Bio-épurateur polyvalent pour la gestion des eaux de rinçage des pesticides dans les conditions canadiennes

Manuel de construction, d'utilisation et d'entretien

Agriculture et Agroalimentaire Canada
Agriculture and Agri-Food Canada
Canada

Bio-épurateur polyvalent pour la gestion des eaux de rinçage des pesticides dans les conditions canadiennes : Manuel de construction, d'utilisation et d'entretien

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada représentée par le ministre d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (2018)

La version électronique est disponible à l'adresse www.publications.gc.ca

No de catalogue A42-123/2018F-PDF
ISBN 978-0-660-27153-8
No de publication d'AAC 12848F

Cette publication peut être citée ainsi :
Braul, L. Reedyk, S. et Sheedy, C. 2018. Bio-épurateur polyvalent pour la gestion des eaux de rinçage des pesticides dans les conditions canadiennes – Manuel de construction, d'utilisation et d'entretien. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Regina, Saskatchewan, Canada.

Issued also in English under the title "A robust biobed design for managing pesticide rinsate under Canadian conditions: Construction, fonctionnement et entretien manual".

Pour plus de renseignements, visitez le www.agr.gc.ca ou composez le numéro sans frais 1-855-773-0241.

AVANT-PROPOS

Le présent manuel fournit des renseignements sur la conception, la construction, l'utilisation et l'entretien de bio-épurateurs pour les eaux de rinçage des pesticides au Canada. Il est adapté à la région des Prairies, mais la plupart des renseignements peuvent s'appliquer aux autres régions du Canada ou facilement être adaptés pour celles-ci. Les renseignements présentés s'inspirent considérablement de la vaste expérience européenne dans le domaine, appuyée par quatre années de recherches en laboratoire et sur le terrain ainsi que sur trois années de mise à l'essai du modèle proposé en Saskatchewan et en Alberta. Il subsiste certaines lacunes dans les renseignements, de sorte qu'une mise à jour du manuel est prévue lorsque de nouvelles données seront obtenues.

REMERCIEMENTS

L'élaboration de ce manuel n'aurait pas été possible sans la contribution des personnes suivantes : Claudia Sheedy, pour son précieux travail de révision et d'analyse en laboratoire des pesticides dans le cadre du projet, Sharon Reedyk, pour ses révisions et ses questions destinés à ce que le manuel soit pratique et utilisable par l'industrie, Denise Nilsson, pour son remarquable protocole de laboratoire et son contrôle de la qualité dans le cadre des analyses des échantillons prélevés dans les bio-épurateurs, Hakibu Tanko, pour son analyse et son interprétation des données, Steve Murrell, Jim Daschle et Gary Makowicki, pour leur créativité et leur expertise appliquée à la construction et au suivi des divers prototypes de bio-épurateurs, Eric Haaland, pour la conception du système électrique et des commandes, Barry Vestre, pour son aide lors de la construction et de l'utilisation du bio-épurateur à Outlook, en Saskatchewan, John Ippolito et Alan Cessna, pour leur examen technique approfondi, et Erl Svendsen, pour ses révisions visant à faire du présent manuel un ouvrage concis, cohérent et pratique et Tinaya Iron pour s'être occupé de la mise en forme et de la présentation du manuel.

TABLE DES MATIERÈS

AVANT-PROPOS i

REMERCIEMENTS i

INTRODUCTION

POURQUOI DES BIO-ÉPURATEURS? 1
IMPORTANCE DES AIRES DE MANUTENTION DES PESTICIDES 1
QU'EST-CE QU'UN BIO-ÉPURATEUR POUR LES EAUX DE RINÇAGE DES PESTICIDES? 3
FONCTIONNEMENT DU BIO-ÉPURATEUR 3
TYPES DE PESTICIDES POUVANT ÊTRE TRAITÉS PAR UN BIO-ÉPURATEUR 3
AVANTAGES DU SYSTÈME À DEUX BIO-ÉPURATEURS 4
ÉLÉMENTS AYANT UNE INCIDENCE SUR L'EFFICACITÉ DES BIO-ÉPURATEURS 4
QUANTITÉS D'EAU DE RINÇAGE POUVANT ÊTRE TRAITÉES PAR UN BIO-ÉPURATEUR 4
COÛT D'INSTALLATION D'UN SYSTÈME DE BIO-ÉPURATION 5
FRÉQUENCE DE REMPLACEMENT DU MÉLANGE ORGANIQUE POUR UN FONCTIONNEMENT EFFICACE DU BIO-ÉPURATEUR 5
EXISTE-T-IL D'AUTRES SOLUTIONS? 5

CONCEPTION ET CONSTRUCTION DU SYSTÉME DE BIO-ÉPURATION

ÉLÉMENTS DONT IL FAUT TENIR COMPTE POUR LA CONCEPTION ET LA CONSTRUCTION DU SYSTÈME 7
CHOIX DU SITE 7
SURFACE COLLECTRICE : TAILLE ET MATÉRIAUX 8
RÉSERVOIR DE STOCKAGE 12
MÉLANGE ORGANIQUE 12
BIO-ÉPURATEUR 13
AUTRES COMPOSANTES DU SYSTÈME DE BIO-ÉPURATION 16
ÉLIMINATION DE L'EAU DE RINÇAGE TRAITÉE 19

COÛT 21

CALENDRIER DE FONCTIONNEMENT ET D'ENTRETIEN

DÉBUT AVRIL 23
PRÉPARATION EN VUE DE LA SAISON DE PULVÉRISATION 23
ENTRETIEN HEBDOMADAIRE 24
ENTRETIEN BIMENSUEL 24
MISE HORS SERVICE AUTOMNALE 24

RAJEUNISSEMENT ET ÉLIMINATION DU MÉLANGE ORGANIQUE 25

SUJETS DE RESCHERCHE FUTURS. 25

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES 25

ANNEXES

ANNEXE A : ÉLÉMENTS FONDAMENTAUX POUR LA BONNE PERFORMANCE DU BIO-ÉPURATEUR . . 26

MILIEU PHYSIQUE 26

MILIEU CHIMIQUE 26

MICROORGANISMES 27

ANNEXE B : LISTE DES COMPOSANTES DU BIO-ÉPURATEUR DE PESTICIDES 28

INTRODUCTION

POURQUOI DES BIO-ÉPURATEURS?

Les pesticides font aujourd'hui partie intégrante de l'agriculture. Bien qu'il existe des pratiques exemplaires pour réduire au minimum les répercussions de l'utilisation de ces produits sur l'environnement, des pesticides sont encore souvent détectés dans les milieux humides, les rivières, les lacs et les eaux souterraines. Leur présence dans les sources d'eau potable entraîne des coûts liés aux traitements nécessaires à leur élimination[1]. De plus, l'examen scrupuleux du public peut mener à un resserrement des règlements et des restrictions et, dans certains cas, à l'interdiction formelle de certains produits chimiques agricoles dont les producteurs dépendent. En outre, les producteurs sont eux-mêmes des consommateurs et ils vivent dans des collectivités qui peuvent être touchées par l'élimination incorrecte des résidus de pesticides; ils sont eux aussi préoccupés par la santé de leur famille, de leurs animaux de compagnie et de leur bétail. L'adoption d'une approche proactive en matière d'élimination appropriée des résidus de pesticides peut permettre d'atténuer ou d'éliminer ces problèmes. Les bio-épurateurs (également appelés lits biologiques, ou biobeds en anglais) représentent une solution sécuritaire et efficace pour l'élimination des résidus de pesticides.

IMPORTANCE DES AIRES DE MANUTENTION DES PESTICIDES

Des recherches ont montré que l'aire de manutention des pesticides, c'est-à-dire le site où le pulvérisateur est rempli, rincé et lavé, peut représenter une source importante de contamination des eaux de surface (cours d'eau, lacs et milieux humides)[2] et des eaux souterraines par les pesticides. Souvent, cette aire se trouve à proximité d'une source d'eau, a été dépourvue de sa couche arable pour la création d'une base solide et reçoit les eaux de rinçage des pulvérisateurs, qui contiennent des concentrations élevées de pesticides. Ces facteurs réduisent l'absorption locale des pesticides et favorisent le ruissellement de contaminants dans les eaux de surface ainsi que leur infiltration jusqu'aux eaux souterraines. Il est possible de pratiquement éliminer cette source de contamination en axant les efforts sur l'aire de manutention des pesticides et en aménageant une installation de captage et d'élimination.

Figure 1. Membrane noire en polyéthylène (avant-plan) et deux lits biologiques bleus en surface, en début de construction. Encadré : Vue du haut des lits biologiques remplis avec tuyaux goutteurs au-dessus du mélange organique; le réservoir de stockage noir est installé derrière les lits biologiques.

[1] Dearmont, D., B.A. McCarl et D.A. Tolmen. 1998. Costs of water treatment due to diminished water quality: A case study in Texas. Water Resources Research, 34(4): 849-853.

[2] Helweg, A. 1994. Threats to water quality from pesticides—Case histories from Denmark. Pesticide Outlook 5, 12-18; as reported by Castillo M.D.P. and L. Torstensson. 2008. Biobeds - Biotechnology for Environmental Protection from Pesticide Pollution. In: Annable M.D., Teodorescu M., Hlavinek P., Diels L. (eds) Methods and Techniques for Cleaning-up Contaminated Sites. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht.

