



BIOFILTRE POUR LE TRAITEMENT DES EAUX DE RINÇAGE DU PULVÉRISATEUR : PERFORMANCE ET PARAMÈTRES INFLUENÇANT L'EFFICACITÉ

AUTEURS :

Roger Reixach-Vilà, M. Sc.

Isabel Lefebvre, M. Sc.

Sara-Jane Martin, biol.

Marilou Ratté, agr.



Québec 

Ce projet a été réalisé en vertu du Volet 1 du programme Innov'Action agroalimentaire 2018-2023 et il a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ).

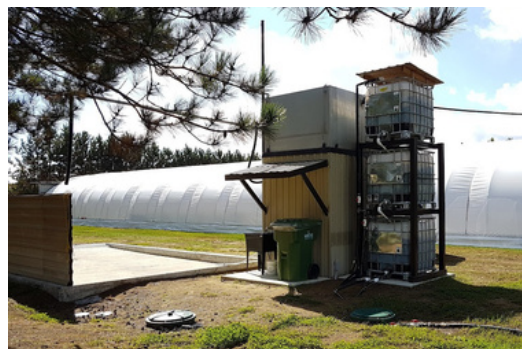
Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

2 février 2026

Préambule

La contamination ponctuelle des eaux de surface et souterraines par les pesticides demeure une préoccupation majeure en agriculture, notamment en raison des rejets accidentels pouvant survenir lors du remplissage et du rinçage des pulvérisateurs. Afin de réduire ces risques à la source, la biofiltration constitue une approche prometteuse, simple et économique, qui permet la dégradation et/ou la rétention des pesticides présents dans les eaux de rinçage.

Depuis 2014, l'équipe du CIEL s'intéresse aux systèmes de bioremédiation de type biofiltre, dont l'implantation à la ferme a déjà été soutenue au Québec par le programme Prime-Vert, conformément au [feuillet technique](#) du MAPAQ. Dans ce contexte, à l'automne 2017, notre équipe a accompagné l'entreprise agricole Ferdinand Hervieux inc. (Lanaudière) dans la conception et la construction d'une aire de rinçage et d'un biofiltre ([voir Annexe 1](#)).



Dans une approche de recherche et développement, le CIEL a ensuite assuré un suivi technique et analytique du système afin de soutenir son entretien, d'évaluer son fonctionnement et d'identifier les améliorations possibles. Ces suivis ont permis de mieux cibler les paramètres à optimiser pour assurer un rejet sécuritaire des effluents épurés en fin de parcours. En effet, les pesticides possèdent des propriétés physico-chimiques qui leur sont propres (ex. : solubilité, mobilité, adsorption), lesquelles influencent leur comportement dans un système de biofiltration. Par ailleurs, selon nos observations, la gestion du substrat (média filtrant) et le débit d'eau entrant figurent parmi les facteurs déterminants pour maintenir une performance stable au fil du temps.

En 2022, un projet de 3 ans financé par le Volet 1 du programme Innov'Action agroalimentaire 2018-2023 (MAPAQ) a débuté afin d'évaluer l'effet du nombre de rinçages du pulvérisateur, avant le rejet des eaux de rinçage dans le système, sur l'efficacité de la biofiltration. Trois systèmes indépendants ont été installés au printemps 2022 sur le site du CIEL. Chacun était composé de deux cuves superposées et permettait de simuler un nombre croissant de rinçages : un, deux ou trois rinçages, respectivement. Cette configuration a permis de tester l'effet de la dilution sur la capacité du système à traiter des eaux contaminées.

Le projet visait également à mieux comprendre les conditions de fonctionnement favorables à la bioremédiation, en suivant l'évolution de la respiration microbienne, de l'humidité et de la température du substrat, afin d'évaluer leur influence sur la performance du biofiltre.

L'expérience acquise par l'équipe du CIEL au fil des années permet aujourd'hui d'identifier plusieurs bonnes pratiques à adopter, tout en mettant en lumière certaines limites de cette technologie. La présente fiche technique synthétise ces apprentissages, précise les limites observées et met en perspective des besoins futurs en recherche, afin de mieux comprendre le fonctionnement du biofiltre et d'en améliorer l'efficacité.

