

Lits de séchage plantés de roseaux pour le traitement des boues et des matières de vidange

Le traitement des boues activées (BA) excédentaires par lits de séchage plantés de roseaux (LSPR) est pratiqué en France depuis plus de 15 ans. Cette technique des LSPR a été initialement développée en Allemagne, au Danemark, aux Etats-Unis et elle est apparue en France au début des années 90 suite à des recherches conduites par le Cemagref à la demande de la SAUR. Cependant, les performances obtenues en France ne sont guère satisfaisantes par rapport à celles escomptées et obtenues sur le même type de station au Danemark par exemple pour lesquelles des siccités de plus de 30 à 40 % ont été publiées. A la problématique de gestion des boues résiduelles s'ajoute celle du traitement spécifique des matières de vidange sur LSPR.

En effet, la gestion de ces boues issues de l'assainissement non collectif devient une préoccupation grandissante pour les collectivités. Aussi, de nouvelles orientations tant au niveau du dimensionnement, de la conception des lits et de leur gestion sont à entrevoir et font actuellement l'objet de recherches au Cemagref pour les deux types de boues ainsi que pour la transposition de ce système au contexte tropical.

Méthodologie

Le Cemagref a initié des recherches menées à la fois sur unités pilotes (Cf. Figure 1) et en taille réelle sur la station d'Andancette dans la Drôme. Les objectifs sont (Cf. figure 2) :

- de préciser le dimensionnement des lits à mettre en œuvre pour une qualité de boues donnée (Boues secondaires, boues secondaires pré-épaissies, matières de vidange, mélange matières de vidange – boues secondaires) ;
- de définir les stratégies d'alimentation pour garantir la qualité du produit final ;
- de mettre en évidence l'impact du climat sur le dimensionnement et la gestion du système.



Figure 1 – Photo des pilotes

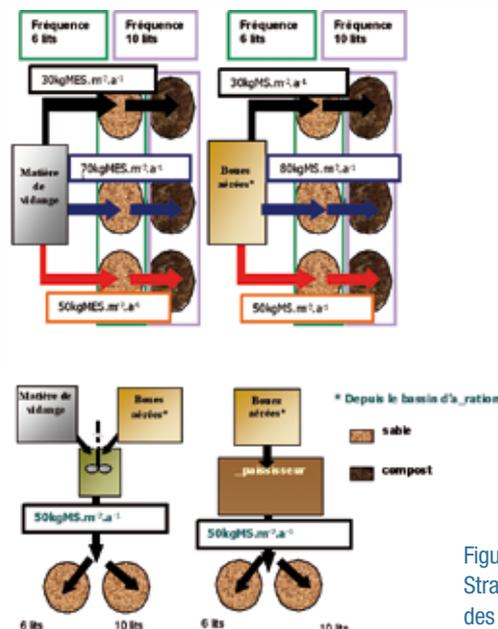


Figure 2
Stratégies d'alimentation
des pilotes

Suivis depuis 2006, l'étude s'est attachée, dans un premier temps, à étudier la période de démarrage afin de garantir un développement optimal des roseaux, puis les limites du système tout en garantissant une qualité optimale des boues au moment du curage.

Résultats

Les principaux résultats acquis jusqu'à présent sont résumés par thématiques.

Conception des lits

Les lits sont composés d'un massif filtrant à fond étanche constitué de différentes couches de matériaux de granulométries diverses qui reposent sur un radier. Du bas vers le haut :

- couche de galets (de 15/30 mm à 30/60 mm) sur environ 15 cm, recevant également les drains avec fentes tournées en partie vers le bas pour éviter toute stagnation d'eau et conjointement aérer la couche drainante ;
- couche de transition (10 cm) d'une taille de particules intermédiaire (15-25mm) entre les deux couches qu'elle sépare ou utilisation d'une géogrille ;
- couche de gravillon (3/6 mm) sur 25-30 cm. Dans tous les cas, ce gravier doit être supérieur à du 2/4 mm pour éviter la migration d'éléments trop fins vers la couche du fond ;
- 10 cm d'amendement organique de type « compost vert » répondant à la norme NF U 44-051. Ce matériau utilisé conjointement comme support de filtration et de croissance a permis d'obtenir un développement végétal plus dense que celui observé avec une couche de 5 cm de sable grossier. La filtration est moins effective au démarrage mais, une fois la couche de boue formée, aucune différence n'est notable comparé au sable. Pour favoriser la croissance des roseaux le compost végétal est donc privilégié.