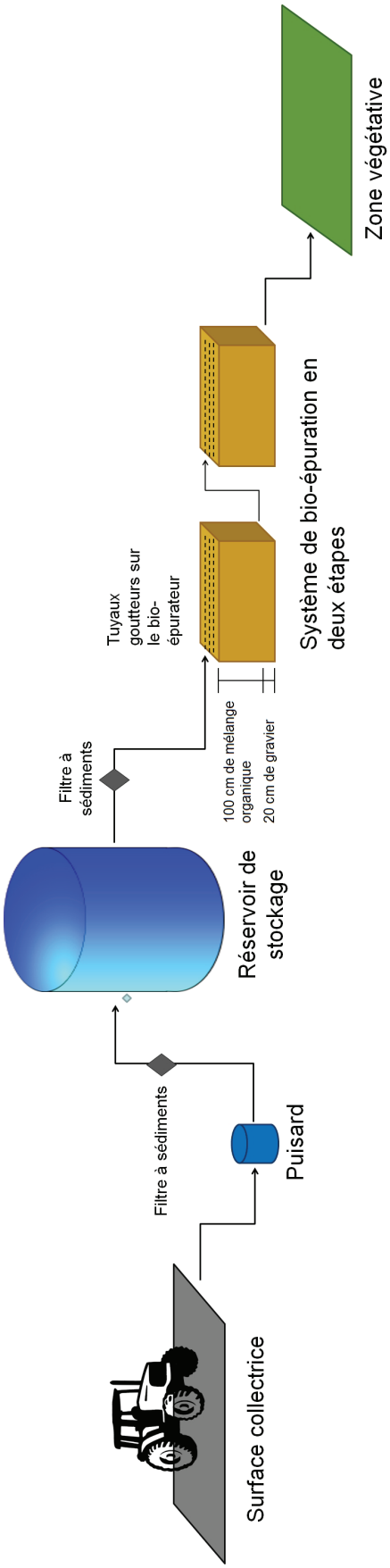


Figure 2. Schéma général d'un système de traitement en deux étapes.

QU'EST-CE QU'UN BIO-ÉPURATEUR POUR LES EAUX DE RINÇAGE DES PESTICIDES?

Un bio-épurateur est généralement constitué d'un réservoir ouvert ou d'une fosse doublée rempli d'un mélange organique (copeaux de bois ou paille + sol du champ + compost ou tourbe). L'eau de rinçage et les déversements des pulvérisateurs sont collectés dans une surface puis se déversent dans un puisard, où ils sont pompés dans un réservoir de stockage. À partir du réservoir de stockage, un faible volume d'eau de rinçage est appliqué au goutte-à-goutte ou par aspersion sur la face supérieure du bio-épurateur. Une partie de cette eau s'évapore, et le reste s'infiltre dans le mélange organique. L'eau de rinçage traitée qui s'accumule au fond du bio-épurateur peut être utilisée pour l'irrigation de la pelouse ou des haies brise-vent (Figures 1 et 2).

FONCTIONNEMENT DU BIO-ÉPURATEUR

Le bio-épurateur élimine les pesticides présents dans les eaux de rinçage par adsorption et par dégradation. L'adsorption est un processus par lequel les ions ou les molécules adhèrent à une surface solide et s'y accumulent en une mince couche. Dans le cas présent, les molécules de pesticides qui se trouvent dans les eaux de rinçage ou qui sont déversés adhèrent aux particules de sol et aux composantes du mélange organique. Les bactéries et les champignons, naturellement présents dans le sol du champ ajouté au mélange organique, peuvent dégrader les pesticides. Il est logique que des microorganismes capables de dégrader les pesticides soient présents dans le sol des champs cultivés, car ce sol est exposé aux pesticides au fil du temps, ce qui favorise le développement de communautés microbiennes pouvant dégrader les pesticides et s'en servir comme source de nourriture.

La biodégradation des pesticides étant la raison d'être des bio-épurateurs, il est essentiel de créer un milieu qui favorise la prolifération des microorganismes pour que les bio-épurateurs soient performants. Les microorganismes prospèrent dans les milieux humides et chauds (20 °C à 30 °C). Pour favoriser la prolifération des bactéries et des champignons (et donc la biodégradation des pesticides), le bio-épurateur doit absolument (1) avoir un bon drainage pour la régulation du taux d'humidité et (2) être doté d'un système de chauffage permettant de faire dégeler et de réchauffer le bio-épurateur au printemps de façon à ce que celui-ci soit fonctionnel au début mai, pour la période d'application des pesticides. Sans chauffage, le bio-épurateur peut demeurer gelé jusqu'en juin, ce qui réduit de plusieurs semaines la période où le système est réellement fonctionnel pour le traitement.

TYPES DE PESTICIDES POUVANT ÊTRE TRAITÉS PAR UN BIO-ÉPURATEUR

Les bio-épurateurs peuvent être utilisés pour le traitement des herbicides, des insecticides et des fongicides présents dans les eaux de rinçage ou d'un mélange de ces produits. Les pesticides concentrés ne doivent pas être envoyés directement dans le bio-épurateur, car ils peuvent nuire aux communautés de microorganismes. De plus, il arrive que les communautés de microorganismes ne soient pas assez denses ou diversifiées pour être en mesure de dégrader des concentrations élevées de pesticide appliquées directement dans le bioépurateur.

Les fongicides peuvent nuire aux communautés de champignons dans le premier bio-épurateur, mais celles-ci peuvent se rétablir en un mois. Dans le cas d'un système de traitement en deux étapes, les communautés de champignons demeurent généralement riches dans le deuxième bioépurateur.

AVANTAGES DU SYSTÈME À DEUX BIO-ÉPURATEURS

Des systèmes comprenant des réservoirs de différentes profondeurs et composés d'un seul bio-épurateur ou de deux bioépurateurs en série ont été mis à l'essai sur le terrain. Les résultats ont montré que le système comprenant un seul bio-épurateur élimine environ 90 % des pesticides et que l'ajout d'un deuxième bioépurateur permet l'élimination d'environ 85 % des pesticides restants. Le bio-épurateur simple élimine donc 90 % des pesticides, alors que les bio-épurateurs en série en éliminent généralement 98 %. De plus, il a été observé que les pesticides résistants étaient éliminés dans une plus grande proportion dans le deuxième bioépurateur que dans le premier. L'augmentation de la profondeur du bio-épurateur avait une faible incidence sur l'efficacité d'élimination des pesticides.

ÉLÉMENTS AYANT UNE INCIDENCE SUR L'EFFICACITÉ DES BIO-ÉPURATEURS

La proportion des pesticides éliminés diminue avec l'augmentation du taux d'application et des précipitations. De plus, les recherches ont montré que trois pesticides, plus précisément des herbicides, sont éliminés dans une plus faible proportion que les autres : le clopyralide (Lontrel, Stinger, Transline, Confront), la bentazone (Basagran, Storm) et l'imazéthapyr (Pursuit, Arsenal). Ces trois produits sont éliminés à approximativement 60 %. Il faut réaliser d'autres recherches pour déterminer pourquoi ces pesticides sont éliminés moins efficacement que les autres et pour trouver des méthodes permettant d'accroître l'efficacité d'élimination de ces produits.Jusqu'à ce que cette difficulté soit résolue, il est recommandé d'appliquer au champ la totalité du mélange en cuve ainsi que les eaux de rinçage, lorsque possible, pour réduire les quantités de ces pesticides entrant dans le bio-épurateur.

QUANTITÉS D'EAU DE RINÇAGE POUVANT ÊTRE TRAITÉES PAR UN BIO-ÉPURATEUR

La taille du bio-épurateur détermine la quantité d'eau de rinçage pouvant être traitée au cours d'une saison de croissance. À une dose de 1 cm/jour, il est possible d'appliquer 10 litres par mètre carré. Pour calculer la capacité totale du bio-épurateur, il faut simplement multiplier par 10 la superficie du bio-épurateur (en mètres carrés), puis multiplier le résultat par le nombre de jours où le bio-épurateur recevra une application. Par exemple, un bio-épurateur conventionnel de 5 mètres carrés permettra le traitement de 5 000 L en 100 jours :

$$\text{Volume traité} = 5\ m^2 \times 10\ L/m^2 \times 100\ \text{jours} = 5\ 000\ L$$

Le modèle présenté dans le présent manuel est conçu pour l'application d'une hauteur d'eau de rinçage de un centimètre sur la totalité de la superficie du bio-épurateur chaque jour au cours de la saison de croissance (~ 100 jours). De manière générale, les exploitations agricoles génèrent 5 000 à 7 000 litres/année (1 100 à 1 500 gallons/année), mais ces quantités peuvent être deux ou même trois fois plus élevées selon le type de culture.

Une exploitation agricole a donc généralement besoin d'un bio-épurateur ayant une superficie de cinq mètres carrés (54 pieds carrés) (voir ci-dessus). Le modèle comprend un facteur de sécurité permettant l'expansion ou la prise en charge de volumes plus élevés que prévu.Au besoin, le taux d'application journalier peut être doublé sans que l'efficacité d'élimination soit considérablement réduite. Toutefois, l'application de plus de deux centimètres par jour entraîne une diminution de l'efficacité d'élimination.

Pratique exemplaire : réduire les quantités et les concentrations de pesticide dans l'eau de rinçage en (1) appliquant la totalité du contenu du réservoir dans le champ ciblé et (2), si possible, en appliquant la première eau de rinçage dans le même champ.

COÛT D'INSTALLATION D'UN SYSTÈME DE BIO-ÉPURATION

Un système de bio-épuration coûte entre 6 000 et 23 000 $, selon la taille de la surface collectrice et les matériaux utilisés pour sa construction ainsi que la taille du système requis pour traiter le volume annuel d'eau de rinçage.

FRÉQUENCE DE REMPLACEMENT DU MÉLANGE ORGANIQUE POUR UN FONCTIONNEMENT EFFICACE DU BIO-ÉPURATEUR

En Europe, les producteurs remplacent généralement le mélange organique tous les 5 à 7 ans. Au Canada, les températures froides peuvent prolonger la durée d'utilisation du mélange. Toutefois, le chauffage artificiel du bioépurateur au début du printemps peut entraîner une hausse de l'activité microbienne et par conséquent une accélération de la dégradation du mélange organique. D'ici à ce que d'autres recherches soient réalisées à ce sujet, il est recommandé de remplacer le mélange tous les 5 ans.

EXISTE-T-IL D'AUTRES SOLUTIONS?

