



DÉVELOPPEMENT D'OUTILS DE TRADUCTION DES CONNAISSANCES

POUR FAVORISER L'ADOPTION DE TECHNOLOGIES DE MARAIS ARTIFICIELS POUR TRAITER LES EAUX USÉES EN MILIEU RURAL

CHRIS KINSLEY, ONTARIO RURAL WASTEWATER CENTRE, UNIVERSITÉ DE GUELPH

Publié en avril 2015

DÉVELOPPEMENT D'OUTILS DE TRADUCTION DES CONNAISSANCES

POUR FAVORISER L'ADOPTION DE TECHNOLOGIES DE MARAIS ARTIFICIELS POUR TRAITER LES EAUX USÉES EN MILIEU RURAL

CHRIS KINSLEY, ONTARIO RURAL WASTEWATER CENTRE, UNIVERSITÉ DE GUELPH

Publié en avril 2015

MARAIS ARTIFICIELS POUR LE TRAITEMENT DES EAUX USÉES EN MILIEU RURAL

Une série d'études a été réalisée en Ontario et en Nouvelle-Écosse pour évaluer l'utilisation des marais artificiels pour le traitement de sources courantes d'eaux usées en milieu rural : les eaux usées domestiques, les eaux usées des fermes laitières et les boues des fosses septiques.

On distingue deux types de marais artificiels : les marais à écoulement en surface (semblables aux marais naturels) et les marais à écoulement sous la surface (où les eaux usées s'écoulent à travers un milieu). Ces derniers peuvent être soit à écoulement horizontal (le milieu habituellement constitué de gravier est saturé avec un effluent s'écoulant horizontalement à travers la couche de gravier); soit à écoulement vertical (les eaux usées s'écoulent à travers un milieu non saturé, composé habituellement de sable).

POUR EN SAVOIR PLUS SUR CE PROJET

Ce projet comprenait le développement d'outils de mobilisation des connaissances pour diffuser les conclusions relatives à l'utilisation de systèmes de marais artificiels pour traiter les eaux usées rurales, notamment :

- Des vidéos
- Des feuillets de renseignements
- Un manuel de conception

Pour plus d'information, visitez le site :
www.orwc.uoguelph.ca



TRAITEMENT DES EAUX USÉES DOMESTIQUES

SYSTÈME À ÉCOULEMENT EN SURFACE

On a construit deux marais artificiels à écoulement en surface à Truro (Nouvelle-Écosse) pour évaluer les effets des saisons sur le traitement des eaux usées domestiques.

Les deux marais ont été construits parallèles l'un à l'autre, couvrant chacun $\approx 100 \text{ m}^2$ (22,5 m x 4,5 m) (Fig. 1). Ils ont été tapissés avec une membrane de 45 mm en EPDM (éthylène propylène diène monomère). Les deux marais ont été conçus avec deux zones profondes (0,85 m de profondeur) à l'entrée et à la sortie, séparées par une zone centrale peu profonde (0,25 m de profondeur) remplie avec le sol du site (du loam sableux principalement). Le volume approximatif de chaque marais était de 35 m^3 . Le taux de charge de conception pour chaque marais était de 1 400 L d'effluent de fosse septique d^{-1} .



Les effets de l'évaporation n'ont pas été considérés comme étant importants, car les débits moyens sortants quotidiens étant constamment supérieurs aux débits entrants. Les débits sortants maximums dans les deux marais étaient d'un ordre de grandeur supérieur aux débits moyens des deux marais, ce qui indique que le débit sortant était fortement dépendant des précipitations. Les temps de rétention hydraulique (TRH) ont été calculés et utilisés pour déterminer les constantes des taux d'enlèvement de premier ordre. Le TRH moyen était de 22 jours.

L'enlèvement de la majorité des paramètres était très variable et aucune tendance saisonnière évidente n'a été constatée. L'évaluation des systèmes a duré deux ans et on a constaté une réduction de 69 % de la demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO_5) et une réduction de 78 % du total des solides en suspension (TSS). Les taux d'enlèvement des éléments nutritifs étaient moindres, avec une réduction de l'azote total Kjeldahl (ATK) de 46 % et du phosphore total (PT) de 39 %. On a aussi constaté une réduction logarithmique de 1,7 log du contenu en bactéries *E. coli*.

