

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

**TITRE DU PROJET :**

Mise en place d'un bio filtre à la ferme.

**NUMÉRO DU PROJET :**

PHYD-1-11-1574

Réalisé par :

Stéphanie Sanchez, biologiste

Catherine Thireau, agronome

DATE : 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



# Mise en place d'un biofiltre à la ferme

Stéphanie Sanchez, biologiste, et Catherine Thireau, agronome.

Durée : 03/2012 – 03/2014

## FAITS SAILLANTS

Une étude d'Isabelle Giroux du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, publiée en 2010, révélait la présence de plus de 36 pesticides et produits de dégradation dans le ruisseau maraîcher Gibeault Delisle, situé en Montérégie Ouest. Il s'agissait du premier cours d'eau étudié par ce ministère qui dépasse les critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique pour tous les échantillons. La compagnie de recherche Phytodata a participé à la mise en place d'un biofiltre chez Les Fermes R.R. & Fils, entreprise située au sein du bassin versant du Gibeault Delisle. Ce système permet de récupérer les effluents résultants de la pollution accidentelle survenant lors du remplissage, du lavage ou du rinçage des pulvérisateurs, selon certaines études européennes (Pussemier et al, 2004; Beernaert et al, 2001). Toujours selon ces études, 70 % des pesticides présents dans les cours d'eau proviendraient de cette pollution accidentelle.

L'objectif premier de ce projet était de valider l'efficacité du biofiltre en conditions québécoises. Ce système consiste en 3 récipients contenant un mélange de paille, de compost et de terre provenant du champ et par lesquels transigent les eaux de rinçage du pulvérisateur. D'après la bibliographie existante, et à la lumière des résultats obtenus dans ce projet, le biofiltre permet de diminuer de 80 à 90 % la concentration des matières actives de l'eau de rinçage, remplissage et lavage. Les résultats des échantillons prélevés à l'entrée et à la sortie du biofiltre ont permis de confirmer son efficacité. Les premiers résultats démontrent que des 56 molécules de pesticides analysées, 7 ont été détectées et filtrées de 96 à 100 %. En 2013, deux nouveaux biofiltres ont été mis en place dans l'optique de mesurer l'impact de la provenance du sol utilisé dans le biofiltre, la nécessité d'utilisation du compost avec la terre organique ainsi que l'impact de l'humidité du substrat. Les résultats montrent que l'efficacité demeure, mais que certains de ces aspects doivent être raffinés. De construction simple et peu onéreuse, le biofiltre est facilement transférable chez d'autres producteurs agricoles. Malgré des résultats concluants, des paramètres tels que l'humidité du substrat et la nature du compost doivent faire l'objet de recherches supplémentaires afin d'optimiser l'efficacité du biofiltre.

## OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE

Ce projet, qui a pour but de réduire la migration des pesticides dans les cours d'eau, se base sur l'efficacité d'un bioépurateur type « biofiltre » développé par le Centre de Recherche de Wallonie en Belgique. Cette technologie étant simple et peu onéreuse, elle peut facilement être adoptée par un grand nombre de producteurs. L'implantation du système débute par l'installation d'un réservoir enterré qui permet de récupérer les eaux de rinçage, de lavage et de remplissage du pulvérisateur. Une pompe située dans le réservoir permet d'envoyer les eaux vers le biofiltre, qui peut être composé d'une ou de deux colonnes filtrantes. Chaque

colonne est constituée de 3 bacs étanches superposés et habituellement remplis du substrat suivant : du compost (1/4 du volume) afin de nourrir les microorganismes qui dégradent les pesticides; de la paille (1/4) afin d'aérer le mélange, et de la terre provenant du champ cultivé (1/2 du volume) qui contient les microorganismes spécifiques pouvant dégrader les pesticides utilisés dans ce champ.

En 2013, deux biofiltres se sont ajoutés au projet afin de comparer différents mélanges de substrat dans les colonnes. Les sous-objectifs de l'année 2013 étaient d'évaluer l'impact de l'humidité du substrat, la nécessité d'ajouter du compost au substrat et l'importance de la provenance du sol sur l'efficacité du biofiltre. Les caractéristiques des trois sites à l'essai sont présentées au tableau 1.

Les bacs avec géotextile n'ont pas offert un bon égouttement; le mélange se compactait, et malgré le perçage de la toile géotextile au début du mois de juillet, la percolation ne s'effectuait plus. C'est pour ces raisons que les toiles géotextiles ont été retirées et remplacées par un drain. Deux dates d'échantillonnage (juin et juillet 2013) n'ont pas été considérées pour l'analyse des résultats du site 2, car le substrat a dû être brassé en raison de sa compaction. La bâche perméable du site 3 n'a pas présenté cette problématique; elle n'a donc pas été remplacée.

En 2012, les résultats obtenus pour la 2<sup>e</sup> colonne, mise en fonction qu'à la fin août, ont permis de démontrer qu'il était essentiel de mettre en fonction les 2 colonnes et non pas qu'une seule. Les augmentations des concentrations de pesticides notées entre l'amont et l'aval étaient sans doute attribuables à un substrat trop sec, créant ainsi une barrière pour le liquide reçu. Ce dernier n'aurait pas pénétré dans le substrat, mais ce serait plutôt accumulé en surface, et avec la chaleur, la partie eau de ces flaques se serait évaporée. Ce phénomène concentrerait les molécules actives et expliquerait l'augmentation de concentration entre l'amont et l'aval du biofiltre. La seconde hypothèse pourrait être due au manque d'humidité du substrat, rendant ainsi inactifs les microorganismes qui dégradent les pesticides. Afin d'éviter l'assèchement de l'une des colonnes, les deux colonnes de chacun des sites ont été utilisées en 2013.