Il existe de nombreux types de bio-épurateurs qui diffèrent du modèle à deux bassins recommandé dans le présent manuel, et les producteurs peuvent trouver que certains conviennent mieux à leur situation particulière. Exemples de modèles :

1. Modèle superposé : petits cubes (1 m^3) contenant un mélange organique, superposés par trois. Les eaux de rinçage sont appliquées au sommet et s'écoulent par gravité jusqu'au contenant inférieur. Ce type de modèle a une capacité de 2 lb/po^2 au niveau de son système de distribution, de sorte qu'il est souvent difficile d'obtenir une bonne couverture; il est toutefois moins coûteux et ne nécessite pas de pompe.
2. Modèle souterrain : le bio-épurateur se trouve sous l'aire de lavage et est recouvert d'une grille robuste capable de supporter le tracteur muni du pulvérisateur. L'eau de rinçage est entièrement appliquée sur le bioépurateur au moment du rinçage plutôt que d'être progressivement appliquée au fil du temps. Ce modèle élimine le besoin de pompes, mais la grille peut être coûteuse. En outre, le bio-épurateur est exposé à des taux d'application variables, ce qui le rend moins efficace, et l'eau de pluie ne peut pas en être détournée.
3. Modèle couvert : un bio-épurateur à un bassin recouvert d'un toit et muni d'un système de recirculation fonctionne extrêmement bien. La majeure partie de l'eau de rinçage est éliminée par évaporation, et aucun apport d'eau ne provient des précipitations; ce type de système peut être plus efficace qu'un modèle à deux bassins. Des coûts sont toute fois associés à l'installation du toit, et celui-ci gêne souvent le travail dans le bio-épura teur.

EXEMPLE 1

Q : Quelle quantité d'eau de rinçage contenant des pesticides peut être traitée pour chaque mètre carré (m^2) de surface du bio-épurateur au cours de la saison de croissance (100 jours), selon une hauteur d'application de 1 cm/jour?

R : 1 000 L par mètre carré

Calcul rapide : eau de rinçage d'une hauteur de 1 cm = 10 L par m^2 du bioépurateur (voir ci-dessous), multiplié par le nombre de jours

$$10\ L/m^2/jour \times 100\ jours = 1\ 000\ L/m^2$$

Calculer le volume pouvant être appliqué (eau de rinçage d'une hauteur de 1 cm) par mètre carré par jour :

1. Convertir les m^2 en cm^2

$$1\ m^2 = 10\ 000\ cm^2$$

2. Ensuite, calculer la capacité journalière (volume d'eau de rinçage pouvant être appliqué chaque jour) par mètre carré du bio-épurateur, en multipliant la superficie par la dose jour nalière recommandée

$$10\ 000\ cm^2 \times 1\ cm/jour = 10\ 000\ cm^3/jour$$

3. Convertir les cm^3 en litres

$$1\ L = 1\ 000\ cm^3,\ donc\ 10\ 000\ cm^3/jour \div 1\ 000\ cm^3/L = 10\ L/jour$$

EXEMPLE 2

Q: Combien de jours seraient nécessaires pour l'application de 1 000 litres d'eau de rinçage contenant des pesticides sur un bio-épurateur de 5 m^2, selon la dose recom mandée (1 cm/jour = 10 $L/m^2/jour$)?

R : 20 jours

$$Durée = (1000\ L \div 10\ L/m^2/jour) \div 5\ m^2 = 20\ jours$$

CONCEPTION ET CONSTRUCTION DU SYSTÉME DE BIO-ÉPURATION

ÉLÉMENTS DONT IL FAUT TENIR COMPTE POUR LA CONCEPTION ET LA CONSTRUCTION DU SYSTÈME :

- Choix du site
- Surface collectrice; taille et matériaux
- Réservoir de stockage : taille
- Mélange organique : composition
- Bio-épurateur : taille, matériaux
- Élimination de l'eau de rinçage traitée
- Autres composantes du système : piège à sédiment, puisard, pompes, minuteries, tuyaux goutteurs, chauffage, système électrique

CHOIX DU SITE

Le site choisi pour l'installation de la surface collectrice et du bio-épurateur doit être protégé des inondations et ne doit pas se trouver dans une voie de drainage, pour réduire les coûts d'installation et les problèmes d'entretien. Il faut tenir compte des éléments ci-dessous.

- Choisir un terrain plat et élevé ou un terrain présentant une légère pente pour permettre le drainage de la surface collectrice. Rediriger l'écoulement de surface naturel si nécessaire. Les terrains en pente abrupte nécessiteront un travail du sol accru pour le nivellement de la surface collectrice.
- Choisir un emplacement ayant une altitude suffisante pour limiter l'entrée d'eau de drainage externe dans la surface collectrice.
- Choisir un endroit éloigné des puits, des cours d'eau, des canaux de drainage et des descentes pluviales des toitures ainsi que des zones sensibles sur le plan environnemental.
- Choisir un site possédant une couche de sol arable mince. La couche arable doit être retirée jusqu'au sous-sol; si elle est épaisse, du remblai devra être ajouté pour créer une surface stable pour accueillir le système de bio-épuration et permettre la circulation de l'équipement.
- Choisir un emplacement adjacent aux zones actuellement ou auparavant utilisées pour la manutention des produits chimiques, car les installations existantes d'approvisionnement en eau, d'alimentation électrique et d'entreposage des produits chimiques ainsi que les surfaces stabilisées pour les réservoirs peuvent être réutilisées. Il est parfois possible d'adapter une dalle de béton existante en surface collectrice.
- Chosir un site en amont du vent par rapport aux arbres ou éloigné des arbres. Les arbres offrent une protection contre le vent, mais si le site est situé trop près d'arbres, il faudra consacrer du temps après les tempêtes pour ramasser les débris (feuilles et branches) sur la surface collectrice avant le rinçage du réservoir du pulvérisateur.

- Choisir un emplacement éloigné des enclos de bétail, des installations de stockage du grain, des sentiers, des aires de jeu pour enfant et des autres zones fortement utilisées ou sensibles semblables, pour éviter les risques de contamination par dérive ou par déversement accidentel.

SURFACE COLLECTRICE : TAILLE ET MATÉRIAUX

Taille, pour la rampe de pulvérisation : la surface collectrice doit être de largeur suffisante pour capter le jet des buses et doit se trouver dans un endroit abrité pour réduire les pertes associées à la dérive. En général, une surface de 2,1 mètres (7 pieds) de largeur est suffisante pour réduire au minimum les pertes dans le cas de larampe. Toutefois, la taille de la surface dépendra de la hauteur et de la largeur de la rampe, du degré de protection contre le vent et de la présence de vent.

Taille, pour l'équipement de pulvérisation : il faut déterminer la taille de la surface collectrice en fonction du type d'équipement de pulvérisation. La surface doit être de largeur suffisante pour retenir l'eau utilisée pour le rinçage de la cuve et des surfaces qui sont entrées en contact avec la dérive de pulvérisation. Il n'est pas nécessaire de placer les pneus avant du tracteur sur la surface collectrice, mais celle-ci doit être d'une largeur d'au moins 3,2 mètres (10 pieds) supérieure à celle de l'équipement, pour que l'eau pulvérisée durant le rinçage soit récupérée.

Matériaux, béton : la dalle de béton doit être construite selon une méthode et des spécifications acceptées :

- Retirer la couche arable
- Installer au moins 15 centimètres (6 pouces) de remblai granulaire compacté (couche de base pour route ou poussière de concassage)*
- Béton d'une résistance minimale de 30 MPa (4 400 lb/po^2) et résistant aux sulfates
- Épaisseur minimale de 12,5 centimètres (5 pouces)
- Barres d'armature M15 aux 30 centimètres (12 pouces)

Matériaux, membrane en polyéthylène:

- Retirer la couche arable
- Installer au moins 15 centimètres (6 pouces) de remblai granulaire compacté (couche de base pour route ou poussière de concassage)*
- Utiliser de la poussière de concassage pour créer une pente (min. 1:100 = 1 %) entre les bords et le milieu de la surface collectrice
  - Tous les bords doivent être d'au moins 5 centimètres (2 pouces) hors sol
- Recouvrir la couche de poussière de concassage d'un géotextile non tissé. Ce géotextile protège la membrane de polyéthylène
- Recouvrir le géotextile d'une membrane en polyéthylène renforcé ou non renforcé
- Recouvrir les extrémités des membranes de poussière de concassage pour les maintenir en place (Figure 3, coupe transversale A – A et C – C)
- Facultatif : Installer des tapis de sol en caoutchouc dans la zone de passage des pneus du pulvérisateur, pour protéger davantage la membrane.

* La pierre concassée ne constitue pas un bon remblai granulaire, car les fines particules de la couche supérieure de poussière de concassage finiront par pénétrer dans les interstices entre les pierres et par déformer la pente de la base.

Matériaux mixtes : Il est également possible d'utiliser une combinaison de matériaux pour les surfaces collectrices, par exemple du béton pour la surface destinée à l'équipement et une membrane en polyéthylène renforcé ou non renforcé pour la surface destinée à la rampe.

Drainage : créer une pente d'au moins 1:100 (1 %) orientée vers le drain et un talus ou un remblai de 5 centimètres (2 pouces) sur le périmètre des surfaces collectrices, pour retenir l'eau de rinçage. L'eau de rinçage doit s'écouler dans un piège à sédiments puis dans un puisard. À partir du puisard, l'eau de rinçage est pompée vers le réservoir de stockage. (Figure 3) (voir la section sur les pompes pour de plus amples renseignements sur la taille et le type de pompes recommandées)

Eau de pluie atteignant la surface collectrice : Durant une année pluvieuse, 30 000 litres d'eau de pluie ou plus peuvent être captés par les 100 mètres cubes (1 100 pieds cubes) de la surface collectrice (= 30 centimètres / 12 pouces d'eau de pluie). Pour régler ce problème, il est possible, durant les fortes précipitations, de détourner l'eau captée par la surface collectrice ou d'installer sur le tuyau de sortie du puisard un branchement et un robinet pour pomper l'eau de pluie vers l'aire d'élimination finale.

Pratique exemplaire : laver la surface collectrice et vidanger le puisard avant de détourner l'eau de pluie ou attendre que l'eau de pluie ait nettoyé la surface et que le puisard se soit vidé de l'eau de rinçage avant de détourner l'eau de pluie.

