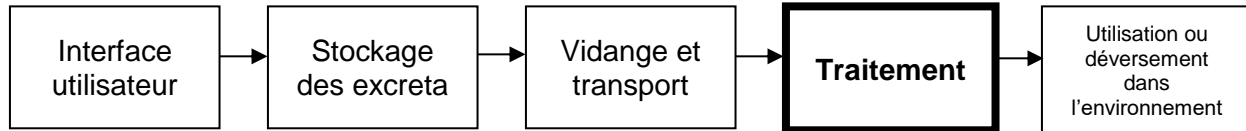


Dossier technique : Système d'assainissement – traitement des boues de vidange



Contenu

1	Introduction	2
2	Quels sont les objectifs du traitement ?	2
3	Technologies de traitement des boues de vidange	4
3.1	Retrait des déchets solides	5
3.2	Technologies de séparation solide-liquide	5
3.3	Technologies de stabilisation et de gestion des nutriments	8
3.4	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	11
3.5	Autres	12
4	Exploitation et entretien	13
5	Gestion des risques	14
6	Échelle de traitement	16
7	Manque de connaissances	17
8	Définitions	18
9	Ressources supplémentaires	19
10	Références	19



Dossier technique : Traitement des boues de vidange

1 Introduction

Grâce aux systèmes d'assainissement, les excréta humains sont gérés sans aucun risque, de leur production jusqu'à leur réutilisation ou leur mise en décharge. La quatrième composante d'un système d'assainissement traite du traitement des boues de vidange pour limiter les risques environnementaux et sanitaires. Les traitements à bas coût sont peu disponibles ce qui entraîne des rejets de boues de vidange dangereuses dans la nature et limite les avantages des technologies d'assainissement sur site.

Le type et le niveau de traitement dépendent du but recherché pour les boues de vidange. Traiter peut signifier réduire la quantité d'agents pathogènes pour qu'ils ne présentent aucun danger. Cela peut aussi consister à transformer les boues de vidange en produit représentant un intérêt économique et environnemental. Le fait d'utiliser un produit plutôt que de créer des déchets s'appelle "récupération des ressources". Grâce au traitement, il est possible de gérer et de réduire les impacts négatifs des boues de vidange, mais également d'augmenter les impacts positifs potentiels.

Ce dossier technique présente l'importance du traitement des boues de vidange et explique ses différents objectifs, notamment l'inactivation des agents pathogènes, la séparation solide-liquide, la gestion des nutriments et la stabilisation. Il offre aussi un aperçu des technologies émergentes ainsi que celles qui ont fait leurs preuves dans ce domaine.

Il s'agit ici d'un aperçu technique, et non pas d'un manuel de conception. Pour la conception de technologies de traitement spécifiques, il est recommandé de consulter un professionnel expérimenté.

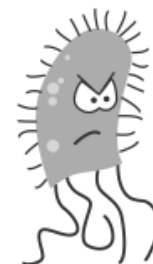
CAWST s'intéresse tout particulièrement à la planification, l'élaboration et la mise en œuvre de projets d'assainissement sur site pour les communautés à faible revenu et non reliées à un réseau d'égout. Pour ces communautés, un assainissement à domicile ou décentralisé constitue une solution hygiénique et bon marché.

Nos documents pédagogiques libres et gratuits et l'agenda de nos formations sont disponibles sur les sites <https://resources.cawst.org> et www.cawst.org/training.

2 Quels sont les objectifs du traitement ?

Le type et le niveau de traitement dépendent du but recherché pour les boues de vidange. Il y a quatre objectifs principaux : (1) inactivation des agents pathogènes, (2) séparation solide-liquide, (3) stabilisation et (4) gestion des nutriments.

1. **Inactivation des agents pathogènes** : c'est souvent un des objectifs clés du traitement des boues de vidange. Il vise à protéger la santé publique. Les agents pathogènes sont des bactéries, des virus, des protozoaires et des helminthes, qui provoquent des maladies. Le niveau de réduction requis dépend de l'utilisation finale ou du mode de décharge des boues de vidange. Par exemple, des boues utilisées pour des cultures doivent être plus traitées pour réduire les pathogènes que si elles sont enfouies.



Dossier technique : Traitement des boues de vidange

Le traitement des boues de vidange inactive les agents pathogènes de différentes manières. Les mécanismes sont décrits dans le dossier technique de CAWST : Traitement des boues de vidange – mécanismes d'inactivation des agents pathogènes.

Vous trouverez plus d'informations sur les agents pathogènes dans le dossier technique de CAWST : Qu'est-ce que les boues de vidange ?

- 2. Séparation solide-liquide** : les boues de vidange contiennent naturellement beaucoup d'eau. La séparation solide-liquide retire l'eau des boues de vidange. Le terme dessèchement est aussi parfois utilisé. Il suggère que les boues contiennent encore moins d'eau. Pour comprendre la différence entre la séparation solide-liquide et le séchage, imaginez une serviette mouillée. Tout d'abord vous devez essorer la serviette (séparation solide-liquide), puis l'étendre pour la faire sécher (séchage).



L'eau est lourde. La séparation solide-liquide réduit le poids et le volume des boues pour rendre la gestion plus facile, moins chère et plus sûre. La séparation solide-liquide des boues permet aussi d'attirer moins de vecteurs (tels que les mouches et les rats) et de réduire les odeurs. De plus, plus les boues de vidange contiennent d'eau, plus le risque de contamination des eaux de surface et souterraines est important. Les agents pathogènes présents dans les boues de vidange humides vont s'infiltrer dans le sol plus rapidement et se répandre plus loin que ceux présents dans les boues de vidange sèches.

