



# LES LITS DE SÉCHAGE PLANTÉS DE MACROPHYTES

Le 28 mai 2014

Société québécoise de phytotechnologie - [info@phytotechno.com](mailto:info@phytotechno.com)  
2030, Boul. Pie-IX, bureau 403, Montréal (Québec) H1V 2C8

**PHYTOTECHNO.COM**



En bref

# LITS DE SÉCHAGE PLANTÉS DE MACROPHYTES

Les lits de séchage plantés de macrophytes (LSPM) ont pour objectif de minéraliser et réduire le volume des boues afin de faciliter leur transport, leur valorisation et leur disposition. Les LSPM sont une déclinaison des marais filtrants à écoulement vertical sous-surfacique utilisés pour le traitement des eaux usées domestiques. À l'instar de ces derniers, ils se composent d'un massif filtrant planté de macrophytes aquatiques reconstituant ainsi un écosystème responsable du traitement des boues produites par les procédés de traitement biologique des eaux usées.

Au Québec, le traitement et l'élimination des boues est un enjeu important pour les municipalités : plus de 50 % des frais d'exploitation d'une station de traitement des eaux usées sont dédiés à la gestion des boues qui comportent notamment leur transport, leur traitement et leur valorisation. La faible consommation d'énergie, la maintenance réduite, la simplicité d'opération et de gestion des LSPM en font un procédé extensif très attrayant pour le traitement et la valorisation des boues septiques et des boues des étangs aérés.

Bien que cette technique ait fait ses preuves en Europe, pour le moment, les problématiques de l'hiver et le choix de l'espèce de macrophyte à implanter ralentissent son développement au Québec.

## I.0 HISTORIQUE

Plusieurs filières de traitement des boues existent, les plus courantes étant (i) l'épaississement, (ii) la stabilisation, (iii) le conditionnement, (iv) la déshydratation, (v) le séchage et (vi) l'incinération. La déshydratation est la plus extensive puisqu'elle n'utilise pas de produits chimiques et nécessite peu ou pas d'énergie. Les LSPM appartiennent à cette filière de traitement.

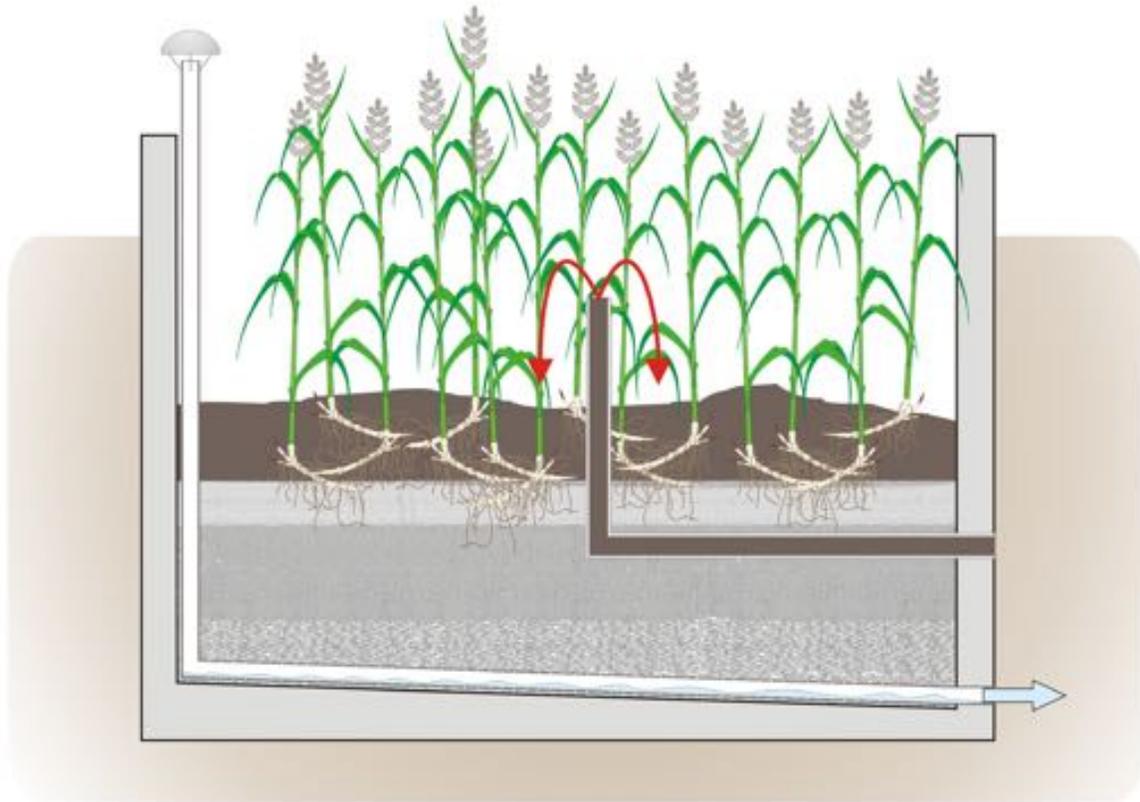
Ils ont vu le jour en Europe, dans les années 80, pour pallier les problèmes d'efficacité et de colmatage rencontrés sur les filtres à sable ; procédé très répandu pour le traitement des boues des petites installations, car très simple d'utilisation. Ceux-ci consistent en un massif filtrant constitué de sable et de gravier sur lequel on dépose les boues. L'eau contenue dans la boue s'écoule par gravité, tandis que la matière en suspension (matière solide) est retenue à la surface. Les boues séchées en surface sont enlevées mécaniquement entre chaque apport (pelle ou racleur mécanique). Les filtres à sable sont encore couramment utilisés au Québec, alors qu'en Europe, ils ont été remplacés peu à peu par les LSPM, qui ne sont autre que des filtres à sable plantés de roseaux.