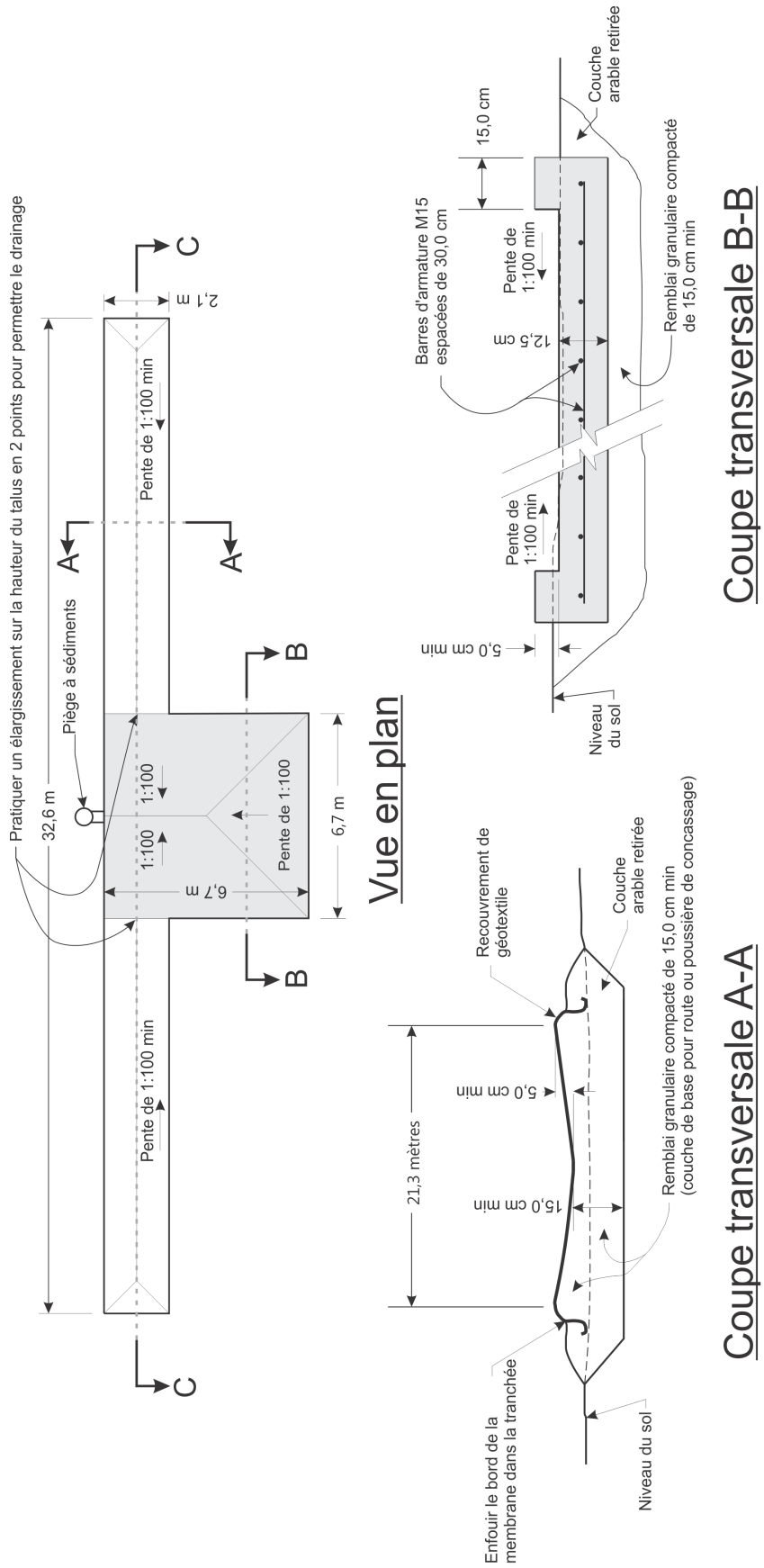


Figure 3. Plan détaillé d'une surface collectrice destinée à un pulvérisateur de 30,5 mètres (100 pieds)

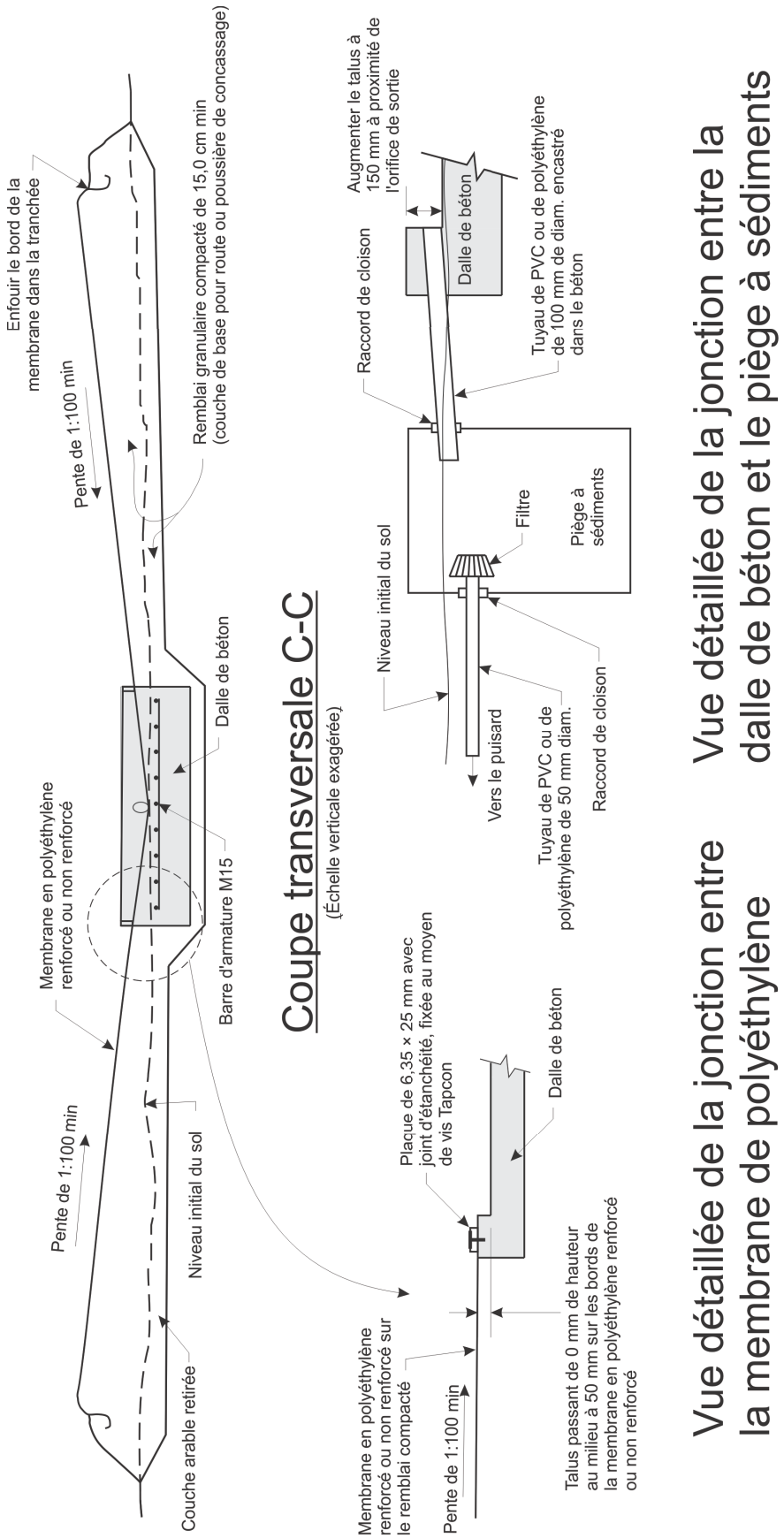


Figure 3. (a continué)

RÉSERVOIR DE STOCKAGE

Le réservoir de stockage doit être d'une capacité équivalente à au moins le tiers du volume annuel prévu. Ce réservoir doit être installé sur une base stable : retirer la couche arable et la remplacer par un remblai granulaire compacté.

Figure 4. Réservoir de stockage des eaux de rinçage

MÉLANGE ORGANIQUE

Le mélange organique comprend 3 composantes :

- Paille hachée ou copeaux de bois (autre que de cèdre)
  - 50% du volume
  - Comprimer légèrement (p. ex. écraser avec une fourche) pour évaluer le volume
  - Source de lignine pour fournir de l'énergie aux champignons.
- Sol provenant d'un champ (couche arable) exposé aux pesticides
  - 25% du volume
  - Inoculant servant à l'introduction des microorganismes dans le bio-épurateur
  - De préférence un loam riche en matière organique; les sols argileux lourds nuisent à la perméabilité, et les sols sableux offrent moins de surface de contact, ce qui réduit leur capacité d'héberger des microorganismes.
- Tourbe ou compost
  - 25% du volume
  - Le compost végétal est préférable au fumier composté, car l'utilisation du fumier dans les systèmes de bio-épuration n'a pas fait l'objet d'essais poussés.
  - La matière organique permet l'adsorption des pesticides.

Avant l'utilisation, laisser le mélange organique reposer ou maturer pendant au plus 8 semaines et y ajouter de l'eau au besoin pour le garder humide (pas mouillé). Autant que possible, préparer le le mélange organique pour qu'il soit prêt au moment où il sera ajouté bio-épurateur,

Figure 5. Composantes du mélange organique : deux parties de paille (à gauche) + une partie de sol (en haut à droite) + une partie de compost (en bas à droite). Photos - paille : cc by Miquel Pujol Palol; sol : AAC; compost : cc by C.K. Gurney

car le mélange chauffera s'il ne reçoit pas d'eau ou d'eau de rinçage au cours des deux premières semaines suivant son ajout au bio-épurateur (Figure 5).

BIO-ÉPURATEUR

Le bio-épurateur peut être constitué d'une fosse doublée d'une membrane, d'une structure en bois dont l'intérieur est recouvert d'une membrane (Figure 6), d'un bassin à poissons ouvert en polyéthylène ou en fibre de verre ou encore d'un anneau en acier ondulé. Dans les cas où une doublure doit être installée, il est recommandé d'utiliser une membrane en polyéthylène d'au moins 20 mils, car les membranes de cette épaisseur sont suffisamment résistantes tout en demeurant assez flexibles pour s'adapter à la forme de la fosse ou du contenant.