Tableau 1 : Caractéristiques des 3 sites

	SITE 1 - St-Michel, Qc		SITE 2 - Sherrington, Qc		SITE 3 - Napierville, Qc	
	Colonne 1	Colonne 2	Colonne 1	Colonne 2	Colonne 1	Colonne 2
Dispositif au fond des bacs	drain	géotextile	drain	drain	drain	bâche plastique perméable
Mélange	¼ compost ¼ paille ½ terre	¼ compost ¼ paille ½ terre	½ paille ½ sol site 1	½ paille ½ sol site 2	½ paille ½ sol site 1	½ paille ½ sol site 3

Toutes les analyses de pesticide ont été réalisées tel que prévu, mis à part l'échantillon d'eau et de sol du mois de novembre. Comme mentionné dans le rapport d'étape, voulant connaître l'effet de l'hiver sur la capacité de dégradation ou d'accumulation du mélange, les échantillons de novembre étaient reportés au printemps suivant. Les derniers échantillons seront réalisés au printemps 2014, au moment du dégel.

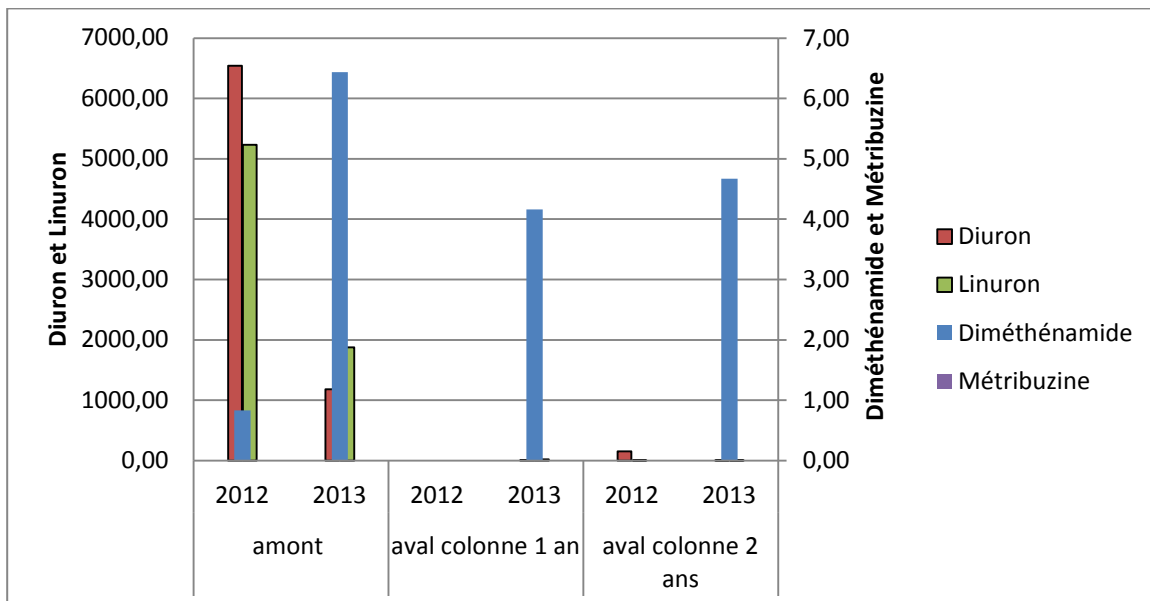
Les volumes d'effluents traités en 2013 sont d'approximativement de 3500 litres pour le site 1, 1,9000 litres pour le site 2, et de 12 000 L pour le site 3.

## RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

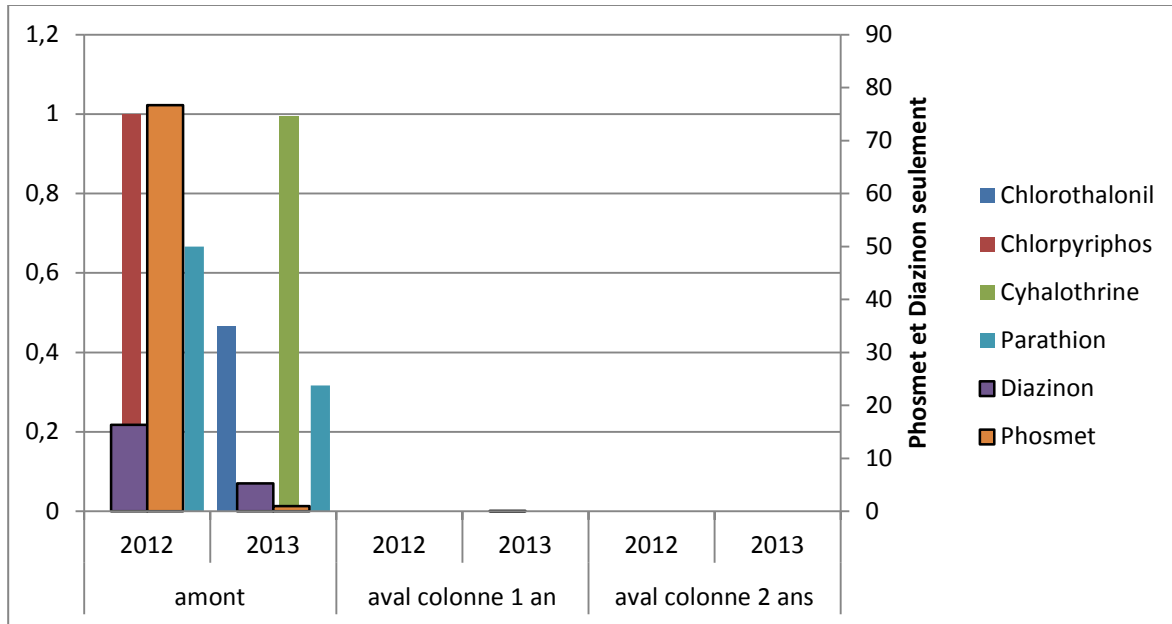
Les résultats de la première année avaient montré qu'une proportion des pesticides utilisés avait été détectée et filtrée de 96 à 100 %, en raison du choix du type d'analyse. Effectivement, en raison du coût élevé des analyses de laboratoire, le type d'analyse retenu était le CROP du MDDEP, qui regroupait le plus grand nombre de pesticides utilisés, soit 7. La capacité de dégradation du biobac a été vérifiée en sélectionnant certains pesticides. Le choix des pesticides analysés a été basé sur leur fréquence d'utilisation (la plus élevée), leur dosage (le plus élevé), leur persistance dans l'eau (la plus élevée) et leur constante d'adsorption sur le carbone organique (le plus faible) afin d'augmenter les chances de détection dans le lixiviat de sortie. Notons que le chlorothalonil et le linuron correspondent à plusieurs de ces caractéristiques et devraient représenter de bons indicateurs de la capacité de dégradation du biobac. Le balayage effectué sur les échantillons d'eau a été le même balayage sélectionné pour les pesticides organophosphorés (in situ) du Centre d'Expertise en Analyse environnementale du MDDEP. Ce balayage comprend l'analyse de 43 produits, et plusieurs de ces produits sont utilisés chez les producteurs visés par le projet d'après leurs diagnostics pesticides « gestion des pesticides et des ennemis de cultures » : carbaryl, chlorothalonil, chlorpyrifos, cyhalothrine, cyperméthrine, diazinon, diméthénamide, diméthoate, linuron, malathion, métolachlore, métribuzine, myclobutanil, phosmet, etc. Un tableau résumé des résultats d'analyses de 2013 (moyennes des concentrations des matières actives détectées en µg/L) est présenté à l'annexe 1.