Alimentation des lits

Boues activées

L'alimentation des lits avec des BA se fera à partir du bassin d'aération, pour maîtriser les charges et la distribution de la boue à la surface des lits. Les expérimentations réalisées avec des boues épaissies montrent que la siccité finale des boues est moindre. Le drainage plus lent en raison d'une plus faible charge hydraulique n'est pas favorable à la minéralisation de la boue.

Matière de vidange

Les différentes stratégies d'alimentation des matières de vidange (MV) sur les lits sont doubles :

- Sur une station BA possédant des LSPR, les MV peuvent être envoyées directement sur les lits en même temps que les BA dans un rapport de charge organique de 20 % de MV. Cela n'affecte pas les performances de séchage et de minéralisation des boues.
- En absence d'une infrastructure déjà existante, des LSPR peuvent être créés pour traiter uniquement les MV. Une fosse de stockage des MV permettra de gérer les alimentations sur les lits.

Charges

Les charges à appliquer dépendent de l'âge du système. Après une phase de démarrage de charge à 25-30 kg de MS par m² et par an jusqu'à l'obtention d'une densité de roseaux de plus de 250 tiges au m², la charge envoyée sur les lits peuvent être augmentées jusqu'à leur valeur nominale.

Pour les boues activées (ou mélange BA et MV) la charge nominale ne doit pas dépasser les 60 kg de MS par m² et par an avec un nombre minimum de 6 lits (8 ou 10 lits permettra une meilleure souplesse de gestion des périodes d'alimentation et de repos). Compte tenu, en période routinière, que certains lits doivent être mis en repos prolongé avant curage, la charge moyenne sur l'ensemble des unités (charge de dimensionnement de la filière) ne doit pas dépasser les 50 kg de MS par m² et par an (Cf. tableau ci-contre).

Nbre total de lits	Durée d'un cycle complet de vidange	Charge de dimensionnement sur l'ensemble des lits kg MS.m ⁻² .an ⁻¹	Charge maximale reçue lors d'une phase de curage. kg MS.m ⁻² .an ⁻¹
6	3 ans	48	60,7
8	4 ans	50	60,1
10	5 ans	50	56

Impact d'une phase de repos de 5 mois avant curage sur les charges reçues par les autres lits en fonctionnement.

Pour les matières de vidange, un nombre de 6 lits semble l'optimum. Au delà, en France métropolitaine, des stress hydriques peuvent apparaître en été en raison d'une charge hydraulique faible. En effet, la forte concentration des MV (25 g MES/L) impose des charges hydrauliques faibles sur lits pour respecter les charges organiques. En l'état actuel des connaissances, les charges maximales appliquées sur les lits pour le traitement des BA peuvent, sans problèmes, être appliquées pour les MV. Des tests à 70 kg de MES.m⁻².an⁻¹ sont en cours car nous avons mis en évidence qu'une charge de 50 kg n'est pas limitante avec des MV.

Performances

Qualité des boues

Compte tenu de la différence de qualité des deux types de boues et des charges hydrauliques appliquées sur les deux systèmes, les siccités atteignables sont différentes (Cf. Figure 3 et 4). Pour les BA, le bon fonctionnement du système nécessite de maintenir une siccité minimale en fin de période de repos de 15 %, même en hiver. En été, des valeurs supérieures à 20- 25 % doivent être obtenues. Cela permet de garantir une siccité supérieure à 30 % en fin de période de repos prolongé avant curage. On notera l'impact de la charge appliquée sur l'évolution de la siccité, traduisant la sensibilité du système.

Pour les MV, la siccité est supérieure à 25 %, même en hiver, en fin de période de repos lors des cycles classique d'alimentation/repos. En période estivale cette siccité peut monter à des valeurs supérieures à 60 %.

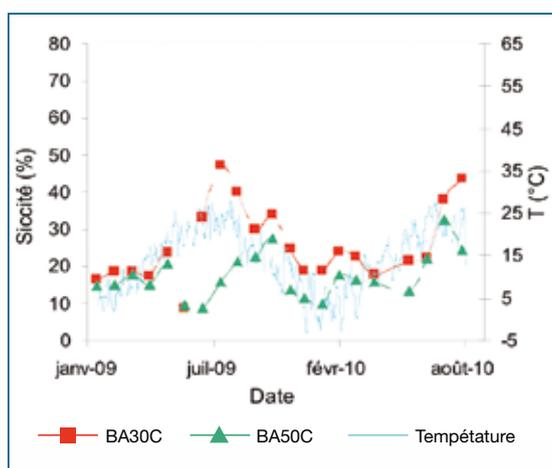


Figure 3 – Evolution de la siccité en fin de période de repos (fonctionnement en 6 lits) pour les lits recevant des BA (BA30C = charge de 30 kg de MS ; BA50C = charge de 50 kg de MS).

