

Plan de cours : Technologies de traitement



95 à 110
minutes

Description du cours



Ce cours présente des technologies reconnues, des technologies de transfert et des technologies innovantes pour le traitement des boues de vidange. Ces technologies sont actuellement utilisées pour la gestion des boues de vidange, ou pourraient l'être dans le futur. Les participants vont être formés aux objectifs de traitement, aux mécanismes de désactivation des pathogènes, au stade de développement de chaque technologie et aux produits de traitement de celles-ci.

Résultats d'apprentissage



À la fin de cette session, les participants pourront :

1. Citer des technologies reconnues, des technologies de transfert et des technologies innovantes pour le traitement des boues de vidange.
2. Identifier les objectifs, les mécanismes de désactivation des pathogènes, et les produits de traitement des différentes technologies de traitement des boues de vidange.

Matériel



- Tableau à feuilles mobiles
- Ruban adhésif
- Marqueurs
- Ciseaux
- Verre d'eau sale
- Tableau des technologies de traitement (1 par participant)
- Symbole de clé (1 par participant)
- Tableau des technologies de traitement (1 par participant)
- Fiches techniques des technologies de traitement (1 jeu)
- Études de cas et cahier d'exercices de gestion des boues de vidange

Facultatif :

- Activité : Quelle technologie suis-je ? (1 carte par participant)

Préparation



- Lisez le chapitre 5 : Aperçu des technologies de traitement du livre *Gestion des Boues de Vidange – Approche Intégrée pour la Mise en Œuvre et l'Exploitation*.
- Mettez en place quatre postes pour les fiches techniques de traitement. Collez les fiches techniques au mur ou utilisez des tables pour les postes.
 - Essorage : décantation-épaississement, essorage mécanique, lits de séchage non plantés, lits de séchage plantés, séchage thermique

- Désactivation des pathogènes : co-compostage, traitement alcalin, traitement à l'ammoniaque, stockage
- Stabilisation/gestion des nutriments : enfouissement en tranchées profondes, incinération, digestion anaérobie, larves de mouches soldats noires, lombricompostage, lombrifiltres, bassins piscicoles, lagunages à macrophytes
- Autres : co-traitement avec les eaux usées
- Écrivez le titre "*Technologies de traitement*" sur une feuille mobile
- Écrivez le titre "*Autres facteurs à prendre en compte pour choisir une technologie*" sur une feuille mobile
- Imprimez le tableau des technologies de traitement, le symbole de clé, et les solutions du tableau des technologies de traitement (1 par participant)
- Facultatif : imprimez et découpez les cartes de l'activité de révision "Quelle technologie suis-je ?" (1 carte par participant)

Introduction
5 minutes

1. Placez un verre d'eau sale contenant beaucoup de particules solides devant les participants. Expliquez-leur que cela symbolise un verre de boues de vidange.
2. Demandez aux participants : "Quelles technologies pourraient être utilisées pour traiter cela ?". Notez les réponses sur la feuille mobile "*Technologies de traitement*". N'ajoutez pas de technologies manquantes – celles-ci seront présentées plus tard.
 - *Décantation-épaississement (réservoirs de décantation-épaississement, décanteurs, fosses Imhoff, fosses septiques)*
 - *Essorage mécanique (filtre-presse, presse centrifuge, presse à bande filtrante)*
 - *Lits de séchage non plantés (aussi appelés lits de séchage sur sable)*
 - *Lits de séchage plantés (aussi appelés lits de filtration, filtres plantés à écoulement vertical ou lits de séchage de boues plantés de roseaux).*
 - *Co-Compostage*
 - *Tranchées profondes*
 - *Traitement alcalin*
 - *Traitement à l'ammoniaque*
 - *Incinération*
 - *Digestion anaérobie*
 - *Larves de mouches soldats noires*
 - *Lombricompostage*
 - *Lombrifiltre*
 - *Fabrication de granulés (machine Bioburn, LaDePa)*
 - *Séchage thermique (séchage solaire)*
 - *Stockage*
 - *Co-traitement avec les eaux usées (réacteur anaérobie à chicanes, bassins de lagunage, filtres plantés)*
 - *Bassins piscicoles*
 - *Lagunages à macrophytes*
3. Le cas échéant, demandez : "Lesquelles de ces technologies de traitement permettent de traiter les boues de vidange ?". Rayez les technologies qui ne s'appliquent qu'au traitement des eaux usées. Expliquez aux participants que les technologies de traitement conçues pour les eaux usées ne conviennent pas forcément au traitement des boues de vidange.