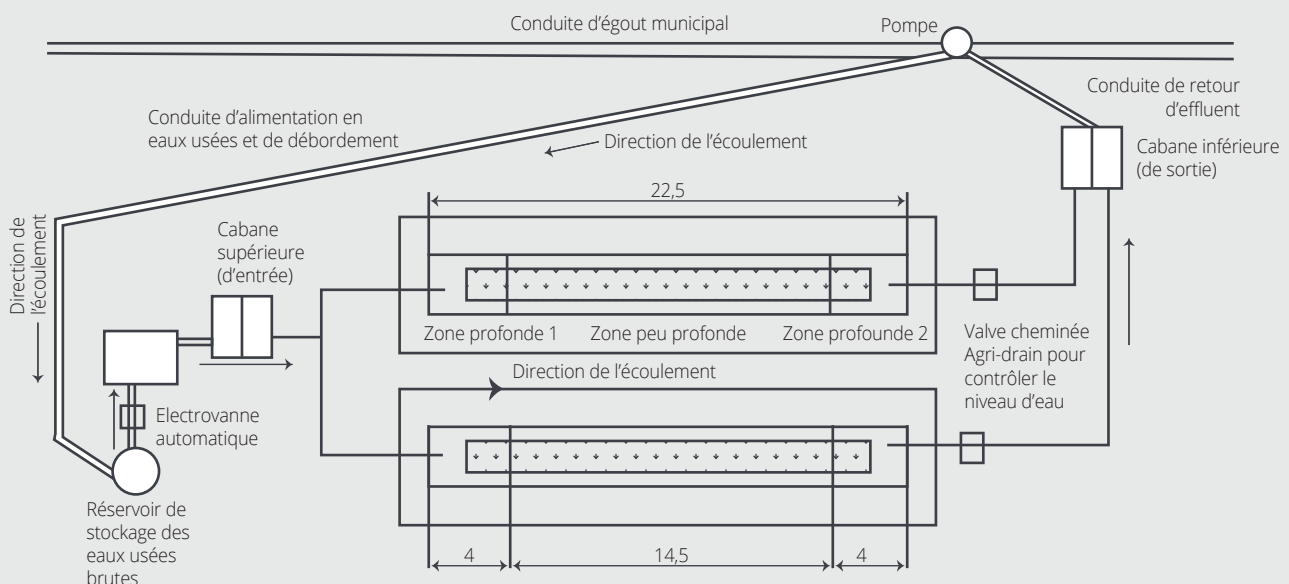


Fig. 1 Schéma d'un marais à écoulement en surface pour eaux usées domestiques

SYSTÈME HYBRIDE À ÉCOULEMENT SOUS LA SURFACE

Cette étude évaluait l'utilisation d'un système de marais hybride comprenant un système à écoulement horizontal (EH) incorporant une barrière réactive au phosphore, suivi d'un système à écoulement vertical (EV). L'EH est efficace pour retirer la matière organique et les solides avec un faible risque de colmatage, tandis que l'EV est efficace pour la nitrification (la conversion de l'azote ammoniacal en nitrate). L'effluent nitrifié est retourné à l'entrée du système à EH pour compléter la dénitrification (la conversion du nitrate en azote gazeux) qui nécessite un milieu anoxique et une source de carbone (provenant de l'arrivée d'eaux usées) (Fig. 2).



Au cours des deux ans de l'étude, le rendement de la technologie a été excellent, donnant un effluent de grande qualité contenant moins de 10 mg/L DOB_5 et 15 mg/L TSS en toute saison, à un taux de charge hydraulique de 5,6 m³/j (TRH de 2,3 jours). On peut obtenir une réduction de l'azote total de l'ordre de 65 à 75 % avec un taux de recyclage de 100 % autant en été qu'en hiver. Le filtre de phosphore a donné un bon rendement pendant 18 mois, après quoi les concentrations de phosphore à la sortie ont augmenté.

