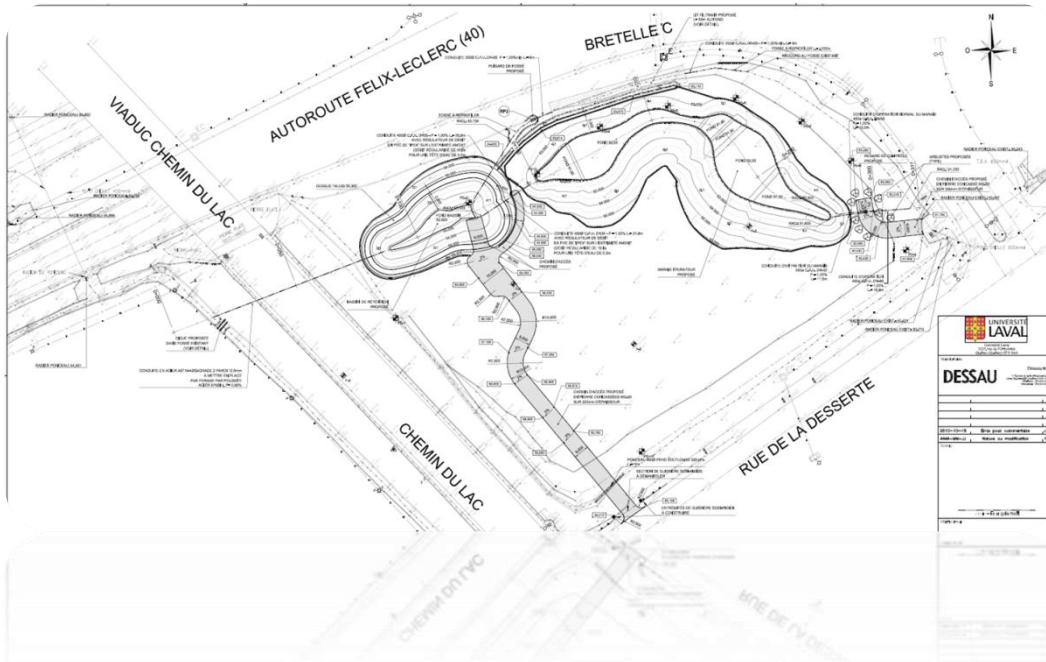


Restauration du lac Saint-Augustin: marais et lit filtrants adaptés pour le traitement des eaux de ruissellement routier

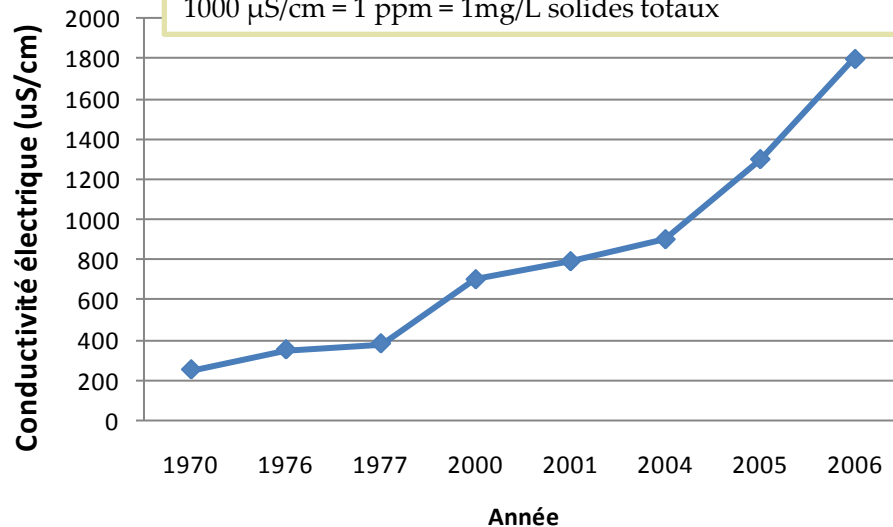
*Prof. R. Galvez-Cloutier, Serge Leroueil – U. Laval
Louis Martel et Gaëlle Triffault-Bouchet – CEAEQ*

Présenté par: Alexandre Gauthier

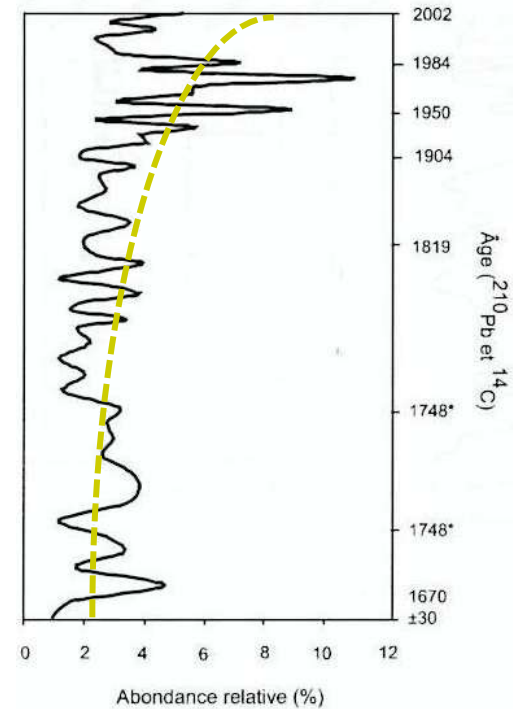


Le problème de sels

Évolution de la CE au lac St-Augustin
1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ = 1 ppm = 1mg/L solides totaux



TOTAL DES ESPÈCES SAUMÂTRES



Les causes

- Le MTQ utilise 95 ton/km.an de sels de déglacage
- Contaminants: NaCl , CaCl_2 , HAP, EMT, particules
- CE: 250 (1970) à 1800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2006)

Les effets observés

- Mortalité des arbres/plantes
- Reproduction espèces invasives tolérantes aux sels
- Zones de fraie affectées par la variation de la pression osmotique
- Disruption des écosystèmes: de milieu eau douce vers milieu saumâtre

- Est-ce que la reproduction de cyanobactérie est encouragée par la présence de NaCl ?
- Est-ce que les espèces salines de cyanobactérie sont +/- toxiques que celle d'eaux douces?