- *Par exemple, le processus des boues activées, les lits bactériens ou les réacteurs séquentiels discontinus (ils peuvent convenir à la partie liquide des boues de vidange après la séparation solide-liquide).*
 - *Expliquez que les technologies se soldent souvent par des échecs si elles n'ont pas été conçues pour les caractéristiques spécifiques des boues de vidange (présentées dans le plan de cours : Approche de la conception). C'est pourquoi des technologies transférées du traitement des eaux usées ne fonctionneront pas forcément. L'exploitation et l'entretien en continu (présentés dans le plan de cours : Entretien et exploitation) sont aussi importants.*
4. Expliquez que ce sont quelques exemples de technologies de traitement des boues de vidange. Elles ont des objectifs de traitement différents, des produits de traitement différents, et en sont à des niveaux de développement différents. D'autres technologies seront présentées dans ce cours.
 5. Présentez la description du cours ou les résultats de cet apprentissage.

Technologies de traitement
65 minutes

1. Dites aux participants que l'activité suivante est une introduction aux technologies de traitement des boues de vidange. Les participants apprendront à propos des objectifs d'une technologie de traitement, de la manière dont les pathogènes sont désactivés, et des produits. Ils découvriront aussi à quel niveau de développement se trouve la technologie, c'est-à-dire quelle expérience il existe en utilisation de cette technologie. Dites aux participants qu'ils ne vont pas être formés à la conception technique des technologies en détail, et que vous n'aborderez pas certains points comme l'énergie consommée, la surface nécessaire et le coût. Des détails sur la technologie sont disponibles dans le livre *Gestion des Boues de Vidange – Approche Intégrée pour la Mise en Œuvre et l'Exploitation*.
2. Expliquez qu'il y a quatre postes de traitement autour de la pièce. Chaque poste représente un objectif de traitement (Séparation solide-liquide, stabilisation/gestion des nutriments, désactivation des pathogènes, autres). A chaque poste, il y a plusieurs fiches techniques sur les technologies de traitement.
3. Expliquez que les participants vont se déplacer en binômes aux différents postes, analyser les fiches techniques et remplir leurs tableaux de technologies de traitement. Ils vont chercher pour chaque technologie quels sont les objectifs de traitement, les mécanismes de désactivation des pathogènes, le niveau de développement et les produits de traitement. Les participants auront 2 minutes pour chaque technologie.
4. Expliquez que les fiches techniques font deux pages. La première page montre des images et une brève description de la technologie. La seconde page donne plus de détails :
 - *Un schéma qui montre ce qui rentre dans la station de traitement, les produits de traitement, et ce à quoi les produits de traitement peuvent servir. Cela ne signifie pas que les boues de vidange peuvent être utilisées en toute sécurité. Elles doivent d'abord subir un traitement plus poussé, qui dépend de l'utilisation qui en sera faite. Note : les boues sont décrites comme liquides, décantées/filtrées ou sèches.*

- Une notation de tous les objectifs de traitement.
 - La désactivation des pathogènes et la séparation solide-liquide sont notés faible, moyen ou haut.
 - La stabilisation et la gestion des nutriments sont notées "oui" ou "non".
 - L'objectif principal de traitement est noté "élevé". Un objectif de traitement moins important est noté "moyen". S'il y a un objectif de traitement mineur, celui-ci est noté "faible".
- Une liste des différents mécanismes de désactivation des pathogènes.
 - Le stockage (ou le temps) – désigne la combinaison de trois mécanismes différents : l'âge, la prédation et la privation de nourriture. Il est difficile de savoir précisément lequel de ces mécanismes désactive les pathogènes pour chaque technologie de traitement.
 - Déshydratation – enlever l'humidité
 - Rayons UV – rayons ultraviolets ou radiation solaire
 - Température
 - pH
- Niveau de développement : innovant, de transfert et établi.
 - Les technologies établies ont été conçues et mises en œuvre spécifiquement pour les boues de vidange.
 - Les technologies de transfert ont été adaptées du traitement des eaux usées ou d'un autre secteur tel que l'alimentation animale ou la production de combustibles issus de la biomasse.
 - Les technologies innovantes font l'objet de recherche, elles sont développées et des projets pilotes sont en cours.



