

Le devenir des pesticides dans un marais fluvial influencé par l'agriculture intensive

Laurier Poissant^{1*}, Conrad Beauvais¹, Pierre Lafrance², & Christian Deblois³

1- Direction de la Science & Technologie, Environnement Canada, 105 McGill, 7^e étage (Youville), Montréal Qc, H2Y 2E7, Canada

2- INRS-ETE, Québec, Québec

3-Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

* Laurier.Poissant@ec.gc.ca

RÉSUMÉ

Une étude sur les pesticides (73 composés) a été réalisée en 2006 à la baie Saint-François et sur son bassin versant (partie des marais du lac Saint-Pierre [fleuve Saint-Laurent, Québec]). Des métabolites ainsi que des ingrédients actifs de pesticides (11 composés) ont été détectés dans le marais et son bassin versant. Cet écosystème marécageux est actif dans la dégradation des pesticides agricoles (par exemple, l'atrazine). Les pesticides mesurés ne dépassent pas les critères de qualité de l'eau pour les espèces aquatiques, à l'exception du chlorpyrifos. Globalement, la perte aux champs des pesticides par ruissellement vers les cours d'eau est <1%. Le devenir des pesticides dans l'environnement varie en fonction de la taille du bassin versant. Le rapport carbone organique/eau (Koc) et la demi-vie des pesticides jouent un rôle important en ce qui concerne la perte globale des pesticides. Sur de vastes bassins versant, la demi-vie des pesticides est un facteur limitant, tandis que pour de petit bassin le Koc est un facteur plus important et la demi-vie ne devient plus un facteur limitant.

ABSTRACT

A survey on pesticides (73 compounds) in the Bay St. François wetland and its catchment (part of the wetlands of Lake St. Pierre area [St. Lawrence River, Québec]) was achieved in 2006. The metabolites as well as the active ingredients of pesticides (11 compounds) were detected in the wetland and its catchment. This wetland ecosystem was active in the degradation of agricultural pesticides (e.g., atrazine). The measured pesticides were individually below the criteria for aquatic species in natural water, except chlorpyrifos. Overall, the pesticides lost from agricultural field towards the streams were <1% of the quantity applied. The environmental fates of the pesticides were found to vary according to the size of the watershed. Soil organic carbon/water distribution coefficient (Koc) and half-life times of pesticides play an important role with regard of global loss of pesticides. Over large catchments, half-life times of pesticides is a limiting factor, while for small catchments Koc is a more important factor than half-life times.

INTRODUCTION

L'augmentation de l'utilisation des polluants organiques persistants a conduit à la dispersion de ces polluants dans l'environnement. Les pesticides utilisés au Québec contiennent jusqu'à 3400 tonnes d'ingrédients actifs et sont appliqués sur environ 1,6 million d'hectares de terre agricole.

Le bassin versant de la rivière Yamaska est une grande région agricole dominée par la culture intensive du maïs et du soja (fig. 1). Plus de 400 tonnes de pesticides sont utilisées chaque année sur ces terres agricoles. Des études sont menées dans cette région pour connaître la pollution et l'impact environnemental occasionné par ces pesticides. La présente étude fait état des mesures regroupant des pesticides organochlorés, organophosphorés, phenoxyacid et autres, effectué en 2006 sur le bassin versant de la baie Saint-François (BSF). Elle permet de déterminer les concentrations de pesticides dans l'eau des zones humides et les environs, la dégradation des pesticides, la perte aux champs de ceux-ci tout au long de la saison de croissance des cultures et des périodes application.

Les zones humides sont très riches en biodiversité et très importantes dans le milieu naturel. Elles sont considérées comme étant de grandes composantes structurales des habitats riverains, en qualité d'abris, de nidification et d'alimentation pour les poissons et les oiseaux. Toutefois, les zones humides sont souvent perçues comme des puits ou des zones de stockage des éléments nutritifs, des métaux et des pesticides. Les marais de la BSF couvrent 16 km² et font partie des zones humides du lac Saint-Pierre (112 km²) classées par la Convention de Ramsar (Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture). Le bassin versant de la BSF qui couvre 56,58 km² (fig. 2) est largement utilisé pour les activités agricoles.



