



# BIOBEDS

## POUR ÉLIMINER LES SOURCES PONCTUELLES DE PESTICIDES

**Le système VG-biobed™ développé par la filière agronomie de l'hepia permettrait de réduire considérablement les rejets de micropolluants dans les eaux de surfaces.**

*Pascal Boivin, hepia Genève*

*Nicolas Ecabert, ecaVert Sàrl*

*Véronique Guiné, hepia Genève*

*Sylvain Melis, ecaVert Sàrl*

### PROBLÉMATIQUE

La pollution des eaux par les pesticides (fongicides, insecticides et herbicides) est un problème récurrent dans les pays industrialisés. Dès les années 1940, les premiers pesticides de synthèse

apparaissent sur le marché. Ils contribuent d'une part à l'augmentation des rendements agricoles, d'autre part, ils aident à l'entretien des parcs, jardins et pelouses. Vingt ans plus tard, on les suspecte d'altérer la santé et de détériorer l'environnement. Aujourd'hui, des quantités non négligeables de produits phytosanitaires sont détectées dans les lacs; les cours d'eau [1]; les océans ou les neiges polaires. Parallèlement, des études épidémiologiques révèlent une corrélation entre l'exposition aux pesticides et l'augmentation du nombre de certains cancers, la diversification de leurs formes [2], ainsi que le nombre croissant de cas de maladies neuro-dégénératives [3].

En Suisse, les pesticides atteignent parfois plusieurs microgrammes par litre dans les cours d'eaux suite à leur application ([4] et *fig. 1*); les concentrations observées sont souvent supérieures aux normes légales fixées par l'Ordonnance fédérale sur la protection des eaux (OEaux).

Les pesticides que l'on retrouve dans les eaux proviennent de deux sources: les sources de pollutions diffuses et les sources de pollutions ponctuelles. Les sources diffuses sont celles liées à l'application du pesticide qui coïncide à sa dissémination dans l'environnement. Les sources ponctuelles proviennent des opérations de préparation des traitements et de lavage des appareils qui se déroulent en général sur l'exploitation; elles comprennent aussi les accidents de manipulation. 40 à 90% des pesticides retrouvés dans les eaux de surface proviennent de sources ponctuelles ([5] [6]) (*fig. 2* [7]). Les eaux résiduaires issues de ces

### BIOBEDS

#### ZUR BEKÄMPFUNG VON SPURENSTOFFEN AUS PUNKTQUELLEN

Bei der Bekämpfung von Schadstoffen unterscheidet man im Allgemeinen diffuse Quellen und Punktquellen. Im Falle diffuser Verschmutzung ist eine umfangreiche Pestizidanwendung erforderlich (Felder, Dächer, Mauern etc.), welche mit technischen Mitteln schwer einzugrenzen ist. Bei lokal auftretender Punktverschmutzung (Abwasserreinigungsanlage, Industrie, Garage, Bauernhof etc.) können die Ableitungen gesammelt und aufbereitet werden. Unter den verfügbaren Aufbereitungssystemen bieten die Biobeds eine Reinigungslösung für dezentrale Anlagen, wie zum Beispiel landwirtschaftliche Betriebe. Das Aufbereitungsprinzip besteht darin, die organischen Substanzen mithilfe von Mikroorganismen abzubauen, welche in den begrünten Behältern vorhanden sind. Es gibt unterschiedliche Formen, welche je nach Geometrie und Hydraulik des Systems variieren (natürlicher Ablauf, Rücklauf, vollständige Verdunstung). Das Unternehmen ecaVert Sàrl, Hepia, die Universität Neuenburg (unine), die Universität Lausanne (unil) und mehrere europäische Wirtschaftspartner arbeiten gemeinsam an >