5. Distribuez le tableau des technologies de traitement et un symbole de clé à chaque participant. Demandez aux participants d'aller vers une affiche de technologie de traitement en binômes. Il devrait y avoir un binôme devant chaque affiche. Après 2 minutes, demandez aux binômes de se déplacer devant la technologie de traitement suivante. Une fois que tous les participants ont rempli toutes les fiches techniques de traitement, demandez-leur de retourner à leurs sièges.
6. Demandez aux participants : "Toutes les technologies ont-elles les mêmes objectifs de traitement ? ".
 - *Non, les technologies ont des objectifs de traitement différents. Certains objectifs de traitement se concentrent uniquement sur la séparation solide-liquide (par exemple, les réservoirs de décantation, les lits de séchage non plantés). Certaines technologies se concentrent uniquement sur la désactivation des pathogènes (par exemple, le traitement à la chaux). Certaines technologies de traitement ont plusieurs objectifs de traitement (par exemple, le co-compostage).*
7. Demandez aux participants : "Quelles technologies de traitement permettent de désactiver suffisamment d'pathogènes pour rendre les boues sûres ? ".
 - *Il n'existe pas de technologies qui permettent de rendre les boues sûres. Les traitements à l'ammoniaque et alcalin désactivent les pathogènes, mais ce sont*

des technologies de transfert qui n'ont pas été largement mises en œuvre pour la gestion des boues de vidange. Le co-compostage se concentre aussi sur la désactivation des pathogènes en augmentant la température, mais il est difficile d'atteindre de hautes températures. Il faut mener plus de recherches.

8. Demandez aux participants : "Toutes les technologies de traitement permettent-elles les mêmes utilisations ?".
 - *Non, les technologies de traitement produisent des produits différents. Certaines technologies de traitement produisent des boues stabilisées, décantées/filtrées ou sèches. D'autres produisent des protéines, des agrocarburants ou de l'eau pour l'irrigation. Certaines technologies de traitement peuvent produire un produit de traitement qui peut avoir un usage commercial. Par exemple, les lits de séchage non plantés produisent des boues qui peuvent être utilisées pour amender le sol en agriculture ou en foresterie, servir d'agrocarburant ou produire des matériaux de construction.*
9. Demandez aux participants : "Toutes les technologies sont-elles bien établies ?".
 - *Non, certaines sont établies, mais d'autres sont des technologies de transfert et d'autres sont des technologies innovantes qui demandent plus de recherche.*
10. Expliquez que pour traiter efficacement les boues de vidange, il peut être nécessaire de mettre en œuvre plusieurs technologies de traitement différentes dans un ordre particulier. Expliquez qu'il faut généralement commencer par la séparation solide-liquide, puis stabiliser les boues et désactiver les pathogènes. Donnez quelques exemples.
 - *Pour composter les boues liquides, il faut d'abord les décanter ou filtrer.*
 - *Pour utiliser les boues de vidange d'une latrine à fosse afin de faire pousser des cultures comestibles, le lombricompostage n'est pas suffisant car il ne réduit pas les pathogènes à un niveau sûr. Il faudra probablement co-composter, ajouter des additifs ou simplement stocker les boues de vidange pendant plus longtemps.*
 - *Pour fabriquer des briquettes à partir de boues de vidange, il faut d'abord sécher les boues non stabilisées. Il faudra peut-être décanter ou filtrer les boues de vidange puis les sécher.*
11. Dites aux participants qu'à part ces facteurs techniques (comme les objectifs de traitement, les produits de traitement, le niveau de développement de la technologie), de nombreux autres facteurs influencent le choix des technologies. Demandez aux participants : "Quels facteurs peuvent influencer le choix d'une technologie ?". Notez les réponses sur la feuille mobile "Autres facteurs à prendre en compte pour choisir une technologie".
 - *Coût*
 - *Facteurs environnementaux (type de sol, climat, niveau de la nappe phréatique, géographie, etc.)*
 - *Ressources locales (ressources humaines, financières, etc.)*
 - *Besoins en électricité (par exemple, réfléchissez à l'impact qu'auront d'éventuelles coupures de courant sur le fonctionnement de la technologie)*
 - *Espace disponible*

