

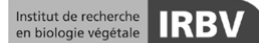
## Traitement de rejets de culture hydroponique par marais filtrants: influence des plantes, de la saison et de l'ajout de carbone organique

Vincent Gagnon, Gabriel Maltais-Landry, Jaume Puigagut, Florent Chazarenc et Jacques Brisson



Présenté par:  
**Vincent Gagnon**  
Étudiant au PhD.

28 Octobre, 2010

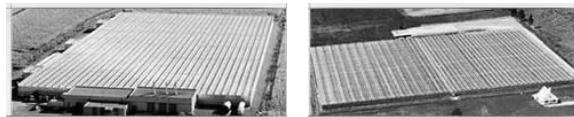


### Introduction: problème des rejets de culture hydroponique

- La culture hydroponique est en expansion au Canada



- La production de tomate hydroponique représente 60% des culture maraîchère en serre (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2006)



- Cette industrie génère plus de 300 million dollars annuellement en revenu (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2006)



## Introduction: problème des rejets de culture hydroponique

- Un plant de tomate nécessite entre 1,5 à 4,5 litres d'eau fertilisée par jour (communication personnelle)
- Les plantes sont généralement suralimentées en eau fertilisée de 25% à 45% (Prystay et Lo, 2001)
- Ce qui crée des rejets entre 15 000 à 250 000 litres par jour d'eau usée
- La composition du rejet (Park *et al.* 2008; Prystay et Lo, 2001:
  - $\text{NO}_3\text{-N}$ : 200-300  $\text{mg L}^{-1}$
  - $\text{PO}_4\text{-P}$ : 30-100  $\text{mg L}^{-1}$
  - Presque pas de carbone organique



2

## Introduction: Solution proposée

- Les marais filtrants sous surfaciques à flux horizontale ont été proposés comme une alternative pour le traitement des rejets hydroponiques
  - Ces types de marais filtrant favorisent les processus anaérobies comme la dénitrification
  - Moins cher que l'électrodialyse, ultrafiltration et l'osmose inverse
- Toutefois, il existe peu d'informations sur le traitement des rejets hydroponiques par marais filtrant.

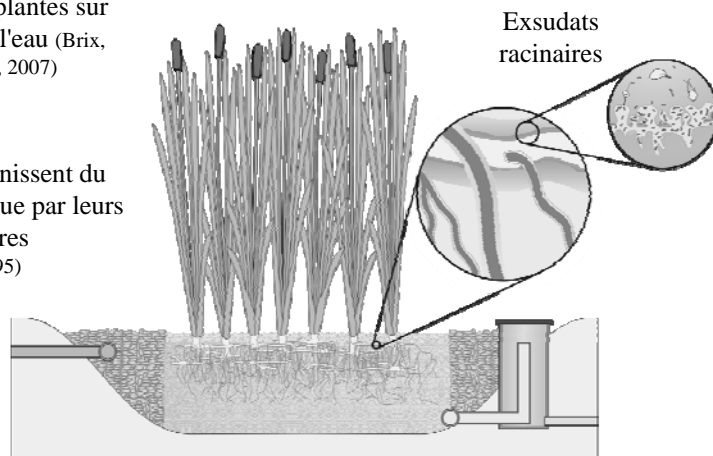


3

## Introduction: Les facteurs qui influencent le traitement

### ○ Effet des plantes

- Effet positif de plantes sur le traitement de l'eau (Brix, 1997; Gagnon *et al.*, 2007)
- Les plantes fournissent du carbone organique par leurs exsudats racinaires (Zhu and Sikora, 1995)

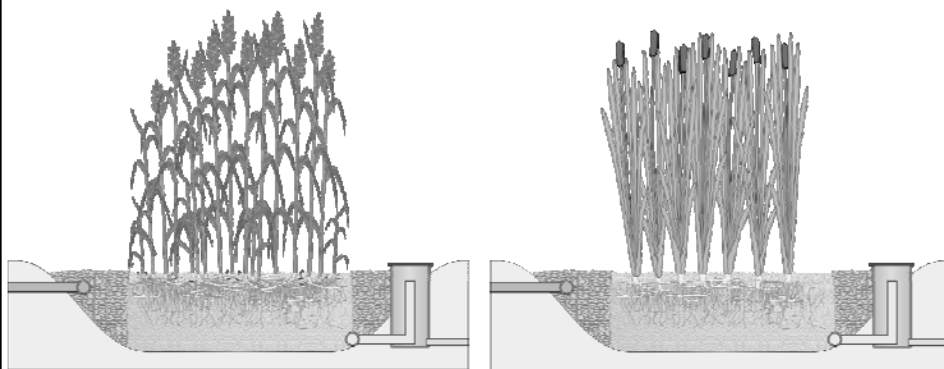


4

## Introduction: Les facteurs qui influencent le traitement

### ○ Effet de l'espèce de plantes

- La production d'exsudats racinaires riche en carbone organique diffère selon les espèces de plantes (Lin *et al.*, 2002)



