

Rapport final réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert, sous-volet 11.1 – Appui à la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture

Implantation d'un marais filtrant pour capter le chlorpyrifos et le phosphore dans les eaux de surfaces et de drainage d'un champ cultivé en oignons en sol organique

Projet no: DATA-1-LUT-11-1549

Réalisé par :
Stéphanie Sanchez, biologiste
Catherine Thireau, agronome

DATE : 11 mars 2014

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.



Implantation d'un marais filtrant pour capter le Chlorpyrifos et le phosphore dans les eaux de surface et de drainage d'un champ cultivé en oignons en sol organique

Stéphanie Sanchez, biologiste et Catherine Thireau, agr.

Durée : 12/2011 – 03/2014

FAITS SAILLANTS

L'étude du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) sur une période de 2 ans, soit de 2005 à 2007, a révélé la présence d'une multitude de pesticides en concentrations élevées dans le ruisseau Gibeault Delisle, situé en Montérégie-Ouest. L'ampleur des dépassements des critères de qualité de l'eau était parfois importante, notamment dans le cas du chlorpyrifos, dont la concentration maximale était plus de 600 fois excédentaire à la valeur du critère de vie aquatique chronique. Ces concentrations élevées pourraient avoir des impacts sur les espèces aquatiques du ruisseau Gibeault-Delisle et sur celles du ruisseau Norton, où il se déverse (Giroux, Fortin, 2010).

Plusieurs études montrent l'efficacité d'aménagements particuliers visant à filtrer l'eau agricole (de surface et de drainage). Le principe est de se servir des caractéristiques du vivant (plantes, microflore, microfaune) dans un marais filtrant afin de diminuer la concentration du ou des polluants visés, présents dans les eaux en aval de l'ouvrage.

Ainsi, ce projet consistait à implanter un marais filtrant afin de diminuer la concentration du chlorpyrifos. L'implantation a été réalisée chez un producteur maraîcher qui cultive des oignons et qui applique les pesticides contenant cette molécule active (commercialisé sous le nom de Lorsban ou Pyrifos). Suite à la construction de l'ouvrage, un suivi d'efficacité a été réalisé sur 2 ans par le biais de plusieurs échantillonnages d'eau à divers points : 1) en amont afin de connaître les concentrations des molécules actives de pesticides provenant des eaux de ruissellement et de drainage, 2) après les 3 bassins de quenouilles et 3) en aval du marais. Les résultats des deux années de suivi démontrent des réductions notables des concentrations moyennes, toutes matières actives confondues, variant de 4 % (2012) et de 20 % (2013) à près de 100 %. Des prélèvements de sédiments des fosses ont également été réalisés avant la mise en fonction du marais, en fin de saison 2011, ainsi qu'au printemps 2012 et 2013. Ce projet aura permis d'évaluer le potentiel d'utilisation et d'efficacité d'un système naturel permettant de limiter l'impact de l'utilisation des pesticides sur les cours d'eau dans une zone intensive de production maraîchère en sol organique.

OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE

Le marais filtrant a été installé dans la partie basse non cultivée d'un champ en production maraîchère (voir figure 1). Le champ était en culture de laitue et d'oignon jaune en 2012 et 2013. Les plans ont été réalisés par la firme spécialiste Ecosphère, avec la collaboration de Georges Lamarre, ingénieur du MAPAQ en Montérégie-Ouest, et de Gerardo Gollo Gill (2011). La construction du marais a été effectuée sous la supervision de ces deux derniers et validée à la fin des travaux par l'ingénieur d'Ecosphère. À l'automne 2011, quatre bassins ont été creusés avec une fosse à sédiments à leur fin. Chaque bassin a été séparé par une mini

digue étanche afin de s'assurer que les effluents coulent par déversement dans le bassin suivant après un certain temps de rétention. Ce temps de rétention assure l'épuration des eaux à traiter (schéma à l'annexe 1).

Cette épuration est favorisée par la microfaune qui s'est développée autour des quenouilles plantées dans les trois premiers bassins. Afin d'assurer la survie de ces plantes, elles ont été prélevées dans le même écosystème, soit un fossé à proximité. Au printemps 2012, le dernier bassin a été ensemencé d'un mélange de plantes vivaces indigènes (alpiste roseau, agrostide rampante et blanche, trèfle blanc, fléole des prés, fétuque et pâturin des marais) assurant une filtration plus fine. Il est important de souligner que le butome à ombelle, une plante exotique, s'est développé dans les bassins de quenouilles et a dû être arraché en raison de son développement envahissant, autant en 2012 qu'en 2013.