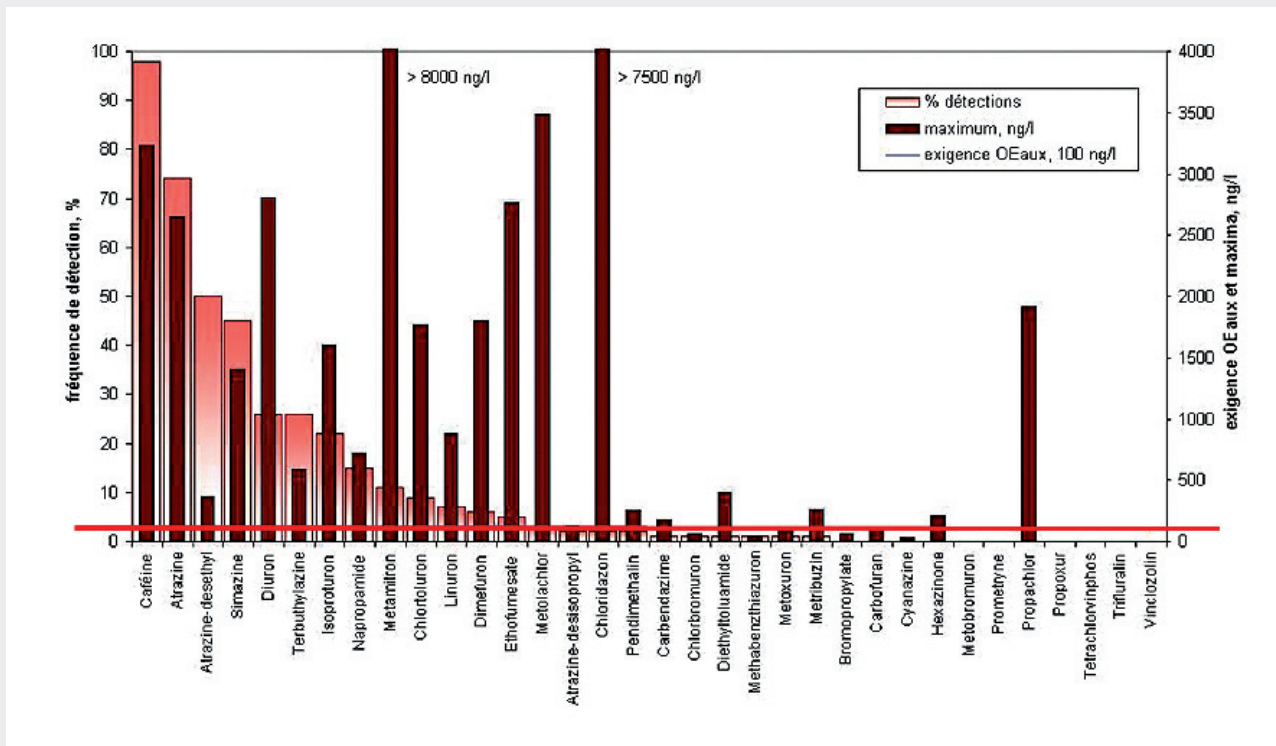


Fig. 1 Fréquence de détection (%) par ordre décroissant et concentrations maximales des pesticides les plus fréquemment rencontrés entre 2002 et 2004 dans des affluents du lac Léman [4]. NB: La caféine n'est pas un pesticide, mais elle est détectée dans pratiquement tous les échantillons  
 Nachweishäufigkeit (%) in absteigender Reihenfolge sowie maximale Konzentration der am häufigsten gemessenen Pestizide zwischen 2002 und 2004 in den Zuflüsse des Genfersee. NB: Koffein (caféine) ist kein Pestizide, jedoch wird es in beinahe jeder Probe gemessen

opérations sont relativement concentrées en pesticides. Elles sont en général évacuées avec les eaux de ruissellement des cours de ferme, soit vers des stations d'épuration, soit directement vers les eaux de surface. Dans les deux cas, la majeure partie des pesticides se déverse dans le cours d'eau attendant [6].

Afin de limiter les pollutions des écosystèmes et des ressources en eau douce, il est indispensable de traiter ces eaux contaminées à la source, au niveau des exploitations agricoles. En Suisse, aucun système d'épuration des effluents agricoles n'est

reconnu officiellement et la plupart des jardiniers ou exploitants ne sont pas suffisamment sensibilisés à cette problématique. Or les cours d'eau servent de ressources en eau potable, dans le canton de Genève, par exemple, 80% des ressources en eau potable proviennent du lac Léman, illustrant les risques sanitaires de cette problématique. Ainsi, il apparaît nécessaire de travailler à des solutions visant à limiter drastiquement les rejets de micropolluants organiques dans l'environnement, tels les pesticides. Il est prioritaire de traiter les sources ponctuelles, faciles à récolter, en installant sur l'exploitation une aire de préparation