Qualité de l'eau du ruissellement routier et des eaux souterraines

Site	EC (uS/cm)	Chlorure (mg/l)	Sodium (mg/l)
Piézomètre P3	426.70	17.22	12.40
Piézomètre P4	469.33	3.83	12.60
Piézomètre P5	547.56	13.77	24.67
Piézomètre P6	921.90	5.06	31.50
Piézomètre P9	645.38	5.01	33.85
Fossé F1	4383.10	1043.55	350.27
Fossé F2	4037.10	1081.70	326.20
Fossé F3	3413.30	854.75	203.73
Fossé F4	624.00	4.57	19.67
Puits résidentiel P1	239.33	13.90	32.50
Puits résidentiel P2	320.89	17.70	52.50
Puit résidentiel P3	2043.33	273.29	454.50
Tributaire Ta1	2176.67	488.20	249.00
Lac	749.40	137.41	81.83
Critère de Qualité	500	210	45

Projet 2 – Gestion ruissellement routier

Système à deux unités de traitement: un marais épuratoire adapté (MECA-halophytes) et un lit filtrant (LF-calcaire)

Avantages des éco-procédés proposés:

- Rétention des sels, P, EMT
- Réduction des coliformes fécaux
- Minéraux réactifs abondants au Québec
- Plantes halophytes indigènes au Québec
- Impact environnemental minime
- Coûts des investissement et entretien faibles

Basé sur 22,5 L/min débit de fossé et 32,5 L/min débit du tributaire principal (au printemps) : l'on doit traiter dans le 10tn NaCl/an

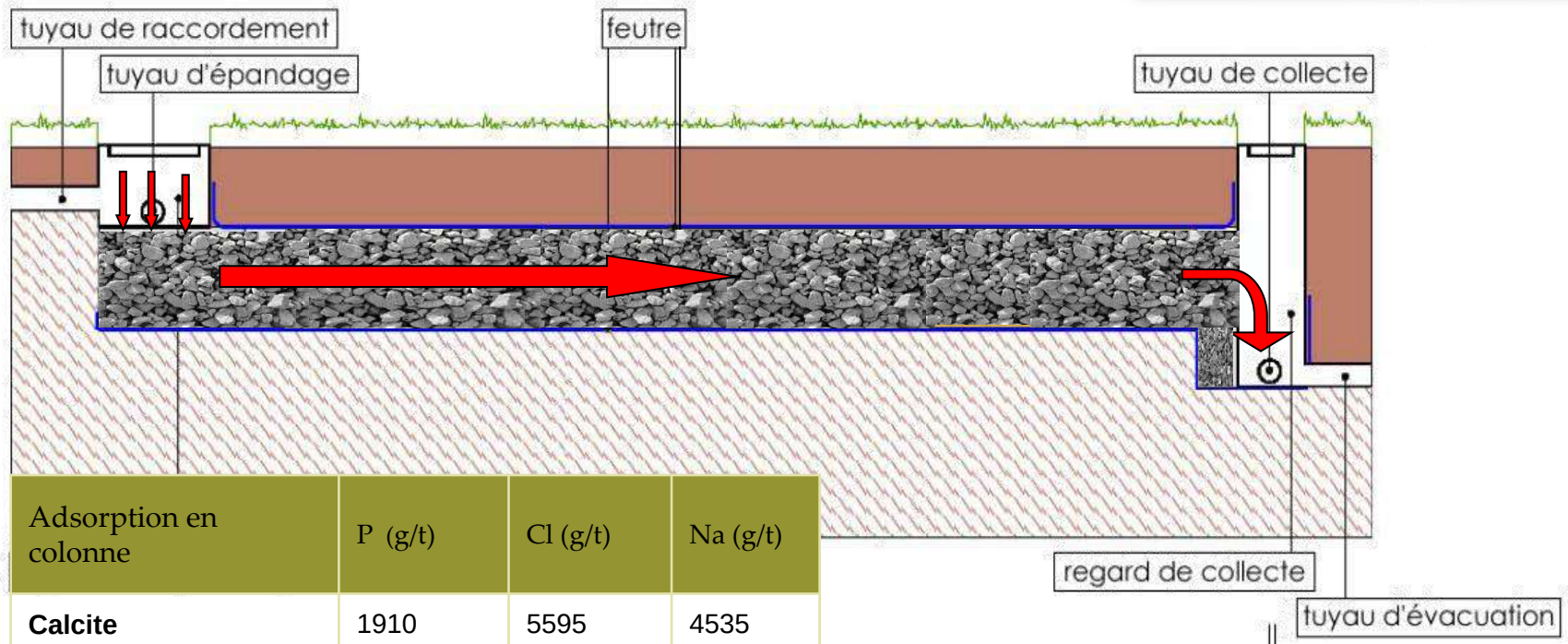
1L/min = (0,00001667 m³ / seg)