Le marais est séparé du champ cultivé par une risberme et une rigole. Cette dernière récupère les eaux de ruissellement et, par l'intermédiaire d'un avaloir, rejoint les eaux de drainage dans un « trou d'homme ». À l'intérieur de celui-ci, une pompe submersible, type vide-cave, envoie les eaux à traiter par un drain situé dans la risberme, dans le premier bassin qui se situe en amont du marais. Les eaux filtrées du marais vont dans le cours d'eau via un petit bassin de sédimentation enroché.

La promotion de cette technologie a été réalisée en 2012 par le biais d'invitations à visiter le site à plusieurs intervenants du milieu. En 2013, le site a été visité par différents partenaires de recherche, tels les représentants de la Fondation de la Faune et de Syngenta, ainsi que par certains directeurs d'associations environnementales.

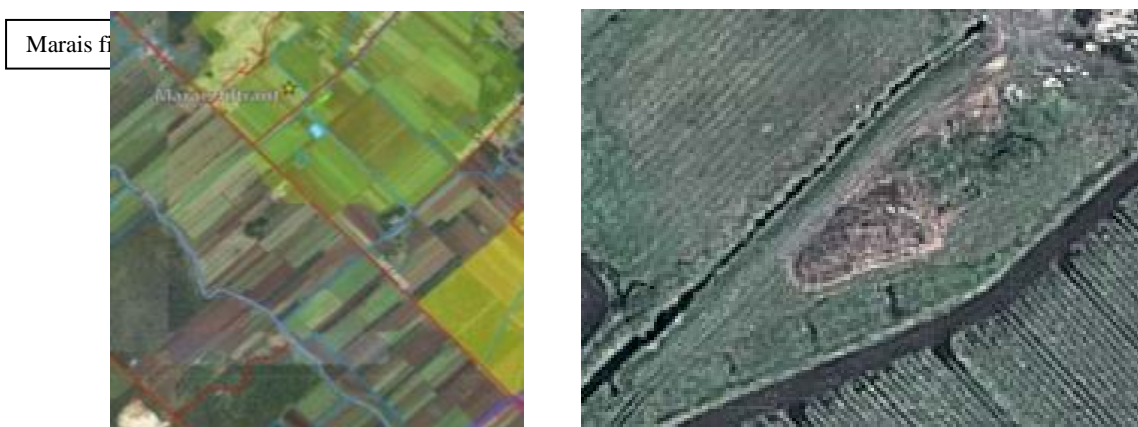


Figure 1 : emplacement du marais filtrant.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Les effluents

Parmi les 56 matières actives (m. a) de pesticides analysées, douze avaient été détectées dans les effluents en 2012 et treize l'ont été en 2013 (figures 2 et 3, ainsi que les tableaux en annexes 2 et 3). La majorité des m.a. détectées ont vu leurs concentrations moyennes diminuées de façon variable d'une molécule à une autre entre l'amont et l'aval du marais filtrant. En effet, la réduction allait de minimum 4 % en 2012 et 20 % en 2013 à

maximum 100 %. Théoriquement, les concentrations de chaque molécule active devraient diminuer progressivement entre les trois points d'échantillonnage, soit : le point aval devrait montrer des concentrations inférieures au « bassin 3 » qui devrait montrer des concentrations inférieures au point « amont ». Mais en 2012, toutes les m.a., mis à part le linuron et le chlorpyrifos, montraient une tendance inverse, c'est-à-dire une augmentation de concentration. Ceci a pu être occasionné par les conditions de sécheresse de la saison 2012 : manque de pluie, les molécules avaient été retenues par le sol et relarguées plus tard, sans concordance dans le temps entre les différents bassins. Ceci pouvait également être dû à la porosité du bassin, construit avec le sol naturel présent sur place. Notre collaborateur d'Ecosphère émettait plutôt comme hypothèse que les plantes et leur microfaune n'avaient pas encore atteint leur plein pouvoir de dégradation. Pour le suivi 2013, le même constat est observé, quoique le nombre de m.a. qui montre une augmentation est moindre. Trois m.a. d'herbicides (diméthénamide, diuron et linuron) et trois m.a. d'insecticides (carbaryl, chlorothalonil et diméthoate) ont montré une baisse de leur concentration entre un bassin situé plus en amont que l'autre. La saison 2013 a reçu plus de précipitations qu'en 2012 et les végétaux étaient mieux implantés. Ceci pourrait expliquer la différence observée entre les résultats des deux années de suivi. Malgré cela, les facteurs mentionnés précédemment ont également pu influencer les résultats de 2013. En 2012, le chlorpyrifos avait été détecté en amont, mais était absent en aval. Il est à noter qu'il n'a pas été détecté dans les échantillons prélevés en 2013, autant en amont qu'en aval. Ceci peut suggérer que le chlorpyrifos retrouvé par le MDDELCC lors de ses échantillonnages pouvait, à l'occasion, être d'origine accidentelle dû à une dérive ou encore suite à un nettoyage de pulvérisateur et non à une contamination provenant du champ.

