

Biorétention : Et si on pouvait faire mieux ? Rétention de l'eau, croissance des plantes et évapotranspiration

Bioretention: What if we could do better? Water retention, plant growth, and evapotranspiration

Lucie Pedneault¹, Ann-Catherine Laliberté¹, Geneviève Pelletier², Sophie Duchesne³ et Guillaume Grégoire¹

¹Centre de recherche et d'innovation sur les végétaux, Département de phytologie, Université Laval. guillaume.gregoire@fsaa.ulaval.ca

²Département de génie civil et génie des eaux, Université Laval

³Centre Eau Terre Environnement, Institut National de la Recherche Scientifique

RÉSUMÉ

Les systèmes de biorétention sont de plus en plus utilisés pour gérer les eaux pluviales dans les municipalités. Si leur performance hydrologique est relativement bien caractérisée, la contribution des végétaux dans la performance de ces systèmes reste encore à étudier, surtout en climat nordique. Par exemple, une période de rétention plus longue dans le système végétalisé pourrait stimuler la croissance des végétaux et ainsi améliorer la performance hydrologique du système. Dans une expérience en serre, quatre espèces de vivaces (*Deschampsia cespitosa*, *Hemerocallis fulva*, *Agastache foeniculum* et *Iris versicolor*) ont été plantées dans des mésocosmes munis d'un tuyau de drainage contrôlé par une valve. Quatre cycles de croissance, comprenant chacun une période de saturation (0, 24, 48 ou 96 h) suivie d'une période d'assèchement de 14 jours, ont été effectués, suivis de trois cycles de pluies simulées (25 mm d'eau en 32 h). La croissance des végétaux (hauteur et largeur) a été mesurée à chaque cycle alors que le volume d'eau drainée a été mesuré après chaque période de rétention et durant chaque période de pluie. Les résultats préliminaires ont montré qu'une période de rétention plus longue améliorerait la performance hydrologique du système en réduisant les volumes d'eau drainés. Les espèces de végétaux avaient cependant des capacités différentes à supporter la saturation en eau et les conditions de sécheresse entre les événements.

ABSTRACT

Bioretention systems are increasingly being used to manage stormwater in municipalities. If their hydrological performance is relatively well characterized, the contribution of plants in the performance of these systems remains to be studied, especially in northern climates. For example, a longer retention period in the system could stimulate plant growth and thus improve the hydrological performance of the system. In a greenhouse experiment, four perennial species (*Deschampsia cespitosa*, *Hemerocallis fulva*, *Agastache foeniculum* and *Iris versicolor*) were planted in mesocosms equipped with a drainage pipe controlled by a valve. Four growth cycles, each comprising a saturation period (0, 24, 48 or 96 h) followed by a 14-day drying period, were carried out, followed by three simulated rainfall cycles (25 mm of water in 32 h). Plant growth (height and width) was measured at each cycle while the drained water was measured after each retention period and during each rainfall period. Preliminary results showed that a longer retention period improved the hydrological performance of the system by reducing drained water volumes. Plant species, however, had different abilities to withstand water saturation and drought conditions between events.

MOTS CLÉS

Biorétention, évapotranspiration, hydrologie, rétention, végétaux

1 INTRODUCTION

L'artificialisation des sols causée par l'urbanisation conduit à une augmentation du ruissellement (Dunnett & Clayden, 2008). L'utilisation de systèmes de biorétention pour gérer les eaux pluviales est de plus en plus répandue et la performance hydrologique de ces derniers a été démontrée dans de nombreux climats ((Guay et al., 2024); Persaud et al. 2024). Cependant, la contribution des végétaux et du substrat à la performance de ces systèmes reste peu étudiée, surtout en climat nordique. La disponibilité de l'eau dans les systèmes de biorétention est très variable (Dunnett & Clayden, 2008) et influencée principalement par la surface drainée ainsi que par le taux d'infiltration du substrat utilisé (Persaud et al., 2024). Par exemple, la norme canadienne (CSA W200 :18 (C2023), Conception des systèmes de biorétention) recommande le captage et l'infiltration en 48h du ruissellement associé à 25 mm de précipitations. Dans certains cas, les systèmes de biorétention sont surdimensionnés et ne reçoivent pas suffisamment d'eau pour soutenir adéquatement la croissance des végétaux (O'Connor, 2023). Les espèces sélectionnées pour ces systèmes doivent donc supporter des conditions de sol saturés suivies de périodes de sécheresse plus ou moins prolongées selon la fréquence des précipitations.