5

## Introduction: Les facteurs qui influencent le traitement

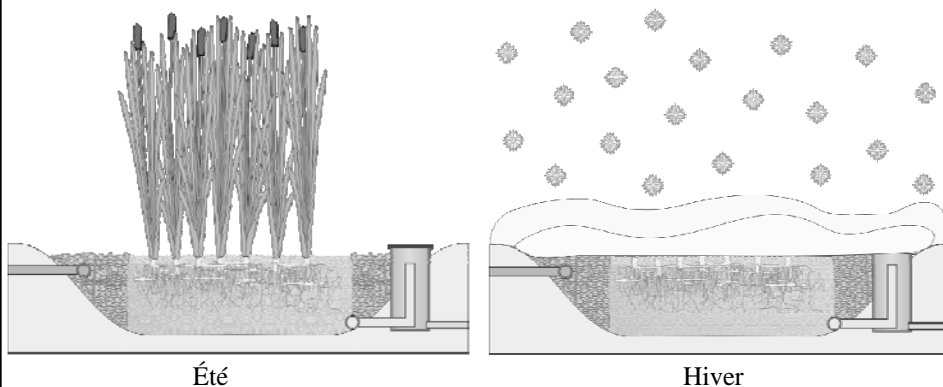
### ○ Effet de l'ajout de carbone organique

- Néanmoins, des études ont montré un faible enlèvement des nitrates (13-27%) lors du traitement de rejets hydroponiques par marais filtrant (Prystay et Lo, 2001)
- Toutefois seule une espèce de plante (*Typha*) a été utilisée lors de cette étude (Prystay et Lo, 2001), il est possible que d'autres espèces donnent de meilleurs résultats
- Néanmoins, une source de carbone externe est souvent nécessaire pour éliminer de façon satisfaisante les nitrates, particulièrement lorsque la concentration est élevée (Zhu and Sikora, 1995; Prystay and Lo, 2001; Lin *et al.*, 2002)
- L'épuration optimum des nitrates en marais filtrant a été observée à un ratio de DCO/N de 3,5 fructose comme source de carbone (Lin *et al.*, 2002)

6

## Introduction: Les facteurs qui influencent le traitement

### ○ Effet de la saison



7

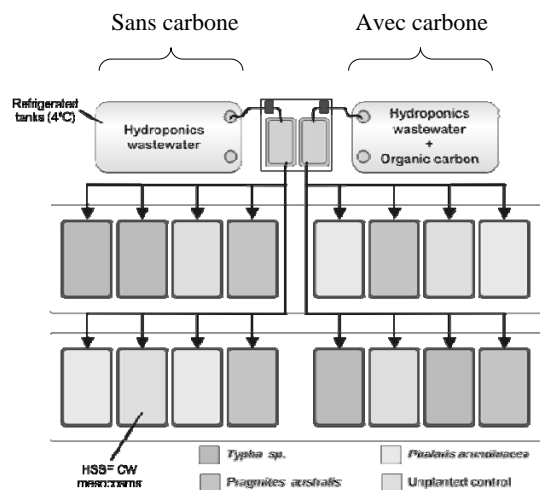
## Objectives et hypothèses

- Les objectifs de cette étude était d'évaluer l'effet:
  - Plantes (présence et espèce de plante)
  - Ajout de carbone organique (sucre)
  - Saison (été et hiver)
- Les hypothèses:
  - Les marais filtrants plantés devraient être plus efficace que les non plantés
  - L'élimination des nitrates devrait être différent selon les espèces de plantes
  - L'ajout de carbone organique devrait augmenter l'enlèvement des nitrates
  - L'élimination des polluants devrait être meilleur en été qu'en hiver

8

## Méthodes

- Installation expérimentale
  - Sous serre au Jardin Botanique
  - 16 mésocosmes (1 m<sup>2</sup>)
  - 3 espèces de plantes
    - *Typha* sp.
    - *Phragmites australis*
    - *Phalaris arundinacea*
    - unplanted control
  - Réplication: 2x
  - Ajout de carbone organique (Sucrose: 815 mg L<sup>-1</sup> COD; COD/N: 3.5)