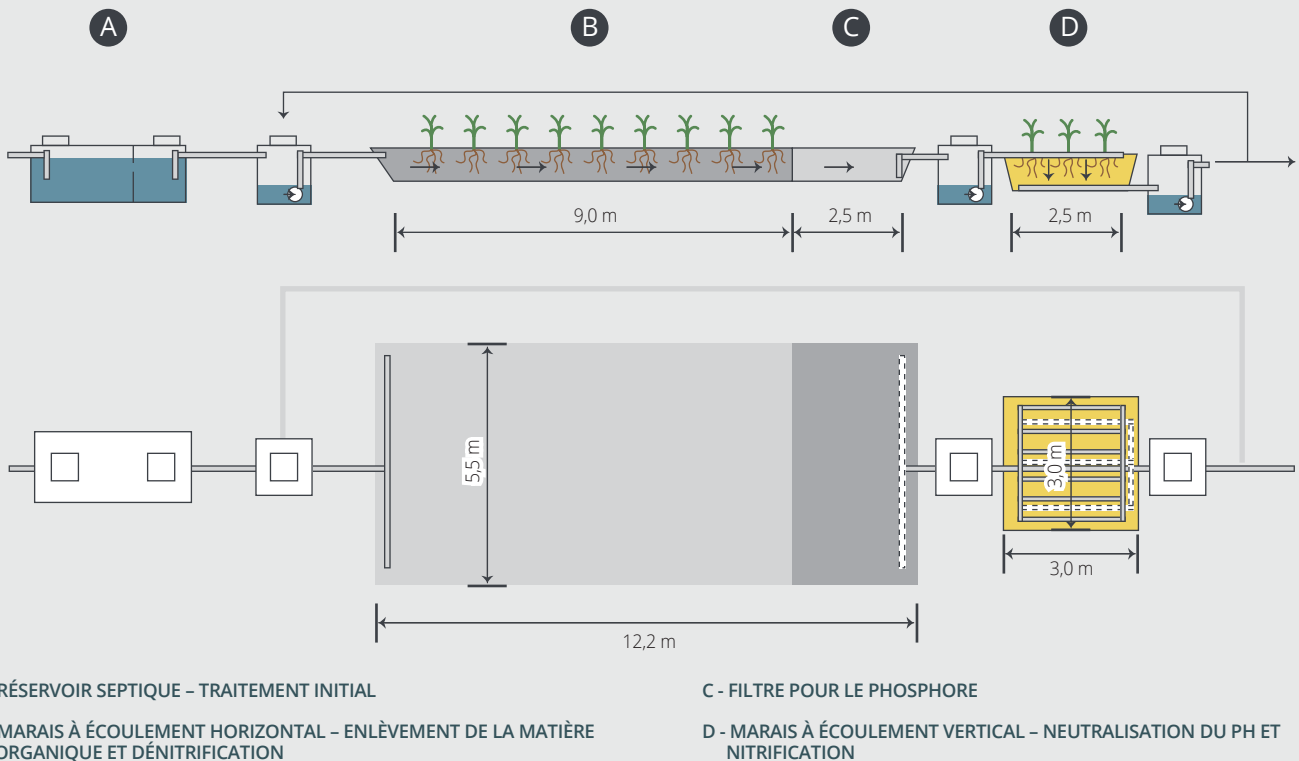


Fig. 2 Schéma d'un marais hybride à écoulement sous la surface

TRAITEMENT DES EAUX USÉES SUR UNE FERME LAITIÈRE

SYSTÈME À ÉCOULEMENT EN SURFACE

On a construit un marais artificiel à écoulement en surface pour traiter les eaux de ruissellement d'une ferme laitière de 150 vaches en Ontario. Le système étang/marais/étang traite les eaux de ruissellement du tas de fumier solide, des eaux de lavage de la salle de traite et du parc d'exercice des vaches de la ferme. Le système comprend un étang facultatif, un marais artificiel, un étang, un marais artificiel et un filtre de végétaux. Le temps de rétention total du système est de 273 jours et il fonctionne de mai à octobre (Fig. 3).