Les résultats du site 1, en fonction pour une deuxième année consécutive, montrent que le biofiltre a, une fois de plus, bien répondu en termes d'efficacité sous nos conditions (voir graphiques 1 et 2). Les résultats des fongicides ne sont pas présentés sous forme de graphique puisque seule la pyraclostrobine a été détectée et qu'elle a été filtrée à 100 %.

Graphique 1 : Concentrations moyennes des matières actives d'herbicides détectées (µg/L)



Graphique 2 : Concentrations moyennes des matières actives d'insecticides détectées ( $\mu\text{g/L}$ )



### La provenance du sol

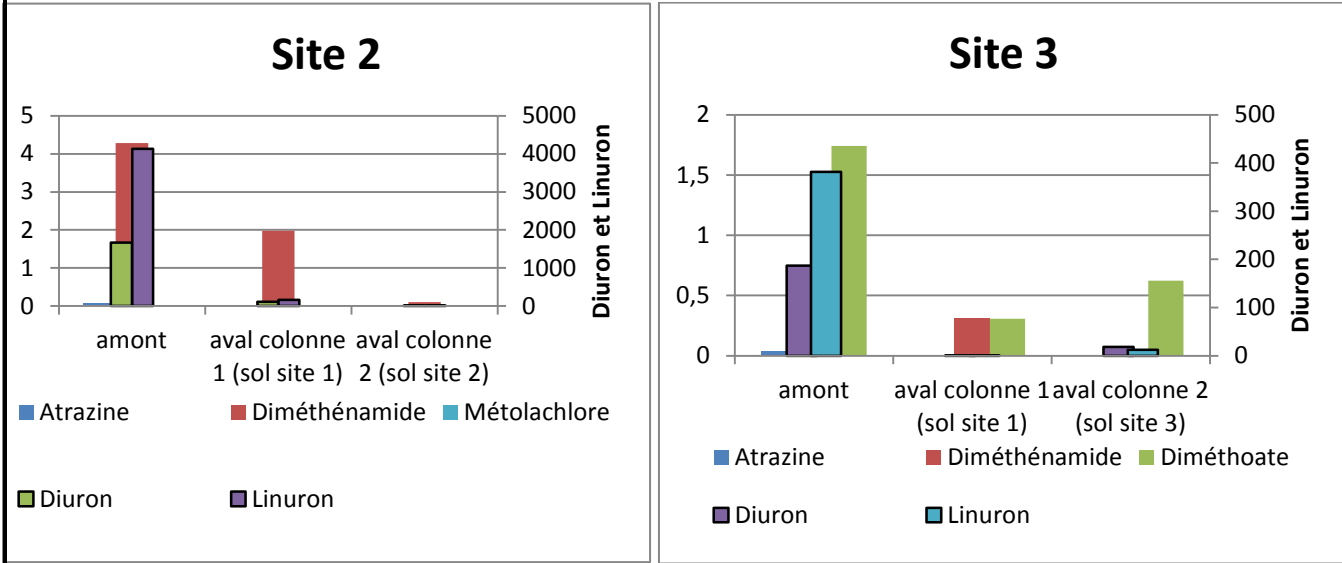
Le sol du site 1 a été employé pour la composition de la colonne 1 pour les sites 2 et 3 afin de mesurer l'impact de la provenance du sol sur l'efficacité du biofiltre. Les résultats obtenus à la suite de cette première année montrent quelques différences en termes d'efficacité, tel qu'observé dans les graphiques 3, 4 et 5.

Au site 2, les résultats de la diminution des concentrations des matières actives, autant pour les herbicides, les insecticides que les fongicides, sont plus importants avec son propre sol. Le sol provenant du site 1 a été moins performant en termes de réduction.