CQ Na = 5 mg/L teneur de fond eaux souterraine; 200mg/L eau potable

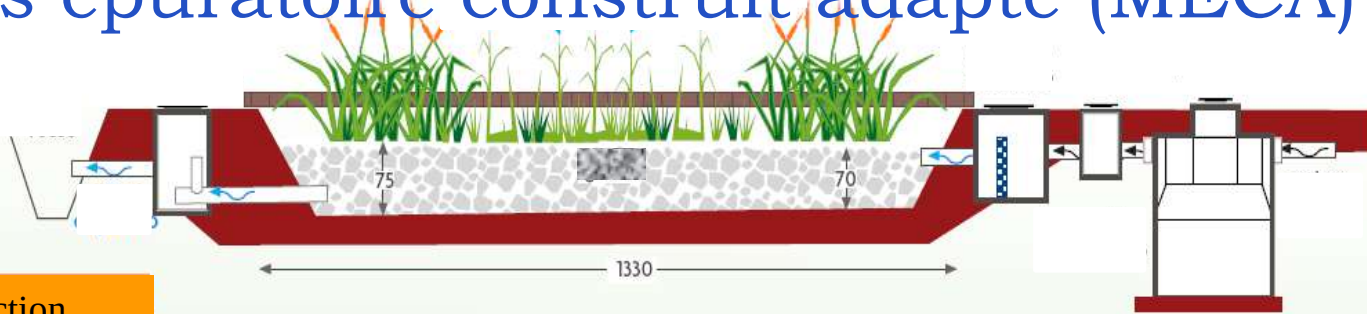
CQ Cl = 1-5 mg/L teneur de fond eaux souterraine dans le bouclier canadien;

Lit filtrant

- Bassin rectangulaire
- Les eaux de fossés sont collectées et filtrées, flux piston à travers la calcite
- Paramètres de design: longueur, hauteur du lit, tête hydraulique; t de séjour, capacité d'adsorption



Marais épuratoire construit adapté (MECA)



Section



Layout

- Un MEC est un système de traitement que consiste en un bassin peu profond (> 1 m) en forme de lagune ou canal où l'on cultive de plantes aquatiques.
- Des processus naturels microbiologiques, biologiques, physiques et chimiques traitent les effluents. Comporte des structures simples conçues pour le contrôle du débit, flux gravitaire, rétention et le niveau de l'eau.
- MEC sont utilisés pour traiter les eaux de pluie et des effluents peu chargés provenant du ruissellement municipal, industriel ou agricole.

Marais épuratoire construit adapté (MECA)

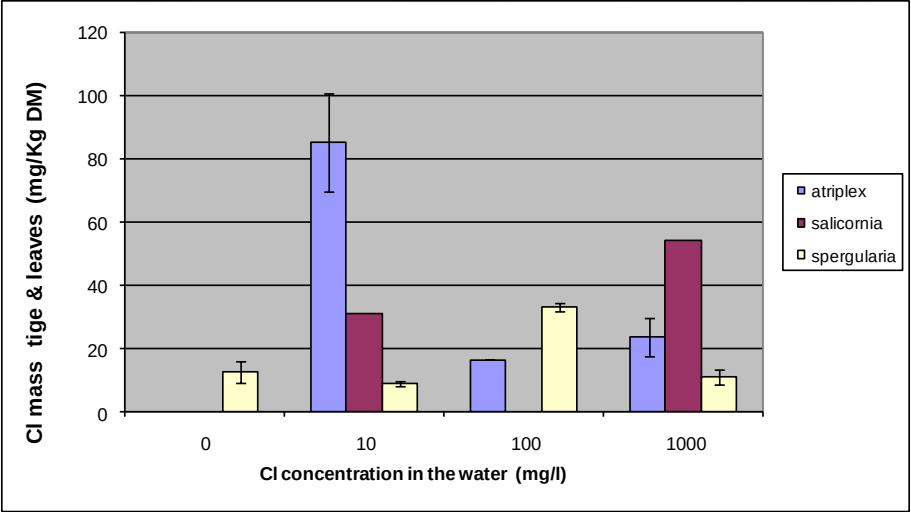
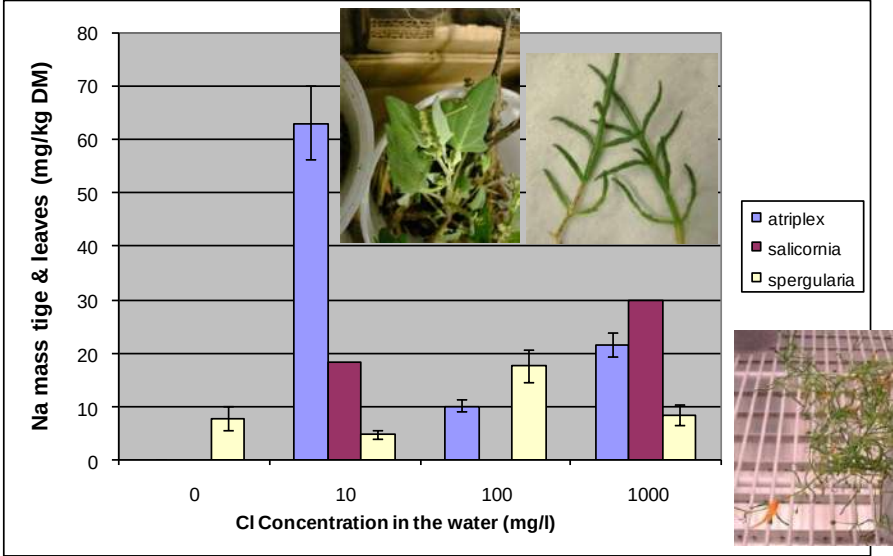