C'est une équipe de chercheurs allemands qui eut l'idée de planter des roseaux (*Phragmites australis*) pour pallier les problèmes de colmatage du filtre responsables de l'évacuation systématique des boues déshydratées. L'idée était de tirer profit du réseau de tiges-rhizomes-racines établi par la plante dans la couche de boue, créant ainsi des passages préférentiels pour l'écoulement de l'eau. Un autre avantage à l'implantation de végétaux est l'évapotranspiration qui permet d'améliorer la déshydratation. À terme, les performances s'en sont trouvées améliorées et la gestion facilitée grâce à une évacuation des boues déshydratées moins fréquente. La filière à lits de séchage plantés de macrophytes a été rapidement mise en œuvre en Allemagne, au Danemark et aux États-Unis, dans les années 90, pour le traitement des boues activées. Au cours des années 2000, les LSPM connaissent un développement accru dans les pays méditerranéens (Espagne, Grèce, Italie, Israël, etc.), aux conditions climatiques favorables, tout comme dans les pays du Sud, où leur installation a été initiée en Thaïlande, au Cameroun et au Ghana, entre autres. Ceci a permis d'ouvrir et de tester la filière pour le traitement d'autres types de boue comme les boues de fosses septiques. Au Québec, seules deux installations, construites dans les années 90, ont été recensées à ce jour. La méconnaissance de la technique, la crainte de la résistance du système à l'hiver ainsi que le caractère invasif du phragmite exotique en Amérique du Nord ont sûrement freiné son développement.

## 2.0 DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Les lits de séchage plantés de macrophytes ont pour objectif de stabiliser la matière organique et de réduire le volume des boues afin de faciliter leur transport et leur disposition. Ils sont souvent considérés comme une variante des marais filtrants à écoulement vertical sous-surfacique puisqu'ils se composent principalement des mêmes éléments, à savoir;

- Un massif filtrant reconstitué de granulométrie croissante de la surface vers le fond du filtre,
- Des macrophytes aquatiques plantés à la surface du filtre dans un substrat adéquat (compost ou sable),
- Un système d'alimentation permettant l'apport direct de la boue à la surface du massif,
- Une hauteur de revanche permettant un stockage de la boue sur le long terme (1 m maximum),
- Un système de drainage permettant la collecte des eaux de drainage (i.e. percolats),
- Un système d'aération permettant le maintien de conditions aérobies essentielles à la minéralisation de la matière organique.



**Figure 1**

*Vue en coupe d'un lit de séchage planté de macrophytes.*

*Illustration, Vincent Gagnon.*

En plus d'améliorer la déshydratation de la boue, la présence des végétaux favorise le développement de macroorganismes (i.e. lombrics, invertébrés et larves d'invertébrés, etc.) et de microorganismes (e.g. bactéries, champignons), recréant ainsi un écosystème qui, comme dans un sol de forêt, va amorcer la stabilisation de la matière organique suivant les processus de *minéralisation* et d'*humification*.

Au Québec, le développement des LSPM permettrait de limiter les frais de transport associés à l'évacuation des boues des filtres à sable utilisés pour le traitement des boues des étangs aérés. Ils auraient également un grand intérêt pour le traitement des boues septiques qui représentent de gros volumes à traiter.