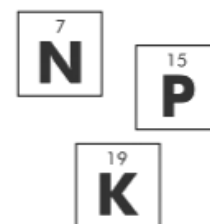
La séparation solide-liquide est parfois nécessaire avant d'appliquer d'autres technologies de traitement. Par exemple, pour composter les boues d'une fosse septique, il faut d'abord les décanter ou les filtrer. Les boues d'une fosse septique sont en effet très humides, et le compostage est plus efficace avec des boues plus sèches. Cependant, toutes les boues ne peuvent pas être décanter/filtrées facilement. En général, la séparation solide-liquide est plus difficile quand les boues n'ont pas été stabilisées (Strande et al., 2014).

- 3. Stabilisation** : dans les boues de vidange stabilisées, les microorganismes altèrent la matière organique facilement dégradable. Les boues de vidange contiennent beaucoup de matières organiques, qui peuvent être utiles aux plantes, ou constituer un polluant pour les eaux de surface. Les boues stabilisées sentent moins. Elles contiennent des nutriments que les plantes et les microorganismes du sol peuvent plus facilement utiliser.



Si votre but est de produire de l'énergie, il vous faut moins de boues de vidange stabilisées. La dégradation de matière organique pendant la stabilisation produit de l'énergie. Dans un environnement anaérobie, cela produit du biogaz. Dans un environnement aérobie, cela produit de la chaleur. Avec moins de boues stabilisées, il est possible de produire plus d'énergie.

- 4. Gestion des nutriments** : les boues de vidange contiennent des nutriments tels que l'azote, le potassium et le phosphore. Ces nutriments sont nécessaires à la croissance des plantes. Les fermiers les utilisent pour augmenter les rendements des cultures. Cependant, ces nutriments peuvent aussi s'infiltrer dans le sol et rejoindre la nappe phréatique, ou bien être transportés par le ruissellement d'eau de pluie



Dossier technique : Traitement des boues de vidange

vers les plans d'eau de surface. Ils peuvent polluer à la fois l'eau de boisson et l'environnement.

Gérer les nutriments signifie généralement changer la forme des nutriments (par exemple, changer les liquides en solides, ou transformer de l'organique en non organique). Les nutriments ne sont pas nécessairement retirés pendant le traitement. Ils peuvent aussi être transformés. Si la matière organique est stabilisée, les nutriments le sont aussi (cela signifie qu'ils sont incorporés dans la matière organique).

La forme des nutriments est importante pour la gestion des boues de vidange et la protection de l'environnement. Par exemple, l'azote sous forme organique (ex. compost) est stable, et il est libéré lentement. Il peut être ajouté directement aux cultures et donner de bons résultats. Par contre, l'azote sous forme inorganique ou ionique (ex., l'azote présent dans les lixiviats) peut avoir des impacts négatifs. Par exemple, il risque de nuire aux plantes s'il est appliqué directement, ou de traverser le sol jusqu'à la nappe phréatique, ou de se volatiliser dans l'environnement et de causer des nuisances.

3 Technologies de traitement des boues de vidange

Il existe de nombreuses technologies qui permettent de traiter les boues de vidange, chacune avec un objectif de traitement, des produits de traitement et un niveau de développement différents.

Le traitement des boues de vidange est un procédé. Pour être efficace, plusieurs technologies différentes peuvent être nécessaires dans un ordre particulier. Par exemple, les boues peuvent contenir une grande quantité d'eau, qui doit souvent être retirée avant de passer à d'autres technologies, comme le compostage ou l'incinération.

Le choix des technologies dépend principalement des facteurs suivants :

1. **But final** : pour choisir des technologies de traitement appropriées, il est important de garder le but final à l'esprit. Il faut tout d'abord savoir comment les boues seront utilisées ou mises en décharge, afin de déterminer le traitement nécessaire. Par exemple, si vous utilisez des boues de vidange pour l'agriculture, vous devez vous concentrer sur la séparation solide-liquide, la stabilisation et la désactivation des agents pathogènes jusqu'à un certain niveau. Si le but est de produire de l'énergie, alors le séchage est important. Par contre l'inactivation des agents pathogènes peut être de moindre priorité.

Pour plus d'informations sur l'utilisation et la mise en décharge, reportez-vous aux dossiers techniques de CAWST : Utilisation des boues de vidange et La mise décharge des boues de vidange.

2. **Caractéristiques et quantité de boues** : les boues provenant de technologie d'assainissement sur site peuvent être très différentes de celles provenant d'une autre technologie. La composition des boues (ce qui est dedans), ainsi que leur consistance (si elles sont liquides ou solides) et leur quantité dépendent de plusieurs facteurs. Le type et le nombre de technologies d'assainissement, la quantité d'eaux grises ajoutée, la méthode de vidange et le climat sont quelques-uns de ces facteurs. Il est important de connaître les caractéristiques des boues pour choisir les technologies de traitement appropriées. Par exemple, certaines technologies de traitement, comme le compostage, fonctionnent mieux avec des boues sèches, alors que d'autres technologies comme les bassins de décantation-épaississement, traitent les boues humides.

Dossier technique : Traitement des boues de vidange

Pour plus d'informations sur les caractéristiques des boues, voir le dossier technique de CAWST : Qu'est-ce que les boues de vidange ?

3. **Niveau de recherche et de connaissances** : le niveau de recherche et de connaissances sur les technologies de traitement peut aussi influencer le choix d'une technologie. Certaines technologies de traitement des boues de vidange sont bien établies, tandis que d'autres sont innovantes et sont encore en cours de développement. De plus, certaines sont transférées et adaptées du traitement des eaux usées ou d'autres domaines. Il y a plus d'informations opérationnelles disponibles pour les technologies établies.
4. **Autres facteurs** : dans tout contexte donné, le choix de la technologie dépendra aussi des ressources financières, du coût, de la disponibilité locale en matériaux, de l'espace disponible et de la surface nécessaire, des caractéristiques du sol et de la nappe phréatique, de la disponibilité d'une alimentation en électricité constante, des compétences et de la capacité à concevoir et à exploiter, et enfin d'une réflexion sur l'entretien (Tilley et al., 2014).