- Utiliser de plantes halophytes au lieu de plantes traditionnelles
- Écosystème de référence : le marais salins de Kamuraska dans le estuaire du Saint-Laurent
- Où existent des plantes halophytes indigènes adaptés au climat Canadien (espèces natives)
- Par phytoabsorption, les plantes retiennent sels, nutriments et métaux traces
- 4 plantes étudiées. 3 halophytes strictes : *Atriplex*, *Salicornia*, & *Spergularia* et *Typha* qui tolère bien le sel

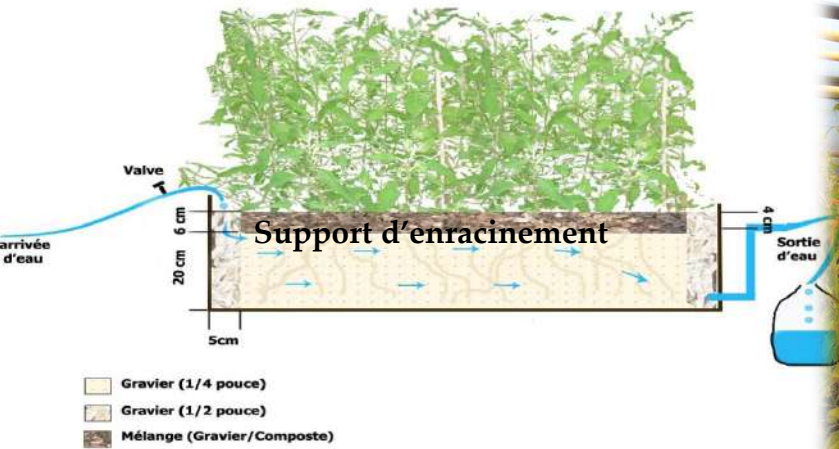


Test en chambre → tests en serre → test pilote

- germination,
- réponse à la variation en sel
- optimisation: nutriments, substrat, humidité,...



Essais pilotes en serre

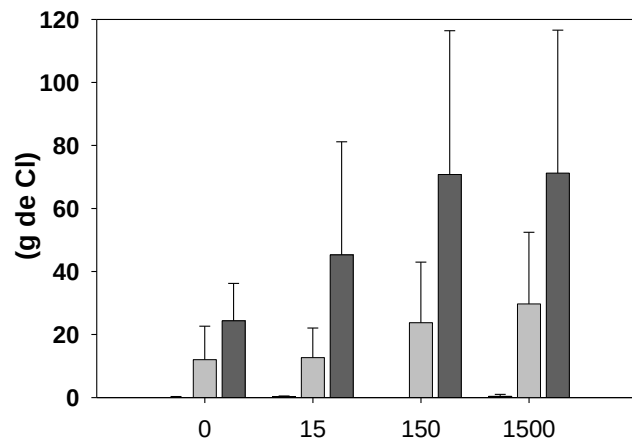


- 16 bacs de 56cm*46cm*30cm disposés en carré latin.
- Les plantes sont emmenés à maturité/pleine croissance
- Conditions dans la serre:
 - photopériode 15h/9h (jour/nuit)
 - température de 25°C/15°C (jour/nuit)
 - luminosité minimum de 25200lux.
- Débit d'alimentation: 4L/j d'eau de ruissellement réelle.
- Temps de séjour: 7 jours.

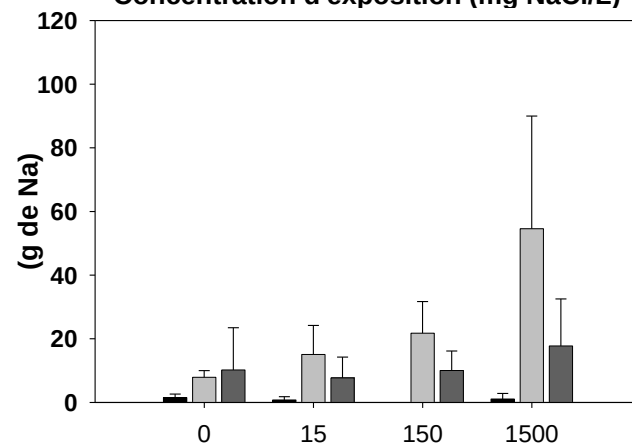


Phytoabsorption des sels (NaCl)

Masse par plante

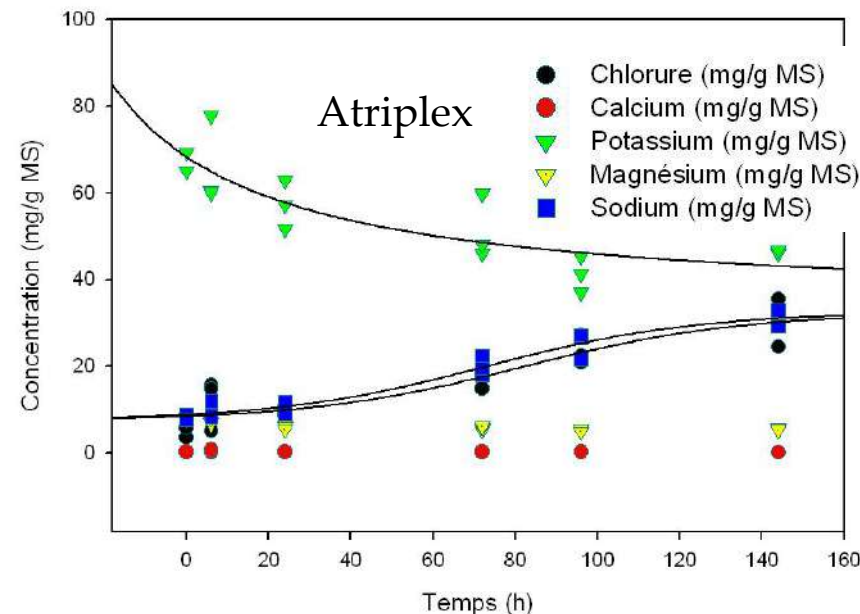


Concentration d'exposition (mg NaCl/L)