Une application de chlorpyrifos granulaire (Lorsban) a été réalisée au moment du semis, à la fin d'avril 2013 (annexe 4 pour la liste complète des traitements réalisés).

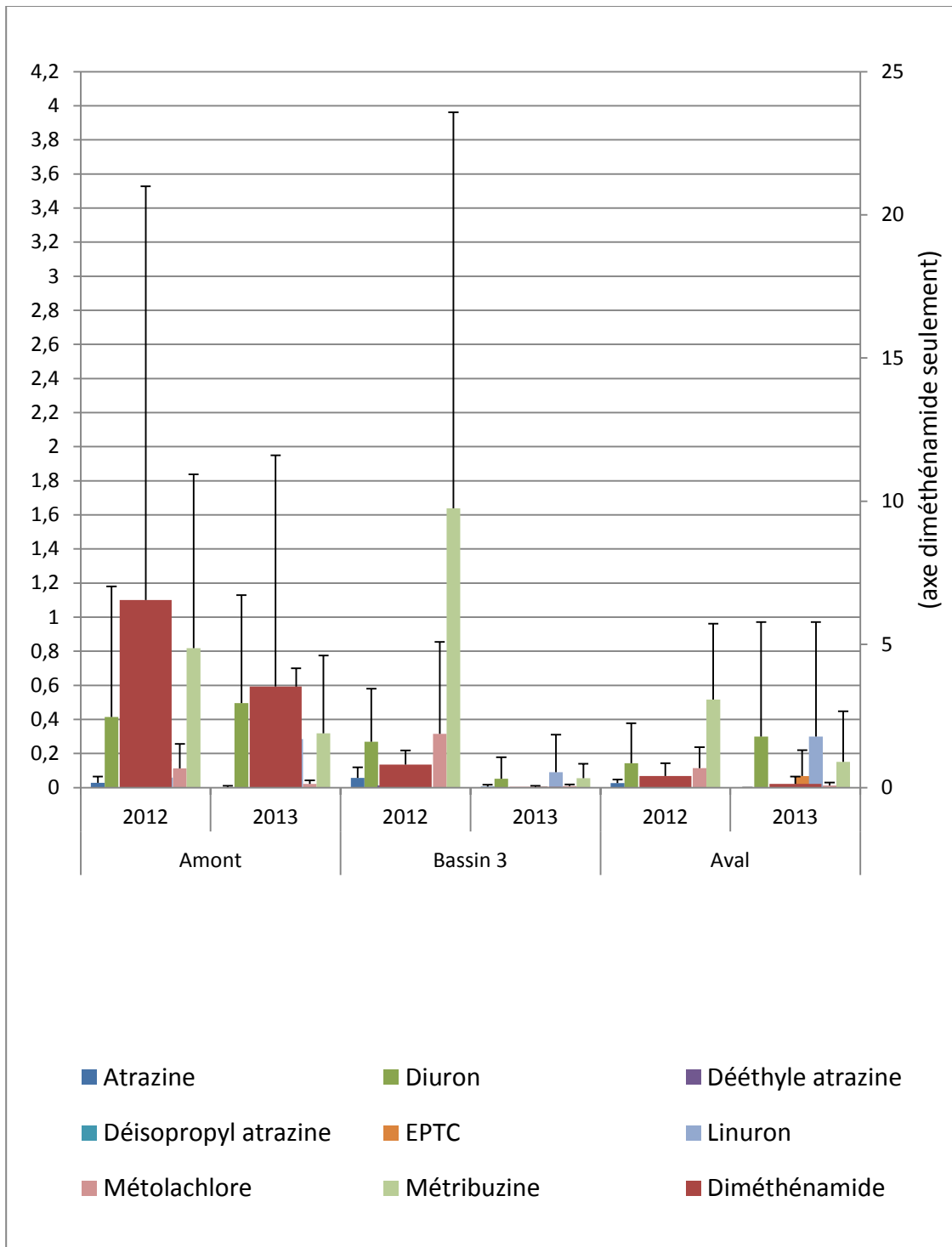


Figure 2 : Concentration (ug/L) des herbicides détectés lors des analyses (2012 et 2013)
 *Limite de détection minimale (LDM) des m.a. : atrazine (<0,02); diuron (<0,20); dééthyle atrazine (<0,02); déisopropyl atrazine (<0,02); EPTC (<0,03); linuron (<0,09); métolachlore (<0,01); métribuzine (<0,02); diméthénamide (<0,02)

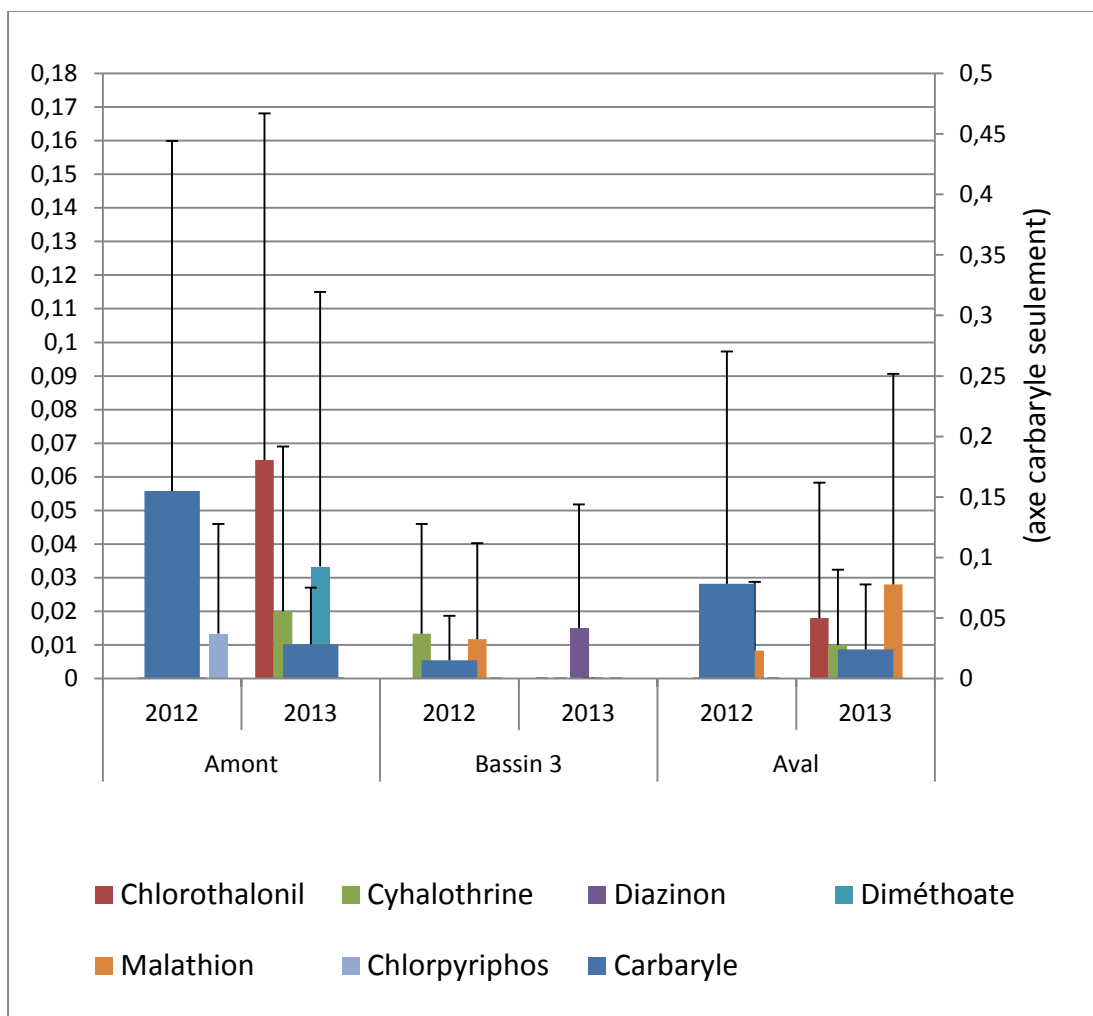


Figure 3 : Concentration (ug/L) des insecticides détectés lors des analyses (2012 et 2013)
 *Limite de détection minimale (LDM) des m.a. : chlorothalonil (<0,04); cyhalothrine (<0,04); diazinon (<0,03); diméthoate (<0,03); malathion (<0,01); chlorpyrifos (<0,02); carbylyle (<0,04)

