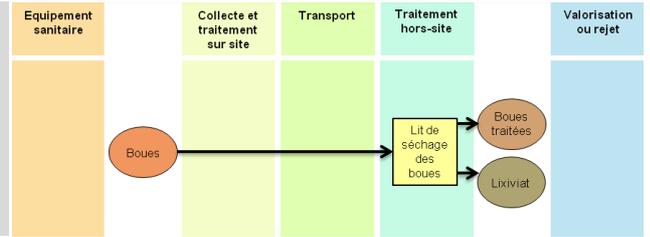


# 22 Lit de séchage des boues

## Traitement hors-site

Juin 2015



### Informations générales

En général, le traitement biologique d'une eau usée aboutit à deux flux distincts: la boue et l'eau traitée. La boue résultant d'un traitement primaire ou secondaire peut être stabilisée, moyennement ou pas du tout stabilisée. Les deux dernières situations nécessitent un traitement de stabilisation avant le séchage.

Le lit de séchage permet la déshydratation de la boue afin de faciliter son transport, son co-compostage ou son utilisation directe comme amendement du sol. Il s'agit d'un ouvrage qui ressemble à un filtre à sable traditionnel consistant en une surface déblayée, imperméabilisée puis délimitée à l'aide de briques ou de voiles en béton. Le volume dégagé est rempli de plusieurs couches superposées de gravier et de sable. Un drain principal est placé au fond au milieu, dans le sens de la longueur, pour évacuer le lixiviat. Une pente est aménagée pour faciliter l'écoulement vers le drain.

**Autres noms:** Lit de séchage solaire, lit de séchage non planté, filtre.

**En anglais:** Unplanted drying bed, filter, sludge drying bed.

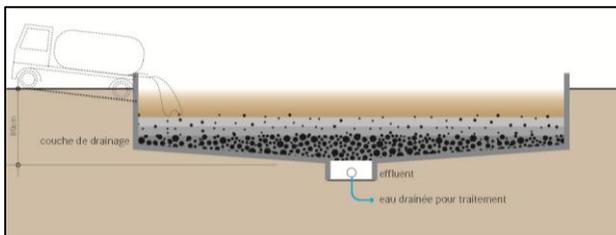


Figure 1: Schéma d'une coupe transversale d'un lit de séchage de boues (source: Tilley et al., 2008).

### Impacts et durabilité

Critères de durabilité	Appréciation*
Protection de la santé	+
Protection de l'environnement	++
Facilité de mise en œuvre	+++
Robustesse de la technologie	+++
Facilité d'exploitation, d'entretien et de maintenance	+++
Coûts et bénéfices	+++
Facilité d'intégration dans le contexte socioculturel et institutionnel	+++

\* +++: Point fort de la technologie, ++: moyen, +: faible

### Principes de base

- Des drains faits de conduites perforées sont placés au fond du lit pour drainer le lixiviat. Ces drains sont recouverts d'une couche de gravier puis d'une couche de sable fin qui facilitent la percolation de l'eau et son évacuation par les drains.
- Quelques jours après son application sur le lit, la percolation s'arrête et la boue se transforme en un cake épais. Le séchage de la boue se poursuit mais uniquement par évaporation. Plus les conditions sont ensoleillées plus le séchage est rapide.
- On se réfère à la notion de siccité qui décrit la consistance de la boue, laquelle donne le pourcentage de la matière sèche en poids; une boue liquide a une siccité qui va de 0 à 10%, une boue pâteuse de 12 à 25%. Une boue sèche a une siccité supérieure à 85%.
- Avec la perte d'eau par percolation, la boue devient une pâte. A 25% de siccité, elle perd ses caractéristiques de fluide et devient un cake semi-solide et à 60% la boue forme des granules qui s'effritent. La durée que prennent ces transformations dépend de l'intensité du rayonnement solaire.
- Une plaque en béton de 0,5 à 1 m de côté est placée sous l'arrivée de la conduite ou du tuyau de la citerne de vidange pour briser l'énergie de la boue déversée et empêcher la rupture de la couche de sable de surface.
- Quand la boue a atteint le degré de siccité désiré on procède au grattage de la surface du filtre. La boue prélevée contient un peu de sable collée à la boue ce qui conduit à un épuisement continu de la couche de sable de surface et à la nécessité de son renouvellement au bout d'un certain temps.
- L'effluent collecté dans les tuyaux de drainage doit être renvoyé vers l'unité de traitement ou évacué hygiénique.
- La technologie du lit de séchage ne constitue pas une méthode de stabilisation de la fraction organique. Une boue séchée non stabilisée reprend une partie de son activité une fois humidifiée et peut produire des émanations de mauvaises odeurs.