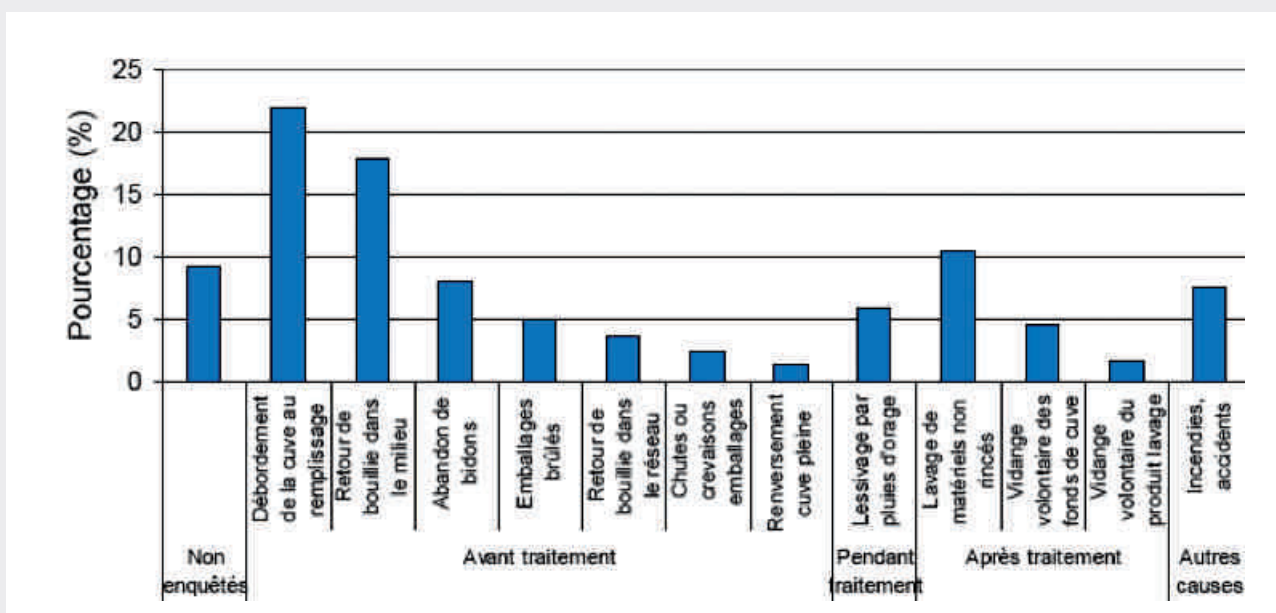


Fig. 2 Les différentes sources de pollution ponctuelle avant, pendant et après le traitement [7]  
 Die unterschiedlichen Punktquellen vor, während und nach einer Pestizidanwendung

et de lavage sécurisée. Il reste à la compléter par une méthode de traitement efficace du point de vue technique, simple d'emploi et de maintenance, et de faible coût.

## LES BIOBEDS

Des recherches menées dans certains pays d'Europe du Nord (Suède), puis aux Royaume-Uni, en France et en Belgique ont mis en avant le potentiel d'une épuration par des sols amendés, appelés biobeds. Ceux-ci se présentent sous la forme de bacs ou de fosse remplis d'un mélange de sol et de matières organiques, enherbés ou non et sur lesquels sont épanchés les effluents. Ces dispositifs utilisent les propriétés d'adsorption des sols pour retenir les pesticides, et les microorganismes du sol pour les dégrader. Ils sont économiques et faciles à mettre en place dans la plupart des exploitations agricoles. Une fois les effluents épanchés sur les biobeds, les eaux de drainage, supposées propres puisque nettoyées, étaient relâchées dans l'environnement. Durant la dernière décennie du 20<sup>ème</sup> siècle, des chercheurs ont cherché à optimiser les processus d'épuration agissant au cours de la percolation, recommandant l'ajout de doses de tourbe ou de paille au sol.