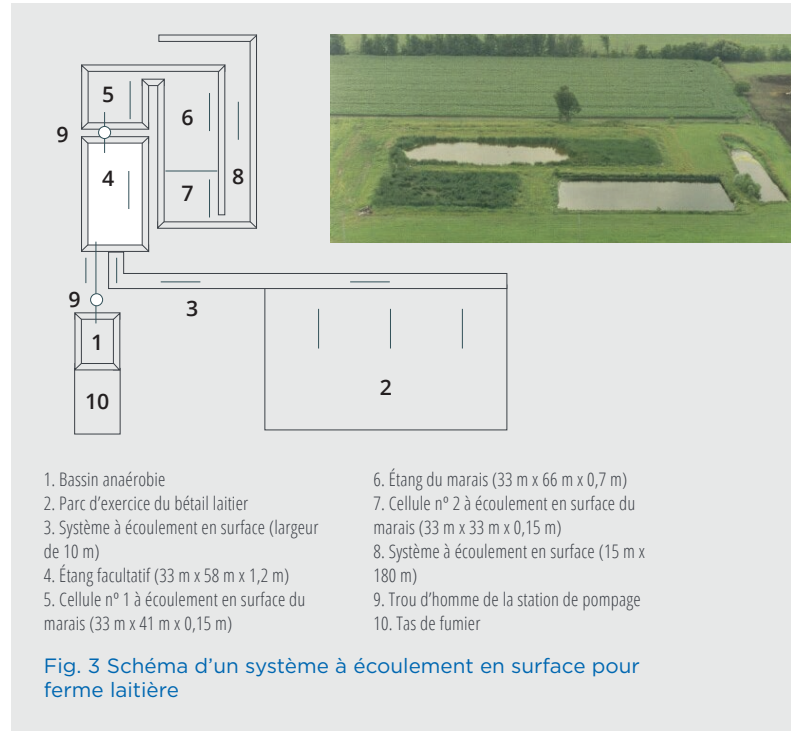
Le système a été sous surveillance pendant six ans. Les taux d'enlèvement du marais artificiel ont été très élevés, avec une réduction moyenne de la DOB_5 de 98 % et une réduction des TSS de 97 %. L'enlèvement des éléments nutritifs a également été très élevé, avec une réduction de l'ATK de 97 % et une réduction du PT de 89 %.

SYSTÈME D'ÉCOULEMENT SOUS LA SURFACE

Les eaux de lavage du centre de traite comprennent les eaux de rinçage des lactoducs et les eaux de lavage des planchers des salles de traite. Les lactoducs sont rincés quatre fois pendant chaque session de traite avec de l'eau, de l'acide, un désinfectant et encore de l'eau. Les eaux usées peuvent également contenir du fumier et des résidus de litière provenant du rinçage du plancher des salles. Les eaux usées du centre de traite peuvent être de 10 à 20 fois plus concentrées que les eaux usées domestiques.

Un système de marais artificiel à écoulement sous la surface a été conçu pour une ferme laitière dans l'Est de l'Ontario afin de réduire les concentrations en solides et en matière organique sous les niveaux des effluents de fosse septique et pour réduire les concentrations en phosphore avant le rejet des eaux usées dans les tranchées d'épandage souterrain. Le système a été conçu pour 1 700 L/j. On a installé deux fosses septiques de 3 600 L ont avant la cellule du marais artificiel afin de pouvoir retirer les graisses et les matières pouvant se sédimenter. On a modifié la deuxième fosse septique pour qu'elle agisse comme boîte à graisse. La cellule du marais est constituée d'un lit recouvert d'un revêtement et rempli de gravier avec un filtre laitier de haut fourneau pour l'enlèvement du phosphore (Fig. 4).

La combinaison des deux fosses de prétraitement et de la cellule de marais à écoulement sous la surface a été très efficace pour réduire autant la DOB_5 que les concentrations de TSS à un niveau de qualité d'effluent de fosse septique (< 200 mg/L), ce qui représente des taux d'enlèvement de 90 et 94 %, respectivement. Le filtre laitier de haut fourneau (pour le retrait du phosphore) a donné un bon rendement pendant les 4 premiers mois de fonctionnement, réduisant les concentrations de PT de 74 %. Cependant, au courant des 12 mois suivants, le taux moyen d'enlèvement a été de seulement 35 %. On a constaté un enlèvement important de l'azote dans les fosses de prétraitement (57 %), là où le fumier solide est retiré par sédimentation; toutefois, aucun enlèvement d'azote n'a été observé dans la cellule du marais artificiel.