Les sédiments

Aucune molécule n'avait été détectée dans les sédiments lors des analyses de 2012, que ce soit en début ou en fin de saison. Au printemps 2013, le chlorpyrifos, la cyhalothrine et le diméthénamide ont été retrouvés dans les prélèvements effectués en aval (figure 4). Ces résultats suggèrent que la fonte des neiges a pu entraîner des particules de sol chargées de m.a et que ces dernières ont été ajoutées au système, ou encore, qu'il y a eu contamination de l'échantillon par l'eau provenant de la rivière, en raison de la proximité de cette dernière avec l'aval du marais filtrant. Le point d'échantillonnage des sédiments est situé dans un bassin de sédimentation qui a été créé au bord de la rivière, le bassin étant au même niveau que la rivière, mais plus bas que le marais. Les résultats obtenus refléteraient donc une possible contamination de source externe.

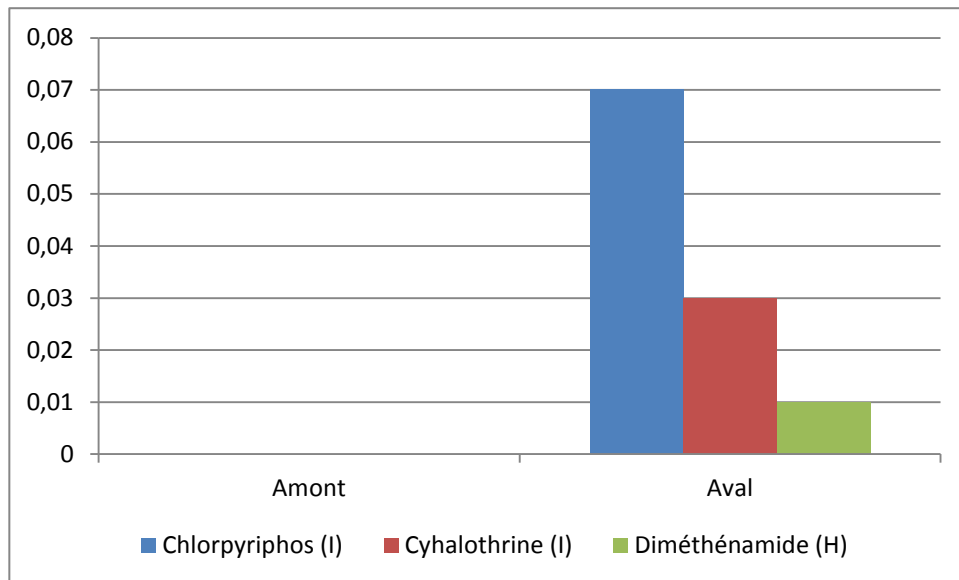


Figure 4 : Concentration (ug/L) des matières actives détectées dans les sédiments en date du 25 avril 2013

*LDM des m.a. : chlorpyrifos (<0,02); cyhalothrine (<0,04); diméthénamide (<0,02)

Des activités de sensibilisation ont été réalisées durant la durée du projet. Des bulletins du Norton ont été envoyés aux 75 producteurs du bassin versant « Terres Noires » du Norton afin de les informer des travaux effectués au cœur du bassin, mentionnant le suivi effectué au marais filtrant. L'Union des producteurs agricoles (UPA), qui agit à titre de coordination provinciale de projets de bassins versants, a présenté un article sur le marais filtrant dans son rapport d'activités 2011-2012 (rapport des projets de gestion intégrée de l'eau par bassin versant en milieu agricole, http://www.upa.qc.ca/SiteWeb_UPA/documents/DCVS/AgricultureEtSociete/Environnement/Documents/B%C3%A2tir%20Ensemble%20.pdf). Deux journées de démonstration ont permis de publiciser cette technologie à l'automne 2012. La première journée s'adressait aux intervenants du milieu agricole (conseillers de clubs, du MAPAQ et coordonnateurs de bassins versants) et la deuxième aux 75 producteurs du bassin. L'implantation du marais filtrant et ses résultats d'efficacité ont également été évoqués lors de plusieurs journées de conférence, telles que les journées horticoles de Saint-Rémi et de Joliette. En 2013, des visites ont été organisées pour différents intervenants.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET SUIVI À DONNER