9

## Méthodes

### ○ Installation expérimentale

#### ○ Alimentation par bâchée

#### ○ Charge d'alimentation: $30 \text{ L m}^{-2} \text{ d}^{-1}$

#### ○ Charge de polluants :

Pollutant	Loading ( $\text{g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ )
$\text{NO}_3\text{-N}$	6.8
$\text{NH}_4\text{-N}$	0.5
$\text{PO}_4\text{-P}$	1.7
COD (no added C)	0.8
COD (added C)	24.4

### Autres éléments ajoutés

Nutrient	Theoretical concentration ( $\text{mg/L}$ )	Nutrient	Theoretical concentration ( $\text{mg/L}$ )
Potassium	344	Boron	1.1
Calcium	253	Iron	0.9
Chloride	193	Copper	0.8
Sulphate	188	Zinc	0.8
Sodium	~17	Manganese	0.5
Magnesium	76		

○ Les analyses ont été effectués selon les Standard Methods pour : COD,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$

○ L'efficacité d'épuration a été calculée par des bilan de masse de polluants

10

## Méthodes

### ○ Installation expérimentale

#### ○ Saison



Condition estivale  
Température:  $22 \pm 3^\circ\text{C}$

Plantes actives

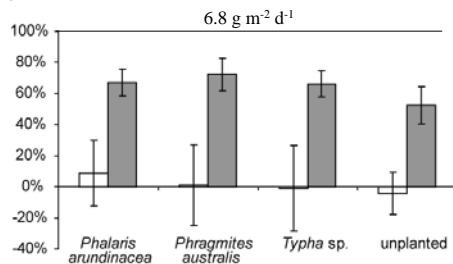
Condition hivernale  
Température:  $8 \pm 1^\circ\text{C}$

Plantes en dormances

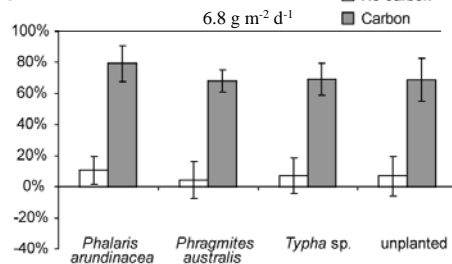
11

## Résultats et discussion

a) NO<sub>3</sub>-N removal in summer



b) NO<sub>3</sub>-N removal in winter



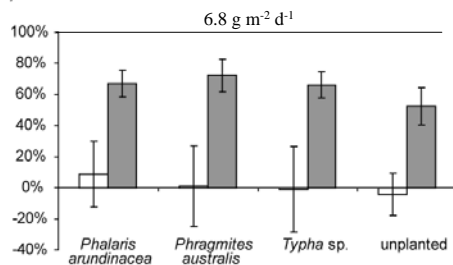
### Effet de la saison

- Légère amélioration de l'enlèvement des nitrates en hiver

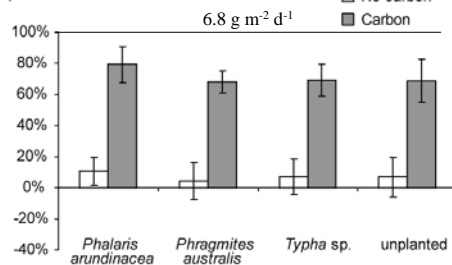
12

## Résultats et discussion

a) NO<sub>3</sub>-N removal in summer



b) NO<sub>3</sub>-N removal in winter



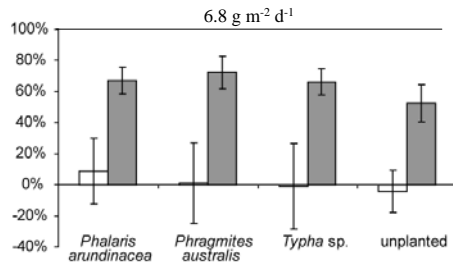
### Effet des plantes

- Les marais plantés ont épuré des nitrates légèrement supérieur que les non plantés
- Les marais plantés de *Phalaris arundinacea* ont une meilleure performance que les marais plantés de *Phragmites australis* en condition hivernale ( $F_{3,8}=4.4$ ,  $P<0.05$ ),

