

## DES MARAIS FILTRANTS PERFORMANTS POUR UN TRAITEMENT EFFICACE DES EFFLUENTS DE SERRE

Steeve Pepin<sup>1</sup>, Martine Dorais<sup>2</sup>, Selmene Ouertani<sup>1</sup> & Maggie Bolduc<sup>1</sup>

No de projet : PSIA-811225

Durée : 03/2012 – 01/2016

### FAITS SAILLANTS

Cette étude a examiné l'effet de l'ajout de biochar sur la performance de marais filtrants artificiels (MFA) à réduire les charges polluantes et les émissions de gaz à effet de serre (GES) ainsi que l'effet de l'utilisation de l'eau traitée par les MFA sur la croissance des plantes. Ce projet a permis de démontrer que les MFA sous surfaciques à flux horizontal sont capables de réduire efficacement la charge des effluents en NO<sub>3</sub> et PO<sub>4</sub> (jusqu'à 100 % d'efficacité), mais ne réduisent que partiellement la charge en ions SO<sub>4</sub> (efficacité maximale ~69 %, l'activité des bactéries réductrices de sulfates étant limitée par la source de carbone). L'utilisation du gravier comme substrat a mené à une meilleure performance des MFA que le sable lorsque les charges de NO<sub>3</sub> et SO<sub>4</sub> à traiter étaient importantes. L'apport de biochar aux MFA végétalisés de *Typha latifolia* peut accroître l'activité des populations microbiennes et affecter leur diversité sous certaines conditions. Le biochar n'a toutefois pas permis d'accroître la performance des marais à réduire les charges en nutriments des effluents puisque la source de carbone est demeurée un facteur limitatif pour les microorganismes. Puisque le taux d'élimination des pesticides (testés à une dose de 8 mg) a été de ~100 %, aucun effet significatif de biochar n'a pu être observé. Des essais avec des concentrations plus élevées de pesticides (au-delà des doses recommandées) et/ou répétées dans le temps devront être réalisés afin d'évaluer le potentiel réel du biochar. Par ailleurs, l'apport de biochar aux MFA végétalisés de *Typha latifolia* a réduit de façon significative l'émission de GES, notamment les émissions de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). Nos résultats ont également démontré que l'utilisation des effluents issus des marais enrichis de biochar n'a aucun effet négatif sur la croissance de plants de tomate ainsi que pour la germination de différentes espèces (blé, concombre, radis, laitue et tomate).

### OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Ce projet visait à déterminer l'effet (i) de l'ajout de biochar sur l'activité et la diversité microbienne des marais filtrants artificiels (MFA) ainsi que sur leur performance à réduire les charges polluantes (ions, pesticides) et l'émission de GES, et (ii) de l'utilisation de l'eau traitée par les MFA sur la croissance des plantes. Trente-six marais sous surfaciques à flux horizontal de 0,88 m<sup>3</sup> ont été construits dans une serre de 150 m<sup>2</sup>. Les MFA étaient constitués de gravier ou de sable grossier en combinaison avec trois traitements de biochar (0 %; 15 % v/v biochar incorporé au milieu vs. en filtre de 0,2 m L x 0,7 m H; six traitements répétés six fois). La quenouille, une espèce tolérante aux sulfates, a été utilisée pour végétaliser les MFA. Un temps de rétention de 10 jours fut utilisé pour tous les marais. Un effluent artificiel et 400 mg/L/jour de saccharose ont été apportés afin d'assurer l'activité microbienne. Le naled, chlorpyrifos et deltaméthrin ont été testés à une dose de 8 mg dans des MFA de 0,062 m<sup>3</sup>.

### RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE

- CHARGE EN NUTRIMENTS : les MFA ont réduit efficacement la charge des effluents en NO<sub>3</sub> et PO<sub>4</sub> mais la réduction des ions SO<sub>4</sub> par les bactéries réductrices de sulfates fut limitée par la source de C (efficacité max. ~69 %). Les MFA constitués de gravier ont été, en général, plus performants que ceux de sable lorsque les charges de NO<sub>3</sub> et SO<sub>4</sub> étaient importantes.
- À court terme (~1,5 année), l'ajout de biochar (15 % v/v) au substrat des MFA n'a pas eu d'effet sur la performance des marais à réduire les charges en nutriments. L'utilisation de 15 % (v/v) biochar dans des MFA de gravier configurés en série a permis d'atteindre un taux de réduction en sulfate de 85 % lorsque la concentration initiale était de 436 mg L<sup>-1</sup> (ce qui correspond à une concentration en SO<sub>4</sub> modérée).
- BIOCHAR ET POPULATIONS DE MICROORGANISMES : l'ajout de biochar a généralement augmenté l'activité microbienne dans les marais et les eaux traitées et a réduit les émissions de N<sub>2</sub>O. Les communautés microbiennes présentes dans les marais ont déterminé celles retrouvées dans les eaux traitées.