Au terme de ce projet, les résultats obtenus permettent de conclure que l'implantation d'un marais filtrant à la ferme peut être une démarche environnementale viable pour améliorer la qualité de l'eau en milieu agricole. Une saison végétative avant la mise en fonction d'un marais filtrant serait nécessaire afin de permettre aux plantes de coloniser l'ensemble de la surface des bassins, permettant ainsi aux végétaux d'exercer leur plein potentiel d'efficacité l'année suivante.

La perméabilité du sol doit être analysée préalablement à l'implantation d'un tel système. Malgré la présence naturelle d'argile dans le fond des bassins et l'implantation de ce type de sol sur les côtés des bassins, comme suggéré par le spécialiste de la mise en place de marais filtrants, cette dernière n'a pas offert l'imperméabilité attendue pour l'obtention d'un

fonctionnement optimal du marais filtrant. Nonobstant les conditions climatiques qui ont prévalu, cet aspect a contribué au manque d'eau qui était régulièrement observé dans les bassins. Une meilleure application d'argile, fortement étanche de par sa nature, couplée ou non à une toile, devrait être envisagée afin d'éviter cette problématique.

Le manque d'eau pourrait également être pallié par la localisation du marais filtrant. L'emploi d'une pompe, tel que retenu dans le cadre de ce projet, ne s'avère pas la meilleure option. En effet, elle a dû être remplacée après un an de fonctionnement. Il serait préférable de choisir un site dont la pente naturelle favorise l'implantation de ce type d'aménagement. Il serait d'autant plus intéressant d'implanter le marais, lorsque possible, près d'une station de lavage des légumes afin d'acheminer les eaux de lavage vers l'amont du marais. Cette dernière option permettrait de surcroît d'éliminer les matières actives qui pourraient s'être retrouvées sur le légume en raison de l'adsorption de certaines matières actives avec les particules de sol. Le marais filtrant permettrait ainsi de purifier un plus grand volume d'eau avant que celle-ci soit retournée vers un cours d'eau. En conditions de sécheresse, cette option permettrait de pallier le manque d'eau dans le marais. Le concept de marais filtrant reste prometteur dans le contexte de production actuel. L'expérience acquise au cours de ce projet pourra permettre d'optimiser et de vulgariser un système naturel contribuant à limiter l'impact de la production maraîchère sur l'environnement, particulièrement pour la qualité de l'eau.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Stéphanie Sanchez, biologiste et Catherine Thireau, agr.

Club agroenvironnemental DataSol

111, Saint-Patrice

Sherrington (Québec) J0L 2N0

Tel. 450-454-3992

Fax. 450-454-5216

ssanchez@prisme.ca

cthireau@prisme.ca

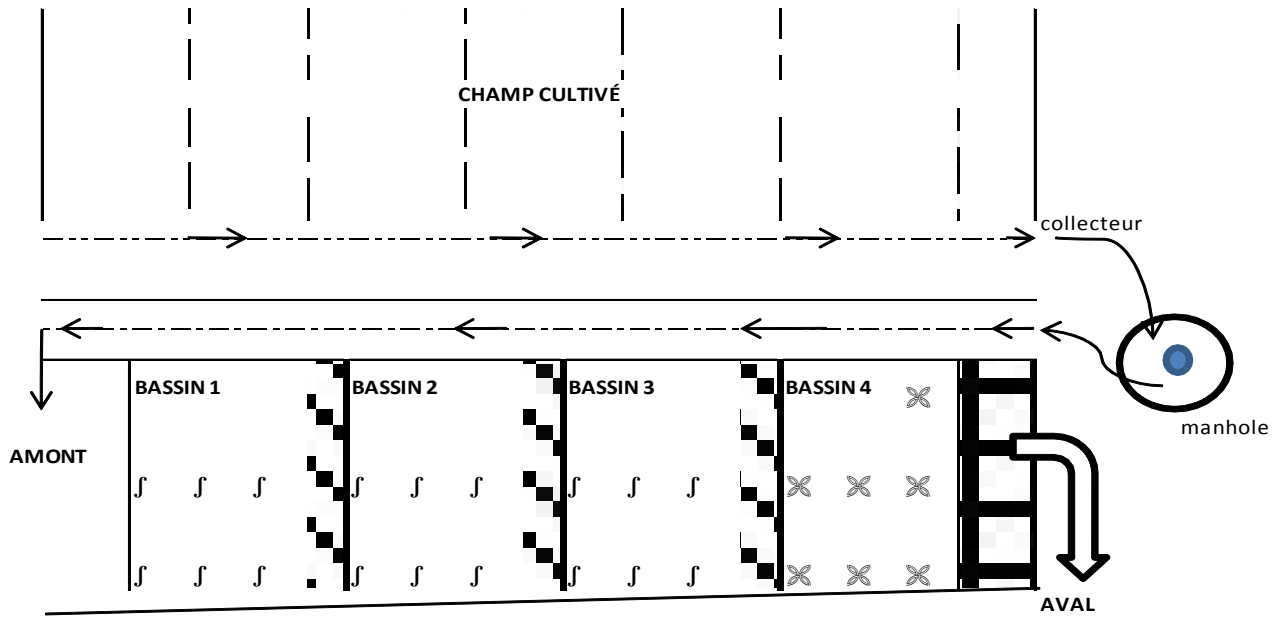
www.prisme.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert, sous-volet 11.1 – Appui à la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture avec une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Nous tenons également à remercier Le Maraîcher A. Barbeau & fils pour leur implication dans ce projet et notre collaborateur Ecosphère.