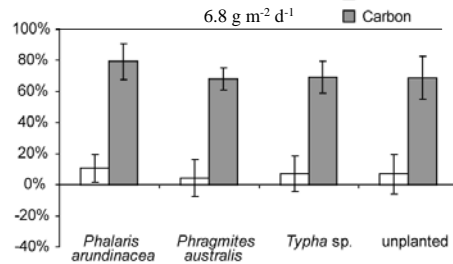
12

## Résultats et discussion

a) NO<sub>3</sub>-N removal in summer



b) NO<sub>3</sub>-N removal in winter



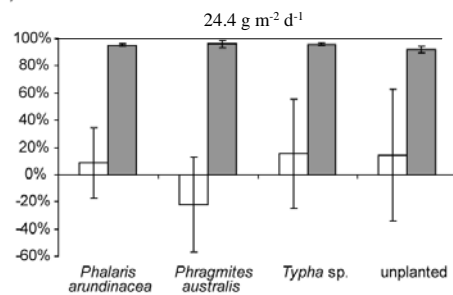
### Effet de l'ajout de carbone organique

- L'ajout de carbone organique a entraîné une augmentation significative de l'élimination des nitrates ( $F_{1,8}=1607.7$ ,  $P < 0.001$ )
- Cependant, même avec l'ajout de carbone, la capacité de dénitrification est probablement saturé

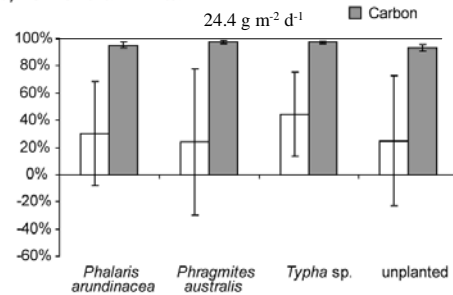
12

## Résultats et discussion

c) COD removal in summer



d) COD removal in winter



### Effet de l'ajout de carbone organique

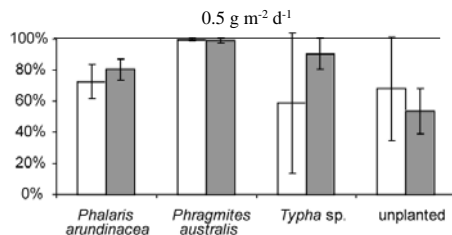
- Une épuración presque complète de la DCO (92 à 96%) lors de l'ajout de carbone, ce qui suggère que le carbone reste encore un facteur limitant pour la dénitrification
- Cela pourrait être causé par la compétition pour le carbone ajouté entre les bactéries dénitrifiantes et d'autres bactéries hétérotrophes présentes dans le marais
- Dénitrification pourrait encore être stimulée par l'augmentation du rapport C/N

13

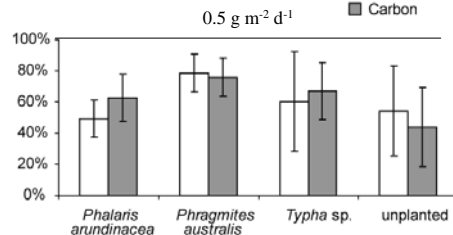


## Résultats et discussion

e)  $\text{NH}_4\text{-N}$  removal in summer



f)  $\text{NH}_4\text{-N}$  removal in winter



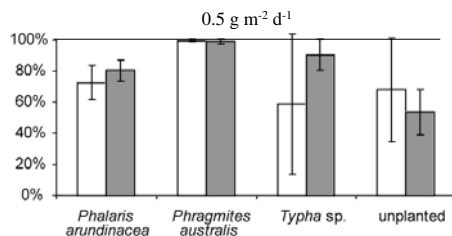
### Effet de la saison

- Élimination de l'ammoniac plus faible en condition hivernal
- Nitrification plus faible à température froide
- Apport d'oxygène par les plantes durant la saison estivale

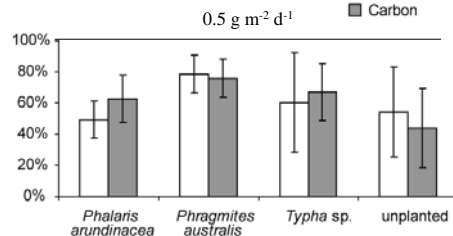
14

## Résultats et discussion

e)  $\text{NH}_4\text{-N}$  removal in summer



f)  $\text{NH}_4\text{-N}$  removal in winter



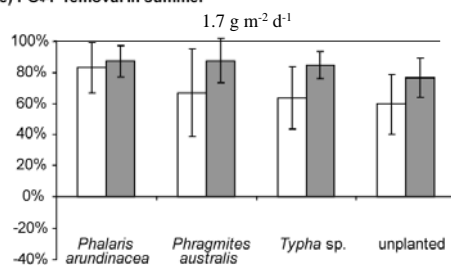
### Effet de l'ajout de carbone organique

