvent être tributaires des saisons et de la durée de la période d'étude, nous recommandons un suivi expérimental aux 3 ans par exemple, sur une période de 15 ans, en diminuant les effectifs. Et ceci dans le but d'identifier, si possible, une tendance et l'impact de la taille de l'échantillonnage. Des études effectuées en France montrent que des résultats réalistes ne sont possibles qu'à partir d'un échantillonnage de taille 40 (Dechesne, 2002 ; Dechesne et al., 2004).

## BIBLIOGRAPHIE

- CMM – Communauté Métropolitaine de Montréal. (2019a). Règlement numéro 2008-47 sur l'assainissement des eaux. Site web consulté en déc. 2019 : [https://cmm.qc.ca/wp-content/uploads/2019/10/2008-47\\_Assainissement\\_eaux.pdf](https://cmm.qc.ca/wp-content/uploads/2019/10/2008-47_Assainissement_eaux.pdf)
- Dechesne, M. (2002). *Connaissance et modélisation du fonctionnement des bassins d'infiltration d'eaux de ruissellement urbain pour l'évaluation des performances technique et environnementale sur le long terme*. Institut National des Sciences Appliquées (INSA).
- Dechesne, M., Barraud, S., & Bardin, J. P. (2004). *Spatial distribution of pollution in an urban stormwater infiltration basin*. J Contam Hydrol, 72(1-4), 189-205. <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2003.10.011>
- SQP – Société Québécoise de Phytotechnologie. (2018). Les aires de biorétentions. [http://www.phytotechno.com/wp-content/uploads/2018/04/Fiche-biorétention-finale\\_LHEb-ilovepdf-compressed.pdf](http://www.phytotechno.com/wp-content/uploads/2018/04/Fiche-biorétention-finale_LHEb-ilovepdf-compressed.pdf)