### Conditions d'application

- Le lit de séchage de boues est une technologie appropriée pour les petites et moyennes agglomérations jusqu'à 100.000 personnes et où le terrain est bon marché et situé à des endroits éloignés des habitations.
- Le lit de séchage est plus adapté en milieu rural et périurbain. S'il est conçu pour le milieu urbain, il doit être installé à la périphérie de la zone d'habitation.



- Idéalement, cette technologie doit être complétée en aval par un traitement par co-compostage pour produire un fertilisant hygiénisé.
- Le lit de séchage est une option peu coûteuse qui peut être adaptée dans la plupart des climats chauds ou tempérés. Mais, des pluies excessives peuvent empêcher les boues de décanter et de s'épaissir correctement.



Figure 2: Lits de séchage dans le « Centre d'écologie et de gestion des déchets » à Bayawan, Philippines (source: J. Boorsma, 2009).

### Options possibles de valorisation

- La boue provenant des lits de séchage peut être utilisée comme amendement pour le sol ou comme fertilisant. Cependant, des précautions doivent être prises et les valeurs guides scrupuleusement respectées en cas de réutilisation pour protéger les agriculteurs en raison des concentrations élevées en pathogènes. Une comparaison des concentrations en éléments traces métalliques aux seuils en vigueur est nécessaire.
- Le lixiviat est riche en azote et pathogènes mais exige un traitement secondaire avant le rejet ou valorisation. Sa valeur fertilisante est inférieure à celle de la boue sèche - le gain fertilisant attendu peut être largement annulé par le risque sanitaire.

### Chiffres clés

<b>Charge de boue appliquée</b>	Les boues doivent être déversées approximativement à 10 kgMES/m <sup>2</sup> (MES: matières en suspension) et sur une hauteur pas trop importante (maximum 20 cm).
<b>Fréquence d'évacuation des boues séchées</b>	Les boues séchées doivent être enlevées tous les 10 à 15 jours.
<b>Taux de siccité final</b>	Approximativement de 40% après 10 à 15 jours de séchage.
<b>Couche supérieure de sable</b>	25 à 30 cm
<b>Coûts d'investissement</b>	Variable selon des prix des matériaux (sable et gravier). Les coûts d'investissement ne dépassent pas les 5% du coût total d'investissement d'une STEP de type lagunage <sup>a</sup> .

<b>Coûts d'exploitation</b>	Ces coûts dépendent essentiellement de la main d'œuvre
<b>Durée de vie</b>	25 à 50 ans

<sup>a</sup> Source: Chalabi (2014)