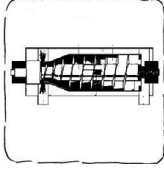
3.1 Retrait des déchets solides

Les technologies d'assainissement sur site, telles que les latrines à fosse, servent souvent de poubelles. Une étude menée par le groupe de recherche sur la pollution de Durban, en Afrique du Sud, a révélé la présence de nombreux déchets dans les latrines. Ils ont trouvé des plastiques (mous et durs), des perruques, des produits d'hygiène menstruelle, des habits, du verre et du métal (Velkushanova, 2015).


La première étape du traitement des boues de vidange est de retirer les déchets solides. Ils peuvent être retirés manuellement ou en passant les boues à travers une grille.


3.2 Technologies de séparation solide-liquide

Les tableaux suivants résument les différentes technologies de séparation solide-liquide qui existent pour les boues de vidange.


	Essorage mécanique		Transfert depuis le traitement des eaux usées
	Conception : les technologies d'essorage mécanique incluent la presse à bande filtrante, le filtre-presse, la presse à vis et la centrifugeuse. Ce sont des forces mécaniques, comme par exemple la force centrifuge, qui séparent le solide du liquide des boues.		
	Fonctionnement : il est souvent nécessaire d'ajouter des conditionneurs aux boues de vidange avant de leur faire subir une séparation solide-liquide mécanique. Les conditionneurs sont des produits qui facilitent le processus.		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
Élevé	Faible	Non	

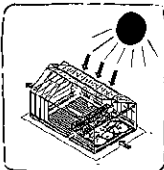
Dossier technique : Traitement des boues de vidange

	Lit de séchage planté		Technologie établie
	<p>Aussi appelés lits de déshydratation, filtres plantés à écoulement vertical ou lits de séchage plantés de roseaux.</p> <p>Conception : un lit de séchage planté est rempli d'un matériau filtrant, généralement du gravier au fond et du sable en surface. Des plantes, choisies pour un climat donné, poussent dans un support filtrant. Le fond du lit est en pente douce et couvert de tuyaux perforés qui drainent les liquides.</p> <p>Fonctionnement : les lits de séchage fonctionnent de manière (semi-)continue. Les boues de vidange sont réparties sur la surface du lit et les liquides s'infiltrent à travers le sable et le gravier. La majeure partie de la fraction solide des boues reste en surface. Une partie de l'eau qui reste dans les boues est retirée par évapotranspiration. Les boues peuvent être chargées sur les lits sans être retirées pendant plusieurs années. En fonction du temps de rétention, les boues filtrées sont stabilisées.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Moyen	Moyen	Oui

	Lits de séchage non plantés		Technologie établie
	<p>Aussi appelés lits de séchage en sable.</p> <p>Conception : des lits de séchage non plantés filtrent les boues de vidange. Un lit de séchage non planté est rempli d'un matériau filtrant, généralement du gravier au fond et du sable en surface. Le fond du lit est en pente douce et couvert de tuyaux perforés qui drainent les liquides (aussi appelés lixiviats).</p> <p>Fonctionnement : les lits de séchage non plantés fonctionnent par bâchées. Les boues sont réparties sur la surface du lit et les liquides s'infiltrent à travers le sable et le gravier pendant quelques jours. La majeure partie de la fraction solide des boues reste en surface. Une partie de l'eau qui reste dans les boues est retirée par évaporation. Les boues filtrées sont ensuite retirées de la surface manuellement ou mécaniquement.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Élevé	Moyen	Non


Dossier technique : Traitement des boues de vidange


	Décantation/épaississement		Technologie établie
	<p>Conception : les technologies de décantation/épaississement épaississent et décantent les boues de vidange. Les solides se déposent au fond, et les boues de vidange s'écoulent d'un côté de l'étang ou du réservoir vers l'autre. Les liquides s'écoulent à travers la sortie et doivent subir un traitement plus poussé. Certaines particules solides, comme les graisses et les huiles, flottent à la surface et forment une couche d'écume. Exemples de technologies : réservoirs de décantation/épaississement, décanteurs, fosses Imhoff, fosses septiques.</p> <p>Fonctionnement : les technologies de décantation/épaississement fonctionnent de manière semi-continue. Les technologies de décantation/épaississement comportent généralement deux bassins ou réservoirs étanches. Pendant que l'un fonctionne, les boues s'épaississent dans le second. Les boues sont ensuite pompées hors des bassins pour subir un traitement plus poussé.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Élevé	Faible	Non

	Séchage thermique		Transfert depuis le traitement des eaux usées
	<p>Conception : les technologies de séchage thermique retirent plus d'humidité des boues décantées/filtrées.</p> <p>Fonctionnement : les technologies de séchage thermique fonctionnent par bâchées, de manière semi-continue ou de manière continue. L'énergie pour le séchage peut être solaire. D'autres formes d'énergie peuvent être utilisées, par exemple de la chaleur perdue par d'autres industries. Le séchage solaire a généralement lieu dans une serre. Les boues sont étalées au fond de bassins peu profonds. La température dans la serre monte avec le soleil, et l'eau présente dans les boues s'évapore. La serre doit être bien ventilée pour évacuer l'air humide.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Moyen	Moyen	Non