- Terrain nécessaire
 - Considérations économiques
 - Réglementation
12. Expliquez que certains de ces facteurs seront abordés plus en détail au cours de la formation et que ce sont des composantes fondamentales d'une approche de planification intégrée (par exemple, un cadre légal)
13. Dites aux participants qu'ils peuvent consulter le chapitre 5 du livre *Gestion des Boues de Vidange – Approche Intégrée pour la Mise en Œuvre et l'Exploitation* pour plus d'informations sur les technologies. Lisez les sections du livre concernant la planification et la gestion pour d'autres variables de conception à prendre en compte.

Facultatif : gestion des risques**5 minutes**

1. Expliquez qu'il existe plusieurs barrières qui peuvent être mises en place pour éviter de répandre des pathogènes fécaux lorsque l'on gère une station de traitement.
2. Demandez aux participants de se lever si leur barrière permet de réduire ce risque (voir le plan de cours : gestion des risques). Demandez-leur d'expliquer pourquoi.
3. Demandez aux participants : "Y a-t-il d'autres barrières qui pourraient être mises en place quand on gère une station de traitement ?".
 - Utiliser un équipement de protection
 - Bien choisir l'emplacement
 - Limiter l'accès
 - Maintenir le site propre
 - Faire un suivi
 - Se laver les mains
 - Gérer les effluents
 - Nettoyer les outils
 - Former le personnel

Cahier d'exercices**10 minutes**

1. Distribuez la solution du tableau des technologies de traitement à chaque participant.
2. Demandez aux groupes de l'étude de cas d'ouvrir leur cahier d'exercices et de remplir la section 5 : Technologies de traitements des boues de vidange. Les groupes vont faire la liste de leurs objectifs de traitement, choisir des technologies de traitement et créer un processus de traitement.

Activité de révision facultative : quelle technologie suis-je ?**10 minutes**


1. Collez une carte "Quelle technologie suis-je ?" sur le dos de chaque participant. Expliquez que l'objectif est d'identifier quelle technologie de traitement est collée sur son dos en ne posant que des questions appelant une réponse par oui ou par non. Donnez un exemple de question appelant une réponse par oui ou par non. Expliquez que les participants ne peuvent poser qu'une question à chaque personne. Lorsqu'un participant a deviné le nom de sa technologie de traitement, retirez la carte de son dos et donnez-lui une autre carte. Poursuivez l'activité pendant 5 minutes.



Révision 5 minutes

1. Demandez aux participants de trouver un partenaire dans un des autres groupes de l'étude de cas. Demandez aux participants d'expliquer à leurs partenaires quel processus de traitement leur groupe a recommandé, et pourquoi.
-


Réflexions sur le cours

Activité : Tableau des technologies de traitement














	Technologie de traitement	Objectifs de traitement	Produits de traitement	Mécanismes de désactivation des pathogènes	Niveau de développement de la technologie
	Décantation-épaississement				
	Essorage mécanique				
	Lits de séchage non plantés				
	Lits de séchage plantés				
	Co-compostage				
	Tranchées profondes				
	Traitement alcalin				
	Traitement à l'ammoniaque				
	Incinération				
	Digestion anaérobie				
	Larves de mouches soldats noires				
	Lombricompostage				
	Lombrifiltre				
	Fabrication de granulés				
	Séchage thermique				
	Stockage				
	Co-traitement avec les eaux usées				







	Technologie de traitement	Objectifs de traitement	Produits de traitement	Mécanismes de désactivation des pathogènes	Niveau de développement de la technologie
	Bassin piscicole				
	Lagunage à macrophytes				