Concentration d'exposition (mg NaCl/L)

■ spergularia ■ atriplex ■ typha

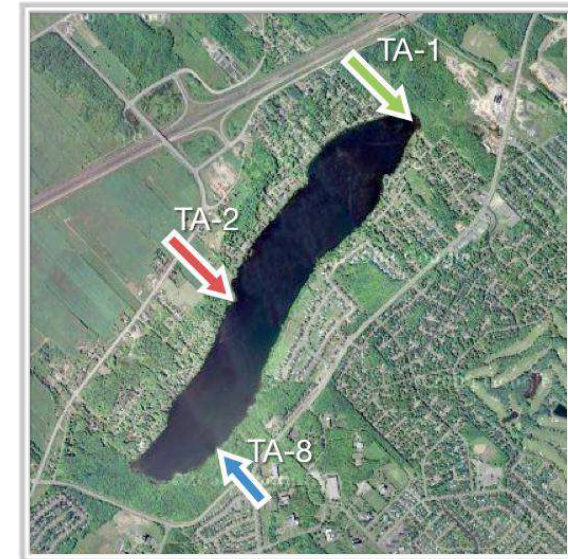
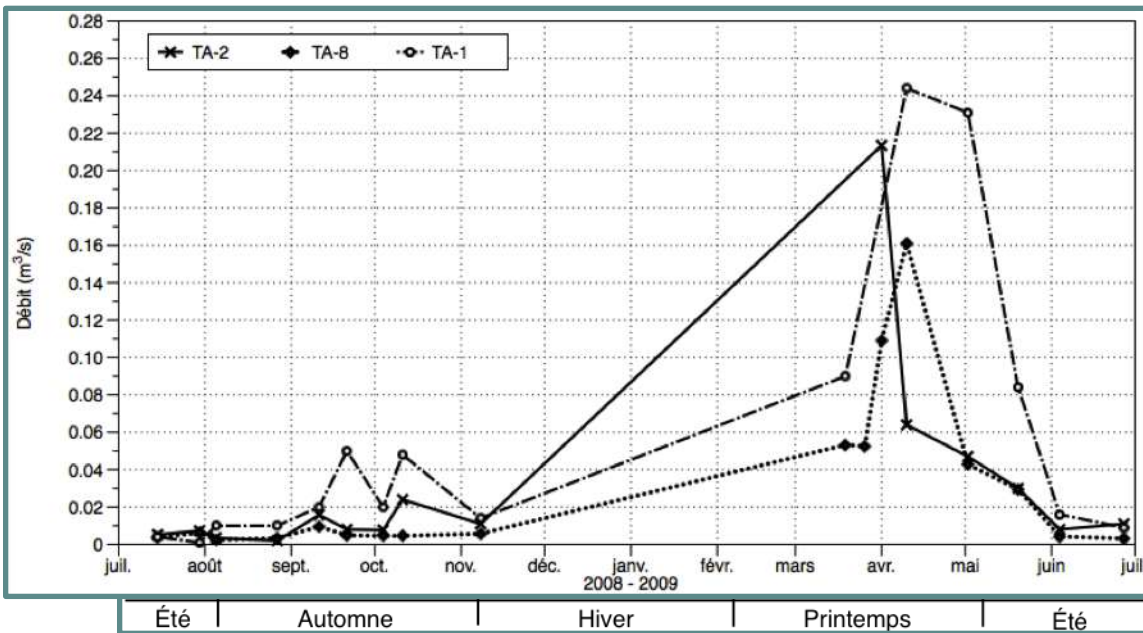


- La phytoabsorption $\uparrow$ avec la $\uparrow C_{sel}$ d'exposition
 - Capacité en serre $\uparrow$ que celle mesurée en chambre
 - Chaque plante présente des capacités différentes en concentration et en biomasse
- *Spergularia* a une biomasse plus faible, elle accumule moins de sels à maturité en comparaison avec *Atriplex* ou *Typha*

Paramètres du MECA

- Substrat : compost + gravier/calcaire ½ pouce
- Degré de saturation du substrat: 100%
- Densité de plantes: 40 plantes/m² for *Atriplex* & *Typha*, *Salicornia* et *Spergularia* plantés à 60/m²
- Temps de séjour de l'eau : 1- 2 jours.