Dossier technique : Traitement des boues de vidange


3.3 Technologies de stabilisation et de gestion des nutriments


	Digestion anaérobie		Transfert depuis le traitement des eaux usées
	<p>On parle aussi de réacteur à biogaz.</p> <p>Conception : la digestion anaérobie stabilise les boues de vidange. Cela permet de transformer les boues de vidange en (1) du biogaz pouvant être utilisé comme énergie, et (2) en boue pouvant être utilisée comme engrais.</p> <p>Fonctionnement : la digestion anaérobie fonctionne de manière (semi-) continue. Les boues de vidange entrent dans un réacteur étanche à l'air. Des microorganismes dégradent la matière organique des boues de vidange en l'absence d'oxygène (conditions anaérobies). Ce processus produit du méthane, aussi appelé biogaz. Une partie des boues de vidange reste dans le réacteur après la dégradation. Cette partie est appelée digestat. Elle doit être retirée pour un fonctionnement en continu. Les boues de vidange peuvent être co-digérées avec des matières organiques (comme des déchets de cuisine et des excréta animaux) pour augmenter le volume de biogaz. La digestion anaérobie est un procédé délicat à mettre en œuvre, qui peut être facilement perturbé.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Aucun	Faible	Oui

	Larves de mouches soldats noires		Technologie innovante
	<p>Conception : les larves de mouches soldats noires mangent les boues de vidange. Elles en réduisent donc le volume et les stabilisent. Les larves de mouches soldats noires sont riches en matières grasses et en protéines. On les donne au bétail comme source de protéines. Les mouches soldats noires n'ont pas besoin de manger une fois qu'elles peuvent voler (en fait, elles n'ont pas de bouche). De ce fait, elles ne sont pas un vecteur, et ne répandent pas les agents pathogènes.</p> <p>Fonctionnement : le traitement par les larves de mouches soldats noires se fait par bâchées ou de manière semi-continue. Les boues de vidange sont placées dans un récipient avec des œufs ou des larves de mouches soldats noires. D'autres flux de déchets organiques peuvent être ajoutés pour être co-traités. Les larves sont récoltées périodiquement pour nourrir le bétail.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Aucun	Faible	Oui


Dossier technique : Traitement des boues de vidange

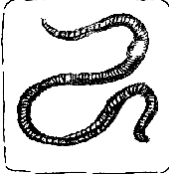
	Tranchées profondes		Technologie établie
	<p>Conception : les tranchées profondes sont une méthode de mise en décharge et d'utilisation comme fertilisant. Elles nécessitent une conception et une exploitation soignées pour ne pas polluer les eaux souterraines.</p> <p>Fonctionnement : les tranchées profondes sont alimentées par bâchées. Les boues de vidange non traitées sont placées dans des tranchées, puis couvertes de terre. Des arbres sont plantés sur ou à proximité des tranchées. La longueur et la profondeur des tranchées dépendent du niveau maximal atteint par la nappe phréatique et de la quantité de boues de vidange. La tranchée peut être enduite, par exemple d'une couche d'argile, pour réduire le risque de pollution de la nappe phréatique.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Faible	Faible	Oui


	Étang à poissons		Technologie innovante / transfert du traitement des eaux usées
	<p>Conception : les étangs à poissons offrent un habitat riche pour les poissons, tels que les carpes, pour nourrir les plantes et les organismes aquatiques. Les solides se déposent au fond, et les boues de vidange s'écoulent d'un côté de l'étang ou du réservoir vers l'autre. Les liquides s'écoulent à travers la sortie et doivent subir un traitement plus poussé.</p> <p>Fonctionnement : les étangs à poissons sont cuvelés pour empêcher la contamination du sol. Les boues filtrées sont pompées hors des bassins pour subir un traitement plus poussé. Les poissons sont pêchés et les plantes aquatiques sont récoltées fréquemment. Les poissons peuvent servir à alimenter des animaux. Ils doivent être bien cuits s'ils sont destinés à la consommation humaine.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Faible	Faible	Oui

	Incinération		Technologie de transfert
	<p>Conception : l'incinération consiste à transformer les boues de vidange séchées en cendres à des températures élevées (entre 850 et 900 °C). L'incinération réduit le volume des boues et tue tous les pathogènes. Les cendres peuvent être enterrées, ou utilisées comme matériau de construction ou de couverture. Les boues de vidange séchées peuvent servir de combustible pour des procédés industriels, tels que des fours de cimenterie. L'incinération produit des émissions dans l'air, qui doivent être contrôlées pour limiter les impacts négatifs sur l'environnement.</p> <p>Procédé : Les boues doivent être décantées ou filtrées avant d'être incinérées.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Élevé	Élevé	Oui

Dossier technique : Traitement des boues de vidange


	Lagunage à macrophytes		Technologie innovante / transfert du traitement des eaux usées
	<p>Conception : des plantes aquatiques, telles que des lentilles d'eau, du cresson, du liseron d'eau et le rau-rut, poussent dans les étangs plantés en consommant les nutriments des boues de vidange. Les solides se déposent au fond, et les boues de vidange s'écoulent d'un côté de l'étang vers l'autre. Les liquides s'écoulent à travers la sortie et doivent subir un traitement plus poussé.</p> <p>Fonctionnement : les étangs à poissons sont cuvelés pour empêcher la contamination du sol. Les boues décantées sont pompées périodiquement hors des bassins pour subir un traitement plus poussé. Les plantes aquatiques sont récoltées fréquemment. Elles peuvent servir à alimenter des animaux.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Faible	Faible	Oui


	Lombricompostage		Technologie innovante / transfert du traitement des eaux usées
	<p>Conception : le lombricompostage stabilise les boues décantées/filtrées. Des vers à compost dégradent la matière organique qui passe par eux. Le lombricompostage produit un conditionneur de sol, qui est considéré comme un type de compost.</p> <p>Fonctionnement : le lombricompostage se fait par bâchées ou de manière semi-continue. Il nécessite une couche de litière réalisée avec des copeaux de bois ou de la paille. Ce procédé produit un effluent. À petite échelle, cela peut se faire dans un réservoir sombre et bien ventilé, d'où l'effluent est drainé. À grande échelle, le lombricompostage se fait par piles ou rangées couvertes d'où l'effluent s'infiltre dans le sol.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Aucun	Faible	Oui