## 3.0 FONCTIONNEMENT

### 3.1 MÉCANISMES DE TRAITEMENT

Le principe de fonctionnement des LSPM est relativement simple et repose sur l'apport de boue par bâchée, à la surface du massif filtrant. Sous l'effet des forces de gravité l'eau contenue dans la boue s'écoule à travers le massif jusqu'aux drains de collecte. Les matières en suspension, quant à elles, sont retenues à la surface du massif et constituent un dépôt de boue. La matière organique du dépôt ainsi formée est alors progressivement *minéralisée* par l'action des microorganismes en présence. Par ailleurs, l'*évapotranspiration* par les macrophytes améliore la déshydratation du dépôt obtenue par simple drainage de l'eau (de l'ordre de 10 à 15 %) et permet ainsi d'atteindre des siccités (pourcentage massique de matière sèche) supérieures à 20 %.

En résumé, les mécanismes de traitement impliqués dans les LSPM sont ;

- La **déshydratation** de la boue par le drainage de l'eau à travers le substrat et par l'évapotranspiration,
- La **minéralisation** de la matière organique induite par l'activité biologique aérobie au sein du dépôt de boue.

L'efficacité de ces deux mécanismes repose essentiellement sur l'activité biologique (i.e. des *macrophytes* via l'évapotranspiration et des microorganismes *via* la minéralisation), elle-même fortement tributaire du climat. En terme de fonctionnement, l'efficacité des LSPM étant essentiellement due à l'activité des plantes et des microorganismes, il faut laisser le temps aux processus biologiques de se réaliser. Aussi, deux phases de fonctionnement caractérisent les LSPM. Dans la *phase d'alimentation*, la boue est apportée à la surface du filtre et entraîne la formation du dépôt. Vient ensuite la *phase de repos* au cours de laquelle le dépôt sèche et se stabilise sous l'effet de l'activité biologique. L'essentiel du traitement a lieu lors de la phase de repos, qui dure habituellement au moins 3 semaines.

L'alternance entre ces deux phases impose la mise en place de plusieurs unités de traitement (i.e. lits de séchage) en parallèle. Le nombre de lits à mettre en place dépend directement de leur taille et de la quantité de boue à traiter.

### 3.2 PARAMÈTRES DE DIMENSIONNEMENT

Si le principe de fonctionnement des lits de séchage est relativement simple, plusieurs points sont à considérer pour leur dimensionnement :

- Le *type de boue* à traiter. Au Québec, les lits de séchage présentent un intérêt pour le traitement des boues septiques issues de l'assainissement non collectif, et des boues d'étangs aérés provenant de l'assainissement collectif des petites municipalités.
- La *production annuelle* de boue à traiter en considérant uniquement la matière solide calculée en terme de matières sèches (MS). Elle est donc exprimée en kg MS.an<sup>-1</sup>,

- La quantité de boue apportée sur les lits; on parle alors de *charge surfacique annuelle*, exprimée en kg MS.m<sup>-2</sup>.an<sup>-1</sup>. En Europe, pour des boues activées, cette charge est en moyenne de 50 à 60 kg MS.m<sup>-2</sup>.an<sup>-1</sup>.
- Le *nombre de lits* à mettre en place. La surface totale une fois définie est divisée en plusieurs unités de traitement, et ce pour la simple raison que le principe de fonctionnement des lits de séchage repose sur l'alternance entre phases d'alimentation et phases de repos. Quand un lit est alimenté, les autres sont au repos.
- La *fréquence d'alimentation*, c'est-à-dire le nombre de jours d'alimentation versus le nombre de jours de repos, est définie par la quantité de boue à traiter et le nombre de lits.

### 3.3 PHASES DE FONCTIONNEMENT ET GESTION

Les LSPM adéquatement dimensionnés et gérés permettent un traitement et un stockage simultané de la boue sur une dizaine d'années. Néanmoins, la pérennité d'un tel système de traitement impose le respect de différentes *phases de fonctionnement*, dont la succession constitue le *cycle de vie* des lits de séchage.

Il est avéré que les systèmes biologiques supportent mal les changements brutaux de leurs conditions environnementales. Dans le cas des lits de séchage, des surcharges de boue peuvent déséquilibrer le système et engendrer un mauvais séchage, une fermentation des boues, un dégagement de mauvaises odeurs et, à terme, un colmatage du système. Pour éviter ces disfonctionnements, il est primordial d'effectuer des transitions progressives, notamment lors des apports de boue. Aussi, on distingue 3 phases de fonctionnement :

- La phase « d'acclimatation » sans apport de boue. Nécessaire à l'établissement des macrophytes à la surface du massif filtrant, cette phase dure en général 1 à 2 mois, et le massif filtrant est saturé en eau pour éviter tout stress hydrique aux plantes en début de croissance.
- La phase de « démarrage » durant laquelle la moitié de la charge nominale est apportée.
- La phase de « fonctionnement nominal », pendant laquelle les lits reçoivent la charge nominale prévue au dimensionnement du système.
- La phase de « curage », c'est-à-dire la récupération de la boue traitée accumulée dans le lit. À cette étape, il est important de laisser 10 à 15 cm de dépôt en place; pour éviter d'endommager le massif filtrant sous-jacent et de permettre la repousse des macrophytes à partir de leurs rhizomes. Cette phase est à programmer à l'été pour bénéficier de l'évapotranspiration des macrophytes et ainsi avoir un séchage optimal. L'alimentation du lit à curer est souvent arrêtée.