### Conception et construction

- Les boues doivent être déversées approximativement à 10 kgMES/m<sup>2</sup> (MES: matières en suspension) et sur une hauteur pas trop importante (maximum 20 cm), sinon elles ne sécheront pas efficacement.
- La mise en place des couches de gravier et de sable se fait de la manière suivantes - de la surface vers le fond: du sable fin (30 cm); du sable grossier (10 - 15 cm), du gravier fin (70 cm) et de graviers grossiers (25 cm) qui couvre le réseau de drains.
- Entre 20 et 30 cm sont laissés comme revanche pour permettre le déversement des boues. Le corps de la station de traitement peut être réalisé en terre compactée munie d'une géomembrane ou en béton afin d'assurer l'étanchéité du dispositif.
- Plusieurs lits de séchage sont généralement nécessaires pour assurer un traitement en continu des boues de vidange.
- Pour concevoir les lits de séchage, il est nécessaire de connaître la quantité de MES évacuées par le système de traitement, le volume évacué, la fréquence d'extraction des boues, la charge applicable en kg de MES par m<sup>2</sup> et la durée de séchage.
- Les épisodes pluvieux, prolongent la durée de séchage. Le dimensionnement est fait sur la base de la durée de séchage en saison pluvieuse. Les lits peuvent être placés sous toitures.
- La vitesse de dessiccation obtenue dépend de la qualité de la boue, de la fréquence de prélèvement de la boue (quotidienne), de la profondeur de la couche de boue et de la charge appliquées qui sont faibles et l'interdiction d'appliquer une boue fraîche sur boue en voie de dessiccation depuis plusieurs jours.
- Il est préférable de ne pas déposer des boues fraîches sur des boues en dernière étape de séchage. L'on tendrait donc à construire plusieurs filtres en parallèle.

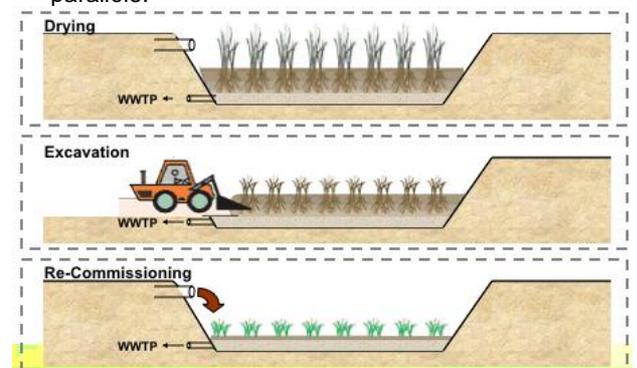


Figure 3: Schéma de l'humification des boues dans un lit des herbes (source: H. Pabsch, IPP Consult, 2005).

- Les lits de séchage peuvent être plantés. Il s'agit de tirer avantage de l'action physique des racines qui



créent des voies de percolation à travers les boues épaissies ce qui accélère l'infiltration. Cependant, au Maroc, l'association percolation-rayonnement solaire est largement suffisante pour assurer un séchage dans des durées acceptables. L'apport additionnel espéré de l'effet « évapotranspiration » à travers la plantation du lit de séchage ne peut pas compenser le travail supplémentaire rendu nécessaire tant pour dégager la boue séchée entre les tiges des roseaux que pour entretenir les roseaux eux-mêmes.

- Dans le cas de boues très liquides (des toilettes publics non connectées à un réseau d'assainissement par exemple), un bassin de décantation et d'épaississement doit être installé en amont du lit de séchage:
  - Les bassins de sédimentation et d'épaississement sont des bassins de décantation simples qui permettent aux boues de s'épaissir et se déshydrater.
  - Pour une efficacité maximale, la période de repos ne devrait pas excéder 4 à 5 semaines, bien que des cycles beaucoup plus longs soient couramment utilisés.
  - Pendant que la boue est décantée et épaissie, le surnageant doit être évacué et traité séparément. La boue épaissie peut alors être séchée ou compostée.

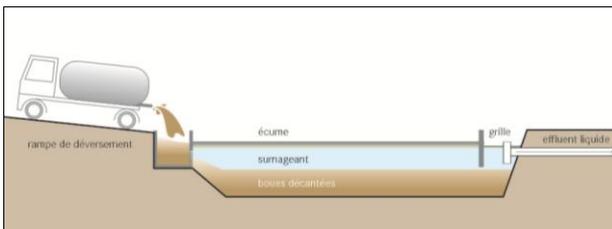


Figure 4: Schéma du bassin de sédimentation et d'épaississement (source: Tilley et al., 2008).



Figure 5: Lit de séchage pour des boues fécales dans une station d'épuration à Camberene, Sénégal (source: L. Strande, 2010).