Par la suite, on cessa de rejeter les eaux de drainage: elles furent renvoyées à la cuve de collecte, le but étant d'évaporer l'ensemble de l'effluent durant la belle saison, afin qu'il n'y ait plus aucun rejet. Dès lors, le mécanisme de fonctionnement s'en trouvait différé: au lieu d'éliminer les pesticides en un seul passage, il devait permettre d'évaporer l'eau sans laisser échapper les pesticides.

Cette nouvelle pratique a conduit à sur-irriguer les biobeds qui s'engorgeaient et ne fonctionnaient plus. De plus, pour limiter



Fig. 4 Aire de lavage équipée d'un VG-biobed™  
Mit VG-Biobed™ ausgerüstete Waschfläche

l'emprise au sol des biobeds, trop grands pour beaucoup de sites, on les fit encore plus petits, ce qui renforça le problème. D'où le développement du biobed de seconde génération: le Vertical Green – biobed™. Comme son nom l'indique, le sol est placé à la verticale, dans un mur enherbé sur toutes ses faces. L'emprise au sol est ainsi réduite d'un facteur 5 à 10, le substrat ne s'engorge plus, et les plantes transpirent efficacement l'eau sans laisser les pesticides s'évaporer (fig. 3).

Le biobed vertical (VG-biobed™) est issu directement de la recherche finalisée des Hautes Ecoles, en particulier de la Filière Agronomie. Sa mise en œuvre a été démontrée et son efficacité, testée sur des molécules modèles. L'amélioration, la promotion et la diffusion de la méthode figurent parmi les objectifs pour les années à venir. Ils s'inscrivent dans une étroite collaboration