## 4.0 MACROPHYTES UTILISÉS

### 4.1 RÔLE DES MACROPHYTES

Les macrophytes implantés dans les LSPM sont garants de l'efficacité de traitement et de la pérennité du système, puisqu'ils agissent directement sur;

- Le *drainage* et l'*aération* grâce aux passages préférentiels créés par leur réseau des tiges, racines et rhizomes. Cette action purement *mécanique* permet ainsi un drainage rapide de l'eau contenue dans la boue ; plus de 90 % d'eau évacuée dans les 24 h suivant l'alimentation. Pendant la période de repos ; une fois le drainage terminé, l'air suit ces mêmes passages préférentiels permettant ainsi l'aération du dépôt de boue et la stimulation des microorganismes aérobies responsables de la minéralisation de la matière organique. Ce phénomène est accru par l'oscillation des parties aériennes induites par le vent et le séchage du dépôt qui fait alors apparaître des anneaux libres autour des tiges (Figure 2).
- Le *séchage* via le processus d'évapotranspiration. Cependant, en régions tempérées l'évapotranspiration n'est effective qu'en été et son intensité dépend à la fois des conditions climatiques, de l'espèce et du stade de développement des macrophytes.



**Figure 2**

*Anneau libre à la base des tiges de macrophyte. Photo J. Brisson.*

La présence de macrophytes sur les LSPM présente d'autres avantages, notamment :

- Un *effet structurant* : les parties aériennes flétries se mélange à la boue fraîchement déposée et constituent ainsi un apport de lignine et autres composés cellulosiques à l'origine de la formation des composés humiques (i.e. acide humique, fulvique et humine) lors de la stabilisation de la boue, comme dans un sol de forêt;
- Une isolation thermique induite par le couvert végétal limite également le développement algal à la surface du dépôt, en été;
- Un effet « rhizosphère » induit par le relargage d'oxygène au niveau des racines. Ce mécanisme permet aux plantes de marais de résister à des périodes plus ou moins longues d'anoxie. Le développement de biomasse aérobie autour des racines s'en trouve stimulé, ce qui entraîne une plus grande diversité de microorganismes sur les LSPM, par rapport aux lits de séchage non plantés.

## 4.2 SÉLECTION DE L'ESPÈCE

Pour assurer ses fonctions et garantir les performances des lits de séchage, les critères auxquels doivent répondre les plantes sont les suivants :

- Tolérance à d'importantes variations des conditions hydriques, puisque des phases d'inondation et de sécheresse liées à l'alimentation et la déshydratation de la boue se succèdent,
- Résistance à de fortes teneurs en matière organique, ainsi qu'aux faibles et fortes valeurs de pH et de salinité,
- Croissance rapide sous diverses conditions,
- Réseau racinaire dense,
- Tiges rigides permettant la formation d'anneau libre à la base,
- Facilité d'établissement et de repousse *via* des rhizomes et racines en expansion constante,
- Forte capacité de transpiration,
- Adaptées au climat local.

Le roseau commun (*Phragmites australis*) remplit si parfaitement ces critères qu'il en est essentiellement la seule espèce utilisée en Europe. D'ailleurs, en France, la technologie est davantage connue sous le nom de « Lit de séchage planté de roseaux ». Cette plante, introduite accidentellement au 19<sup>e</sup> siècle en Amérique, est utilisée aux États-Unis, et les LSPM au Québec sont également plantés avec du roseau. Cependant, son utilisation est maintenant découragée suite à une prise de conscience grandissante sur le risque accru d'invasion par le roseau exotique dans les marais naturels environnants. Bien que les quenouilles (*Typha* sp.) soient largement utilisées en substitution du roseau dans les marais filtrants, elles ne sont pas adaptées aux périodes de sécheresse rencontrées dans les LSPM pour la déshydratation des boues. Des essais de recherche sont menés à l'IRBV afin de trouver une alternative à l'utilisation du roseau au Québec. L'espèce de substitution la plus probable serait la sous-espèce indigène du roseau (*Phragmites australis americanus*). Même s'il est inférieur à son cousin d'Europe en termes de productivité, les premiers résultats sur son efficacité et sa résistance aux conditions rencontrées dans les LSPM sont encourageants. L'utilisation d'espèces arbustives telles que les saules pourrait être envisagée, notamment pour tirer profit de leur grande capacité d'évapotranspiration et également pour la valorisation potentielle de leur biomasse (énergie, bioproduit, etc.).