Figure 1 Localisation du bassin versant de la rivière Yamaska

Figure 2 Bassin versant de la BSF et sites d'échantillonnage

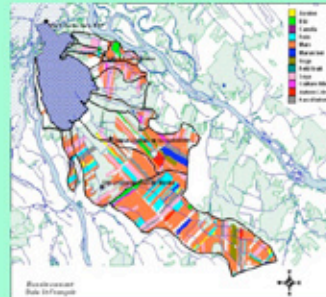


Figure 3 Utilisation des terres sur le bassin versant de la BSF

Table 1 Tonnage des pesticides utilisés sur le bassin de la Yamaska

Matière active	BSF Tonnage kg
2,4D	33,95
Atrazine	397,14
Bentazone	172,85
Bromoxynil	47,84
Clothianidine	11,06
Clopyralid	41,97
Deltaméthrine	0,17
Dicamba	85,17
Diméthénamide	162,55
Flumetsulam	6,79
Glufosinate	80,06
Glyphosate	915,26
MCPA	63,66
Métolachlore	23,08
Métolachlore	695,10
Nicosulfuron	6,89
Primsulfuron	0,42
Prosofuron	0,40
Rimsulfuron	3,46
Diffénozopyr	10,73
Métoprop	1,05
Total	2719,59

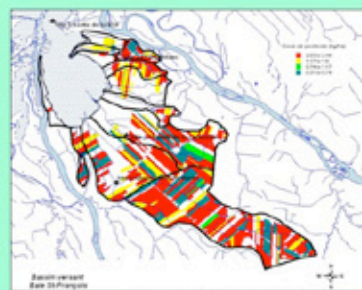


Figure 4 Dosage des pesticides sur le bassin versant de la Yamaska

MÉTHODOLOGIE

En 2006, l'étude sur la qualité de l'eau a été effectuée à quatre sites entourant le bassin versant de la BSF. La localisation de ces sites permet d'évaluer la perte aux champs des pesticides pour les grandes cultures pendant la saison de croissance (c'est-à-dire, mai à septembre). Des échantillons ont été pris dans des bouteilles de 1 L et analysés dans le laboratoire du gouvernement du Québec, laboratoire accrédité et certifié (CEAEQ) http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/chimie_org.htm. Plus de 60 pesticides compris dans les familles des organochlorés, organophosphorés, phenoxyacid pesticides et autres ont été analysés à l'aide d'un analyseur GC MS full scan HP-5 colonne MS.

RÉSULTATS

Dégradation des pesticides

Les résultats indiquent que les pesticides et leurs métabolites s'échappent des terres agricoles et sont introduits dans les marais de la BSF par l'eau de surface. Les figures 5 (a-c) indique le cas de l'atrazine et de son métabolite de-éthyl-atrazine «DEA». Le long de son cheminement à l'intérieur du bassin versant de la BSF et du marais (parcours), l'atrazine est dégradée en DEA, comme indiqué par le rapport DEA / atrazine.

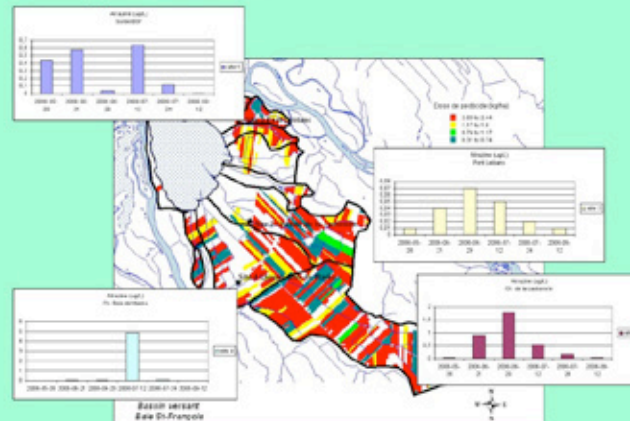


Figure 5a Concentrations de l'atrazine sur le bassin versant de la baie Saint-François (2006)

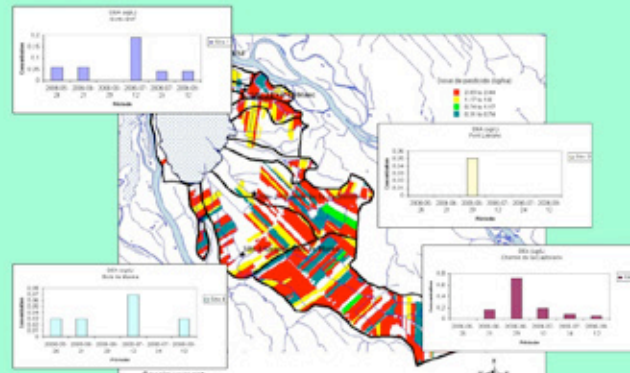


Figure 5b Concentrations du DEA sur le bassin versant de la baie Saint-François (2006)