Pour plus d'informations, veuillez consulter le [rapport complet](#).



PARAMÈTRES

9 Matières actives (m.a.) ont été sélectionnées en fonction de :

- leur représentativité (herbicide (H), fongicide (F) m insecticides (I)) ;
- leur inclusion dans les paramètres analytiques du [CEAEQ](#) ;
- leurs caractéristiques physico-chimiques contrastées (Koc, solubilité, DT50 – Annexe 1), selon les données de la *Pesticides Properties DataBase* (PPDB – University of Hertfordshire, 2025) ;
- leur présence dans la liste des ventes les plus préoccupantes au Québec, selon les données gouvernementales (Gouvernement du Québec, 2019).

Liste des matières actives

2,4 - D (H)	S-métolachlore (H)	Linuron (H)
Clopyralid (H)	Linuron (H)	MCPA (H)
Dicamba (H)	Perméthrine (I)	Métribuzine (H)

5 paramètres mesurés

- Débit (hauteur d'eau et débitmètre)
- Température et teneur en eau du substrat (sondes SMEC300® et teneur en eau pondérale par séchage en étuve)
- Respiration microbienne (Système IRTH® – indice Solvita)
- Analyses des effluents avant et après chaque cycle



Sondes SMEC300®



Sonde (T° et hum.) dans le substrat



DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Dispositif impliquant 3 biofiltres :

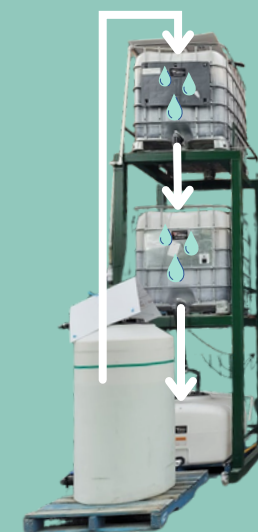
Trois biofiltres indépendants ont été mis en place, chacun composé de deux cuves superposées, afin de simuler un nombre croissant de rinçages de pulvérisateur :

- Biofiltre 1 : 1 rinçage
- Biofiltre 2 : 2 rinçages
- Biofiltre 3 : 3 rinçages

Le substrat était conforme aux spécifications du [feuillet technique du MAPAQ](#)



Chaque système était alimenté à partir d'un réservoir vertical contenant 600 L d'eau et les 9 m.a. appliquées selon la dose maximale homologuée dans le maïs, en tenant compte du facteur de dilution associé au nombre de rinçages simulé.



Un circuit fermé acheminait 20 L/jour de solution contaminée, en 4 cycles successifs, sur une période totale de 124 à 143 jours. L'effluent épuré était recueilli par gravité sous la colonne filtrante dans un réservoir de collecte, pour ensuite être transféré dans le réservoir vertical à la fin de chaque cycle.



Tuyauterie



Débitmètre



RÉSULTATS DU PROJET, EN BREF

- La biofiltration constitue une solution pertinente pour atténuer les sources ponctuelles de contamination des eaux agricoles, à condition que le système soit bien dimensionné et fasse l'objet d'un suivi rigoureux.
- Le biofiltre a permis une réduction >90 % des concentrations de pesticides pour la majorité des matières actives, particulièrement dans les scénarios simulant deux ou trois rinçages.
- La charge en pesticides peut influencer la vitesse de dégradation de certaines matières actives, notamment en réduisant l'activité microbiologique du système.
- Il est nécessaire de procéder, au minimum, à un premier rinçage directement au champ, avant d'acheminer les eaux du second rinçage vers le système de traitement.
- La majorité des matières actives atteignent des concentrations inférieures à 1 µg/L après plus d'un passage dans la colonne filtrante. L'utilisation du système en circuit fermé permet donc d'améliorer sa performance.
- **Les propriétés physico-chimiques des m.a influencent leur comportement dans le biofiltre :**
 - ⊕ Les substances peu solubles et à faible mobilité, comme la perméthrine, le chlorothalonil et le linuron, ont montré une réduction rapide des concentrations en pesticides dans la majorité des cas. Cette diminution peut également s'expliquer par leur capacité d'hydrolyse.
 - ⊖ Les substances solubles et mobiles (métribuzine, clopyralid, S-métolachlore, MCPA, dicamba, 2,4-D) ont présenté des réductions plus lentes et parfois insuffisantes, d'autant plus que l'hydrolyse ne constitue pas une voie de dégradation efficace pour ces matières actives.