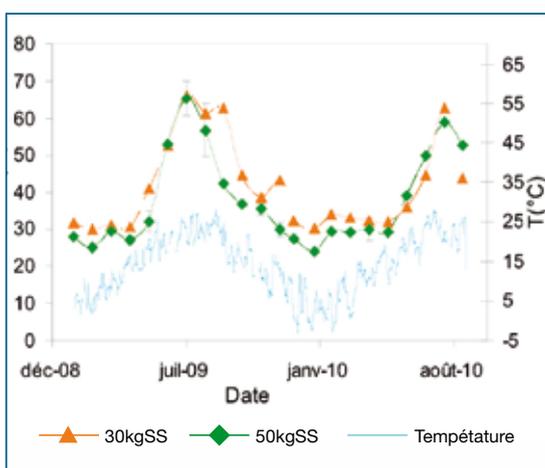


Figure 4 – Evolution de la siccité en fin de période de repos (fonctionnement en 6 lits) pour les lits recevant des MV (charge de 30 kg et 50 kg de MES).

Les valeurs minimales de 15 % de siccité et de 25 % de siccité pour respectivement les BA et les MV sont des critères utiles d'exploitation pour vérifier le bon fonctionnement du système (respect des charges, fréquence de rotation des lits, ...).

RÉSUMÉ

Qualité des percolats

Si les percolats des lits traitant des BA peuvent être renvoyés sans problème en tête de station, lors du traitement seul des MV, il convient de mettre en place un traitement complémentaire avant rejet vers le milieu récepteur. Malgré des performances de filtration supérieures à 90 %, compte tenu des concentrations d'entrée, des valeurs de 1 g MES/L sont possibles. Compte tenu de la faible charge hydraulique dans le cas des MV, une recirculation du percolat sur les lits est un moyen permettant d'améliorer la qualité des eaux de sortie (MES et nitrification), mais un traitement d'affinage de sortie semble actuellement indispensable.

Production de boues

La minéralisation des boues sur les lits permet une diminution de la quantité de MS produite sur l'ensemble de la filière. Les bilans massiques effectués montrent qu'une réduction de l'ordre de 30 % (cas des BA) à 50 % (cas des MV) apparaît (Cf. figure 5 pour le cas des MV). Cette réduction varie au cours des saisons permettant d'entrevoir des perspectives plus optimistes encore en contexte tropical.

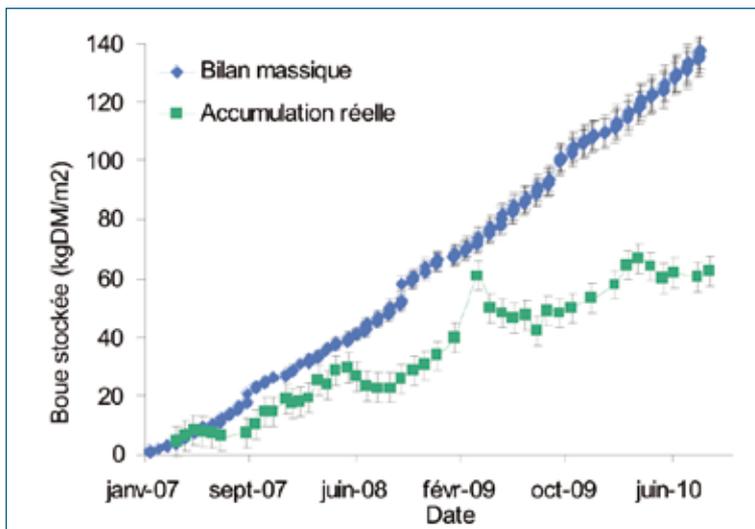


Figure 5
Accumulation de MS des boues en comparaison de l'apport pour les matières de vidange à 50 kg de MES/m²/an.

Contacts scientifiques et techniques

Julie Vincent > julie.vincent@cemagref.fr
UR Milieux Aquatiques, Ecologie et Pollutions, Lyon

Pascal Molle > pascal.molle@cemagref.fr
UR Milieux Aquatiques, Ecologie et Pollutions, Lyon

Stéphane Garnaud > stephane.garnaud@onema.fr
Onema, Direction de l'Action Scientifique et Technique, Vincennes