Une durée de rétention de l'eau plus grande dans le système végétalisé pourrait stimuler la croissance des végétaux et améliorer le bilan hydrique des systèmes de biorétention grâce à l'évapotranspiration. Cette expérience vise à vérifier cette hypothèse par la quantification de l'impact de quatre durées de rétention sur la survie, la croissance et la performance de différentes espèces de végétaux couramment utilisés dans les systèmes de biorétention québécois.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Un projet de recherche a été initié en février 2025 dans les serres expérimentales de l'Université Laval (Québec, QC, Canada) selon un dispositif expérimental en blocs complets avec quatre réplicas. Les 64 unités expérimentales, sous forme de mésocosmes, ont été conçues selon les recommandations de la norme canadienne (CSA W200:18 (C2023), Conception des systèmes de biorétention). Chaque mésocosme, d'une hauteur de 63 cm et d'un diamètre de 35 cm, était ainsi constitué des couches suivantes, du bas vers le haut (Figure 1A) : 7 cm de sable de drainage, 45 cm de substrat de croissance (Natureausol®, Savaria Ltée) et 7 cm de paillis de bois raméal fragmenté (tous les matériaux ont été obtenus chez Matériaux paysagers Savaria, Boucherville, QC, Canada). Chaque mésocosme était muni d'un tuyau de drainage de 1,25 cm de diamètre contrôlé par une valve. Quatre espèces de végétaux fréquemment utilisées dans les systèmes de biorétention québécois et possédant des besoins et tolérances hydriques différents (*Deschampsia cespitosa* L. Palisot de Beauvois, *Hemerocallis fulva* L., *Iris versicolore* L. et *Agastache foeniculum* (Pursh) Kuntze) ont été plantées dans les mésocosmes (1 plant par unité expérimentale).

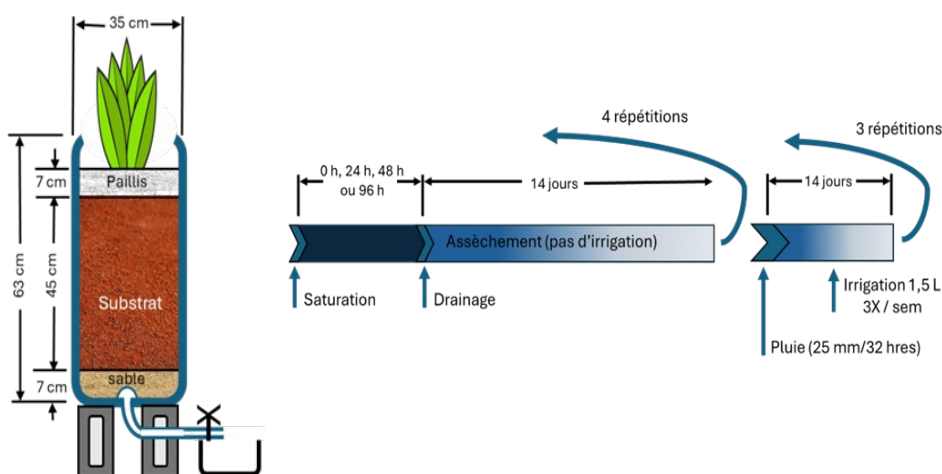


Figure 1. Représentation schématique d'un mésocosme (A) et du déroulement d'une expérience (B)

Dans un premier temps, les végétaux ont été soumis à quatre cycles de croissance comprenant chacun une

période de saturation (0, 24, 48 ou 96 h) suivie d'une période d'assèchement de 14 jours. Par la suite, trois cycles de 14 jours pendant lesquels les végétaux étaient irrigués (1,5 L par mésocosme, trois fois par semaine) et comprenant des simulations de pluie (25 mm / 32 h) ont été complétés. Cette expérience a été répétée deux fois (Essais 1 et 2), soit du 20 janvier au 2 juin et du 29 juin au 10 novembre 2025. Le cycle expérimental est illustré à la 1B.