QUELQUES GÉNÉRALITÉS

- Le substrat est susceptible à la compaction et à la formation de voies d'écoulement préférentielles, réduisant le temps de séjour de l'effluent et, conséquemment, l'efficacité du traitement.
- Le faible ratio surface/volume de la colonne de filtration rend les cuves susceptibles à la compaction et à l'écoulement préférentiel de l'eau (contourne le substrat).
- Un entretien adéquat en début de saison (ex. : ajout de paille et brassage) est nécessaire pour restaurer la structure du substrat et soutenir l'activité microbienne.
- Le maintien d'un débit stable représente un défi opérationnel en raison de la pression exercée par la hauteur des cuves, ce qui exige un suivi et des ajustements réguliers.



Ajout de paille



Brassage



QUESTIONS EN SUSPENS ET BESOINS EN RECHERCHE



Durée de vie et devenir du substrat :

la durée de vie estimée (jusqu'à 8 ans) demeure à valider dans le contexte québécois. L'absence de mesures de pesticides dans le substrat limite la compréhension des mécanismes de rétention/accumulation et soulève des enjeux quant à sa gestion en fin de vie utile (5 à 8 ans).



Métabolites :

la détection de certains produits de dégradation confirme des transformations chimiques dans le substrat, mais soulève des préoccupations quant à leur persistance et à leur devenir, puisqu'ils peuvent présenter des risques comparables à ceux de la matière active initiale. Toutefois, le Québec ne dispose pas d'outils permettant de détecter et de quantifier ces métabolites, ce qui limite l'évaluation de la performance du système et du risque résiduel lié au rejet des effluents. Un suivi analytique élargi permettrait de mieux documenter le risque associé aux produits secondaires.



Activité microbienne :

une baisse progressive de la respiration microbienne a été observée au fil des cycles, possiblement liée à l'évolution de la structure du substrat et à l'épuisement des composés facilement biodégradables. Des essais reproduisant des apports progressifs de pesticides (plus représentatifs des conditions à la ferme) permettraient de mieux comprendre cette dynamique.



Communautés microbiennes :

l'efficacité de la biodégradation repose aussi sur la présence de microorganismes spécifiques en quantité suffisante, combinée à des conditions environnementales propices. L'identification des microorganismes impliqués dans la biodégradation, ainsi que leur dynamique dans le substrat, demeure à documenter.