- L'efficacité des MFA à éliminer les pesticides étudiés a été excellente (~100 %). L'ajout de biochar aux MFA n'a eu aucun effet (naled) ou qu'un très faible effet positif (chlorpyrifos) ou négatif (deltaméthrin) sur l'efficacité des marais à réduire ces pesticides. L'ajout de biochar aux MFA a eu un rôle de protection contre une réduction de l'activité microbienne suite à l'ajout de pesticides.
- L'utilisation des effluents des MFA comme eau d'irrigation pour alimenter une culture hydroponique de tomate n'a pas eu d'effets négatifs importants sur la croissance des plantes, bien que certains traitements aient réduit la biomasse des feuilles, tiges, ou racines lorsque les effluents ont été utilisés à une concentration de 100%. De plus, la germination de graines de blé, concombre, radis, laitue et tomate n'a pas été affectée par les effluents des MFA.

Masse sèche des feuilles, fruits, tiges et racines et hauteur de plants de tomate en fonction des différents types d'effluents utilisés pour la culture (après 7 semaines;  $n = 3$ ).

Traitement	Feuilles (g MS)	Fruits (g MS)	Tiges (g MS)	Racines (g MS)	Hauteur (cm)
AQ	128,5 <sup>ab</sup>	11,4	65,5 <sup>ab</sup>	59,2 <sup>ab</sup>	163,5 <sup>ab</sup>
ENT	130,6 <sup>a</sup>	19,2	66,2 <sup>ab</sup>	63,0 <sup>a</sup>	177,3 <sup>a</sup>
GB	92,0 <sup>d</sup>	25,1	70,8 <sup>a</sup>	46,0 <sup>d</sup>	143,7 <sup>b</sup>
GF	112,2 <sup>bc</sup>	21,1	62,7 <sup>ac</sup>	53,4 <sup>bcd</sup>	143,5 <sup>b</sup>
GT	116,0 <sup>bc</sup>	22,4	60,9 <sup>c</sup>	52,2 <sup>cd</sup>	143,5 <sup>b</sup>
SB	111,9 <sup>bc</sup>	25,6	70,1 <sup>ab</sup>	52,0 <sup>cd</sup>	163,8 <sup>ab</sup>
SF	122,8 <sup>abc</sup>	25,0	70,2 <sup>a</sup>	61,8 <sup>ab</sup>	156,5 <sup>ab</sup>
ST	98,3 <sup>cd</sup>	12,1	64,8 <sup>ab</sup>	50,3 <sup>d</sup>	161,8 <sup>ab</sup>
Valeur de P	<b>0,0004</b>	0,2046	<b>0,0284</b>	<b>0,0097</b>	<b>0,0223</b>

Les valeurs d'une même colonne suivies par des lettres différentes sont significativement différentes (test LSD,  $P < 0,05$ ). AQ= eau de l'aqueduc (TÉMOIN); ENT= affluent des marais; GB = gravier avec biochar; GF = gravier avec filtre de biochar; GT = gravier témoin; SB = sable avec biochar; SF = sable avec filtre de biochar; ST = sable témoin.

## APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Cette technologie des marais filtrants artificiels (MFA) répond parfaitement à l'urgence environnementale de réduire de 85 à 100% les émissions d'azote et de phosphore provenant du secteur serricole. Elle répond également à la problématique grandissante d'une pauvre qualité de l'eau et de l'élimination des composés et microorganismes indésirables que l'on retrouve dans les eaux usées. Les MFA constituent une alternative durable et relativement peu coûteuse qui s'applique aussi bien aux petites qu'aux grandes entreprises. Des travaux futurs sont nécessaires pour optimiser l'élimination des ions sulfates, bien que celle-ci soit nettement améliorée par une configuration de marais filtrants en série.

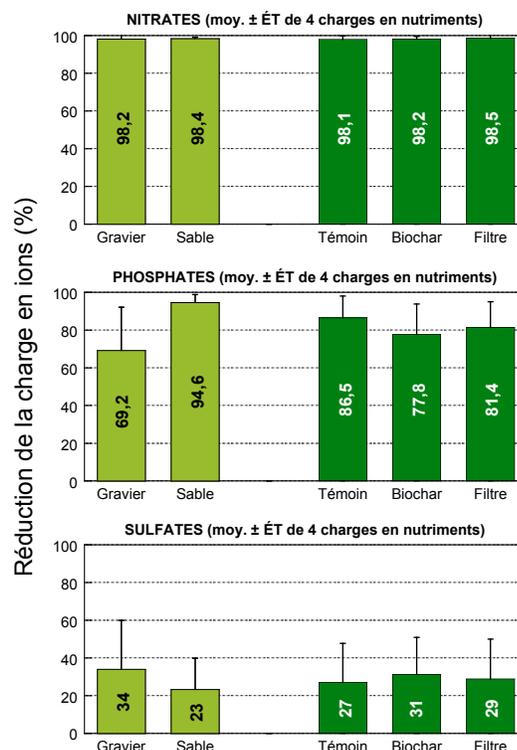
## POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Steeve Pepin, responsable du projet  
Université Laval  
Tél : (418) 656-2131, poste 16238  
Courriel : steeve.pepin@fsaa.ulaval.ca

Martine Dorais  
Agriculture et agroalimentaire Canada  
Tél : (604) 796-6086  
Courriel : martine.dorais@agr.gc.ca

## REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme de soutien à l'innovation en agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et Agriculture et Agroalimentaire Canada.



<sup>1</sup> Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, QC; <sup>2</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, Université Laval, QC