	Lombrifiltre		Technologie innovante / transfert du traitement des eaux usées
	<p>Conception : les lombrifiltres sont des filtres qui contiennent des vers à compost. Les boues de vidange sont ajoutées directement dans les filtres, dans lesquels les vers à compost et l'environnement stabilisent les boues de vidange par vermicompostage. Le lombricompostage stabilise les boues décantées/filtrées. Des vers de terre dégradent la matière organique qui passe par eux. Les vermifiltres nécessitent une couche de litière (dans laquelle vivent les vers) et une couche de filtration. La litière doit être composée de matière organique, telle que des copeaux de bois. La couche de filtration peut être faite de différents matériaux, comme du gravier.</p> <p>Fonctionnement : la vermifiltration se fait de manière semi-continue.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Faible	Faible	Oui

Dossier technique : Traitement des boues de vidange


3.4 Niveau d'inactivation des agents pathogènes

	Co-Compostage		Technologie établie
	<p>Conception : le co-compostage stabilise les boues de vidange et désactive les pathogènes. Des microorganismes dégradent la matière organique en présence d'oxygène. Si le procédé est bien contrôlé, la température du tas augmente. Les agents pathogènes sont alors inactivés. Sinon, les boues doivent être stockées plus longtemps ou traitées pour réduire la quantité d'agents pathogènes. Ce procédé produit du compost : c'est un matériau sombre et riche qui ressemble à de la terre, et qui peut être utilisé comme un conditionneur de sol.</p> <p>Fonctionnement : le co-compostage se fait par bâchées. Les boues de vidange et autres matières organiques (par exemple des déchets de cuisine ou des copeaux de bois) sont placées dans des tas ou dans des rangées. Différents paramètres doivent être contrôlés pour garantir la qualité du compostage. Parmi eux : la température, l'humidité, le rapport carbone sur azote et la concentration en oxygène.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Faible	Élevé	Oui

	Traitement alcalin		Transfert depuis le traitement des eaux usées
	<p>Conception : correctement dosé et mélangé, un traitement alcalin augmente le pH des boues de vidange et désactive les agents pathogènes. L'ajout de produits chimiques alcalins permet aussi de réduire les odeurs, l'humidité, et de limiter la quantité de mouches.</p> <p>Fonctionnement : un traitement alcalin se fait généralement par bâchées. Une quantité précise de produits chimiques alcalins, tels que de la chaux ou de la cendre, est ajoutée aux boues de vidange. L'ensemble est bien mélangé. Le dosage dépend des produits alcalins utilisés, de la quantité d'eau contenue dans les boues, et de la quantité de boues.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Aucun	Élevé	Non


	Traitement à l'ammoniaque		Technologie innovante
	<p>Conception : les fortes concentrations en ammoniaque sont toxiques pour les agents pathogènes, et provoquent leur inactivation. L'urine et les engrais contiennent de l'ammoniaque qui pourrait être utilisé.</p> <p>Fonctionnement : de l'urée est mélangée aux boues de vidange par bâchées. Le dosage dépend de la concentration requise en urée, de la quantité d'eau contenue dans les boues, et des solides totaux.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Aucun	Plus de recherches sont nécessaires	Non

Dossier technique : Traitement des boues de vidange

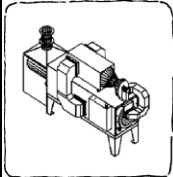
	Conservation		Technologie établie
	<p>Conception : les boues de vidange sont stockées sans danger pour inactiver les agents pathogènes. Le stockage doit être planifié et contrôlé. Cette méthode de traitement n'est pas recommandée par rapport aux autres.</p> <p>Fonctionnement : le stockage se fait par bâchées ou de manière (semi-) continue. Les boues de vidange séchées sont stockées dans une aire sèche précise. Les conditions doivent être favorables à la réduction des agents pathogènes (par exemple, la sécheresse ou la température) et contrôlées. En effet, les conditions précises pour le bon fonctionnement de cette technologie ne sont pas connues.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Faible	Élevé	Non

Note : le niveau d'inactivation dépend du bon fonctionnement et de la maintenance de la technologie de traitement. Si une technologie n'est pas correctement exploitée, le traitement sera de moins bonne qualité.

3.5 Autres

	Co-traitement avec les eaux usées		Technologie innovante / transfert du traitement des eaux usées
	<p>Conception : l'effluent des technologies de traitement des boues de vidange a généralement besoin d'un traitement plus poussé avant d'être déversé dans des plans d'eau ou d'être utilisé pour l'irrigation. Les étangs de stabilisation, les réacteurs anaérobies à chicanes, les filtres plantés, les lits de séchage plantés et les filtres anaérobies sont des exemples de technologies de traitement des eaux usées. L'effluent peut être traité avec ou sans eaux usées.</p> <p>Fonctionnement : ces technologies ne peuvent pas être utilisées pour traiter les boues de vidange. Elles sont conçues pour traiter l'effluent provenant d'autres technologies de traitement (sauf les lits de séchage plantés).</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Dépend de la technologie	Dépend de la technologie	Dépend de la technologie