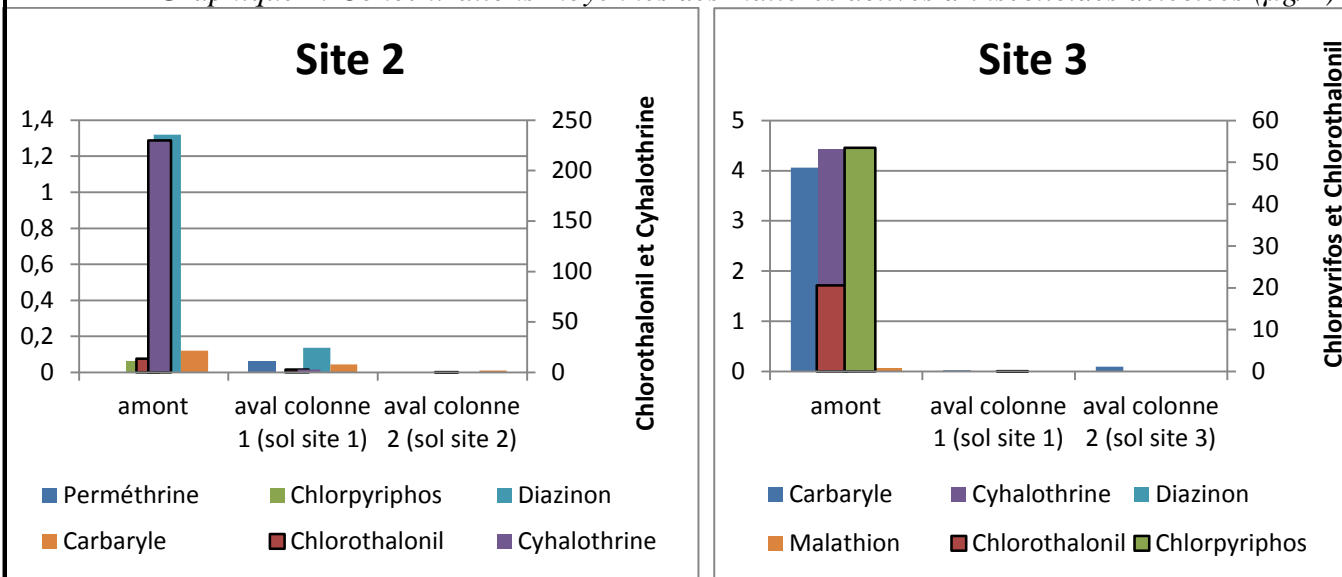
Au site 3, la diminution des concentrations des herbicides est plus importante avec le sol provenant du site (graphique 3). Concernant les fongicides, la performance des deux sols est la même (graphique 5), tandis que pour les insecticides (graphique 4), le résultat dépend des molécules.

L'éluant présente des concentrations moindres pour le chlorpyrifos après avoir été filtré par son propre sol comparativement au sol du site 1. Le contraire est observé pour la molécule carbaryle. Pour les autres molécules, soit le chlorothalonil, le cyhalothrine, le diazinon et le malathion, les performances des deux sols sont égales puisque la provenance du sol est une variable qui n'a été à l'étude qu'une seule saison et que les sites 2 et 3 ne montrent pas la même tendance. Il est impossible de statuer en ce qui concerne la variable provenance du sol.

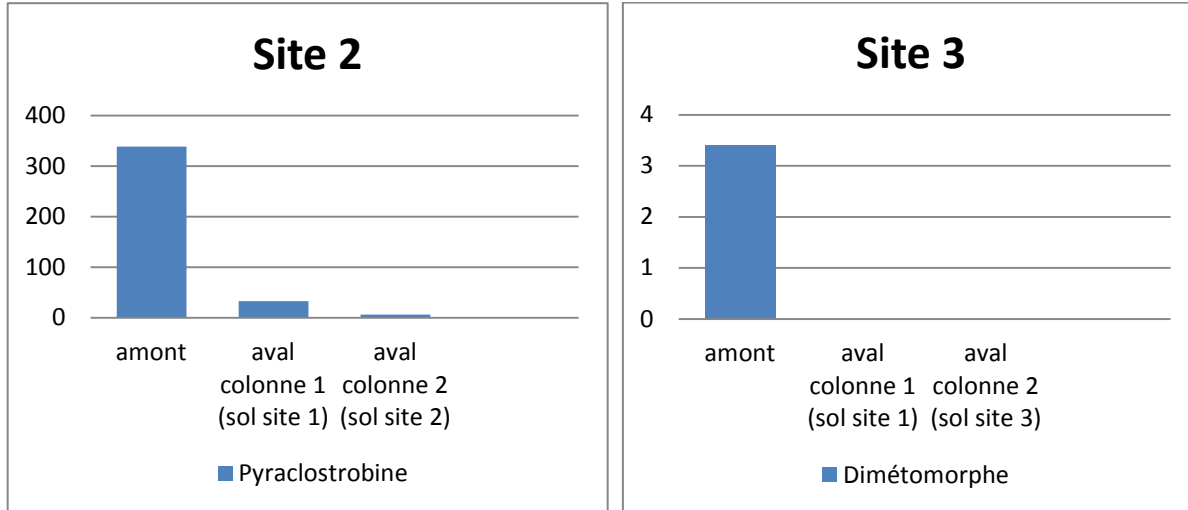
Graphique 3: Concentrations moyennes des matières actives d'herbicides détectées ( $\mu\text{g/L}$ )



Graphique 4: Concentrations moyennes des matières actives d'insecticides détectées ( $\mu\text{g/L}$ )



Graphique 5: Concentrations moyennes des matières actives de fongicides détectées ( $\mu\text{g/L}$ )



### La gestion de l'humidité

Les fonds des bacs composant les colonnes ne sont pas tous identiques, et ce, pour chacun des sites. À la lumière des résultats obtenus, aucune composante ne se démarque d'une autre pour l'efficacité du biofiltre. La filtration des matières actives est semblable, que ce soit avec un drain, une toile géotextile ou une bâche perméable qui soit en place (voir graphiques à l'annexe 2). Cependant, l'emploi de la toile géotextile est à proscrire en raison des problématiques rencontrées au site 2, tel que mentionné précédemment.