ATTENTION

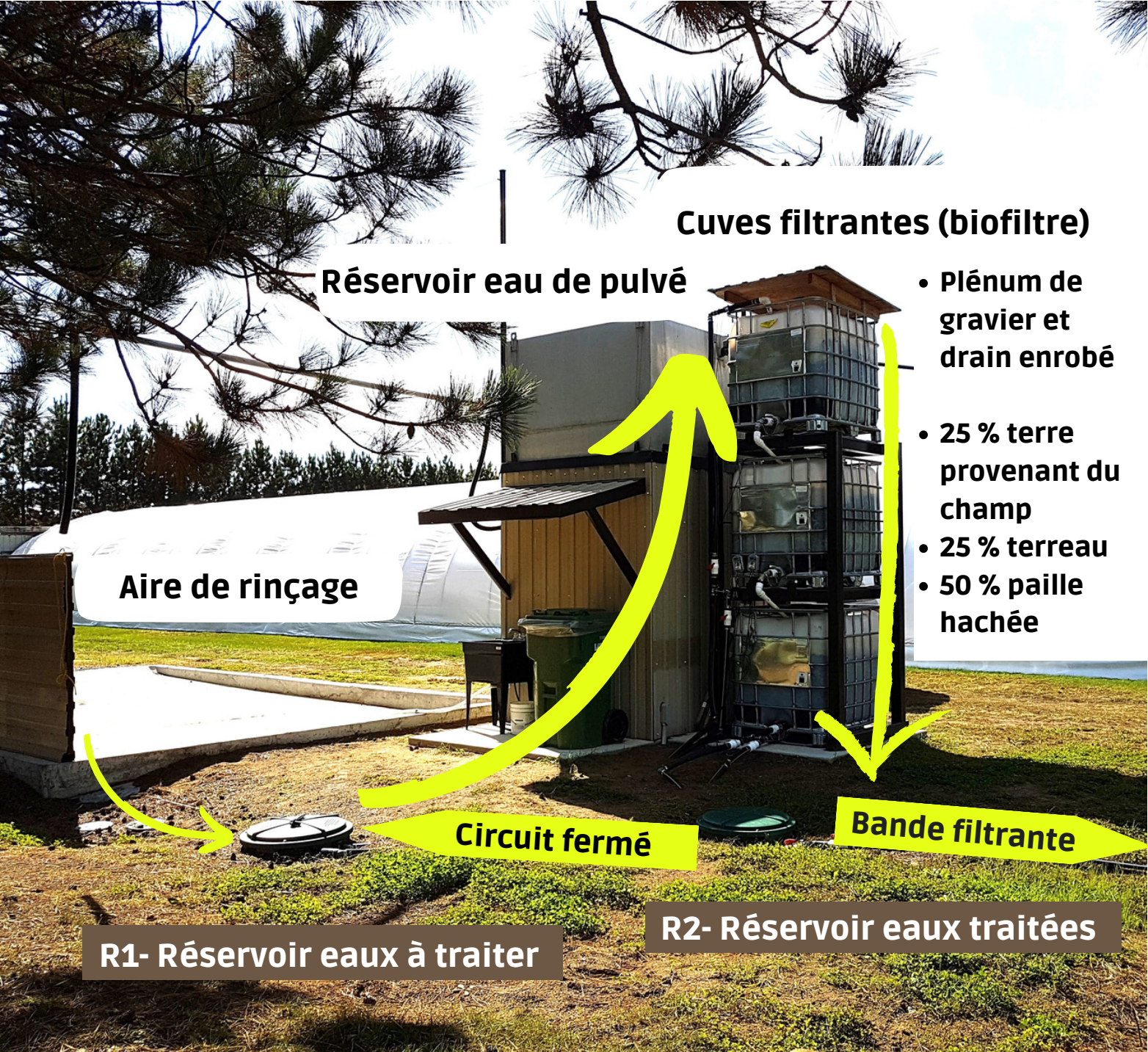
La biodégradation ne constitue pas la seule voie pour remédier aux pesticides :

le biofiltre offre un bon potentiel pour réduire les risques environnementaux associés aux eaux de rinçage des pulvérisateurs. Toutefois, sa performance varie selon les propriétés des pesticides ciblés. Pour certains ingrédients actifs, dont les processus biologiques ne constituent pas la principale voie de dégradation, le système pourrait devoir être complété par d'autres technologies de traitement, notamment des processus de photolyse et d'oxydo-réduction, afin de garantir une qualité de l'eau compatible avec un rejet sécuritaire.

Pour plus d'informations : i.lefebvre@ciel-cvp.ca

INSTALLATION D'UNE AIRE DE RINÇAGE ET D'UN BIOFILTRE

Ferme Ferdinand Hervieux inc.



CIRCUIT FERMÉ

- Trop plein R2 vers R1
- Valve à l'exutoire du biofiltre vers R1
- Pompe R2 vers R1



REJET VERS BANDE FILTRANTE



- Produits non compatibles : désinfectant, cuivre, etc. (valve vers fosse)
- Lorsque concentrations faibles (analyses \$\$\$)
- Utilisation de végétaux reconnus en phytoremédiation
- Améliorations prévues en 2022

PARAMÈTRES À SURVEILLER

- Température (15-35 °C)
- Teneur en eau (20-40 %) volumique
- Environ 100 jours/année



Coût total en 2018

14 000 \$ (+ contribution CIEL)

Ajout d'une structure en acier pour plus de stabilité et faciliter l'entretien/suivi