Dossier technique : Traitement des boues de vidange

	Granulation		Transfert de technologie de l'alimentation animale ou de la production de combustible à base de biomasse.
	<p>Conception : les boues décantées/filtrées sont transformées en granulés en les pressant à travers une buse. Les granulés sont denses, de consistance uniforme, et relativement faciles à stocker, transporter et commercialiser.</p> <p>Exploitation : la granulation peut permettre d'améliorer le séchage. Par exemple, la machine Bioburn peut fabriquer des granulés à 50 % d'humidité, qui peuvent ensuite sécher jusqu'à 90 % sans utiliser d'énergie thermique supplémentaire. D'autres systèmes de granulés séparent les solides des liquides ou séchent les boues lorsqu'ils sont combinés à d'autres technologies, comme le séchoir thermique du système LaDePa. Pour d'autres technologies de fabrication de granulés, les boues sont d'abord séchées, puis compressées sous forme de granulés avec un liant.</p>		
	Niveau de séparation solide-liquide	Niveau d'inactivation des agents pathogènes	Stabilisation et/ou gestion des nutriments
	Faible	Faible à élevé	Non

4 Exploitation et entretien

Même les technologies de traitement bien conçues échouent souvent car elles sont peu utilisées et mal entretenues. L'exploitation et l'entretien peuvent être définis de la manière suivante :

- **Exploitation** : toutes les activités nécessaires pour garantir qu'une technologie de traitement des boues de vidange fonctionne correctement. Voici quelques exemples d'activités d'exploitation :
 - Ajout de boues sur des lits de séchage
 - Retrait des boues des réservoirs de décantation
 - Retrait des boues des lits de séchage
 - Contrôle et vidange des filtres
 - Traitement (par exemple, mélange pendant le compostage ou ajout de chaux)
 - Collecte et traitement ultérieur ou rejet de l'effluent
 - Stockage et vente des produits de traitement
- **Entretien** : toutes les activités qui garantissent le fonctionnement à long terme des équipements et des infrastructures. Voici quelques exemples d'activités d'entretien :
 - Nettoyage
 - Contrôle de la corrosion
 - Actionnement des vannes et réparation des fuites
 - Huilage et graissage des équipements mécaniques (par exemple, les pompes)
 - Révision des équipements mécaniques (par exemple, nettoyage des filtres des pompes)

Dossier technique : Traitement des boues de vidange

- Contrôle de la végétation et des animaux

Les problèmes les plus fréquents liés à l'exploitation et à l'entretien sont :

- Le manque de viabilité financière
- Les pannes matérielles (par exemple des pompes)
- La faiblesse des chaînes d'approvisionnement
- Un manque d'exploitation et d'entretien par les fournisseurs de services (par exemple, ceux en charge de retirer les boues des étangs ou des réservoirs)
- Pollution par des boues industrielles
- Coupures d'électricité
- Manque de compétences des employés
- Climat (par exemple, fortes pluies)
- Odeurs

Le tableau suivant montre des solutions possibles aux problèmes d'exploitation et d'entretien les plus courants. Il est indispensable de développer et mettre en œuvre un plan détaillé d'exploitation et d'entretien, puis d'avoir un programme de suivi pour s'assurer que ce plan est correctement mis en œuvre.

Tableau : solutions pour résoudre des difficultés d'exploitation et d'entretien courants

Améliorer la viabilité financière	Prévenir les pannes matérielles	Améliorer les chaînes d'approvisionnement	Prévenir la pollution par des boues industrielles
<ul style="list-style-type: none"> • Identifier les flux de capitaux de la totalité du processus de traitement • Fixer des taxes appropriées pour l'assainissement ou des frais de mise en décharge • Sonder le marché des produits du traitement et le changer si nécessaire • Examiner le rôle des partenariats public-privé 	<ul style="list-style-type: none"> • Instaurer des procédures opérationnelles normalisées (PON) pour tous les équipements et les processus de traitement • Créer un plan de suivi pour les stations de traitement • Fixer des périodes pour l'entretien • Rédiger des contrats pour l'entretien • Allonger les périodes pour l'entretien 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des matériaux qui peuvent être produits ou que l'on peut se procurer localement • Utiliser des appareils dont les pièces détachées sont disponibles localement • Utiliser du matériel qui peut être réparé localement • Créer des chaînes d'approvisionnement 	<ul style="list-style-type: none"> • Faire un suivi des stations de traitement • Identifier les sources de boues industrielles en amont • Enregistrer l'origine, le volume et les caractéristiques particulières des boues de vidange dans un système de manifeste • Mesurer le pH des boues de vidange pendant le déversement de manière aléatoire • Former les opérateurs de traitement des boues de vidange à caractériser physiquement les échantillons de boues.

5 Gestion des risques







Le traitement permet de réduire le risque de transmission d'agents pathogènes. Cependant, il est difficile de contrôler les boues de vidange traitées et de savoir quand elles ne contiennent

Dossier technique : Traitement des boues de vidange

plus d'agents pathogènes. Il y a toujours un risque. C'est pourquoi il est important de mettre en place d'autres mesures de protection.

Il existe un grand nombre de mesures de protection (aussi appelées barrières) qui peuvent être mises en place pour traiter des boues de vidange. On parle souvent d'approche à barrières multiples. Le tableau suivant montre les barrières qui devraient être mises en place pour protéger la santé publique et pour éviter de répandre des agents pathogènes.

Tableau : mesures de protection pour traiter les boues

Barrières pour protéger la santé		Action
	Utiliser un équipement de protection	Porter un équipement de protection, notamment des habits, des gants, des chaussures et un masque. Nettoyer et désinfecter l'équipement utilisé.
	Se laver les mains	Se laver les mains avec du savon après avoir manipulé des boues de vidange, des outils et des équipements.
	Limiter l'accès	Construire une clôture pour maintenir les enfants et les animaux à distance de la station de traitement. Afficher des messages d'avertissement.
	Nettoyer les outils	Désinfecter les outils utilisés. Ranger de manière sûre les outils afin que personne ne les touche ou ne s'en serve pour d'autres usages.
	Gérer les effluents sortants	Traiter l'effluent et l'utiliser ou le déverser de manière sûre. L'effluent contient encore des agents pathogènes et peut polluer l'environnement.
	Former	Former les travailleurs par rapport aux mesures de sécurité et aux pratiques d'hygiène. Former la communauté locale au rôle et aux risques potentiels de la technologie de traitement.