### Entretien et maintenance

- Les lits de séchage doivent être conçus avec la présence à l'esprit des contraintes d'entretien; l'accès pour les hommes et les véhicules pour déverser les boues, et pour évacuer la boue séchée.
- Les principales opérations d'exploitation sont:
  - Répartition des boues fraîches tous les 10 jours en moyenne (7 à 14 jours).
  - Après séchage, le filtre doit être nettoyé dès les premiers signes de saturation, c'est-à-dire lorsque le débit de l'eau extraite des boues diminue

considérablement par rapport à celui de la mise en service du filtre.

- Des contrôles de qualité (lixiviats, boues) doivent être réalisés tous les trois mois.
- L'état des drains doit être vérifié pour assurer la collecte des eaux extraites des boues.
- Le sable doit être remplacé quand la couche devient trop mince.
- Le nombre de personnes à charger de l'entretien et de la maintenance d'une unité de lits de séchage dépend de la taille de l'unité et des moyens financiers de la communauté desservie. Ce système est relativement peu complexe à maintenir et à entretenir.



Figure 6: Lit de séchage des boues planté, Syrie (source: Werner, 2005).

### Aspects sanitaires et environnementaux

- Les boues brutes comportent des pathogènes, d'où la nécessité de munir les ouvriers des équipements de protection appropriés (bottes, gants, et habits).
- Les boues déshydratées sont également contaminées, bien qu'elles soient plus faciles à manipuler et moins enclines à l'éclaboussure et à la pulvérisation.

### Acceptabilité

- Selon le type de traitement secondaire et le degré de stabilisation de la boue, le lit de séchage peut causer des nuisances pour les résidents du voisinage dues à l'émanation de mauvaises odeurs et à la présence de mouches.
- Quand il s'agit de boues non stabilisées, il est recommandé que le lit soit situé suffisamment loin de zones d'habitation.

### Avantages et inconvénients

Avantages	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Création potentielle d'emplois et de revenus locaux</li> <li>• Construction et réparation sont possibles avec des matériaux locaux.</li> <li>• Aucune énergie électrique n'est nécessaire.</li> <li>• Coûts d'investissement modérés ; faibles coûts d'exploitation.</li> <li>• Réutilisation de la boue sèche possible mais, il faut prendre des précautions car le contenu en pathogènes est important.</li> </ul>

**Inconvénients**

- L'emprise au sol est importante.
- Main d'œuvre requise pour l'enlèvement des boues séchées.
- Le temps de séjour des boues peut être long (quelques mois) si les conditions climatiques sont peu favorables (forte pluviométrie et faible ensoleillement).
- Odeurs et présence de mouches si la boue n'est pas stabilisée en traitement secondaire.
- Le lixiviat exige un traitement secondaire avant le rejet ou valorisation (sa valeur fertilisante est inférieure à celle de la boue sèche et n'est pas habituellement utilisé comme fertilisant).
- Les boues séchées ont une charge importante en pathogènes ; des précautions doivent être prises et les valeurs guides scrupuleusement respectées en cas de réutilisation.

**Exemples au Maroc**

- Actuellement, le nombre de stations d'épuration (STEPs) existantes au Maroc est d'environ 80, dont 60% sont des bassins de lagunage. Des lits de séchage sont prévus dans des stations de lagunage, mais les difficultés à curer les bassins rendent cette étape inopérante.
- Les lits de séchage de boue ont été testés à l'échelle pilote dans le campus de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (IAV) à Rabat (1997), à Ouarzazate (1992) et puis à d'El Attaouia (2003).
- Dans les conditions à l'IAV à Rabat, l'évolution du taux de siccité des boues obtenu était de 1% à l'extraction des boues; 8% après 3 jours et 90% au bout de 5 jours pendant le mois de juin avec une température moyenne de 25°C. Une siccité inférieure est obtenue en saison peu ensoleillée.
- L'expérience de l'IAV a été utilisée pour le dimensionnement des lits de séchage de boues de la station d'El Attaouia pour servir un RAFADE traitant 450 m<sup>3</sup>/j. Les boues séchées étaient régulièrement prélevées par les agriculteurs pour les utiliser comme amendement/fertilisant. L'intérêt des agriculteurs pour la boue séchée était indéniable.