Figure 6. Photo de top : Fosse doublée d'une membrane. Photo de droite : Structure en bois doublée d'une membrane

Pour un bio-épurateur de 2,4 mètres (8 pieds) de diamètre (superficie = 4,7 mètres carrés / 50 pieds carrés), l'option la plus économique est un bassin à poissons ou une fosse doublée d'une membrane. Il est également possible d'utiliser un réservoir d'eau de 2,4 mètres (8 pieds) de diamètre : coupez le dessus du réservoir de façon à obtenir un bassin ouvert de 1 mètre (3 pieds) de profondeur, puis entourez-le d'une sangle ou d'une bande à 60 centimètres (2 pieds) de hauteur pour le renforcer et lui permettre de conserver sa forme (consultez le fabricant pour des recommandations) (Figure 1). Pour les bio-épurateurs de plus grande taille, un anneau en acier ondulé ou une fosse doublée d'une membrane constituent les meilleures solutions.

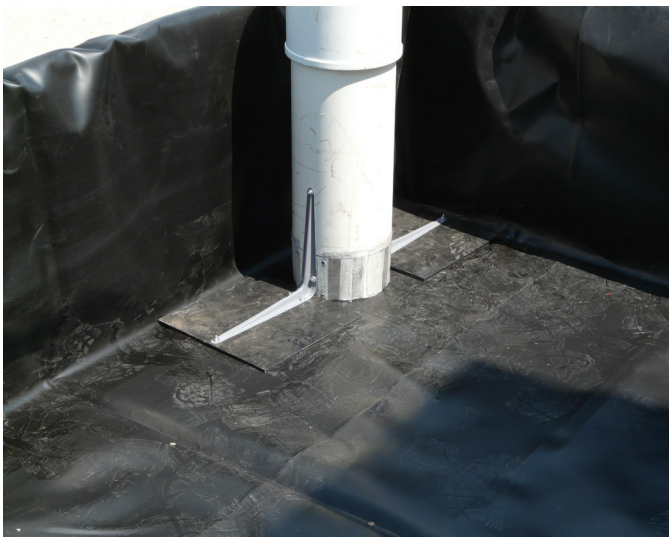


Figure 7. Puisard intégré installé dans un bioépurateur hors sol. La partie inférieure du puisard est perforée et munie d'un filtre pour empêcher les particules d'atteindre la pompe et d'obstruer celle-ci.

Le bio-épurateur doit être d'une profondeur d'au moins 80 centimètres (32 pouces); son fond doit comporter une couche de gravier d'au moins 15 à 20 centimètres [6 à 8 pouces] recouverte d'une couche de mélange organique de 60 centimètres [24 pouces]. Dans le cas des bio-épurateurs souterrains, il faut installer une couche de sable au fond pour protéger la membrane de polyéthylène. Dans le cas des bio-épurateurs hors sol doublés d'une membrane, recouvrez le fond d'un géotextile non tissé (toile filtrante) plutôt que de sable.

Dans le cas des bio-épurateurs souterrains, il faut installer un puisard intégré avant d'ajouter la couche de gravier (couche de drainage). Ce puisard est tout simplement un tube installé verticalement sur une des faces intérieures du bioépurateur et faisant la même hauteur que celuici. La section entourée de gravier doit être perforée. Le tube doit être de diamètre suffisant pour qu'on puisse y installer une pompe à puisard (20 ou 30 centimètres / 8 ou 12 pouces; voir la section Pompes, à la page 17). Dans le cas des bioépurateurs hors sol, installez un puisard dans le premier bioépurateur avant d'ajouter le gravier (Figure 7); dans le deuxième bioépurateur, vous pouvez installer un puisard intégré ou un dispositif d'évacuation dans le bas du réservoir avant d'ajouter le gravier.

Si du gravier concassé est utilisé dans un bio-épurateur doublé d'une membrane de polyéthylène non renforcé, recouvrez la membrane d'un géotextile non tissé pour la renforcer et éviter qu'elle ne soit endommagée. Si du gravillon est utilisé, il n'est pas nécessaire d'installer un géotextile. Le prix plus élevé du gravillon par rapport au gravier concassé est probablement compensé par l'élimination des coûts associés au géotextile.

Installez un géotextile sur la couche de gravier pour la séparer du mélange organique. Le géotextile doit dépasser de 30 centimètres (12 pouces) de chaque côté. Si un puisard est utilisé, vous devez bien fixer le géotextile sur les côtés du bio-épurateur et le sceller autour du puisard, au moyen de bagues de serrage.

Versez le premier chargement de mélange organique (couche supérieure) au centre du bio-épurateur. Assurezvous que le géotextile recouvre bien les côtés du bio-épurateur pendant que vous étalez le mélange organique au moyen d'une pelle. Le mélange compacté maintiendra le géotextile en place. Une fois que la couche de mélange organique recouvrant le gravier atteint une épaisseur 20 centimètres (8 pouces), soit le tiers de sa hauteur totale finale, placez un ruban chauffant ou un serpentin de chauffage solaire sur le mélange (Figure 8). Passez les fils vers l'extérieur du bio-épurateur. Ajoutez le reste du mélange organique. La couche de mélange organique du bio-épurateur doit avoir une épaisseur d'au moins 60 centimètres (24 pouces).

Figure 8. Serpentin de chauffage installé sur la première couche de mélange organique de 20 centimètres recouvrant le gravier.

Pratique exemplaire : Semez un mélange de graminées, y compris un mélange à gazon et des agropyres, sur le bio-épurateur. Vous pouvez également installer de petites mottes de graminées ou même des plaques de gazon. Laissez le temps aux plantes de s'établir avant de commencer à appliquer l'eau de rinçage.

Ces plantes servent à deux fins. (1) Elles accentuent l'évaporation par évapotranspiration, ce qui permet de réduire le volume total d'eau de rinçage à traiter. (2) La rhizosphère fournit des sites additionnels propices à la colonisation des microorganismes et pourrait offrir certains nutriments et de l'énergie aux microorganismes (Figure 9).

Remarque : selon le mélange de pesticides et la concentration de pesticides dans l'eau de rinçage, il est possible que les plantes poussent difficilement ou meurent dans le premier bio-épurateur. Les plantes du deuxième bioépurateur s'établiront facilement et prospèreront, puisque l'eau de rinçage traitée dans le premier bioépurateur devrait contenir des concentrations d'herbicides considérablement moins élevées.

Figure 9. Les plantes qui poussent sur le dessus du bio-épurateur éliminent l'eau par évapotranspiration et peuvent favoriser la prolifération des microorganismes (photo gracieusement fournie par Tom Wolf, d'Agrimetrix Research & Training).

AUTRES COMPOSANTES DU SYSTÈME DE BIO-ÉPURATION

Un piège à sédiments et un puisard devraient être installés entre la surface collectrice et le réservoir de stockage. Le **piège à sédiments** intercepte l'eau de rinçage et constitue une chambre de décantation pour la terre et les autres particules. Il s'agit d'un tuyau de fibre de verre, de PVC ou de polyéthylène qui doit être recouvert et scellé dans sa partie inférieure par un raccord de cloison, du côté du puisard principal. Le sommet du piège à sédiments doit être suffisamment surélevé par rapport au sol pour empêcher l'entrée des eaux de ruissellement de surface provenant de la zone environnante. À partir de la surface collectrice, l'eau de rinçage s'écoule au travers d'un grillage (destiné à intercepter les gros débris) jusque dans un tuyau de 15 centimètres (6 pouces), puis dans le piège à sédiments. On recommande l'utilisation d'un piège à sédiments de 45 à 60 centimètres (18 à 24 pouces) de diamètre et d'une profondeur suffisante pour que sa partie inférieure se trouve à 30 à 45 centimètres (12 à 18 pouces) sous le point d'entrée de l'eau de rinçage. Connectez le piège à sédiments au puisard au moyen d'un tuyau de 10 centimètres (4 pouces) de diamètre. Un filtre grossier (de calibre 5 ou 10) est généralement fixé au piège à sédiments, sur le côté où le tuyau est connecté au puisard, pour retenir les débris flottants. Les jonctions entre les tuyaux et le piège à sédiments et entre les tuyaux et le puisard doivent être scellées au moyen de raccords de cloison (joints d'étanchéité) pour éviter l'entrée d'eau provenant de l'extérieur (Figure 3).

Le puisard principal recueille l'eau qui provient de la surface collectrice et a traversé le piège à sédiments; il renferme une pompe qui envoie l'eau de rinçage vers le réservoir de stockage. Le puisard peut être constitué d'un tuyau de béton, de fibre de verre, de PVC, de polyéthylène ou d'acier ondulé galvanisé. Un puisard mesure généralement 75 centimètres (30 pouces) de diamètre sur 120 centimètres (48 pouces) de hauteur; les 20 centimètres (8 pouces) supérieurs sortent du sol, et les 10 centimètres inférieurs (4 pouces) sont occupés par un bouchon de béton. Pour former le bouchon de béton, insérez 2 à 4 morceaux de barre d'armature dans le côté du tuyau, à 5 centimètres (2 pouces) du fond du tuyau, avant de verser le béton. Une fois le béton durci, scellez le joint entre le ciment et le tuyau avec un scellant au polyuréthane pour prévenir les fuites.

Facultatif : Installez une **vanne de dérivation manuelle** ainsi qu'une conduite sur le tuyau reliant le puisard au réservoir de stockage, pour dévier le trop-plein d'eau de pluie vers la zone où l'eau de rinçage traitée est déversée.

Des **pompes** sont nécessaires pour acheminer l'eau entre les éléments suivants :

- Du puisard jusqu'au réservoir de stockage
- Du réservoir de stockage jusqu'au premier bio-épurateur
- Du premier bio-épurateur jusqu'au deuxième bio-épurateur
- Du deuxième bio-épurateur jusqu'au point de déversement au niveau de la pelouse ou de la haie brisevent.

Une petite pompe pour produits chimiques peut être utilisée pour transférer l'eau de rinçage depuis le réservoir de stockage jusqu'au premier bio-épurateur. Les trois autres pompes doivent être des pompes à puisard submersibles équipées d'un flotteur ou d'une plaque de détection de l'eau. Si le puisard du bio-épurateurs a un diamètre de seulement 20 centimètres (8 pouces), il sera uniquement possible d'utiliser une pompe submersible munie d'une plaque de détection. L'inconvénient de ce type de pompe est que les plaques de détection s'encrassent facilement et sont difficiles à nettoyer. Ces petites pompes devront sans doute être remplacées tous les deux ans. Le puisard doit avoir un diamètre d'au moins 30 centimètres (12 pouces) pour pouvoir contenir une grosse pompe munie d'un flotteur, qui est plus fiable et a une plus longue durée de vie, mais qui est initialement plus coûteuse.