Le maïs et le soja sont les principales cultures et représente plus de 60% des utilisations des terres (fig. 3). Environ 2,7 tonnes de pesticides sont appliquées sur le bassin versant de la BSF avec un taux d'application maximal de 2,5 kg / ha (fig. 4). Le glyphosate, métolachlore, l'atrazine et le bentazone sont les pesticides les plus utilisés sur la BSF et le bassin versant de la Yamaska (tableau 1).

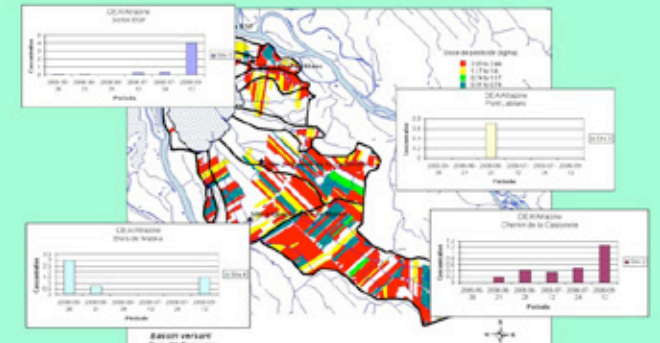


Figure 5c Rapport DEA / Atrazine sur le bassin versant de la baie Saint-François (2006)

Perte aux champs

Les tableaux 2 et 3 présentent l'estimation des concentrations de pesticides et la perte de ceux-ci dans le bassin versant de la BSF (site 1, drainant 56,58 km²) et d'un des sous-bassins versants (site 2, drainant 9,19 km²). Ces résultats sont conformes à une perte des pesticides appliqués sur les terres agricoles de moins de 1%.

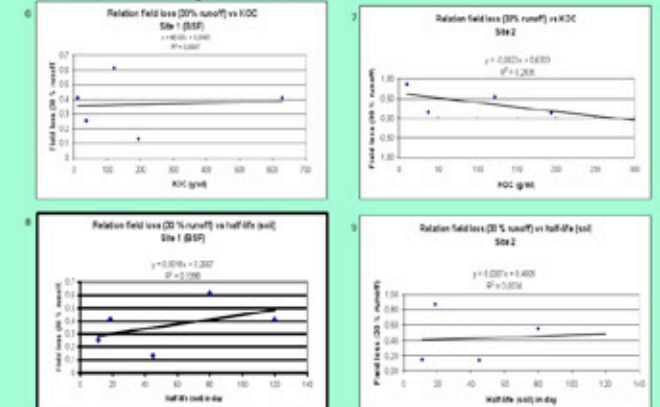
Table 2 Estimation des concentrations et perte sur le bassin versant de la BSF (site 1) Précipitation ~ 18 411 132 m³

Pesticide	Unité	Conc. max. appliqué (kg/ha)	Conc. max. appliqué (kg/ha)	Conc. max. appliqué (kg/ha)	Conc. max. appliqué (kg/ha)	Loss to the field (estimated) (kg/ha)	Loss to the field (estimated) (kg/ha)
2,4D	kg/ha	33,95	33,95	33,95	33,95	0,01	0,01
Atrazine	kg/ha	397,14	397,14	397,14	397,14	0,01	0,01
Bentazone	kg/ha	172,85	172,85	172,85	172,85	0,01	0,01
Bromoxynil	kg/ha	47,84	47,84	47,84	47,84	0,01	0,01
Clothianidine	kg/ha	11,06	11,06	11,06	11,06	0,01	0,01
Clopyralid	kg/ha	41,97	41,97	41,97	41,97	0,01	0,01
Deltaméthrine	kg/ha	0,17	0,17	0,17	0,17	0,01	0,01
Dicamba	kg/ha	85,17	85,17	85,17	85,17	0,01	0,01
Diméthénamide	kg/ha	162,55	162,55	162,55	162,55	0,01	0,01
Flumetsulam	kg/ha	6,79	6,79	6,79	6,79	0,01	0,01
Glufosinate	kg/ha	80,06	80,06	80,06	80,06	0,01	0,01
Glyphosate	kg/ha	915,26	915,26	915,26	915,26	0,01	0,01
MCPA	kg/ha	63,66	63,66	63,66	63,66	0,01	0,01
Métolachlore	kg/ha	23,08	23,08	23,08	23,08	0,01	0,01
Métolachlore	kg/ha	695,10	695,10	695,10	695,10	0,01	0,01
Nicosulfuron	kg/ha	6,89	6,89	6,89	6,89	0,01	0,01
Primsulfuron	kg/ha	0,42	0,42	0,42	0,42	0,01	0,01
Prosofuron	kg/ha	0,40	0,40	0,40	0,40	0,01	0,01
Rimsulfuron	kg/ha	3,46	3,46	3,46	3,46	0,01	0,01
Diffénozopyr	kg/ha	10,73	10,73	10,73	10,73	0,01	0,01
Métoprop	kg/ha	1,05	1,05	1,05	1,05	0,01	0,01