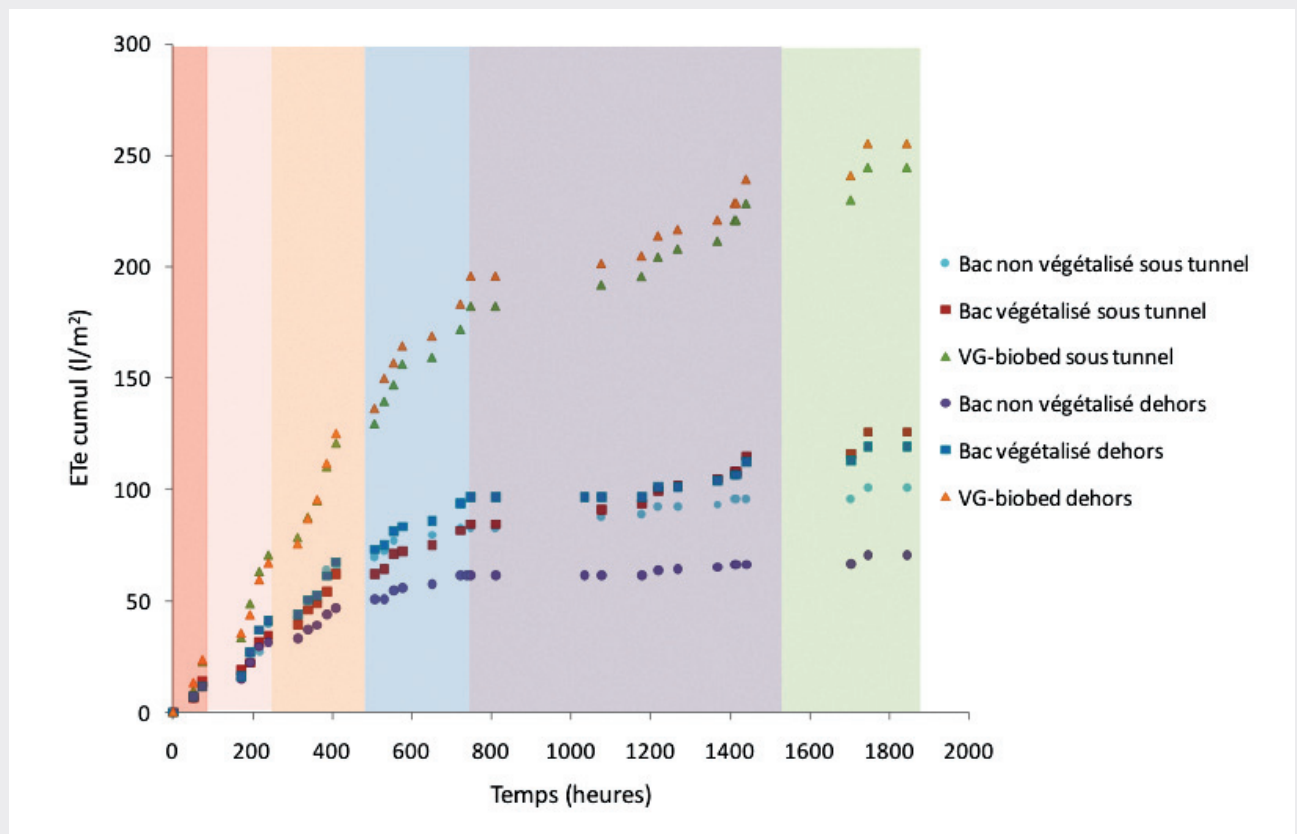


Fig. 3 Évapotranspiration efficace cumulée (ETe cumul) d'un biobac, d'un phytobac et du VG-biobed en fonction des arrosages et de leurs emprises au sol  
Effektive kumulierte Evapotranspiration (ETe cumul) von Biocontainer ohne (Biobac) und mit Bepflanzung (Phytobac) sowie VG-Biobed™ [8]

entre hepia, ecaVert Sàrl et des exploitants et bénéficie du soutien notamment de l'Office fédéral de l'Environnement (OFEV) et du Service de l'Ecologie des Cours d'Eau (SECOE) de Genève.

### LE BIOBED VERTICAL

Le biobed vertical (VG-biobed™) comprend un bac de stockage, une structure verticale végétalisée, un système d'irrigation (pompe et système d'arrosage programmable) et un système de drainage. Les eaux de collecte de la place de lavage (typiquement une aire bétonnée étanche) sont acheminées vers une cuve de stockage. De là, une pompe immergée renvoie les eaux au sommet de la construction verticale de façon à irriguer la structure végétalisée jusqu'à évapotranspiration complète des eaux contenues dans la cuve. En même temps, les pesticides retenus dans le substrat sont livrés à la flore microbienne qui se charge de les dégrader.

Pour une même occupation au sol, le VG-biobed™ permet de traiter jusqu'à 6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> an d'eau contaminée (végétalisation de toutes les faces) contre 0,6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> an pour un système biobed classique (fig. 3).

Contrairement aux biobeds traditionnels, il n'est pas nécessaire d'enrichir régulièrement le substrat du VG-biobed™ en matière organique (MO: paille, tourbe etc.), celle-ci étant apportée par les racines des végétaux. Le faible volume et les propriétés hydrodynamiques du substrat limitent les conditions anoxiques et dispensent de contrôle spécifique. Enfin, de par ses qualités esthétiques, les biobeds verticaux contribuent à la mise en valeur d'un site (ex: viticulteur faisant de la vente directe), d'un espace vert public ou privé (ex: logo végétal d'un Golf).

### PERSPECTIVES

Suite à la prise de conscience environnementale, les systèmes de traitement des effluents, tels que les biobeds, sont très demandés en Suisse. En effet, la diffusion du VG-biobed™, peut contribuer à réduire significativement la contamination des écosystèmes aquatiques par les pesticides.

Pour perfectionner le système et aboutir à la réalisation d'une solution complète d'épuration, ecaVert Sàrl, hepia, l'université de Neuchâtel (unine), l'université de Lausanne (unil) et plusieurs partenaires économiques collaborent à diverses études destinées à l'optimisation économique (réduction des parties métalliques, simplification du système d'irrigation et de drainage afin de minimiser les coûts d'installation) et fonctionnelle. Concernant ce dernier aspect, plusieurs composantes du système sont examinées:

- test de différents végétaux pour adapter le système en fonction des conditions météorologiques et de la situation (exposition, ensoleillement ...);
- amélioration du substrat (mélange de terre végétale, matières organiques et éléments minéraux), qui doit allier bonne perméabilité, bonne capacité de rétention des polluants, activité biologique élevée et faible foisonnement;
- ajout de mycorhizes au substrat dans le but d'augmenter l'apport de substances organiques et accroître la biodégradation des micropolluants (travail de Master à l'unine-unil);
- finalisation d'un filtre à base d'un substrat organique renouvelable et recyclable permettant de capter les métaux lourds (par ex. le cuivre couramment utilisé comme fongicide en arboriculture, viticulture, etc.).