Le système de chauffage du bio-épurateur, utilisé au printemps, doit être muni d'une **minuterie**. De plus, des minuteries sont nécessaires pour l'actionnement des pompes entre le réservoir de stockage et le premier bio-épurateur, entre les deux bio-épurateurs et entre le deuxième bio-épurateur et la zone de déversement de l'eau de rinçage traitée. Il est préférable d'utiliser une minuterie numérique, car ce type de minuterie offre plus de souplesse pour les courts intervalles de temps. Toutefois, une minuterie mécanique à intervalles de trente minutes peut également convenir. La plupart des quincailleries offrent des minuteries numériques pour l'extérieur pour environ 30 $. Bien qu'elles soient destinées à un usage à l'extérieur, ces minuteries doivent être placées dans un boîtier les protégeant de la pluie et du soleil.

Figure 10. L'eau de rinçage est appliquée uniformément sur le mélange organique du bioépurateur au moyen de tuyaux goutteurs.

Appliquez l'eau de rinçage uniformément sur le dessus du bio-épurateur au moyen de **tuyaux goutteurs** (Figure 10). Les tuyaux goutteurs sont souvent munis d'émetteurs de 1 gallon US/heure espacés de 30 centimètres (1 pied). La dose d'application offerte par les tuyaux goutteurs espacés de 30 centimètres (1 pied) est de 40 litres/mètre carré par heure, soit environ deux à quatre fois la dose journalière requise. La minuterie de la pompe partant du réservoir de stockage devrait donc être réglée à 15 minutes par jour pour qu'une application de 1 centimètre soit obtenue.

Les goutteurs sont susceptibles de se bloquer après la première année, particulièrement ceux qui reçoivent le liquide ayant traversé le mélange organique. Pour régler ce problème, il existe 3 solutions.

- **Solution optimale :** filtrer l'eau au moyen d'un filtre de calibre 40 ou 80 en conduite installé en amont du tuyau goutteur.
- Remplacer le tuyau goutteur lorsque nécessaire.
- Percer un trou de 1,6 mm (1/16 de po) à côté de chaque goutteur.

Étant donné que le drainage du bio-épurateur se fait en 30 minutes après l'application de l'eau de rinçage, un programme du type ci-dessous est généralement utilisé.

- Pompe du réservoir de stockage (intrant) : démarrage à 9 h, arrêt à 9 h 30
- Pompe de puisard du bio-épurateur 1 : démarrage à 10 h, arrêt à 13 h
- Pompe de puisard du bio-épurateur 2 : démarrage à 14 h, arrêt à 17 h

Remarque : Ce programme permet de réduire le cycle des pompes de puisard du bio-épurateur et d'atténuer les risques de surcharge du circuit en évitant le fonctionnement simultané de deux pompes. De plus amples renseignements sont présentés dans la section sur le système électrique.

Il est très important d'apporter du **chauffage** au bio-épurateur au début du printemps, car les hivers froids des Prairies canadiennes peuvent faire en sorte que le bio-épurateur demeure gelé jusque tard en mai. Un système à énergie solaire passive ou des câbles chauffants peuvent être utilisés pour réchauffer le bio-épurateur. Le serpentin de chauffage doit être installé environ au niveau du tiers inférieur du mélange organique et doit être mis en fonction en avril (voir la section Fonctionnement et entretien pour plus de renseignements). Un câble chauffant de 250 à 300 watts (15 à 30 mètres / 50 à 100 pieds) ou un capteur solaire de 1,25 mètre sur 2,5 mètres (4 pieds sur 8 pieds) permet de réchauffer un bio-épurateur de 5 mètres carrés (environ 50 watts/m^2). Les câbles chauffants fournissent habituellement 10 ou 16 watts/mètre (3 ou 5 watts/pied); un câble de 16 watts/mètre (5 watts/pied) de 15 mètres (50 pieds) de longueur représente l'option la plus économique. Les coûts d'électricité annuels d'un bio-épurateur classique de 5 mètres carrés sont d'environ 20 $ (à 0,15/kilowattheure).
Utilisez une petite pompe à air pour aquarium, une tubulure et un diffuseur pour fournir de **l'aération** dans le réservoir de stockage et ainsi maintenir l'homogénéité du mélange d'eau de rinçage. L'aération vise à prévenir la stratification ou le fractionnement des divers pesticides dans la solution d'eau de rinçage et à réduire les risques que des concentrations élevées de pesticides soient appliquées dans le bioépurateur. Les microorganismes offrent un meilleur rendement lorsque les concentrations de pesticides sont stables.

Système électrique : Les besoins en électricité dépendent du type et du nombre de pompes. Pour un système de bio-épuration à deux bassins comprenant un puisard principal, un réservoir de stockage et deux bio-épurateurs, une pompe pour produits chimiques et trois pompes submersibles sont nécessaires. La petite pompe pour produits chimiques consomme peu d'énergie, mais les trois autres pompes peuvent consommer jusqu'à 15 ampères au démarrage.

Pour éviter le débordement du réservoir de stockage durant une averse intense (phénomène qui peut également être atténué par l'installation d'une vanne de dérivation manuelle entre le piège à sédiments et le puisard principal, voir page 17) ou de faire fonctionner à vide la pompe du réservoir de stockage, installez le câblage conformément à la Figure 11. Avec cette configuration, la pompe du réservoir de stockage fonctionnera de façon continue lorsque le niveau de l'eau de rinçage sera supérieur au niveau maximal et s'arrêtera lorsque le niveau minimum sera atteint, peu importe le réglage de la minuterie.

Énergie solaire : Il est possible d'alimenter le système à l'énergie solaire. Toutefois, pour réduire le nombre de panneaux solaires ou la taille des panneaux solaires nécessaires, il faut opter pour des pompes submersibles de 12 volts, qui sont coûteuses. L'utilisation de pompes submersibles de 120 volts, plus abordables, nécessiterait de grands panneaux solaires, un convertisseur et une batterie. Ainsi, l'alimentation en énergie solaire est plus coûteuse que l'alimentation électrique du réseau et n'est donc pas abordée dans le présent manuel.

Faites passer un câble sous terre jusqu'à un boîtier comprenant deux ensembles de prises et le câblage de l'interrupteur à flotteur. Chaque ensemble de prises doit être relié à un disjoncteur de 15 ampères distinct. Branchez la pompe du puisard principal et la pompe du réservoir de stockage à un disjoncteur, et les deux pompes à puisard des bio-épurateurs à l'autre disjoncteur. Pour vous assurer que les deux pompes ne démarrent pas simultanément, ajoutez une minuterie et limitez le temps de fonctionnement des pompes des bio-épurateurs à 3 heures par jour (voir le programme proposé à la section Autres composantes du système de bio-épuration - Pompes, à la page 17), ce qui offre amplement de temps pour le drainage des bio-épurateurs tout en limitant le fonctionnement marche-arrêt associé au captage du niveau d'eau par la pompe.

ÉLIMINATION DE L'EAU DE RINÇAGE TRAITÉE

Utilisez l'eau de rinçage traitée pour irriguer :

- une zone gazonnée ayant une superficie d'environ dix fois celle du bio-épurateur, au moyen d'un système de gicleurs, ou
- une haie ou un brise-vent, au moyen d'un tuyau goutteur de 30 mètres (100 pieds).

Ces surfaces offrent un troisième traitement, puisque la matière organique du sol permet l'adsorption des pesticides restants, qui seront dégradés par les microorganismes déjà présents dans le sol.

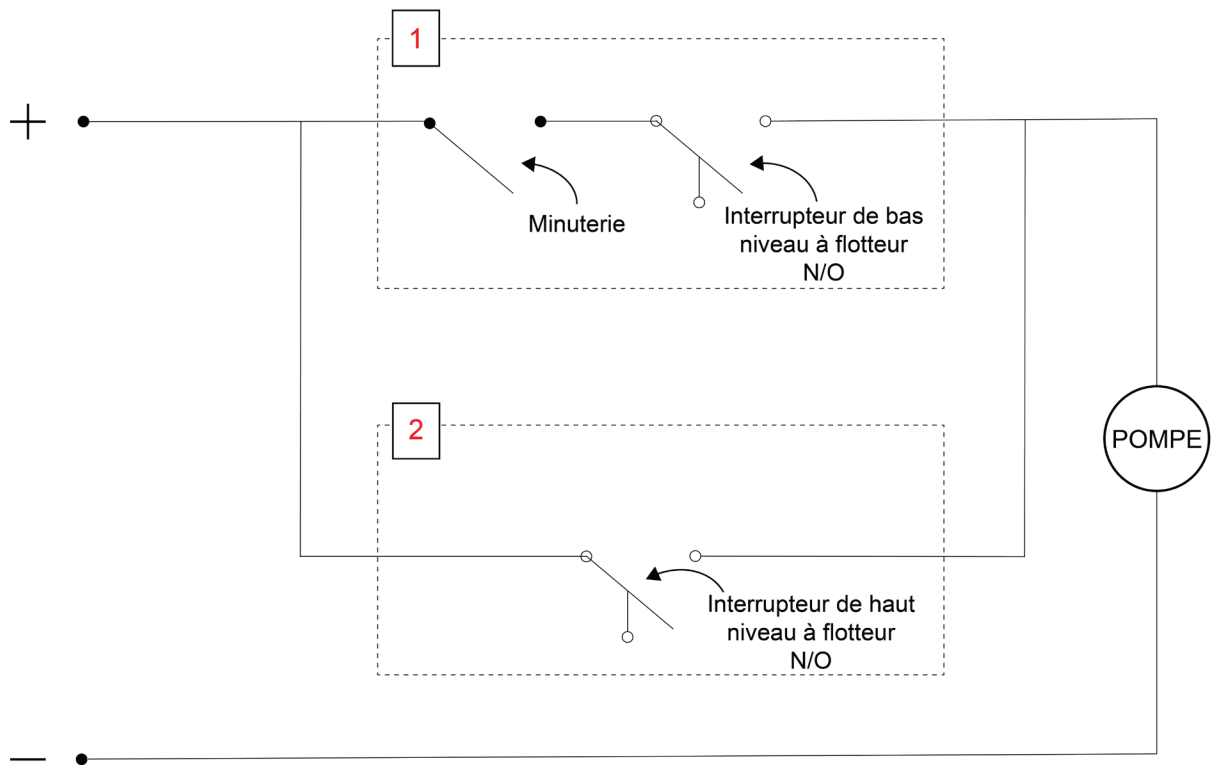


Figure 11. Schéma de câblage pour contrôler la pompe de façon à acheminer l'eau de rinçage des pesticides du réservoir de stockage aux tuyaux goutteurs du lit biologique. [1] Lorsque l'interrupteur de la minuterie se ferme, le niveau de l'eau de rinçage des pesticide doit être assez haut pour fermer l'interrupteur de bas niveau à flotteur de façon à activer la pompe. Cette précaution permet d'empêcher que la pompe s'assèche. [2] Si le niveau de l'eau de rinçage des pesticides est au maximum ou plus haut que le maximum, l'interrupteur de haut niveau à flotteur se fermera et activera la pompe, peu importe la minuterie, jusqu'à ce que le niveau de l'eau de rinçage des pesticides baisse sous le maximum (N/O = normalement ouvert).