## 5.0 AVANTAGES ET LIMITES DES MARAIS FILTRANTS

Comparativement aux techniques conventionnelles de déshydratation des boues (i.e. centrifugation, filtres presses), les avantages offerts par les LSPM sont nombreux :

- Production de percolats peu chargés et non septiques,
- Pas de nuisance olfactive,
- Stockage et traitement de la boue sur le long terme,
- Réduction du volume de boue, *via* leur déshydratation et minéralisation,
- Faible coût de gestion,
- Bonne intégration paysagère et acceptation sociale,
- Valorisation agricole des boues possible.

Actuellement, les LSPM sont en pleine expansion et ont déjà séduit de nombreuses collectivités à travers le monde. Seulement, l'empirisme des recommandations émises pour leur dimensionnement et leur gestion rend toutes transpositions des conditions opératoires (i.e. type de boue, climat, nombre de lits, charge, etc.) incertaines, ce qui limite son développement. Son emprise au sol importante et l'utilisation du roseau commun, à ce jour l'espèce la plus adaptée, sont les limites majeures des LSPM, surtout pour le Québec où l'utilisation de *Phragmites australis* est non recommandée.

## 6.0 EXEMPLES DE LSPM

### Sommaire

- A. Station de Kolding (Helsingør, Danemark)
- B. Station de Contrecoeur (Québec, Canada)
- C. Station de Négrepelisse (France)

### Note

Ces exemples ne sont présentés qu'à titre informatif, et cette sélection ne constitue pas un quelconque jugement de valeur de la SQP sur les systèmes choisis.

### A. STATION DE KOLDING (HELSINGØR, DANEMARK)

La ville de Helsingør au Danemark possède une station de traitement biologique des eaux usées d'une capacité de 40 000 équivalents-habitants. Le traitement biologique de la station est un procédé à boues activées, dont la production annuelle de boue s'élève à 270 tonnes de matière sèche (MS). Pour traiter ces boues et limiter les frais associés à leur stockage et transport, la municipalité de Helsingør a fait le choix d'installer des lits de séchage plantés de roseaux (*Phragmites australis*) sur le site de la station. Par ailleurs, au moment de la réalisation des lits, la proximité de quatre stations à boues activées de plus petite capacité, non équipées pour le traitement de leurs boues, a conduit à la réalisation d'un système de LSPM équipés de 10 lits, capable de recevoir une charge annuelle de 630 t MS/an. Les boues traitées sur les LSPM proviennent donc de la station de Helsingør et des 4 stations environnantes pour une production annuelle de boues de 540 t MS/an. En termes d'opération, les boues extraites du bassin d'aération de la station de Helsingør sont mélangées à un ratio de 1:1 en MS avec les boues des quatre stations environnantes dans un silo prévu à cet effet. Chacun des lits est alternativement alimenté par le mélange de boue provenant du silo.

Une géomembrane assure l'étanchéité des lits de séchage. Le massif filtrant comprend plusieurs couches de gravier et de sable dont la taille des grains augmente de la surface vers le fond du massif. À la surface du massif, un substrat spécifique (type compost) est mis en place pour la croissance des roseaux. Au fond du massif, un système de drain déposé sur la géomembrane assure la récupération du percolat qui est retourné en tête de station pour être traité. La hauteur totale du massif est de 0,55-0,60 m.