Dossier technique : Traitement des boues de vidange



Mesures de protection mises en place par SOIL en Haïti

SOIL est une organisation à but non lucratif qui exploite des sites de compostage de boues de vidange en Haïti. Après avoir identifié les risques de transmission de maladies et les groupes à risque, elle a mis en place des mesures de protection. En voici quelques exemples :

- Des panneaux sont affichés dans tout le site de compostage pour faire appliquer les règles par le personnel comme par les visiteurs. Quelques exemples de panneaux : il est interdit de consommer de la nourriture sur le site. Tous les véhicules quittant le site doivent désinfecter leurs pneus. Tous les piétons qui quittent le site doivent désinfecter leurs chaussures et se laver les mains.
- Un dépôt sur le site permet de stocker le matériel et les produits de nettoyage, divers matériaux de construction, des équipements et d'autres objets. Le dépôt est sécurisé et contrôlé par le superviseur du site.
- Le personnel bénéficie d'infrastructures comme un vestiaire individuel avec une porte pour chaque membre du personnel, des douches, des toilettes, des postes de lavage des mains, une zone sanitaire avec des tables et des chaises pour se reposer et manger. Il a aussi accès à de l'eau potable.
- Les infrastructures d'hygiène sont accessibles au personnel et aux visiteurs. Cela comprend un pédiluve avec du chlore pour désinfecter les chaussures et une station de pulvérisation de chlore pour désinfecter les pneus des véhicules avant de quitter le site.

(SOIL, 2011).

6 Échelle de traitement

Les technologies de traitement sont généralement appropriées pour de grands groupes (allant des applications semi-centralisées à l'échelle d'un quartier jusqu'aux stations centralisées à l'échelle d'une ville). Elles sont conçues pour recevoir des volumes importants de boues. Elles permettent dans la plupart des cas de retirer une grande quantité de nutriments, de matière organique et d'agents pathogènes, particulièrement en comparaison des technologies de traitement à l'échelle du foyer, comme les latrines à compost et les latrines sèches (Tilley et al., 2014).

Important pour CAWST :

- Au niveau du foyer : le traitement se passe dans l'enceinte du foyer
- Au niveau du village : le traitement à petite échelle se fait dans le quartier ou dans le village

Pour le traitement dans un village, les boues doivent être amenées à la station de traitement. Voir le dossier technique de CAWST : Vidange et transport des boues de vidange pour de plus amples informations sur les technologies d'assainissement sur site et le transport des boues de vidange.

Dossier technique : Traitement des boues de vidange

7 Manque de connaissances

Les connaissances concernant les différents mécanismes et technologies de traitement sont limitées. Avec l'évolution de la recherche, le secteur de l'assainissement continuera de développer les connaissances et les compétences en mécanismes et technologies de traitement. Les principaux manques de connaissances sont :



- L'expérience en technologies de traitement sur le long terme. Des projets pilotes de technologies de traitement des boues ont été menés dans le monde entier. Ils sont extrêmement utiles, mais sont souvent à petite échelle et menés à court terme. Le secteur de l'assainissement n'a pu tirer aucunes conclusions sur l'efficacité, le coût, la durabilité financière et la possibilité de développer ces technologies de traitement à plus grande échelle.
- Malgré leur importance, on ne dispose pas à ce jour de méthodes et de données fiables pour caractériser et quantifier les boues fécales. De plus, les données provenant d'études de caractérisation sont essentiellement d'ordre individuel, alors que des quantités considérables de boues de vidange sont produites dans des toilettes publiques, des centres commerciaux, des restaurants et des hôtels (Strande et al., 2014).
- Il reste beaucoup d'inconnues concernant la manière dont certaines technologies de traitement, notamment les nouvelles, désactivent les agents pathogènes.

Dossier technique : Traitement des boues de vidange

8 Définitions

Aérobic : processus biologique qui se déroule en présence d'oxygène.

Agent pathogène : tout organisme vivant qui provoque une maladie.

Biogaz : mélange de gaz libérés par digestion anaérobie (en l'absence d'oxygène). Le biogaz comprend de 50 à 70 % de méthane, de 25 à 50 % de dioxyde de carbone et des quantités variées d'azote, de sulfure d'hydrogène, de vapeur d'eau et d'autres composants. Il peut être stocké et brûlé comme combustible.

Boues de vidange : parfois simplement appelées boues. Ce sont des excréta provenant d'une technologie d'assainissement sur site (comme une latrine à fosse ou une fosse septique) qui peuvent aussi contenir des eaux usées, des matériaux de nettoyage anal, et des déchets solides.

Caractérisation : description des propriétés biologiques, chimiques et physiques des boues de vidange.

Digestion anaérobie : décomposition et stabilisation de matière organique par des microorganismes en l'absence d'oxygène. Ce processus produit du biogaz.

Eaux usées : désigne les eaux usées par n'importe quelle combinaison d'activités domestiques, industrielles, commerciales ou agricoles, mais aussi les eaux de ruissellement (pluviales), et toute arrivée d'égout (infiltration). Les eaux usées peuvent être gérées sur site ou à l'extérieur. Les eaux usées gérées à l'extérieur sont souvent appelées eaux d'égout.

Excreta : urines et fèces non mélangées avec de l'eau de chasse.

Matière organique : provient des restes de choses vivantes, telles que des plantes ou des animaux.

Séparation solide-liquide : procédé consistant à réduire la part d'eau contenue dans les boues de vidange. Les boues décantées/filtrées peuvent toujours avoir un degré d'humidité non négligeable, mais elles sont généralement assez sèches pour être manipulées comme un solide (par exemple, avec une pelle).