ANNEXE 1 : Schéma du marais filtrant



LÉGENDE:

⊗ mélange de vivaces indigènes

∫ quenouilles

— digue étanche

┌ fosse à sédiments

└ fosse empiéré

● sunpump

— drain

ANNEXE 2 : Pourcentage de diminution des concentrations des matières actives analysées
entre les différents bassins, saison 2012

	Date	% réduction en amont VS bassin3	% réduction bassin 3 VS aval	% réduction amont VS aval
HERBICIDES				
Atrazine	05-23-2012	-100,00	33,33	-33,33
	06-06-2012	— 169 900,00	82,35	-29 900,00
	07-18-2012	33,33	33,33	55,56
	07-25-2012	0,00	0,00	0,00
Dééthyle atrazine	06-06-2012	-79 900,00	99,88	0,00
Déisopropyl atrazine	06-06-2012	-39 900,00	99,75	0,00
Diméthénamide	05-16-2012	-252,38	99,99	99,95
	05-23-2012	67,50	40,00	80,50
	06-06-2012	-308,70	84,04	34,78
	07-18-2012	95,56	31,25	96,94
	07-25-2012	5,68	4,82	10,23
	10-16-2012	-49 900,00	40,00	-29 900,00
Diuron	07-18-2012	67,37	50,00	83,68
	07-25-2012	-6,78	12,70	6,78
	10-16-2012	— 369 900,00	99,97	0,00
Linuron	05-23-2012	99,96	0,00	99,96
	06-06-2012	99,90	0,00	99,90
Métolachlore	05-23-2012	-40,00	42,86	20,00
	06-06-2012	-3400,00	81,43	-550,00
	07-18-2012	50,00	18,75	59,38
	07-25-2012	7,41	-4,00	3,70
	10-16-2012	-9900,00	99,00	0,00
Métribuzine	05-23-2012	40,91	42,31	65,91
	06-06-2012	-6100,00	91,94	-400,00
	07-18-2012	20,00	25,00	40,00
	07-25-2012	0,00	4,92	4,92
	10-16-2012	— 119 900,00	41,67	-69 900,00
INSECTICIDES				
Carbaryle	07-18-2012	99,95	0,00	99,95
	07-25-2012	99,99	— 469 900,00	34,72
	10-16-2012	-89 900,00	99,89	0,00
Chlorpyrifos	07-18-2012	99,88	0,00	99,88
Cyhalothrine	07-18-2012	-79 900,00	99,88	0,00
Malathion	07-18-2012	-69 900,00	28,57	-49 900,00

Prendre note : Lorsque la donnée d'analyse est inférieure à la limite de dilution, une valeur de 0.0001 a été donnée afin de réaliser les pourcentages. Lorsque la donnée de pourcentage de réduction est négative, cela signifie que la concentration a augmenté.