COÛTS

Le coût des matériaux d'un système de bio-épuration peut aller de 6 000 $ à 23 000 $, dépendamment des quantités d'eau de rinçage à traiter, de la taille de la surface collectrice et des matériaux utilisés pour celle-ci. La majeure partie des coûts sont associés à la surface collectrice; ils vont de 3 000 $ pour une petite superficie recouverte de polyéthylène renforcé à 15 000 $ pour une dalle de béton. Le coût des matériaux pour le stockage et le traitement de l'eau de rinçage sont d'au moins 3 000$ pour une exploitation agricole classique, mais ils peuvent atteindre 8 000 $ si les volumes d'eau de rinçage sont élevés.

Les coûts des matériaux (sauf le béton) présentés dans le tableau 1 sont fondés sur le prix de ces matériaux en 2017. Ils représentent les matériaux nécessaires à un système pouvant accueillir un pulvérisateur de 30 mètres (100 pieds), ayant une capacité de traitement de 6 000 litres (1 500 gallons US) d'eau de rinçage et comportant une dalle de béton pour la portion machine et une membrane de polyéthylène renforcé pour la portion rampes. Les coûts n'incluent pas la livraison et l'installation, sauf pour le béton. Les remarques au bas du tableau 1 indiquent comment ajuster les coûts pour un pulvérisateur de taille différente ou pour un volume plus élevé d'eau de rinçage.

TABLEAU 1 : COÛTS DES MATÉRIAUX POUR UN BIO-ÉPURATEUR CLASSIQUE, EN 2017

ARTICLE	QUANTITÉ‡	COÛT UNITAIRE EN 2017‡,§	TOTAL§
Surface collectrice			
- Dalle de béton (installée)	41 m^2 (440 pi^2)	139,50 $/$m^2$ (13,00 $/$pi^2$)	5 720$
- Surface avec membrane en polyéthylène renforcé*	57 m^2 (608 pi^2)	32,00 $/$m^2$ (4,00 $/$pi^2$)	1 830$
Piège à sédiments et puisard	1	700,00$	700$
Réservoir de stockage†			
- 4 000 L/1 000 gallons US	1	700,00$	700$
Réservoir ouvert pour bioépurateur†			
- 2,4 m (8 pi) de diam.	2	1000,00$	2 000$
- Superficie = 4,7 m^2 (50 pi^2)			
Tuyauterie			
- Pompe du puisard principal	1	200,00$	200$
- Pombe du puisard du bioépurateur	2	90,00$	180$
- Pompe du réservoir de stockage	1	100,00$	100$
- Tuyauterie et raccords	1	100,00$	100$
- Système de goutteurs	24 m (80 pi)	2,00 $/m (0,65 $/pi)	50$
- Filtres	2	50,00$	100$
Système d'aération	1	100,00$	100$
Système électrique	1	1 000,00 $	1 000$
Câble chauffant (5 W/pi)	30,5 m (100 pi)	16.50/m (5,00 $/pi)	500$
Contenu du bio-épurateur			
- Tourbe	1,4 m^3 (50 pi^3)	89,00 $/$m^3$ (2,50 $/$pi^3$)	125$
- Gravier	1,9 m^3 (2,5 vg^3)	34,00 $/$m^3$ (26,00 $/$vg^3$)	65$
- Géotextile	9 m^2 (100 pi^2)	1,30/m^2 (0,12 $/$pi^2$)	12$
- Tuyau de 8 po de diam. pour le puisard	2.1 m (7 pi)	40,00 $/m (12,00 $/pi)	84$
COÛT TOTAL ESTIMATIF DES MATÉRIAUX			14 500$

Remarques :

* Pour un pulvérisateur de 37 m (120 pi), ajoutez environ 600 $

† Pour doubler la capacité de traitement, ajoutez environ 3 000 $ pour un plus grand réservoir de stockage et des réservoirs ouverts additionnels.

‡ Les chiffres entre parenthèses sont en valeurs impériales.

§ Les valeurs ont été arrondies pour refléter la variation des prix et pour simplifier les calculs.

CALENDRIER DE FONCTIONNEMENT ET D'ENTRETIEN

DÉBUT AVRIL

- Retirer le couvercle ou la bâche d'hivernage des bio-épurateurs.
- Vérifier la profondeur de gel. Les 15 centimètres (6 pouces) supérieurs des bio-épurateurs gèlent généralement.
  - Consigner la date d'observation et la profondeur du gel.
- Ouvrir les disjoncteurs.
- Connecter le câble chauffant à une minuterie réglée selon le programme ci-dessous.
  - Semaine 1 : fonctionnement 24 heures par jour.
  - Semaine 2 : fonctionnement durant 6 heures, deux fois par jour.
  - Semaine 3 : fonctionnement durant 3 heures, deux fois par jour.
  - Semaine 4 : fonctionnement durant 1,5 heure, deux fois par jour.
- Vérifier que le mélange organique est dégelé. Si du gel subsiste, appliquer le programme de la semaine 4 pour une semaine additionnelle.
- Tailler le gazon.
- Rajouter une couche de mélange organique (5 à 10 centimètres / 2 à 4 pouces) dans les bio-épurateurs pour que le mélange retrouve son niveau initial. Le niveau diminue à cause de la décomposition de la matière organique, du tassement et de la compaction.

PRÉPARATION EN VUE DE LA SAISON DE PULVÉRISATION

- Nettoyer la surface collectrice.
- Retirer tous les débris dans les canaux ou les tuyaux reliant la surface collectrice au piège à sédiments et au puisard principal.
- Nettoyer le piège à sédiments et les filtres des tuyaux.
- Rajouter une couche de mélange organique (5 à 10 centimètres / 2 à 4 pouces) dans les bio-épurateurs pour que le mélange retrouve son niveau initial.
- Installer les pompes, les raccords et les tuyaux goutteurs, et brancher à la source d'alimentation électrique
- Régler les minuteries qui déclencheront les pompes (voir page 17).
- Raccorder et brancher le système d'aération.
  - Vérifier que de l'air sort de la pierre poreuse.
  - **Remarque :** Il faut généralement remplacer la pierre poreuse chaque année. Toutefois, on peut en augmenter la durée de vie en l'immergeant dans l'acide chlorhydrique pendant une nuit.
- Vérifier et nettoyer les 2 filtres montés en ligne
- Faire couler de l'eau propre dans les extrémités des tuyaux goutteurs des bio-épurateurs et en refermer les extrémités.

ENTRETIEN HEBDOMADAIRE

- À partir du début avril, régler la durée de fonctionnement du ruban chauffant selon le programme (voir ci-dessus)
- Mesurer et consigner la hauteur de l'eau dans le puisard du bio-épurateur et le puisard principal. Il devrait y avoir 5 à 8 centimètres (2 à 3 pouces) d'eau dans le puisard du bio-épurateur et l'équivalent d'environ la moitié de la hauteur de la pompe dans le puisard principal. Si le niveau d'eau est plus élevé, vérifier que les pompes fonctionnent correctement et que les tuyaux goutteurs ne sont pas obstrués
- Vérifier et consigner le niveau de liquide dans le réservoir de stockage.
- Observer la croissance du gazon. Arrosez celui-ci lorsqu'il y a interruption de l'application d'eau de rinçage des pesticides.
- En automne, lorsque les températures nocturnes avoisinent le point de congélation ou descendent sous le point de congélation, isoler ou couvrir la pompe du réservoir de stockage.

ENTRETIEN BIMENSUEL

- Vérifier les 2 filtres montés en ligne et les nettoyer, au besoin.
- Vérifier le piège à sédiments et le nettoyer en cas d'accumulation.
  - Les pesticides adhèrent aux particules de sol; ces sédiments doivent donc être traités comme de la matière contaminée.
- Inspecter la dalle de béton et la membrane pour y déceler toute détérioration ou fissure. Réparer les fissures dans le béton au moyen d'un scellant élastomère. Réparer les défauts dans la membrane synthétique au moyen d'une pièce et de ruban/adhésif approprié.

MISE HORS SERVICE AUTOMNALE

- Retirer les pompes, la pompe d'aération et la pierre. Entreposer les pompes à l'intérieur.
- Ouvrir tous les robinets et toutes les extrémités des tuyaux; vérifier qu'il n'y a pas d'eau accumulée au niveau des robinets.
- Ouvrir toutes les extrémités des tuyaux goutteurs.
- Placer une bâche sur les bio-épurateurs, en veillant à ce qu'il y ait une inclinaison pour éviter l'accumulation d'eau.
- Dévier l'eau à l'écart du piège à sédiments.
- Couvrir le piège à sédiments pour éviter que la neige et l'eau n'y pénètrent.
- Fermer les disjoncteurs.

RAJEUNISSEMENT ET ÉLIMINATION DU MÉLANGE ORGANIQUE

- Le mélange organique constitue une source de matière organique, de nutriments et d'élément stabilisateur du pH qui permet l'adsorption des pesticides et favorise la prolifération des microorganismes. Au fil du temps, le mélange s'épuise. En Europe, le mélange organique est remplacé tous les 5 à 7 ans; cette fréquence de remplacement est pour l'instant recommandée au Canada, jusqu'à ce que de plus amples données soient recueillies sur la longévité du mélange organique dans les conditions canadiennes.
- Il faut prendre soin de ne pas endommager la membrane durant le retrait du mélange organique.
- Le mélange organique peut ensuite être composté durant une année avant d'être épandu au moyen d'un épandeur de purin, à la dose d'application la plus basse possible. Le compostage doit être effectué dans une zone éloignée des cours d'eau et des puits pour éviter toute contamination.