Stabilisation : dégradation des matériaux organiques dans le but de réduire les composés facilement biodégradables afin de diminuer les impacts environnementaux (comme l'approvisionnement en oxygène et le lessivage des nutriments).

Technologie d'assainissement sur site : synonyme de latrine. Une technologie d'assainissement sur site comprend tous les éléments constituant les deux premières composantes d'un système d'assainissement, c'est-à-dire une interface utilisateur et le stockage des excréta. Les excréta sont collectés et stockés là où ils sont produits. Les latrines à fosse, les fosses septiques, les aquaprivés et les toilettes publiques non reliées au tout-à-l'égout sont des exemples de systèmes d'assainissement sur site. Souvent, les boues de vidange doivent être transportées à l'extérieur pour y être traitées et utilisées ou mises en décharge.

Traitement : tout procédé permettant de désactiver des agents pathogènes, de stabiliser, de séparer solide-liquide, ou de gérer les nutriments dans les boues de vidange.

Dossier technique : Traitement des boues de vidange

9 Ressources supplémentaires

Documents de CAWST sur l'assainissement. Disponibles sur le site :

<http://resources.cawst.org>.

- CAWST propose des documents concernant l'éducation et la formation dans plusieurs domaines de l'assainissement, tels que l'assainissement environnemental, la conception et la construction de latrines, la gestion des boues de vidange, et la mise en œuvre de l'assainissement.

Compendium des Systèmes et Technologies d'Assainissement. Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, P. et C. Zurbrügg, 2ème édition révisée, 2014, 159 p. Dübendorf, Suisse :

L'Institut de Recherche de l'Eau du Domaine des EPF (EAWAG). Disponible sur le site :

<http://www.eawag.ch/fr/departement/sandec/>

- Le compendium présente le concept des systèmes d'assainissement et apporte des informations détaillées sur les différentes technologies pour chaque élément des systèmes d'assainissement. Ce document est destiné aux ingénieurs, aux planificateurs et autres professionnels connaissant les technologies et processus d'assainissement. Cependant, les fiches de technologie peuvent permettre aux non-experts de comprendre les principaux avantages et limites de différentes technologies, l'intérêt de différents systèmes.
- Le e-Compendium est une version en ligne et interactive du Compendium, qui permet de combiner les technologies pour produire un système d'assainissement complet. Disponible sur le site : <http://ecompendium.sswm.info/>

Gestion des Boues de Vidange – Approche Intégrée pour la Mise en Œuvre et

l'Exploitation. Strande, L., Ronteltap, M. & Brdjanovic, D. (2014). Londres, Royaume-Uni : IWA Publishing. Disponible sur le site : www.sandec.ch/fsm_book

- C'est le premier livre consacré à la gestion des boues de vidange. Il synthétise les recherches les plus récentes dans ce domaine en pleine évolution, et se concentre sur la technologie, la gestion et la planification. Il s'intéresse aux problèmes de la collecte et du transport, du traitement et de l'utilisation finale des boues de vidange. Le livre aborde aussi en détail l'aspect opérationnel, institutionnel et financier, et apporte des conseils en matière de planification intégrée impliquant toutes les parties prenantes. Il est gratuitement disponible en ligne en anglais et en espagnol. La version française est prévue pour 2017.

10 Références

Jimenez, C., B. (2014). Software to identify and quantify pathogenic helminth eggs. Universidad Nacional Autonoma de Mexico (UNAM). Extrait de :

www.susana.org/en/resources/library/details/2048

Peepoople. (2015). Extrait de : www.peepoople.com/

SOIL. (2011). *The SOIL Guide to Ecological Sanitation* (1ère édition). Récupéré sur www.oursoil.org/resources/the-soil-guide-to-ecosan/

Strande, L., Ronteltap, M. & Brdjanovic, D. (2014). *Gestion des Boues de Vidange – Approche Intégrée pour la Mise en Œuvre et l'Exploitation*. Londres, Royaume-Uni : IWA Publishing.

Extrait de : www.sandec.ch/fsm_book

Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, P. & Christian Zurbrügg. (2014). *Compendium des Systèmes et Technologies d'Assainissement* (2ème édition révisée). Dübendorf, Suisse :

Dossier technique : Traitement des boues de vidange

L'Institut de Recherche de l'Eau du Domaine des EPF (EAWAG). Extrait de :
www.eawag.ch/en/departement/sandec/publications/compendium/

Velkushanova, K. (2015). *Properties of faecal sludge from different on-site sanitation facilities in Durban, South Africa*. Présenté à la troisième conférence FSM à Hanoi, Vietnam. Extrait de :
www.susana.org/en/resources/conference-materials-2/2015/259-fsm3

Les images d'Akvo peuvent être récupérées sur : http://akvopedia.org/wiki/Main_Page

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)
Calgary, Canada
Site Internet : www.cawst.org Courriel : support@cawst.org
Le bien-être grâce à l'eau... L'autonomisation des gens dans le monde
Dernière mise à jour : juillet 2016

Document en libre accès. Vous êtes autorisé à :



- Partager – copier et redistribuer le matériel sous n'importe quel support ou format
- Adapter — remixer, transformer et créer à partir du matériel pour toute utilisation, y compris commerciale.



Selon les conditions suivantes :

- Attribution – Vous devez mentionner CAWST de manière appropriée, fournir un lien vers la licence, et indiquer toute modification apportée. Ces informations doivent être justifiées, sans toutefois suggérer que CAWST vous soutient ou accepte la façon dont vous utilisez ses ressources. Veuillez mentionner notre site Internet : www.cawst.org

CAWST et ses administrateurs, employés, contractants et bénévoles n'endossent aucune responsabilité et ne donnent aucune garantie en ce qui concerne les résultats pouvant être obtenus par l'utilisation des informations fournies.