Table 3 Estimation des concentration et perte sur un sous-bassin versant de la BSF (site 2) Précipitation ~ 2 990 426 m³

Pesticide	Unité	Conc. max. appliqué (kg/ha)	Conc. max. appliqué (kg/ha)	Conc. max. appliqué (kg/ha)	Conc. max. appliqué (kg/ha)	Loss to the field (estimated) (kg/ha)	Loss to the field (estimated) (kg/ha)
2,4D	kg/ha	33,95	33,95	33,95	33,95	0,01	0,01
Atrazine	kg/ha	397,14	397,14	397,14	397,14	0,01	0,01
Bentazone	kg/ha	172,85	172,85	172,85	172,85	0,01	0,01
Bromoxynil	kg/ha	47,84	47,84	47,84	47,84	0,01	0,01
Clothianidine	kg/ha	11,06	11,06	11,06	11,06	0,01	0,01
Clopyralid	kg/ha	41,97	41,97	41,97	41,97	0,01	0,01
Deltaméthrine	kg/ha	0,17	0,17	0,17	0,17	0,01	0,01
Dicamba	kg/ha	85,17	85,17	85,17	85,17	0,01	0,01
Diméthénamide	kg/ha	162,55	162,55	162,55	162,55	0,01	0,01
Flumetsulam	kg/ha	6,79	6,79	6,79	6,79	0,01	0,01
Glufosinate	kg/ha	80,06	80,06	80,06	80,06	0,01	0,01
Glyphosate	kg/ha	915,26	915,26	915,26	915,26	0,01	0,01
MCPA	kg/ha	63,66	63,66	63,66	63,66	0,01	0,01
Métolachlore	kg/ha	23,08	23,08	23,08	23,08	0,01	0,01
Métolachlore	kg/ha	695,10	695,10	695,10	695,10	0,01	0,01
Nicosulfuron	kg/ha	6,89	6,89	6,89	6,89	0,01	0,01
Primsulfuron	kg/ha	0,42	0,42	0,42	0,42	0,01	0,01
Prosofuron	kg/ha	0,40	0,40	0,40	0,40	0,01	0,01
Rimsulfuron	kg/ha	3,46	3,46	3,46	3,46	0,01	0,01
Diffénozopyr	kg/ha	10,73	10,73	10,73	10,73	0,01	0,01
Métoprop	kg/ha	1,05	1,05	1,05	1,05	0,01	0,01

Fait intéressant, les figures 6-9 montrent que le facteur le plus important dans la perte de pesticides sur le bassin versant de la BSF est lié à la demi-vie des pesticides. D'un autre côté, le coefficient de partage carbone organique/eau (Koc) joue un rôle plus important (facteur) concernant le sort (perte) des pesticides dans un petit bassin versant, et que la demi-vie n'est pas un facteur limitant pour cette grande de bassin.



Figures 6-9 Régression entre la perte aux champs des pesticides, demi-vie et Koc sur le bassin et un sous bassin de la BSF

CONCLUSION

- Environ 2,7 tonnes de pesticides sont appliquées sur le bassin versant de la BSF;
- globalement, la perte aux champs des pesticides est <1%;
- sur de vastes bassins versant, la demi-vie des pesticides joue un rôle important en ce qui concerne la perte globale des pesticides des terres agricoles vers les zones humides;
- toutefois, sur de petits bassins versants, le coefficient de partage carbone organique/eau (Koc) est un facteur important pour la perte des pesticides vers l'eau et le temps de demi-vie n'est pas un facteur limitant.