### Nécessité de la partie compost

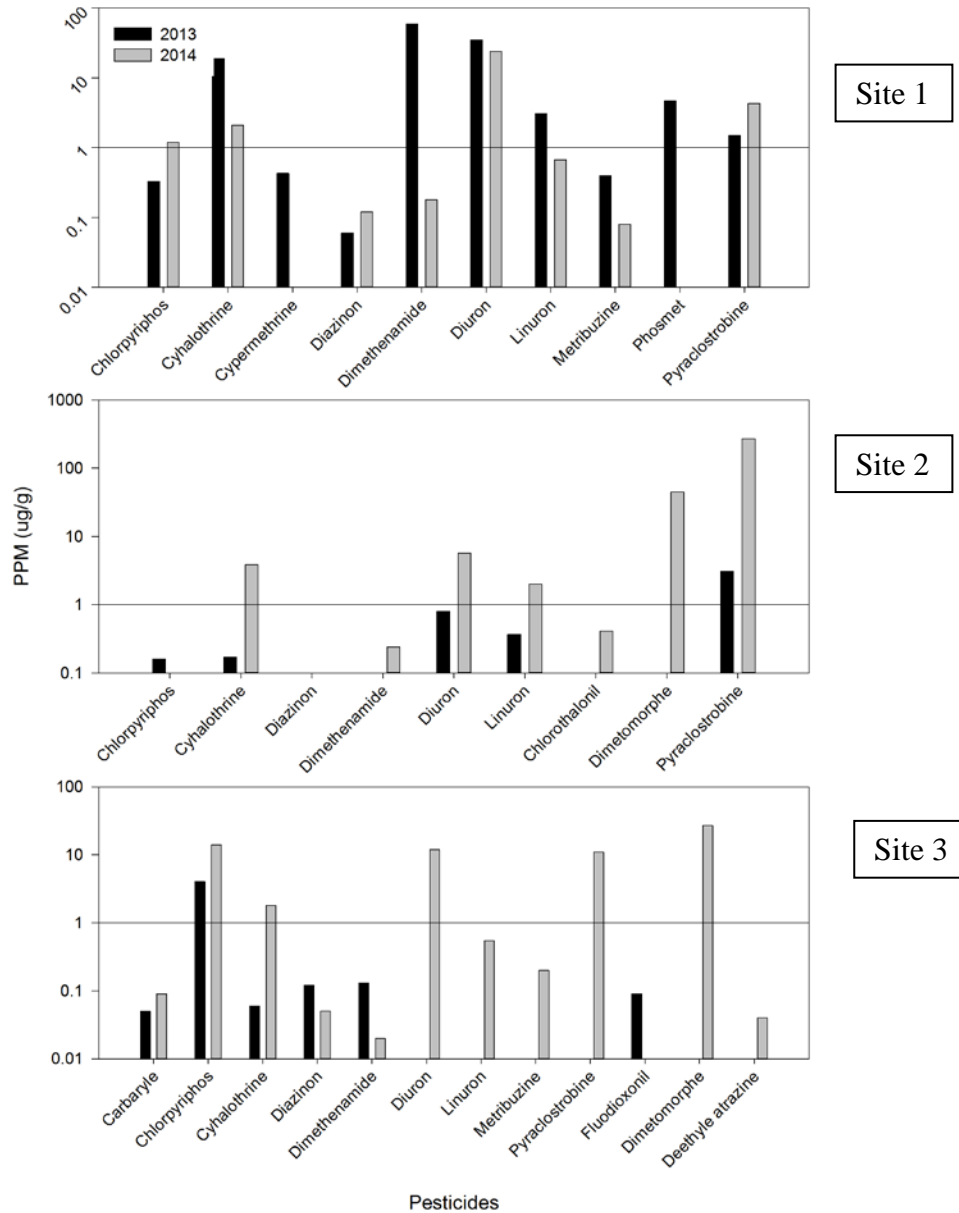
Une partie de compost est incorporée au mélange sol – paille lors de l'élaboration du mélange. Cette matière n'est ajoutée au mélange qu'à la première année d'utilisation du biofiltre. Avec l'ajout des 2 nouveaux biofiltres en 2013, une hypothèse visait à vérifier si la partie compost en présence de sol organique était nécessaire en raison du pourcentage élevé de matière organique de ce type de sol. Les diminutions de concentration de pesticides obtenues, communes aux trois sites, sont présentées à l'annexe 3. Les résultats permettent de constater que le compost n'apparaît pas nécessaire lorsque le sol est de type organique.

### Analyse du substrat des biofiltres

Un échantillon du substrat du bac supérieur des colonnes a été prélevé au printemps 2013 et 2014. Les résultats montrent que les concentrations de même que les matières actives détectées sont variables selon les sites. Pour le site 1, les échantillons reflètent les concentrations de matières actives après la première et la deuxième année de filtration, tandis que les échantillons du site 2 et 3 ont été prélevés avant la mise en fonction du biofiltre et après une année de filtration. Avec ces résultats, il est possible d'évaluer réellement l'efficacité de dégradation du biofiltre. D'après les études belges, le biofiltre accumule plus de matières actives qu'il n'en dégrade lors des premières années de fonctionnement. Avec le temps, les microorganismes se multiplient et dégradent plus efficacement les pesticides. En effet, les résultats obtenus montrent cette tendance pour le bac supérieur des colonnes. Les concentrations des matières actives présentes dans le substrat augmentent après une année de

filtration, comparativement au même substrat qui n'a pas encore filtré d'effluents (Graphique 6, site 2 et site 3). Par contre, les concentrations diminuent après deux années de filtration (graphique 6, site 1).

Graphique 6 : Résultats des analyses du substrat (concentration en µg/g) – mai 2013 et mai 2014 des sites 1, 2 et 3



### Sensibilisation

Plusieurs producteurs se sont montrés intéressés lors des journées horticoles de St-Rémi, autant en 2012 qu'en 2013. L'intérêt et les questions posées lors de journées de conférences et de démonstrations démontrent l'engouement d'un grand nombre de producteurs pour l'adoption de cette technologie.