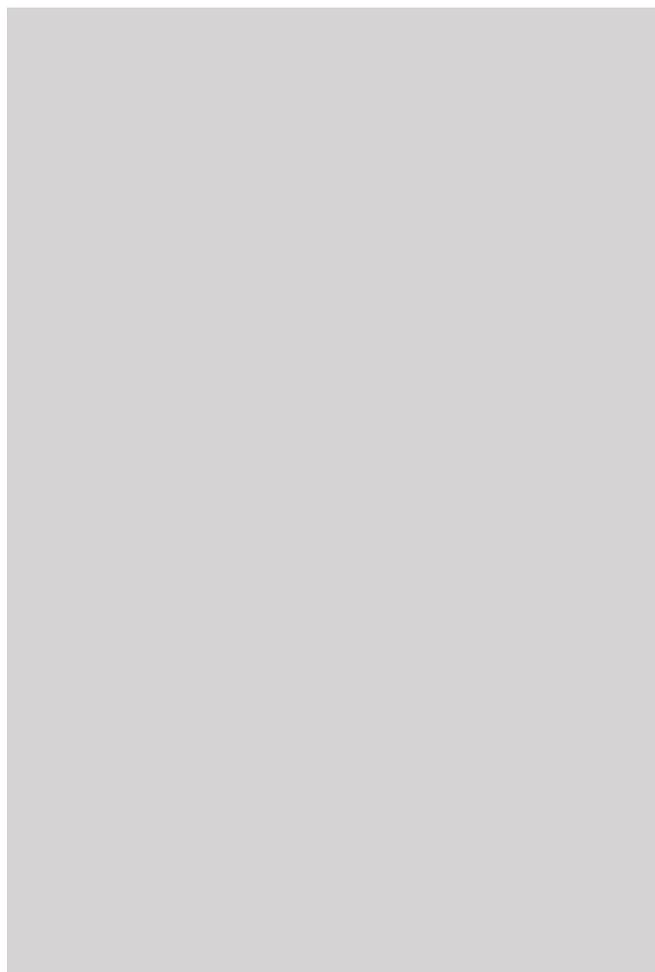


Photo à venir

Type de boue traitée	Boues activées
Nombre de lits	10
Superficie du lit (m <sup>2</sup> )	1 050
Charge acceptable (kg MS/m <sup>2</sup> /an)	60
Capacité de traitement totale (t MS/an)	630
Espèce de macrophyte	Roseau commun ( <i>Phragmites australis</i> )
1 <sup>er</sup> curage des lits	5 ans après le démarrage
Réalisation	Hedeselskabet, Environment and Energy A/S
Localisation	Helsingør, Danemark
Année de mise en fonctionnement	1996



Lit de séchage des boues de Contrecoeur. Photo, J. Brisson.

## B. STATION DE CONTRECOEUR (QUÉBEC, CANADA)

La ville de Contrecoeur est équipée de 4 étangs aérés en série pour le traitement biologique de ses eaux usées. La station est en fonctionnement depuis 1987. En 1997, elle s'est vue équipée d'un lit de séchage de boue planté de roseaux (*Phragmites australis*) : solution évaluée comme plus économique que la valorisation agricole des boues liquides. Le lit, en fonctionnement depuis sa construction, reçoit les boues accumulées au fond du premier étang. Il est généralement recommandé d'avoir plusieurs lits en parallèle pour permettre la mise au repos et l'entretien du lit, tout en poursuivant le traitement des boues sur les autres lits. C'est moins essentiel dans le cadre de la gestion des boues des étangs aérés car le plus long temps de séjour et la capacité de stockage des boues dans les étangs aérés permettent une souplesse de gestion, contrairement aux procédés à boue activée qui nécessitent une extraction régulière des boues vers les lits. Ceci justifie la mise en place d'un seul lit dans cet exemple, bien qu'il aurait été plus sécuritaire d'en avoir deux pour prévenir les problèmes de colmatage.

Initialement, l'opération du lit était prévue pour permettre un fonctionnement en LSPM en période estivale (du 1er juin au 30 septembre) et un fonctionnement en lit de gel-dégel en hiver (apport de la charge en fin de saison végétative pour permettre le gel en masse en hiver). La base du massif filtrant du lit a donc été isolée pour éviter le gel du percolat en hiver. Cependant, la gestion réalisée par l'opérateur jusqu'à présent a consisté à alimenter le lit en été seulement (moins contraignant et rendu possible par la capacité de traitement de la station). Le lit reçoit donc les boues uniquement pendant la période estivale, là où l'évapotranspiration est la plus forte, permettant ainsi une déshydratation optimale.

L'alimentation du lit se fait en simultané avec l'excavation des boues accumulées dans l'étang, grâce à une pompe qui sillonne le fond de l'étang. La boue pompée est directement épanchée sur le lit où deux buses d'alimentation permettent la répartition optimale de la boue à la surface du lit. En opération depuis plus de 15 ans, le système s'est avéré efficace et aucun colmatage n'a été enregistré à ce jour. Le premier curage est prévu pour 2015.

Type de boue traitée	Boues d'étang aéré
Nombre de lits	1
Superficie du lit (m <sup>2</sup> )	1 098
Charge acceptable	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 40 kg MS/m<sup>2</sup>/an pour le fonctionnement estival en LSPM (réparti en 10 à 15 applications entre le 1er juin et le 30 septembre)</li> <li>- 36 kg MS/m<sup>2</sup>/an pour le fonctionnement hivernal en gel-dégel (appliqué en fin de saison : fin novembre pour subir le gel-dégel)</li> </ul>
Capacité de traitement totale (t MS/an)	92
Espèce de macrophyte	Roseau commun ( <i>Phragmites australis</i> )
1 <sup>er</sup> curage des lits	Prévu pour 2015
Réalisation	DESSAU
Localisation	Contrecoeur
Année de mise en fonctionnement	1997

Photo à venir

### C. STATION DE NÈGREPELISSE (FRANCE)

En France, les travaux de recherche initiés à l'Institut de recherche en sciences et techniques de l'eau et de l'agriculture (Irstea Lyon, France) en 2006, ont révélé la faisabilité du traitement des matières de vidanges des fosses septiques sur LSPM. La station de traitement présentée ici est un bel exemple de ce qu'il est possible de réaliser avec des phytotechnologies dans le domaine du traitement de l'eau.