Figure 7: Batterie de 11 lits de séchage en construction pour l'extension de la station d'El Attaouia en 2012 (source: B. El-Hamouri, 2006 et 2012).



Figure 8: Lits de séchage pour les boues de deux digesteurs anaérobies à la station d'épuration de Skhirat située à 30 km au sud de Rabat (source: B. El-Hamouri, 2006 et 2008).

**Bibliographie**

Les sources suivantes ont été prises en considération:

- (1) Tilley, E., Lüthi, C., Morel, A., Zurbrügg, C., Schertenleib, R. (2008). Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag). Duebendorf, Switzerland, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/1156>
- (2) SSWM (2013). Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox, Implementation Tools. <http://www.sswm.info/category/implementation-tools/wastewater-treatment/hardware/sludge-treatment/drying-beds>
- (3) Chalabi, A. (2014) Communication personnelle, Chef de Département de l'Environnement au CID (Conseil, Ingénierie et Développement), Maroc
- (4) Grela, M. R. (2004). Guide technique pour les systèmes d'assainissement autonome, Rapport provisoire – version 07 Royaume du Maroc Office National de l'Eau Potable (ONEP) et FAO, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/1997>
- (5) Hamdani, I. (2008). Gestion des boues des stations d'épuration au Maroc: Quantification, caractérisation et options de traitement et de valorisation. Mémoire de Troisième Cycle, Royaume du Maroc Institute Agronomique et Veterinaire Hassan II – Rabat. Maroc, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/2006>
- (6) MADRPM (1998). Epuration et réutilisation des eaux usées à des fins agricoles. Ministère de l'Agriculture du Développement Rural et des Pêches Maritimes, Administration du Génie Rural & Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Ouarzazate, Maroc, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/2005>
- (7) OIEau (2013). Guide Technique: Filières de traitement des Matières de Vidange. Office International de l'Eau, DINEPA, Haiti. <http://www.susana.org/en/resources/library/details/1942>
- (8) Soudi, B. (2003). Manuel d'utilisation des boues résiduelles issues des stations d'épuration des eaux usées: Etat de l'art et tentatives d'adaptation aux pays de Proche Orient. Consultancy report for FAO, Morocco, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/2014>
- (9) Liste de documents (contient documents dans la partie 1a sur les aspects de traitement): [http://www.agire-maroc.org/fileadmin/user\\_files/2013-02-gt-pnar/2013-05-14-liste-de-documents-GT-Herrmann.pdf](http://www.agire-maroc.org/fileadmin/user_files/2013-02-gt-pnar/2013-05-14-liste-de-documents-GT-Herrmann.pdf)
- (10) Base de données photographique de SuSanA <http://www.flickr.com/photos/gtzeocosan/collections/>
- (11) Xanthoulis, D. et al. (2008). Les techniques d'épuration des eaux usées à faibles coûts, Asia-Link, EuropeAid

**Mention légale:**

- Auteurs: B. El Hamouri, E. von Muench, B. Soudi, M. Wauthélet, M. E. Khayati, C. Werner
- Mise en forme: L. Herrmann, A. Schroeder
- Dernière mise à jour: Juin 2015, © GIZ/Programme AGIRE

Le présent document fait partie du guide d'assainissement rural et de valorisation des sous produits au Maroc, disponible sur: <http://www.agire-maroc.org> et [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)

Tout matériel émanant du Programme AGIRE est librement disponible selon le concept open-source pour un développement des connaissances et une utilisation non-lucrative aussi longtemps que les sources d'information utilisées sont convenablement citées. Les utilisateurs devraient toujours mentionner, dans leurs citations, l'auteur, la source et le détenteur des droits.