Dimensionnement du MECA et LF - bilan hydrique/massique de sels



TA-8

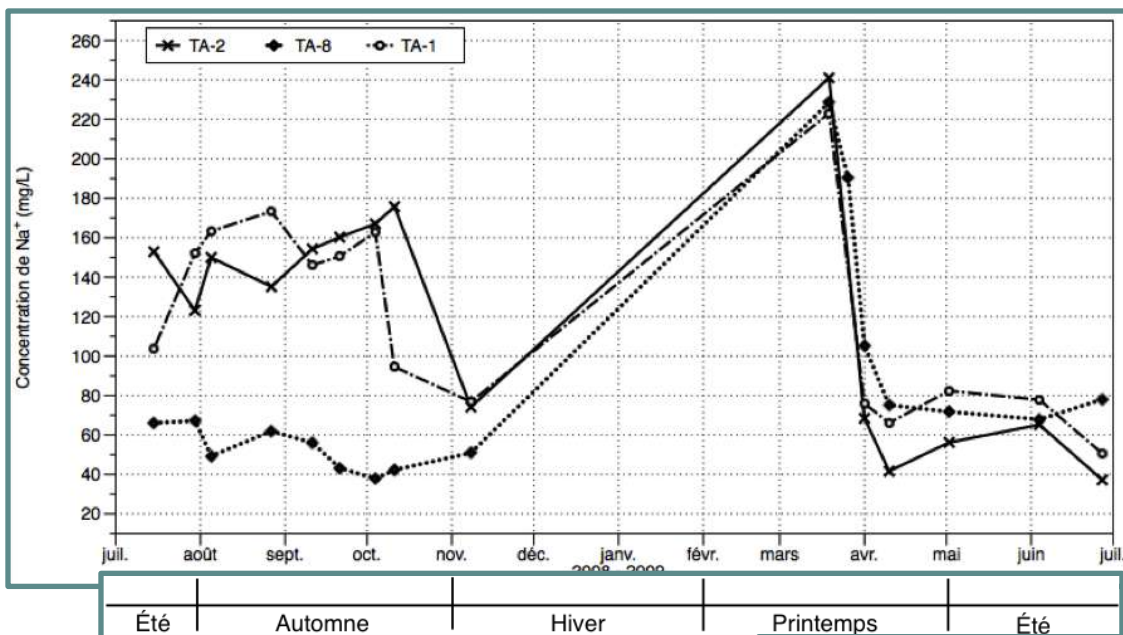
TA-1



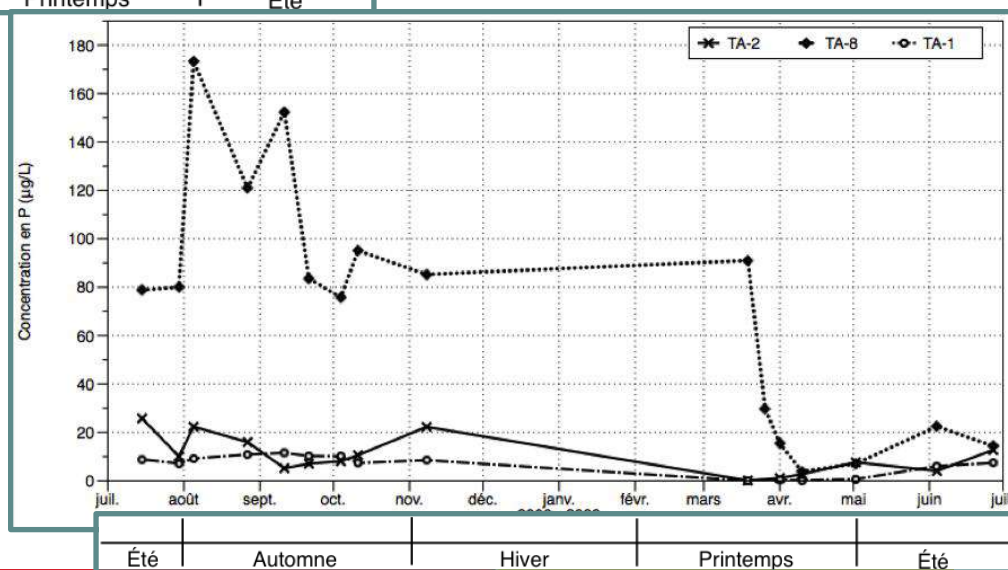
TA-2



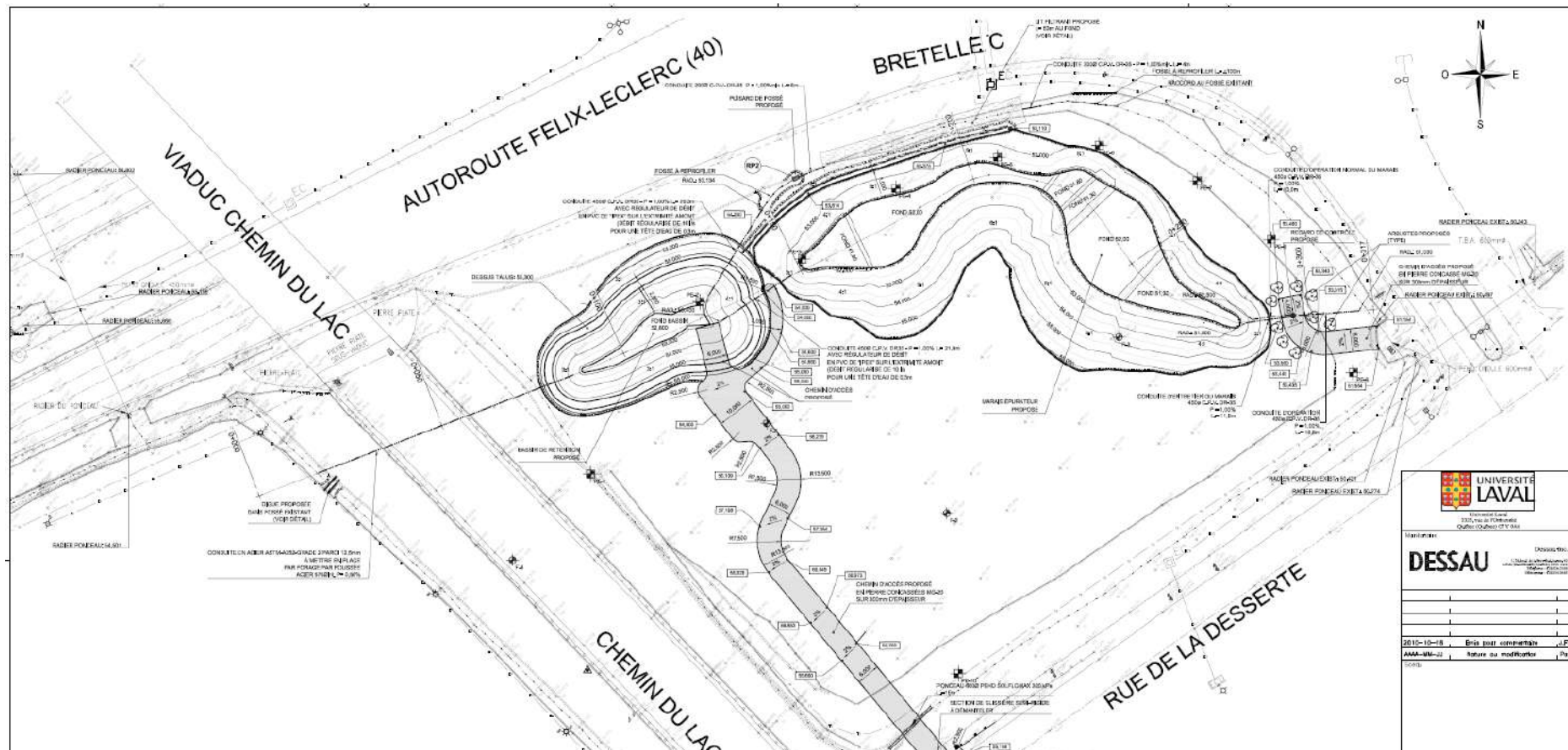
Suivi des concentrations de Na et P dans les Tributaires (2008-2009)