2.2 DONNÉES RECUEILLIES

Au début de la période de saturation, les valves ont été fermées et l'eau a été ajoutée aux mésocosmes jusqu'à l'atteinte d'un niveau égal (7 cm au-dessus du niveau du substrat) et stable pour toutes les unités ; les volumes ainsi ajoutés ont été mesurés à l'aide d'un débitmètre. À la fin des périodes de saturation, les valves ont été ouvertes et toute l'eau drainée a été recueillie jusqu'à l'arrêt de l'écoulement, puis mesurée à l'aide d'une balance

L'évapotranspiration a été calculée à partir des quantités d'eau ajoutées et drainées, en assumant une capacité de rétention égale pour tous les mésocosmes. Ainsi, le drainage de référence (DRA_{REF}) a été établi en calculant le volume d'eau drainé suite à la saturation dans les mésocosmes soumis à une durée de rétention nulle (0 h). Les équations suivantes ont par la suite été utilisées et les volumes obtenus convertis en mm de hauteur d'eau :

Équation 1 : $ET_{SAT} = DRA_{REF} - DRA_{SAT}$, où :

ET_{SAT} = Évapotranspiration pendant la saturation (L)

DRA_{REF} = Drainage de référence (L)

DRA_{SAT} = Drainage récolté pendant la saturation (L)

Équation 3 : $ET_{SEC} = V_{SEC} - DRA_{REF}$, où :

ET_{SEC} = Évapotranspiration suite à la sécheresse (L)

V_{SEC} = Eau ajoutée pour atteindre la saturation suite à la sécheresse (L)

La croissance des végétaux a été mesurée à chaque cycle et le volume (cm^3) a été déterminé avec l'équation suivante :

Équation 2 : $Volume\ de\ la\ plante = Hauteur * Largeur_1 * Largeur_2 * \pi/6$, où :

Hauteur = Distance verticale entre le substrat et la plus haute partie végétative (cm)

Largeur 1 = Distance horizontale entre les extrémités des feuilles les plus éloignées en passant par le centre (cm)

Largeur 2 = Même distance que pour la largeur 1 mais à angle droit (cm)

3 RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES ET DISCUSSION

Aucun plant d'*A. foeniculum* n'a survécu au premier cycle de saturation ; les résultats suivants ne concernent donc que les trois autres espèces (*D. cespitosa*, *H. fulva* et *I. versicolor*). De plus, volumes d'eau drainés ainsi que l'évapotranspiration lors des périodes de saturation et d'assèchement ne montrent pas de différences significatives entre ces trois espèces dont les résultats ont été regroupés. L'augmentation de la durée de la période de saturation se traduit par une augmentation du volume d'eau perdu par évapotranspiration durant cette période (Figure 3). On peut voir que l'évapotranspiration durant la période d'assèchement représente une proportion importante, variant de 40 à 110 %, du rapport au volume drainé. Ce volume d'eau ne réduit pas le drainage associé au cycle en cours mais augmente le potentiel de rétention du cycle suivant en abaissant la teneur en eau du substrat et contribue ainsi à diminuer le volume drainé du cycle suivant.

La croissance de la plante varie significativement selon les espèces et selon les traitements (Figure 4). *I. versicolor*, *H. fulva* et *D. cespitosa* ont montré une bonne croissance et aucun flétrissement visible durant l'essai 1. Les diminutions du volume de la plante d'un cycle à l'autre dans le cas de *D. cespitosa* s'expliquent par la dormance. Cette réaction ne semble pas être liée à la période de saturation mais bien à la période de sécheresse et n'a pas affecté la capacité d'évapotranspiration globale. Cette dormance a été levée dès que l'apport régulier en eau a été rétabli.