Activité : symbole de clé

Objectifs de traitement	Utilisation	Niveau de développement de la technologie
Séparation solide-liquide 	Agriculture et horticulture 	Établi 
Gestion des nutriments 	Biogaz 	Transfert 
Stabilisation 	Combustible solide 	Innovant 
Désactivation des pathogènes 	Irrigation 	
	Aquaculture 	
	Bâtiment (matériaux de construction) 	
	Foresterie 	
	Animaux 	

Activité : Tableau des technologies de traitement – Solutions


	Technologie de traitement	Objectifs de traitement	Produits de traitement	Mécanismes de désactivation des pathogènes	Niveau de développement de la technologie
	Décantation-épaississement	Séparation solide-liquide	Boues liquides Effluent contenant des pathogènes	Stockage	Établi
	Essorage mécanique	Séparation solide-liquide	Boues décantées/filtrées contenant des pathogènes Effluent	Aucun	Transfert
	Lits de séchage non plantés	Séparation solide-liquide	Boues décantées/filtrées ou sèches contenant des pathogènes Effluent	Déshydratation Rayons UV Stockage	Établi
	Lits de séchage plantés	Séparation solide-liquide Stabilisation / gestion des nutriments	Plantes Boues stabilisées sèches contenant des pathogènes Effluent	Déshydratation Rayons UV Stockage	Établi
	Co-compostage	Désactivation des pathogènes Stabilisation / gestion des nutriments	Boues décantées/filtrées stabilisées avec une faible concentration en pathogènes Effluent	Température Stockage	Établi
	Tranchées profondes	Stabilisation / gestion des nutriments	Plantes Arbres	Stockage	Établi
	Traitement alcalin	Désactivation des pathogènes	Boues liquides/décantées avec une faible concentration en pathogènes	pH	Transfert
	Traitement à l'ammoniac	Désactivation des pathogènes	Boues liquides avec une faible concentration en pathogènes	Réactions complexes (il est nécessaire de mener plus de recherches)	Innovant
	Incinération	Désactivation des pathogènes Séparation solide-liquide stabilisation / gestion des nutriments	Cendres Agrocarburant	Température	Transfert
	Digestion anaérobie	Stabilisation / gestion des nutriments	Boues stabilisées liquides avec / sans pathogènes Biogaz	Stockage	Transfert
	Larves de mouches soldats noires	Stabilisation / gestion des nutriments	Boues décantées/filtrées stabilisées contenant des pathogènes Larves de mouches soldats noires	Stockage	Innovant
	Lombricompostage	Stabilisation / gestion des nutriments	Boues décantées/filtrées stabilisées contenant des pathogènes Effluent	Stockage	Innovant / transfert
	Lombrifiltre	Stabilisation / gestion des nutriments	Boues décantées/filtrées stabilisées contenant des pathogènes Effluent	Stockage	Innovant / transfert

	Technologie de traitement	Objectifs de traitement	Produits de traitement	Mécanismes de désactivation des pathogènes	Niveau de développement de la technologie
	Fabrication de granulés	Désactivation des pathogènes (en association avec une autre technologie)	Granulés de boues séchées	Aucun	Transfert
	Séchage thermique	Séparation solide-liquide Désactivation des pathogènes	Boues sèches contenant des pathogènes	Température Déshydratation Stockage	Transfert
	Stockage	Désactivation des pathogènes	Boues sèches avec une faible concentration en pathogènes	Stockage	Établi
	Co-traitement avec les eaux usées	Dépend	Effluents traités	Dépend	Transfert
	Bassin piscicole	Stabilisation / gestion des nutriments	Poissons Boues liquides Effluent contenant des pathogènes	Stockage	Innovant / transfert
	Lagunage à macrophytes	Stabilisation / gestion des nutriments	Plantes aquatiques Boues liquides Effluent contenant des pathogènes	Stockage	Innovant / transfert

Activité de révision : Quelle technologie suis-je ?



Co-compostage	Lombri-compostage
Larves de mouches soldats noires	Lits de séchage plantés
Lits de séchage non plantés	Séchage thermique
Séchage thermique	Essorage mécanique
Traitement alcalin	
Traitement à l'ammoniaque	Fabrication de granulés
Incinération	Digestion anaérobie
Décantation-épaississement	Tranchées profondes

Bassin piscicoles	Lagunage à macrophytes
 Lombrifiltre	