- Pic de sels au printemps
- 60 – 240 mg/L de Na
- TA1 et TA2 mêmes niveaux
- TA8 plus faible que prévu
- Pic du P est à la fin de l'été
- 5 -180 ug/L de P = apport important
- TA-8 plus concentré que TA1 et TA2



Plan du système pilote: bassin, MECA et LF



Le système pilote est construit à l'intersection de l'autoroute 40 Est et du Chemin du Lac à Saint-Augustin-de-Desmaures, à l'intérieur de la bretelle de sortie de l'autoroute.

La construction inclut : 1) un bassin de rétention/homogénéisation; 2) un MECA; et 3) un LF + des terrassements;

+ un chemin d'accès

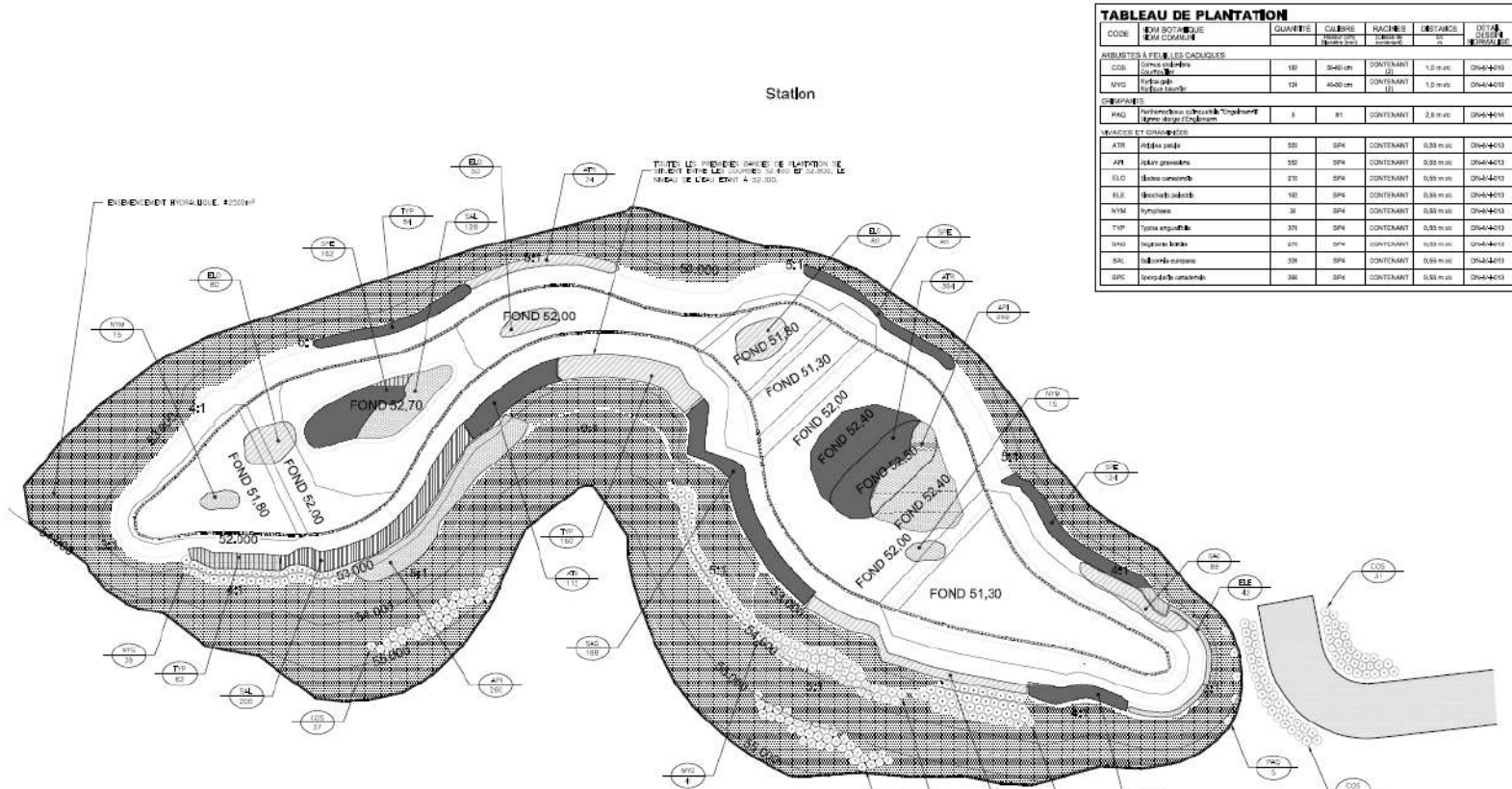
+ la mise en place d'une conduite en forage par poussée;