## **APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET SUIVI À DONNER**

Au terme de ce projet, il ne fait aucun doute que le biofiltre fonctionne bien sous nos conditions. Les résultats obtenus sont satisfaisants, malgré quelques rares données aberrantes. Les variables provenance du sol, gestion de l'humidité et nécessité de la partie compost n'ont été étudiées qu'une seule année et des analyses supplémentaires seront nécessaires afin d'optimiser le fonctionnement du biofiltre. Les résultats des analyses du substrat permettent de conclure que le biofiltre dégrade les matières actives après deux ans d'utilisation et qu'il y a accumulation des concentrations la première année de fonctionnement. Une nouvelle demande de financement a récemment été déposée en ce sens au programme Innov'action. Il est primordial de mieux connaître l'impact des différentes composantes du biofiltre qui mèneront à son plein potentiel de fonctionnement. La fabrication se doit d'être figolée afin que le transfert technologique soit parfaitement adapté et que l'implantation des biofiltres à la ferme soit un succès.

## **POINT DE CONTACT POUR INFORMATION**

Catherine Thireau, agronome, et Stéphanie Sanchez, biologiste  
Compagnie de recherche Phytodata inc.  
291, rue de la coopérative  
Sherrington, Québec  
J0L 2N0  
Tel. 450-454-3992  
Fax. 450-454-5216  
[cthireau@prisme.ca](mailto:cthireau@prisme.ca)  
[ssanchez@prisme.ca](mailto:ssanchez@prisme.ca)  
[www.prisme.ca](http://www.prisme.ca)

## **AUTRES TRAVAUX OU RÉFÉRENCES SUR LE SUJET**

Pussemier L. Self-made biofilters for on-farm clean-up of pesticides wastes. Outlooks on Pest Management – April 2004;  
Beernaerts S.; Debongnie Ph.; De Vleeschouwer C.; Delvaux A. Réduction de la présence de résidus de produits phytosanitaires dans un petit bassin agricole belge. Ingénieries- Eau-Agriculture-Territoires, No spécial 2001 phytosanitaires : transfert, diagnostic et solutions correctives, 135-142)

## **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 Les Fermes R.R & Fils Inc., Les Fermes Leclair & Frères et Delfland Inc. pour avoir fourni les sites d’essais et pour leur implication dans ce projet ainsi que nos collaborateurs de AAC Saskatchewan et du CRA W de Belgique

ANNEXE 1 : Tableaux résumé des résultats d'analyses pour les 3 sites (2013)  
Moyennes des concentrations des matières actives détectées en µg/L

## HERBICIDES

	Matière active	amont	aval colonne 1	aval colonne 2	% réduction colonne 1	% réduction colonne 2
Site 1	Diméthénamide	6,43	4,16	4,67	35,31	27,41
	Diuron	1180,00	9,37	4,54	99,21	99,62
	Linuron	1878,33	19,64	1,73	98,95	99,91
	Métribuzine	0,00	0,00	0,02		
Site 2	Atrazine	0,06	0,00	0,00	100,00	100,00
	Diméthénamide	4,28	1,98	0,10	53,83	97,62
	Diuron	1668,00	116,60	8,96	93,01	99,46
	Linuron	4128,00	165,08	7,96	96,00	99,81
	Métolachlore	0,00	0,00	0,00		
Site 3	Atrazine	0,04	0,00	0,00	100,00	100,00
	Diméthénamide	0,00	0,31	0,00		
	Diméthoate	1,74	0,31	0,62	82,43	64,29
	Diuron	186,80	0,06	18,54	99,97	90,07
	Linuron	381,60	0,14	12,60	99,96	96,70

## INSECTICIDES

		amont	aval site 1 (1 an)	aval site 1 (2 an)	% réduction 1	%réduction 2
Site 1	Chlorothalonil	0,47	0,00	0,00	100,00	100,00
	Chlorpyrifos	0,20	0,00	0,00	100,00	100,00
	Cyhalothrine	1,00	0,00	0,00	100,00	100,00
	Diazinon	5,27	0,00	0,00	99,94	100,00
	Parathion	0,32	0,00	0,00	100,00	100,00
	Phosmet	1,00	0,06	0,02	94,33	98,50
Site 2	Perméthrine	0,00	0,06	0,00		
	Chlorothalonil	13,52	2,82	0,06	79,16	99,56
	Chlorpyrifos	0,06	0,00	0,00	100,00	100,00
	Cyhalothrine	229,92	2,71	0,38	98,82	99,83
	Diazinon	1,32	0,14	0,00	89,70	100,00
	Carbaryle	0,12	0,04	0,01	63,33	91,67
Site 3	Carbaryle	4,06	0,02	0,10	99,41	97,64

	Chlorothalonil	20,59	0,00	0,00	100,00	100,00
	Chlorpyrifos	53,50	0,08	0,00	99,85	100,00
	Cyhalothrine	4,43	0,00	0,00	100,00	100,00
	Diazinon	3,98	0,00	0,01	100,00	99,75
	Malathion	0,07	0,00	0,00	100,00	100,00