SUJETS DE RECHERCHE FUTURS

Les prochaines recherches viseront (i) à trouver des solutions qui permettraient d'améliorer la dégradation des pesticides problématiques, (ii) à déterminer la durée de vie efficace du mélange organique dans les conditions canadiennes, (iii) à évaluer la performance du système de bio-épuration au cours de la durée de vie du mélange organique, (iv) à déterminer l'applicabilité du modèle aux systèmes horticoles, (v) à améliorer notre compréhension des mécanismes d'élimination des pesticides et (vi) à élaborer un protocole de démantèlement/mise hors service d'un système de bio-épuration.

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES

Biobeds – A Swedish contribution to environmental protection from pesticide pollution [en anglais seulement]

- Par Maria del Pilar Castillo, Lennart Torstensson et John Stenström
- www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/molsci/research/volkmar-passoth/biobeds-2011.pdf

Degradation of pesticides in biobeds: the effect of concentration and pesticide mixtures [en anglais seulement]

- Par Paul Fogg, Alistair BA Boxall et Allan Walker
- http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.653.6011&rep=rep1&type=pdf, Chapter 2, pp 19-37

Guidance on using a lined biobed to dispose of agricultural waste consisting of non-hazardous pesticide soluutions or washings (exemption 52) [en anglais seulement]

-Par Paul Fogg, préparée pour l'Environment Agency, Bristol, England
-http://adlib.everysite.co.uk/resources/000/244/456/EA_Biobed_guidance_0507.pdf

ANNEXE A : ÉLÉMENTS FONDAMENTAUX POUR LA BONNE PERFORMANCE DU BIO-ÉPURATEUR

D'après des recherches antérieures d'AAC, une analyse documentaire et des discussions, les éléments ci-dessous semblent être des facteurs fondamentaux pour la bonne performance des bio-épurateurs.

MILIEU PHYSIQUE

- Le mélange organique comprend 3 composantes :
  - de la matière organique (tourbe/compost) pour l'adsorption
  - du sol comme source de microorganismes
  - des matières riches en lignine (paille/bois) comme source de nutriment pour les champignons
- Le sol idéal possède un bon drainage et une conductivité hydraulique relativement faible. La matière organique fournit un bon drainage, une bonne rétention de l'eau et une proportion élevée de sites propices aux microorganismes.

MILIEU CHIMIQUE

- Le traitement des eaux de rinçage des pesticides se fait par adsorption, puis par dégradation.
- Les facteurs suivants ont une incidence sur l'adsorption :
  - Les propriétés des pesticides (coefficient de sorption* [Koc], solubilité dans l'eau, polarité [ions positifs ou négatifs], volatilité)
  - Propriétés du mélange organique (type de sol et structure du sol [conductivité hydraulique et sites d'adsorption], type de matière organique, pH et température)
  - Propriétés physiques (saturé/non saturé, pH)
- Les pesticides sont adsorbés dans le bio-épurateur conformément à l'équation d'isotherme d'adsorption de Freundlich. D'après ce concept :
  - Plus la concentration de pesticides dans l'eau de rinçage (intrant) est élevée, plus le taux d'adsorption des pesticides par unité de superficie augmente; toutefois, l'eau de rinçage traitée (effluent) contiendra une plus forte concentration de pesticides.
  - La majeure partie des pesticides est adsorbée dans la partie supérieure du bioépurateur, puis la concentration la plus élevée progresse lentement vers le bas de la couche de mélange organique.
  - Si l'apport d'eau de rinçage est excessif, le bio-épurateur peut devenir saturé. En cas de saturation, la concentration de pesticides dans l'effluent est semblable à celle de l'intrant.
  - Les petits bio-épurateur deviennent plus rapidement saturés et offrent donc une plus faible marge de sécurité en cas d'imprévus.
  - Le coefficient d'adsorption* [Koc] indique le caractère favorable à l'adsorption du sol :
    - Plus de 1000 = bon
    - Moins de 500 = préoccupant
    - Moins de 100 = inquiétant

*tendance des pesticides à se lier aux particules de sol

- L'adsorption est considérablement plus élevée lorsque l'écoulement se fait en milieu non saturé qu'en milieu saturé :
  - L'application de doses élevées d'eau de rinçage peut entraîner une saturation des pores et un lessivage des pesticides adsorbés
  - Il faut maintenir un bon drainage dans le bio-épurateur
  - Remarque : Le mélange organique a une porosité de 40 à 60 %. L'écoulement en milieu saturé se produit lorsque tous les pores sont remplis de liquide. Dans le cas de l'écoulement en milieu non saturé, de l'air est présent dans certains des pores. L'écoulement en milieu non saturé permet aux molécules de pesticides d'être en contact plus étroit avec les particules de sol.
- La dégradation peut se faire par voie microbienne ou chimique (p. ex. par hydrolyse) et dépend:
  - des propriétés des pesticides (prédisposition à la dégradation/demi-vie)
  - des propriétés du mélange organique (teneur en nutriments, aération, structure/ sites microbiens, perméabilité, végétation)
  - des propriétés physiques (température, pH, teneur en eau)
  - des populations de microorganismes
  - de la concentration des pesticides
    - à un facteur de dilution de plus de 1 000, la performance des microorganismes n'est généralement pas affectée.
    - en concentrations plus élevées, les pesticides peuvent réduire la performance des microorganismes

MICROORGANISMES

- La dégradation se produit principalement dans les 10 à 15 centimètres supérieurs, car la biodégradation par les microorganismes est favorisée par les plantes qui poussent à la surface du bio-épurateur.
- La performance des microorganismes est supérieure dans les milieux :
  - humides
  - bien drainés
  - possédant une grande aire spécifique
  - aérés
  - non saturés
  - contenant des faibles concentrations de pesticides
- pH – les champignons ont généralement un meilleur rendement que les bactéries lor sque le pH est faible (milieu acide). La tourbe maintient le pH bas et favorise ainsi les champignons. De plus, un pH bas améliore l'adsorption de certains pesticides.
- La température a une incidence sur le rendement des microorganismes, sur la solubilité dans l'eau des pesticides et peut-être sur l'adsorption. À des températures inférieures à 5 °C, la dégradation est minime; pour chaque augmentation de 10 °C, l'activité microbi enne double environ.

ANNEXE B : LISTE DES COMPOSANTES DU BIO-ÉPURATEUR DE PESTICIDES

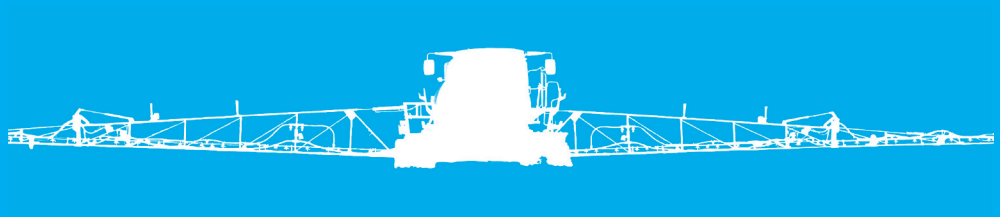
ARTICLE	DÉTAILS
Composantes du mélange organique	
Sol	Loam riche en matière organique, de préférence
Matière organique	Tourbe, compost
Matériaux riches en lignine	Paille ou copeaux de bois
Pompes	
Pompe à puisard	20 ou 30 cm de diamètre, comprenant un détecteur d'eau ou un flotteur
Pompe pour produits chimiques	À amorçage automatique
Membranes	
Polyéthylène ou polyéthylène renforcé	Bio-épurateur : 20 mils Surface d'aspersion : 40 mils
Barriere en géotextile perméable	
Géotextile non tissé	Minimum 270 g/m^2 (8 oz/vg^2)
Agrégat	
Poussière de concassage	Granulométrie uniforme, passant à 100 % au travers d'un tamis de 10 mm
Couche de base pour route	Granulométrie uniforme, passant à 100 % au travers d'un tamis de 25 mm
Réservoir de stockage	
Réservoir	Polyéthylène haute densité – pouvant contenir le tiers de l'eau de rinçage produite annuellement
Tuyaux de PVC	
Depuis la surface collectrice jusqu'au piège à sédiments	100 mm de diamètre
Depuis le piège à sédiments jusqu'au puisard principal	150 mm de diamètre
Système électrique	
Disjoncteurs	15 ampères
Minuteries	
Minuterie numérique	De qualité extérieure
Système d'aération	
Aérateur	Pierre poreuse

Tuyaux goutteurs	
Tuyaux goutteur	Beaucoup d'options pour accommoder l'eau de rinçage non traitée
Piège à sédiments	
Piège à sédiments	Matériaux : PVC, béton, fibre de verre Taille : 450-600 mm de diamètre × 300-450 mm sous le point d'entrée de l'eau de rinçage
Puisard principal	
Puisard principal	Matériaux : Béton, fibre de verre, PVC, polyéthylène, tuyau d'acier ondulé galvanisé Taille : 75 cm de diamètre × 120 cm de hauteur
Puisard bio-épurateur	
Puisard bio-épurateur	Matériaux : PVC, polyéthylène Taille : 20 ou 30 cm de diamètre
Chauffage du bio-épurateur	
Capteur solaire Ruban chauffant	Taille : 1,25 × 2,5 mètres Puissance : 250-300 watts Capacité : 10 ou 16 watts/mètre Longueur : 15-30 mètres
Surface collectrice	
Dalle de béton	Épaisseur minimale : 5 pouces Résistance minimale: 30 MPa (4400 lb/po^2) Autre : Résistant aux sulfates Barres d'armature : M15, espacement de 30 cm
Divers	
Raccords de tuyauterie	
Garnitures de cloison	
Fil électrique Calibre	14 (minimum)

Notes

Notes

Notes



Bio-épurateur polyvalent pour la gestion des eaux de rinçage des pesticides dans les conditions canadiennes