+ la mise en place des regards de contrôle;

+la mise en place des points d'échantillonnage d'eau en amont et en aval de chaque unité

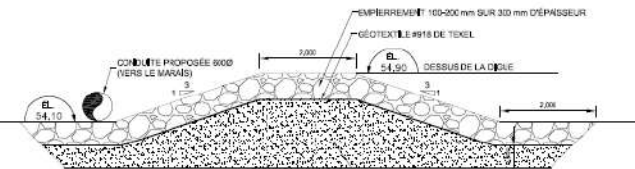
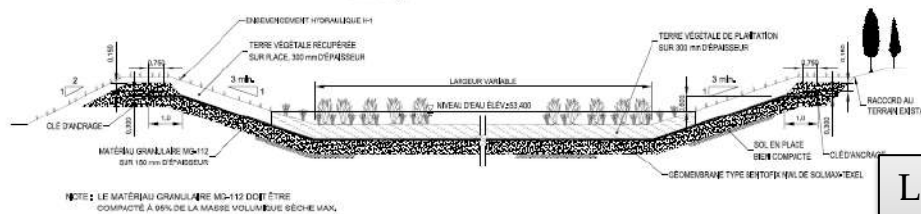
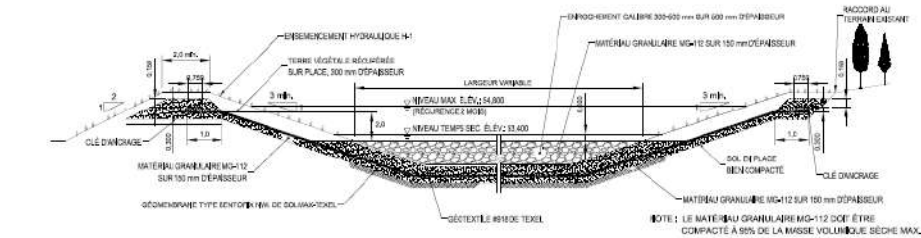
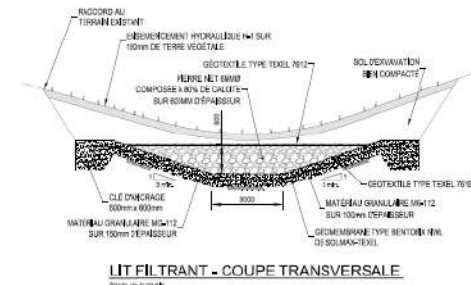
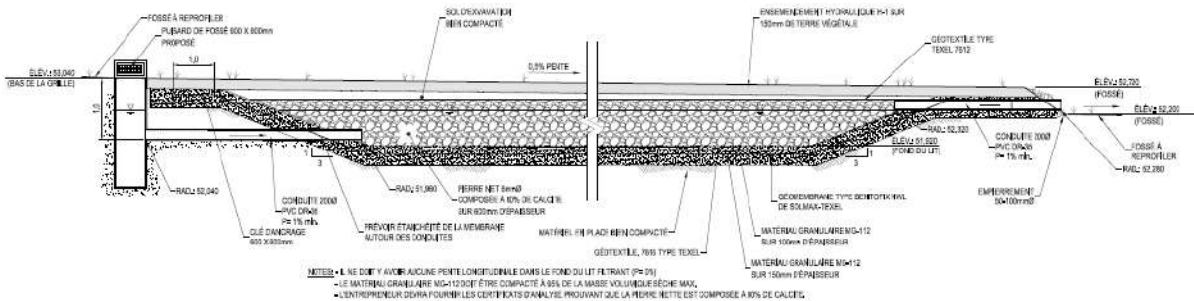
* Les unités de MECA et LF pourront fonctionner en série et/ou en parallèle

Détail du MECA et disposition des plantes – plantation avril 2011



- Le MECA compte sur plusieurs paliers et niveaux, ce qui satisfera les besoins en longueurs de racine/hauteur de plantes et en tolérance aux variations en niveau d'eau des plantes halophytes
- Chaque espèce a une fonction différente mais complémentaire
- D'autres plantes halophytes pourront être utilisées et étudiées

Détail du bassin de rétention et du lit filtrant



Université Laval 270, rue de l'Université Québec (Québec) G1V 2A4	
Matricule :	Dossier No. :
DESSAU	
2010-10-18	Brise pour convention
2010-10-18	Nature de modification
Sommaire :	Page :

Lit filtrant
 -30cm de calcite
 -Imperméabilisé au fond avec un géomembrane
 -Flux gravitaire

Détail du bassin de rétention et du lit filtrant – Début des opérations prévue pour fin mai 2011

16 mars 2011



5 mai 2011



20 avril 2011



Conclusions et travaux futures

- Selon nos essais toutes les plantes étudiées ont la capacité de bioabsorber le sel et d'autres contaminants.
- La calcite est aussi performante au niveaux de l'enlèvement des mêmes contaminants.
- L'essai pilote donnera des informations sur les besoin en entretien de chaque unité et sur les performances en terrain en fonction du temps, la manière optimale d'opérer les unités, essayer de nouvelles plantes.
- Un nouveau bilan massique de contaminants au niveau du BV sera fait afin d'évaluer l'efficacité combiné des actions de remédiation.
- Nos connaissance de matériaux et des plantes nous permettra de chercher d'autres applications.



Merci!



DESSAU

Département de génie civil