- 1. Bassin anaérobie
- 2. Parc d'exercice du bétail laitier
- 3. Système à écoulement en surface (largeur de 10 m)
- 4. Étang facultatif (33 m x 58 m x 1,2 m)
- 5. Cellule n° 1 à écoulement en surface du marais (33 m x 41 m x 0,15 m)
- 6. Étang du marais (33 m x 66 m x 0,7 m)
- 7. Cellule n° 2 à écoulement en surface du marais (33 m x 33 m x 0,15 m)
- 8. Système à écoulement en surface (15 m x 180 m)
- 9. Trou d'homme de la station de pompage
- 10. Tas de fumier

Fig. 3 Schéma d'un système à écoulement en surface pour ferme laitière

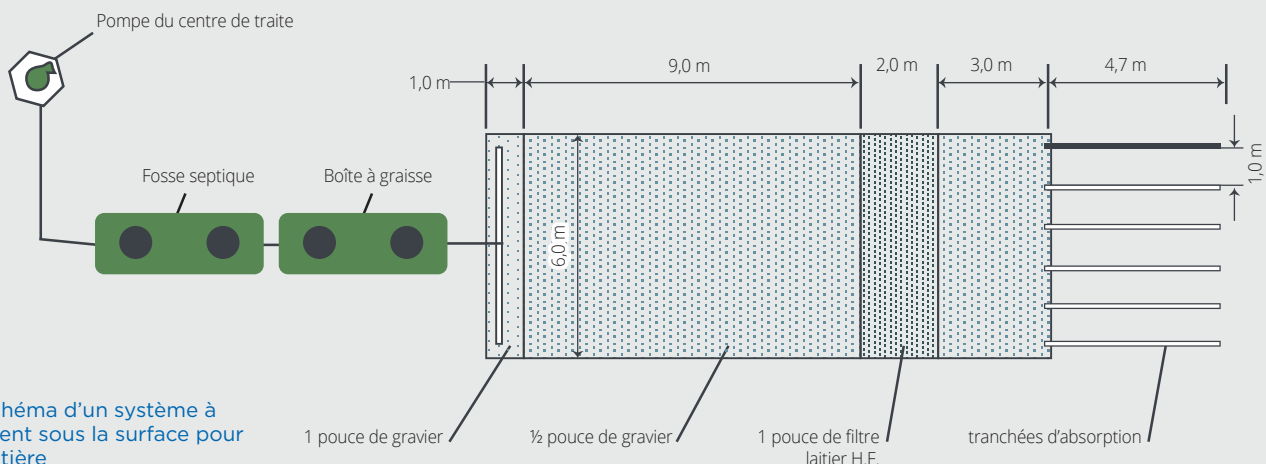


Fig. 4 Schéma d'un système à écoulement sous la surface pour ferme laitière

TRAITEMENT DES BOUES USÉES

Les boues sont les solides qui s'accumulent dans les fosses septiques. Elles sont habituellement épandues sur les terres agricoles sans traitement préalable. Toutefois, la réglementation considère de plus en plus les boues comme étant des biosolides nécessitant un traitement. Puisque les usines de traitement des eaux usées dans les petites collectivités ont rarement la capacité de recevoir ces boues, des solutions de rechange sont donc requises.

Les lits filtrants avec roseaux sont des techniques simples qui ont été amplement utilisées en Europe pour la déshydratation des boues. Ces lits filtrants avec roseaux sont comparables dans leur conception aux lits drainants traditionnels avec du sable, mais on y plante des roseaux (Phragmites) et les solides déshydratés s'accumulent dans le lit pendant une période de 7 à 10 ans, ce qui réduit grandement les coûts d'exploitation (Fig. 5).

Les hivers canadiens jouent aussi un rôle important dans la déshydratation des boues, car le cycle de gel-dégel agit comme un processus efficace de séparation des liquides et des solides durant les mois d'hiver, lorsque les plantes sont en dormance.

On a établi un système pilote de lit de roseaux dans la lagune de boues de l'entreprise René Goulet de Green Valley, en Ontario, et on l'a surveillé durant cinq ans.

Les filtres réduisent la matière organique et les concentrations d'éléments nutritifs de 96 à 99 % et produisent un effluent comparable aux eaux usées domestiques de faible charge. On peut alors entreposer et épandre ces eaux sur les terres comme eau d'irrigation, on peut les traiter à l'aide d'une technologie sur place ou encore les vidanger dans une usine de traitement des eaux usées.