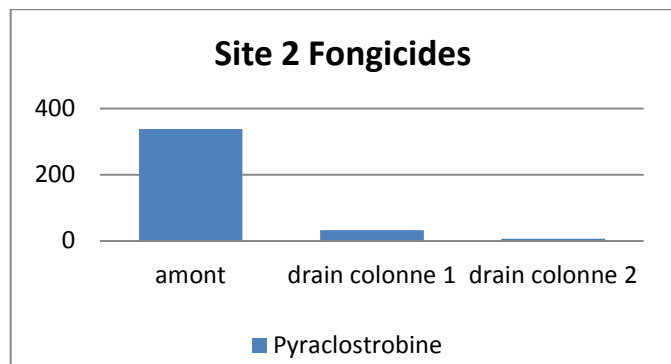
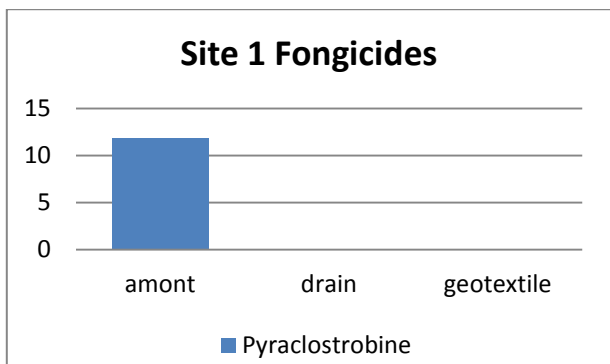
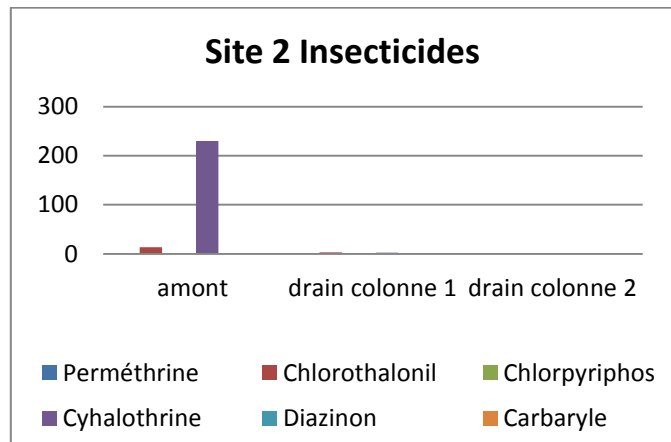
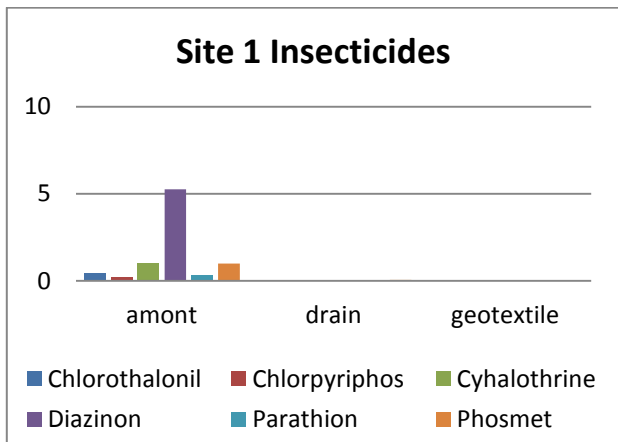
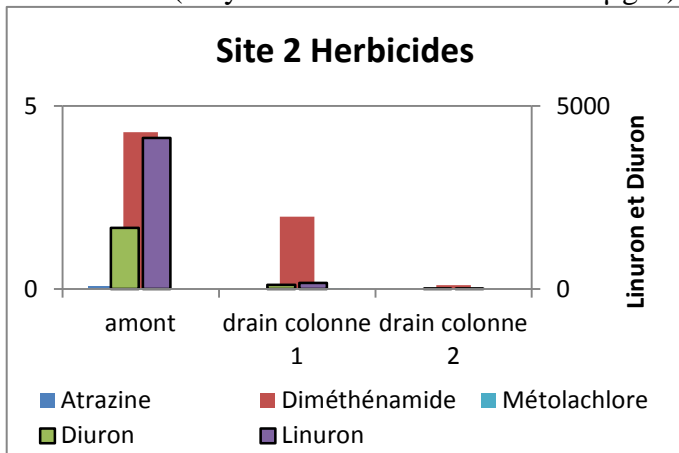
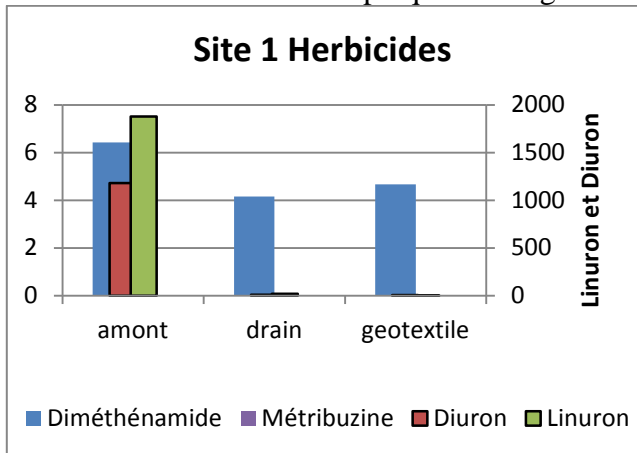
## FONGICIDES

Site 1	Pyraclostrobin	11,78	0,00	0,00	100,00	100,00
--------	----------------	-------	------	------	--------	--------

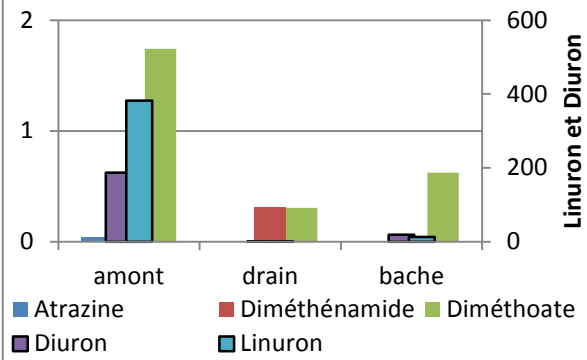
Site 2	Pyraclostrobin	338,40	33,00	6,33	90,25	98,13
--------	----------------	--------	-------	------	-------	-------

Site 3	Dimétomorphe	3,40	0,00	0,00	100,00	100,00
--------	--------------	------	------	------	--------	--------