- Une épuración inférieure de l'ammoniaque dans les marais non planté ajouté de carbone
- L'inhibition de la nitrification pourrait être causé par la forte charge en DCO et l'absence de libération d'oxygène par les plantes
- L'ajout de carbone augmente l'enlèvement de l'ammoniaque dans les systèmes plantés
- Cela pourrait être expliqué par la nitrification hétérotrophe (Tanner *et al.*, 2002)

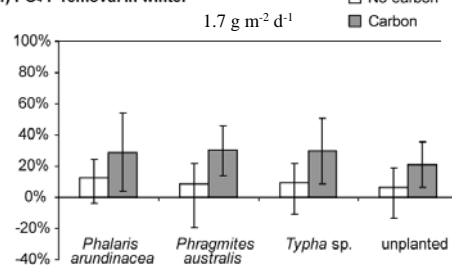
14

## Résultats et discussion

e) PO<sub>4</sub>-P removal in summer



f) PO<sub>4</sub>-P removal in winter



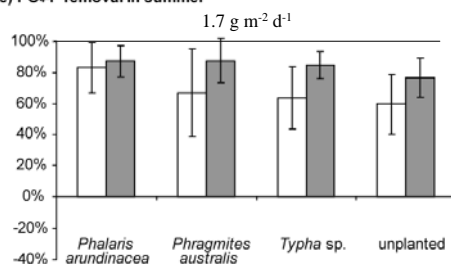
### Effet des plantes

- Aucune différence statistique entre les espèces de plantes et entre les marais plantés et non planté

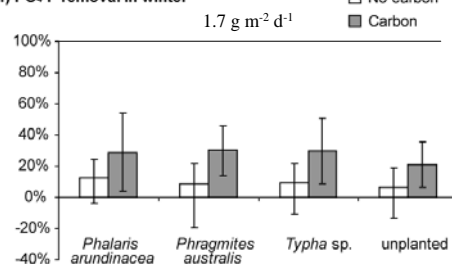
15

## Résultats et discussion

e) PO<sub>4</sub>-P removal in summer



f) PO<sub>4</sub>-P removal in winter



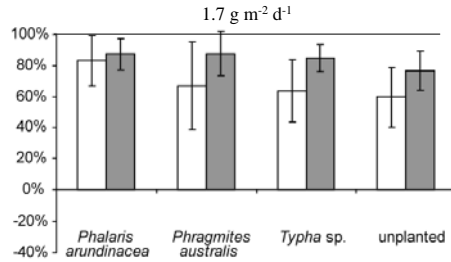
### Effet de l'ajout du carbone

- L'ajout de carbone augmente significativement l'enlèvement du phosphore ( $F_{1,8} = 136.9$ ,  $P < 0.001$ )
- Cela pourrait être causé par la séquestration du phosphore dans la biomasse microbienne, stimulé par l'ajout de carbone organique (Park *et al.* 2008)

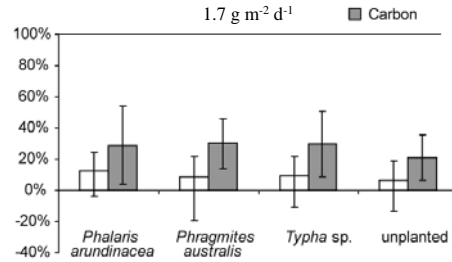
15

## Résultats et discussion

e) PO<sub>4</sub>-P removal in summer



f) PO<sub>4</sub>-P removal in winter



### L'effet de la saison

- L'élimination du phosphore est plus élevée en été
- Lorsque la densité et l'activité microbienne est être plus élevée

15

## Conclusion

- Les marais filtrants plantés ont généralement de meilleur performance épuratoire que les marais témoins non plantés
- L'ajout de carbone organique a une effet significatif sur l'enlèvement des nitrates et des phosphates
- Néanmoins, de plus haute performance pourrait être atteint avec un ratio carbone/azote (C/N) plus élevé
- Les marais filtrants ont montrés de bonnes performances en hiver
- De façon générale les marais plantés, spécialement de *Phalaris*, et additionné de carbone organique offre la meilleur combinaison pour l'épuration des eaux de rejet de serre de culture hydroponique, cela même en hiver.

16

### Plus d'informations

Gagnon, V., Maltais-Landry, G., Puigagut, J. Chazarenc, F., Brisson, J. (2010). *Treatment of Hydroponics Wastewater Using Constructed Wetlands in Winter Conditions*. Water Air and Soil Pollution, 212: 483-490