Les boues déshydratées contiennent en moyenne 23 % de matière sèche, elles ont une teneur en éléments nutritifs similaire au fumier solide d'étable et elles respectent les normes pour l'épandage terrestre en ce qui concerne la présence de métaux et de la bactérie *E. coli*.

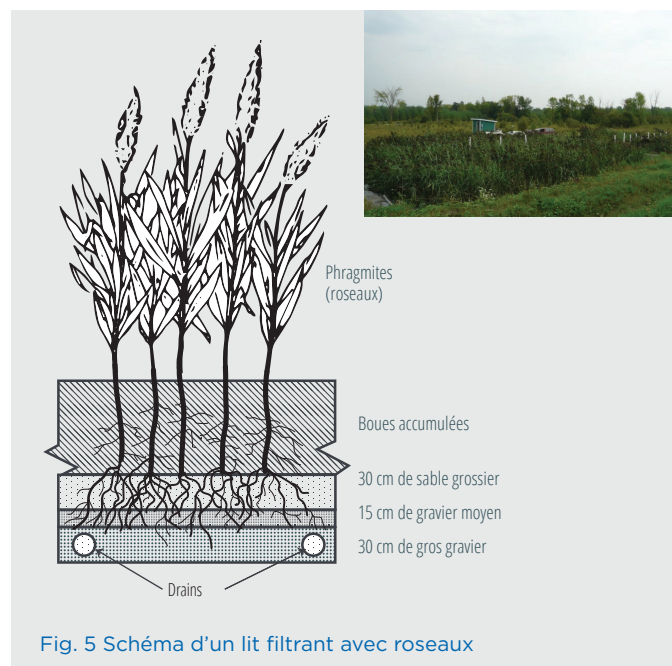


Fig. 5 Schéma d'un lit filtrant avec roseaux

RÉDIGÉ PAR CHRIS KINSLEY, UNIVERSITÉ DE GUELPH

ÉQUIPE DE RECHERCHE :

CHRIS KINSLEY, Université de Guelph

ROB GORDON, Université de Guelph

ROB JAMIESON, Université Dalhousie

ANNA CROLLA, Université de Guelph

PARTENAIRES ET CONSEILLERS :

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE
L'ALIMENTATION ET DES AFFAIRES
RURALES DE L'ONTARIO

LES AGRICULTEURS ADAM LAWRENCE,
JOHN HILL, JAMES LAMB

LE MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT
DE L'ONTARIO

AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE
CANADA.

PARCS ONTARIO

LA RIDEAU VALLEY CONSERVATION
AUTHORITY

DAIRY FARMERS OF ONTARIO

RENÉ GOULET SEPTIC TANK PUMPING

LE MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT
DE LA NOUVELLE-ÉCOSSE

POUR PLUS D'INFORMATION :

KINSLEY, C., A. CROLLA, S. ALTIMIMI, T. SAUVÉ, R. GORDON (2014). OWRC Research Extension: A Subsurface Flow Constructed Wetland to Treat Milking Centre Washwaters. Tiré de : <http://www.uoguelph.ca/orwc/Resources/newsletters.html>

KINSLEY, C., A. CROLLA, J. RODE, R. ZYTNER (2014). OWRC Research Extension: A Hybrid Constructed Wetland System for Decentralized Wastewater Treatment. Tiré de <http://www.uoguelph.ca/orwc/Resources/newsletters.html>

OWRC (2014). Vidéo : Treatment of Milkhouse Washwaters using a Constructed Wetland. Tirée de http://www.youtube.com/watch?v=xD4rj_umPDg

OWRC (2014). Vidéo : Decentralized Wastewater Treatment using a Constructed Wetland System. Tirée de <http://www.youtube.com/watch?v=Zlk1C6SRyIU>

KINSLEY, C., A. CROLLA, K. KENNEDY (2014). OWRC Research Extension: Septage Treatment with Reed Bed Filters. Tiré de <http://www.uoguelph.ca/orwc/Resources/newsletters.html>

OWRC (2014). Vidéo : Septage Treatment Using Reed Bed Filters. Tirée de <http://www.youtube.com/watch?v=iiPi8qcYaWY>