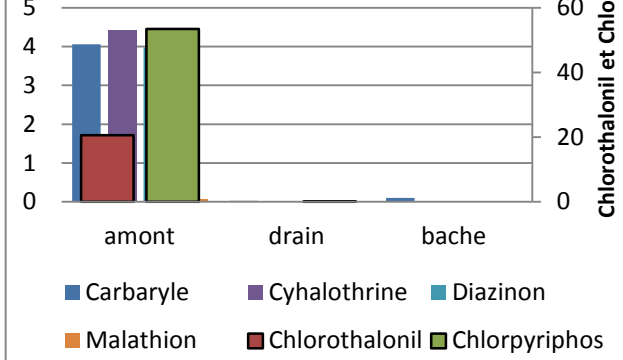
ANNEXE 2 : Graphiques de la gestion de l'humidité (moyennes des concentrations en  $\mu\text{g/L}$ )



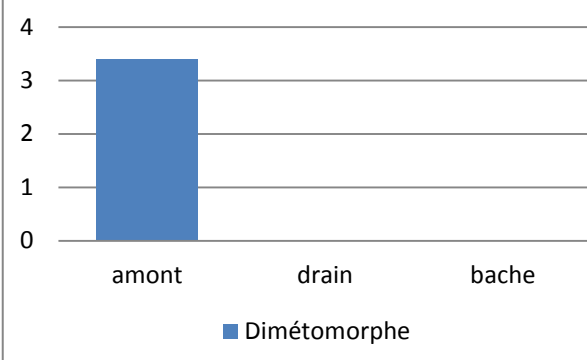
### Site 3 Herbicides



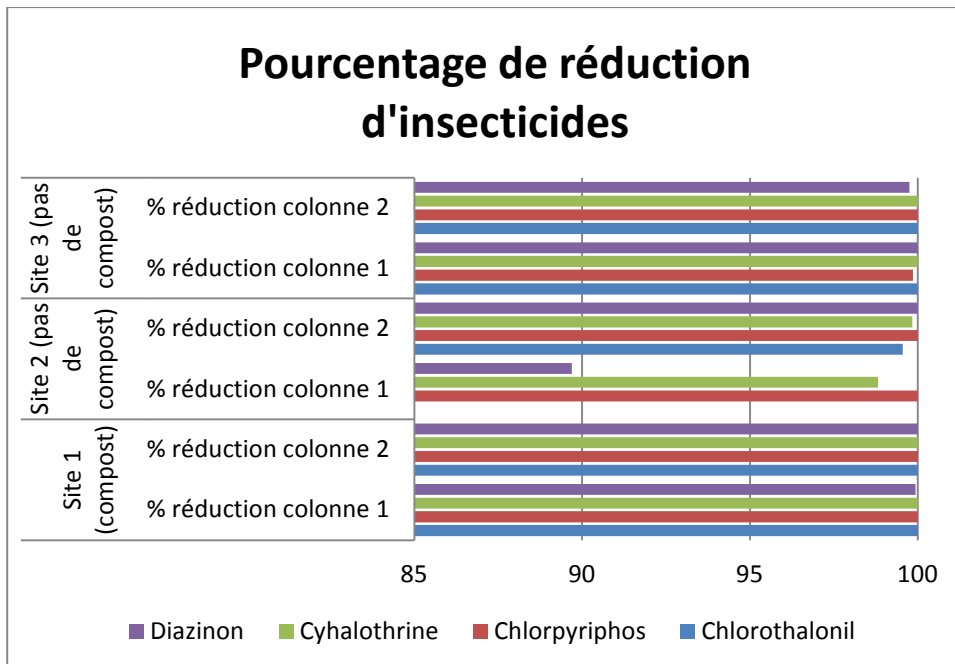
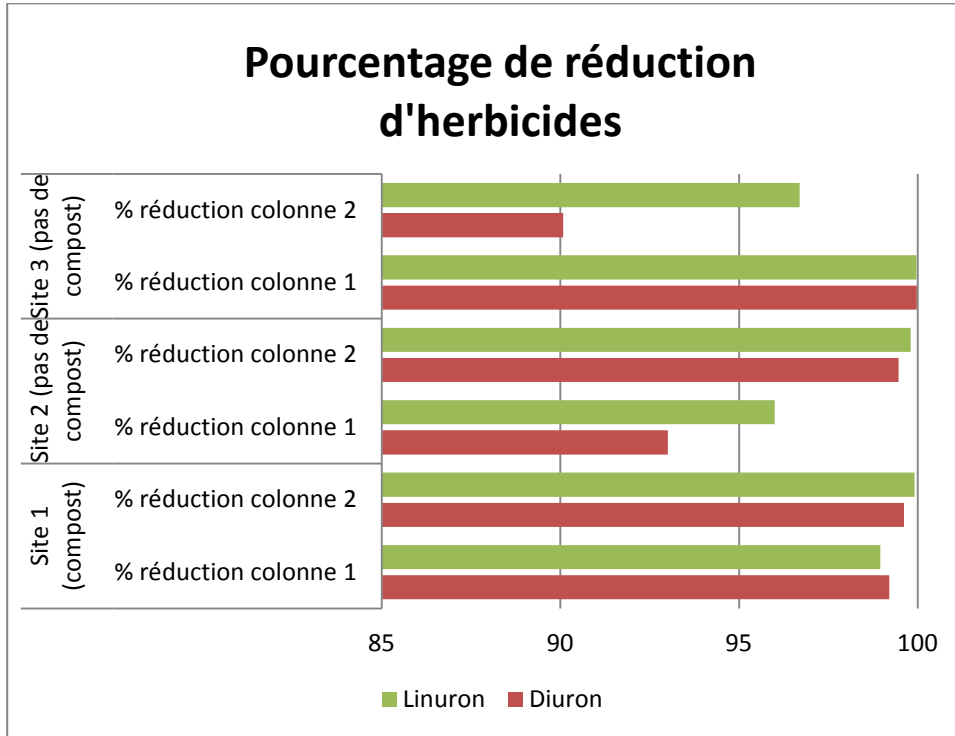
### Site 3 Insecticides



### Site 3 Fongicides



ANNEXE 3 : Graphiques de la réduction des concentrations (en %) des matières actives



## Pourcentage de réduction de fongicides