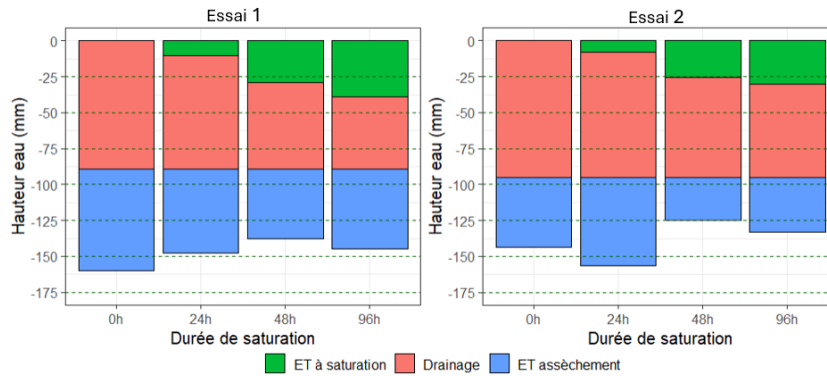


Figure 2. Hauteur d'eau évapotranspirée durant la saturation et durant l'assèchement et hauteur d'eau drainée à la suite de la saturation. Résultats regroupés pour *D. cespitosa*, *H. fulva* et *I. versicolor*.

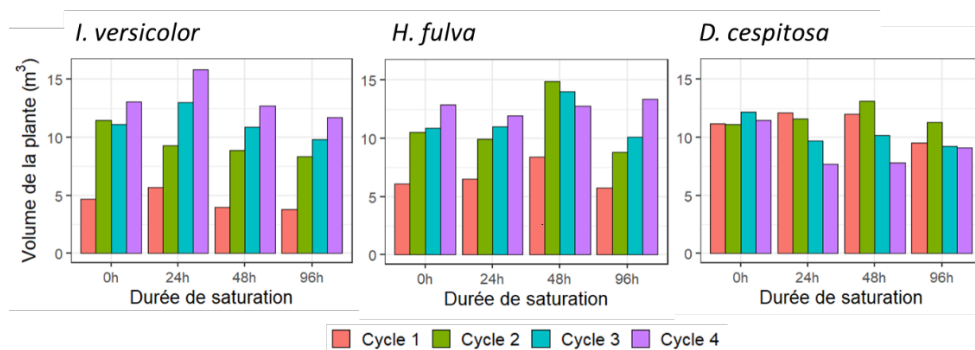


Figure 3. Croissance de la plante pour *I. versicolor*, *H. fulva* et *D. cespitosa*. Volume mesuré à 4 reprises du début de la première saturation à la fin du dernier drainage. Essai 1.

4 CONCLUSION

Les résultats préliminaires montrent qu'augmenter la durée de la période de rétention dans les systèmes de biorétention permettrait de réduire les volumes d'eau drainés vers les réseaux pluviaux. De plus, cette augmentation n'affecte pas la croissance de la majorité des plantes testées, soit *I. versicolor*, *H. fulva* et *D. cespitosa*. Quelques plants de *D. cespitosa* sont entrés en dormance plus ou moins complète, sans toutefois affecter significativement les performances hydrologiques. Aucun *A. foeniculum* n'a en revanche survécu à la saturation.

BIBLIOGRAPHIE

Association canadienne de normalisation. (2023). *Conception des systèmes de biorétention*. CSA W200 :18(C2023) Toronto, ON: Association canadienne de normalisation

Dunnett, N., & Clayden, A. (2008). *Rain gardens : Managing water sustainably in the garden and designed landscape* (Third printing). Timber Press.

Guay, V., Binesh, N., Duchesne, S., Pelletier, G., & Grégoire, G. (2024). Performance Assessment of Stormwater Management Infrastructures in a Parking Lot near Montreal, Canada. *Journal of Sustainable Water in the Built Environment*, 10(1), 04023012. <https://doi.org/10.1061/JSWBAY.SWENG-528>

O'Connor, T. P. (2023). Developing Multiple Lines of Evidence to Decrease Drainage-to-Surface Area Ratio for Effective Stormwater Control Sizing Using Bioretention. *Journal of Sustainable Water in the Built Environment*, 9(1), 04022019. <https://doi.org/10.1061/JSWBAY.0001005>

Persaud, P. P., Hathaway, J. M., Kerkez, B., & McCarthy, D. T. (2024). Real-Time Control and Bioretention : Implications for Hydrology. *Journal of Sustainable Water in the Built Environment*, 10(1), 04023011. <https://doi.org/10.1061/JSWBAY.SWENG-527>