Dans l'avenir, ecaVert Sàrl et hepia souhaitent continuer à exploiter leurs synergies et leur savoir-faire en matière de réduction de l'impact environnemental causé par les pesticides et les nombreux autres rejets industriels. Deux projets sont ainsi envisagés à court terme, notamment:

- d'adapter ce mur végétal épurateur à d'autres eaux chargées en molécules organiques et inorganiques telles que des eaux industrielles, des eaux de toiture (métaux lourds, cuivre) ou des eaux de ruissellement de chaussée (résidus d'hydrocarbures);
- d'insérer le mur directement sur une façade de bâtiment (hangar agricole, industrie ou maison locative). Le mur aurait alors, en plus de ses fonctions épuratrices, des propriétés anti-bruits et de régulation thermique.

### BIBLIOGRAPHIE

- [1] OFEV, 2009. <http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/01308/01320/01321/index.html>
- [2] Inserm, 2008. [http://www.inserm.fr/fr/presse/communiqués/ec\\_cancer\\_enviroment\\_21008](http://www.inserm.fr/fr/presse/communiqués/ec_cancer_enviroment_21008)
- [3] Ascherio, A.; Chen, H.; Weisskopf, M.G.; O'Reilly, E.; McCullough, M. L.; Calle, E.; Schwarzschild, M. A.; Thun, M. J. (2006) Pesticide exposure and risk for Parkinson's disease. *Ann. Neurol.* 60: 197-203
- [4] Vioget P.; Strawczynski (2005) Pesticides dans les cours d'eau vaudois en 2002, 2003 et 2004, Service des eaux et assainissement du canton de Vaud, 8 p
- [5] De Wilde, T.; Spanoghe, P.; Debaer, C.; Ryckeboer, J.; Springael, D.; Jaeken, P. (2007) Overview of on-farm bioremediation systems to reduce the occurrence of point source contamination. *Pest Management Science*, 62 (2): 111-128
- [6] Neumann, M.; Schutz, R.; Schafer, K.; Muller, W.; Mannheller, W; Liess, M. (2002) The significance of entry routes as point and non-point sources of pesticides in small streams. *Water Research*, 36 (4), 835-842
- [7] Danguin, M. (2004) Pratiques phytosanitaires des viticulteurs bourguignons: Conséquences sur la mise en place des biobacs, pp. 138. ISARA Lyon, Lyon.
- [8] Lesourd, C. (2009) Thèse de bachelor: Conception, analyse critique et développement de biobeds (ed. hepia), Hes-SO, Genève

### L'ENTREPRISE ECAVERT SÀRL

La société ecaVert Sàrl fut créée fin 2010 par Nicolas Ecabert dans l'objectif de diffuser les VG-biobeds™ sur la base d'un brevet déposé par Agronomie hepia (N° de demande 2095CH00). Elle dispose de la licence Suisse du brevet et l'exploite sur ce marché. La diffusion dans les autres pays européens est en cours de négociation. La société a gagné le capital d'amorçage Venturkick (Stage 1) ainsi que le prix Genilem HES-SO, une entreprise clé en main (capital 20 000.- CHF) et un accompagnement à la création d'entreprise sur une durée de trois ans.

### > FORTSETZUNG DER ZUSAMMENFASSUNG

einer Verbesserung des vertikalen Biobeds (VG-biobed™), einem Biobed, das als Mauer oder entlang einer Fassade errichtet wird, begrünt ist und von einem Auffangbecken mit verschmutzten Abwässern bewässert wird. Dieses System bietet mehrere Vorteile: Es zeichnet sich durch geringen Grundflächenbedarf aus, beseitigt die Abwässer zur Gänze (Abbau und Verdunstung) und ist zudem ästhetisch ansprechend. Derzeit laufen Studien mit dem Ziel, das Aufbereitungsverfahren für schwermetallhaltige Abwässer oder Fahrbahnabwässer (Kohlenwasserstoffe) zu adaptieren.