La municipalité de Nègrepelisse (Sud-Ouest, France) – déjà équipée d'un système de marais filtrant à écoulement vertical sous-surfacique pour le traitement des eaux usées domestiques municipales – a inauguré, en 2013, la plus grande station de LSPM française dédiée au traitement des boues septiques. Située dans une région relativement rurale, où l'assainissement autonome est majoritaire, il y avait une forte pression de la part des municipalités pour trouver une solution au traitement des boues septiques.

La station de LSPM de Nègrepelisse se compose d'un site de réception des boues septiques équipé de prétraitement

(dégrillage, piège à cailloux et éventuellement un broyeur) dans lequel les camions de vidange déposent leur chargement. Les boues prétraitées sont ensuite dirigées vers une fosse de stockage agitée. L'alimentation des lits se fait à partir de la fosse de stockage, dans laquelle une pompe permet l'apport de boue sur chacun des lits, alternativement. Les percolats générés par le traitement des boues sont recirculés sur les LSPM afin de limiter le stress hydrique que pourraient subir les plantes, en été. Néanmoins, la recirculation est insuffisante pour atteindre les critères de rejet imposés par la norme. Le traitement des percolats fonctionne de façon saisonnière. En hiver, il est traité par lagunage, *via* deux lagunes initialement présentes pour le traitement des eaux usées, tandis qu'en été il sert à l'irrigation d'une plantation forestière (peuplier et eucalyptus) exploitée en Taillis à Courte Rotation (TCR). Ainsi, le traitement des boues septiques produit des boues utilisables en amendement agricole et du bois valorisable en chaufferie. Outre la valorisation permise, le fonctionnement estival du traitement des percolats permet d'atteindre le rejet zéro pendant les mois d'été, période pendant laquelle les cours d'eau sont plus sensibles aux rejets en azote et en phosphore.

Type de boue traitée	Boues septiques
Nombre de lits	8
Superficie du lit (m <sup>2</sup> )	325
Charge acceptable (kg MS/m <sup>2</sup> /an)	50
Capacité de traitement totale (t MS/an)	11 000
Espèce de macrophyte	Roseau commun ( <i>Phragmites australis</i> )
1 <sup>er</sup> curage des lits	-
Réalisation	EpurNature
Localisation	Nègrepelisse, France
Année de mise en fonctionnement	2013