ANNEXE 3 : Pourcentage de diminution des concentrations des matières actives analysées
entre les différents bassins, saison 2013

	Date	% réduction en amont VS bassin3	% réduction bassin 3 VS aval	% réduction amont VS aval
HERBICIDES				
Atrazine	2013-05-22	0,00	1900,00	95,00
	2013-06-11	-900,00	900,00	0,00
Diméthénamide	2013-04-25	98,00	0,00	98,00
	2013-05-22	0,00	3900,00	97,50
	2013-06-11	53,13	50,00	68,75
	2013-07-10	99,90	1900,00	100,00
	2013-07-24	99,88	0,00	99,88
	2013-10-24	0,00	-95,00	-1900,00
Diuron	2013-07-10	99,79	0,00	99,79
	2013-07-24	69,00	-79,33	-50,00
	2013-10-24	99,93	0,00	99,93
EPTC	2013-07-24	0,00	-99,71	-33 900,00
Linuron	2013-06-11	99,97	0,00	99,97
	2013-07-10	99,88	0,00	99,88
	2013-07-24	35,71	-64,00	-78,57
Métolachlore	2013-05-22	0,00	1900,00	95,00
	2013-06-11	-33,33	0,00	-33,33
	2013-07-10	75,00	900,00	97,50
	2013-07-24	80,00	-75,00	20,00
Métribuzine	2013-06-11	0,00	72,73	42,11
	2013-07-10	79,57	533,33	96,77
	2013-07-24	100,00	-100,00	22,73
INSECTICIDES				
Carbaryle	2013-07-10	99,09	0,00	99,09
	2013-07-24	98,33	0,00	98,33
	2013-10-24	0,00	-99,17	-11 900,00
Chlorothalonil	2013-07-10	99,38	0,00	99,38
	2013-07-24	99,57	-98,89	60,87
Cyhalothrine	2013-10-24	99,17	-98,00	58,33
Diazinon	2013-05-22	-8900,00	8900,00	0,00
Diméthoate	2013-07-24	99,50	0,00	99,50
Malathion	2013-07-24	0,00	-99,29	-13 900,00

Prendre note : Lorsque la donnée d'analyse est inférieure à la limite de dilution, une valeur de 0.0001 a été donnée afin de réaliser les pourcentages. Lorsque la donnée de pourcentage de réduction est négative, cela signifie que la concentration a augmenté.

ANNEXE 4 : Traitements pesticides effectués dans le champ adjacent au marais filtrant

Saison 2013

Culture	Date	Produit	Matière active	Dose
Oignon jaune	29 avril	LORSBAN	chlorpyrifos	16.8 kg/ha
	7 mai	PARDNER	bromoxynil	0.5 L/ha
	11 mai	PROWL H ₂ O	<u>pendiméthaline</u>	5.5 L/ha
	21 mai	VENTURE	<u>fluazifop-P-butyl</u>	0.8 L/ha
	5 juin	GOAL	<u>oxyfluorène</u>	495 mL/ha
	5 juin	DITHANE	mancozèbe	2.5 kg/ha
	5 juin	DIBROM	naled	550 mL/ha
	10 juin	RIPCORD	<u>cyperméthrine</u>	175 mL/ha
	14 juin	DIBROM	naled	550 mL/ha
	14 juin	DITHANE	mancozèbe	2.5 kg/ha
	25 juin	GOAL	<u>oxyfluorène</u>	495 mL/ha
	8 juillet	DITHANE	mancozèbe	2.5 kg/ha
	8 juillet	BRAVO	<u>chlorothalonil</u>	2.5 L/ha
	11 juillet	DITHANE	mancozèbe	2.5 kg/ha
	11 juillet	SCALA	<u>pyriméthanil</u>	1.97
	22 juillet	BRAVO	<u>chlorothalonil</u>	2.5 L/ha
	22 juillet	DITHANE	mancozèbe	2.5 kg/ha
	25 juillet	DIBROM	naled	550 mL/ha
	6 août	DITHANE	mancozèbe	2.5 kg/ha
	6 août	BRAVO	<u>chlorothalonil</u>	2.5 L/ha
6 août	DELEGATE	<u>spinétorame</u>	325 g/ha	

Laitue	6 juin	MATADOR	<u>lambda-cyhalothrine</u>	83 mL/ha
	14 juin	REVUS	<u>mandipropamide</u>	495 mL/ha
	19 juin	RIPCORD	<u>cyperméthrine</u>	175 mL/ha
	27 juin	BELEAF	<u>flonicamide</u>	170 mL/ha
	27 juin	ZAMPRO	<u>amétoctradine+diméthomorphe</u>	988 mL/ha