## 7.0 BIBLIOGRAPHIE

### DOCUMENTS AYANT SERVI À LA RÉDACTION DU PRÉSENT TRAVAIL

- Canler, J. P. (2010).  
**Guide technique sur les matières de vidange issues de l'assainissement non collectif : caractérisation, collecte et traitements envisageables, FNDAE n°37.**
- De Maeseneer, J. L. (1997).  
**Constructed wetlands for sludge dewatering.** *Water Science and Technology* 35(5): 279-285.
- Dominiak, D., M. L. Christensen, K. Keiding et P. H. Nielsen (2011).  
**Sludge quality aspects of full-scale reed bed drainage.** *Water Research* 45(19): 6453-6460.
- Gagnon, V., F. Chazarenc, Y. Comeau et J. Brisson (2013).  
**Effect of plant species on sludge dewatering and fate of pollutants in sludge treatment wetlands.** *Ecological Engineering*, Vol 61, part B, 593-600.
- Hofmann, K. (1990).  
**Use of phragmites in sewage sludge treatment.** *Constructed Wetlands in Water Pollution Control (Adv. Wat. Pollut. Control)* Pergamon Press.
- Kim, B. J. et J. R. Cardenas (1990).  
**Use of reed beds for dewatering sludge in the USA.** *Constructed Wetlands in Water Pollution Control*, Pergamon Press.
- Liénard, A. (2004).  
**Traitement des matières de vidange en milieu rural.** *Evaluation technico-économique des filières*, Cemagref Editions, Antony.
- Liénard, A., J. P. Canler, M. Mesnier, S. Troesch et C. Boutin (2008a).  
**Le traitement des matières de vidange: en station d'épuration ou en lits plantés de roseaux?** *Ingénieries EAT* 53: 35-48.
- Liénard, A., D. Esser, A. Deguin et F. Virloget (1990).  
**Sludge dewatering and drying in reed beds : an interesting solution ? General investigation and first trials in France.** *Constructed Wetlands in Water Pollution Control*, Pergamon Press.
- Liénard, A., S. Troesch, P. Molle et D. Esser (2008a).  
**Traitement des boues par lits plantés de roseaux : rappels des points clefs de cette technique.** *Ingénieries EAT N° spécial*: 41-49.
- Liénard, A., S. Troesch, P. Molle, F. Thirion, P. Héritier, J.C. Baudez et D. Esser (2008b).  
**Valorisation des boues traitées en lits plantés de roseaux : premiers retours d'expérience des curages épandage sur quelques stations Françaises.** *Ingénieries EAT N° spécial*: 51-64.
- Nielsen, P. H., T. R. Thomsen et J. L. Nielsen (2004).  
**Bacterial composition of activated sludge-importance for floc and sludge properties.** *Water Science and Technology* 49(10): 51-58.
- Nielsen, S. (1990).  
**Sludge dewatering and mineralisation in reed bed systems.** *Constructed wetlands in Water Pollution Control*: 245-255.
- Nielsen, S. (2003).  
**Sludge drying reed beds.** *Water Science and Technology* 48(5): 101-109.
- Nielsen, S. (2005).  
**Sludge reed bed facilities: operation and problems.** *Water Science and Technology* 51(9): 99-107.
- USEPA (1999).  
**Septage treatment/disposal, Decentralized Systems Technology Fact Sheet, EPA 932-F-99-068.**
- Vincent, J. (2011).  
**Les lits de séchage plantés de roseaux pour le traitement des boues activées et les matières de vidange : adapter la stratégie de gestion pour optimiser les performances.** *Université Montpellier 2, Irstea Lyon*. 236 p.
- Vincent, J., P. Molle, C. Wisniewski et A. Liénard (2011).  
**Sludge drying reed beds for septage treatment: Towards design and operation recommendations.** *Bioresource Technology* 102(17): 8327-8330.
- Vincent, J., Forquet N., Molle P., et Wisniewski C. (2012).  
**Mechanical and hydraulic properties of sludge deposit on sludge drying reed beds (SDRBs): Influence of sludge characteristics and loading rates.** *Bioresource Technology*, vol 116, pp 161-169.
- Zwara, W. et H. Obarska-Pempkowiak (2000).  
**Polish experience with sewage sludge utilization in reed beds.** *Water Science and Technology* 41: 65-68.

## 8.0 DROITS DE REPRODUCTION

### Date d'émission :

28 mai 2014

**Droits d'auteur:** Société québécoise de phytotechnologie

### Ont participé à la rédaction de cette fiche :

Julie Vincent, Jacques Brisson et les membres du c.a. 2014 de la SQP.

### Illustrations:

Vincent Gagnon

### Droits de reproduction à des fins non commerciales

L'information de cette fiche peut être reproduite à des fins personnelles ou publiques non commerciales sans autorisation de la Société québécoise de phytotechnologie (SQP).

### Toutefois, les conditions suivantes s'appliquent:

- La source de l'information doit être ainsi citée: *Société québécoise de phytotechnologie, Fiches techniques de la SQP. 2. LES LITS DE SÉCHAGE PLANTÉS DE MACROPHYTES. 28 mai 2014. www.phytotechno.com*
- L'utilisateur doit prendre soin de conserver l'exactitude des documents reproduits.
- La copie ne peut être présentée en tant que version officielle originale.
- La copie ne peut être présentée comme étant faite en affiliation avec la SQP ou avec son aval.

### Droits de reproduction à des fins commerciales:

La reproduction à des fins commerciales, en tout ou en partie, de cette fiche et de tout autre document publié par la SQP est interdite sans la permission écrite de la SQP. Par cette autorisation, la SQP cherche à s'assurer de la diffusion des versions les plus exactes et actualisées des documents dont elle dispose. On peut obtenir une autorisation de reproduction à des fins commerciales en s'adressant à:

### SOCIÉTÉ QUÉBÉCOISE DE PHYTOTECNOLOGIE

2030, Boul. Pie-IX, bureau 403

Montréal (Québec) Canada H1V 2C8

**PHYTOTECNO.COM**

### Courriel:

info@phytotechno.com

### Mise en garde:

La présente fiche est un instrument d'information. Son contenu ne constitue aucunement une recommandation, une liste exhaustive de procédés ou de règles en vigueur. Il demeure la responsabilité du lecteur de se référer aux recommandations, procédés et règlements en vigueur, ainsi qu'à toutes autres normes applicables, le cas échéant.