

Traitement (semi-) centralisé

T

Cette section décrit les technologies qui peuvent être utilisées pour le traitement des boues de vidange et des eaux vannes. Ces technologies de traitement sont conçues pour s'adapter aux grands débits et pour fournir, dans la plupart des cas, une meilleure élimination des nutriments, des matières organiques et des germes pathogènes par rapport aux technologies de stockage centrées sur les ménages..





Niveau d'application

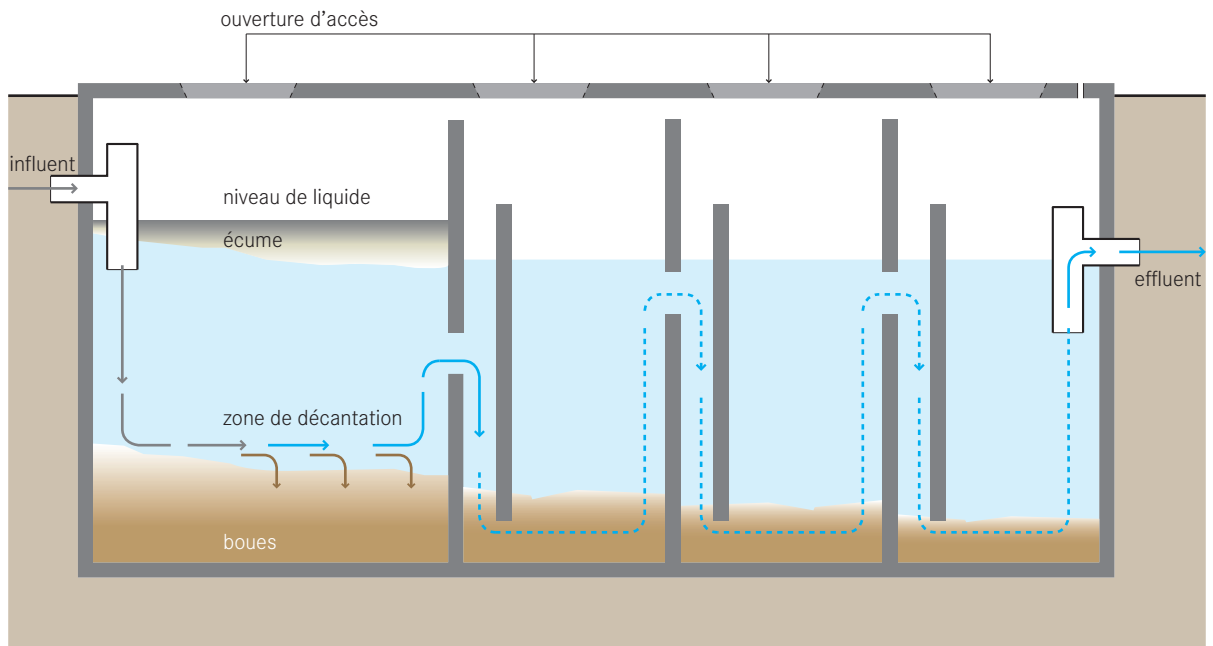
- ★★ Ménage
- ★★ Voisinage
- Ville

Niveau de gestion

- ★★ Ménage
- ★★ Partagé
- ★★ Public

Entrants : Eaux vannes Eaux grises

Sortants : Boues de vidange Effluent



Un réacteur anaérobie à chicanes (RAC) est une fosse septique améliorée en raison de la série de chicanes à travers lesquelles les eaux usées sont forcées de couler. Le temps de contact élevé avec la biomasse active (boues) améliore le traitement.

La majorité des solides décantables sont éliminés dans la chambre de sédimentation au début du RAC, qui représente typiquement 50% du volume total. Les chambres à flux ascendant fournissent une élimination et une digestion additionnelles de la matière organique : la DBO peut être réduite jusqu'à 90%, ce qui est de loin supérieur à celle d'une fosse septique conventionnelle. Puisque la boue s'accumule, la vidange est requise tous les 2 à 3 ans. Les paramètres critiques de dimensionnement incluent le temps de rétention hydraulique (TRH) de 48 à 72 heures, la vitesse du flux ascendant des eaux usées de moins de 0.6 m/h et le nombre de chambres à flux ascendant (2 à 3).

Adéquation Cette technologie est facilement adaptable et peut être appliquée au niveau ménage ou pour un petit voisinage (se référer à la fiche d'informations technologiques S10: Réacteur anaérobie à chicanes pour des informations sur les conditions d'application du RAC à l'échelle du ménage).

Un RAC (semi-) centralisé est approprié quand il y a une technologie existante de transport, tel qu'un égout simplifié sans matières solides (C5). Cette technologie est également appropriée pour des secteurs où l'espace est limité car le réacteur est installé sous-terre et exige peu de terrain.

Il ne devrait pas être installé là où le niveau de la nappe est élevé car l'infiltration affectera l'efficacité de traitement et polluera les eaux souterraines. Cette technologie peut être efficacement conçue pour un débit journalier jusqu'à 200,000 litres/jour. Le RAC ne fonctionnera pas à pleine capacité pendant plusieurs mois après son installation en raison du temps requis pour le démarrage de la digestion anaérobie des boues. Par conséquent, la technologie RAC ne devrait pas être choisie en cas de besoin immédiat de traitement.

Le RAC devant être vidangé régulièrement, un camion vidangeur devrait pouvoir accéder à l'ouvrage. Les RAC peuvent être installés dans chaque type de climat bien que l'efficacité soit affectée dans les climats plus froids.

Aspects Santé/Acceptation Bien que l'élimination des microbes pathogènes ne soit pas importante, le RAC est circonscrit si bien que les utilisateurs n'entrent pas en contact avec les eaux usées ou des germes pathogènes causant des maladies. L'effluent et les boues doivent être

manipulés avec précaution parce qu'ils contiennent des niveaux élevés d'organismes pathogènes.

Pour empêcher le dégagement des gaz potentiellement nocifs, le réservoir devrait être muni d'un conduit d'aération.

Entretien Les RAC devraient être contrôlés pour s'assurer qu'ils sont imperméables à l'eau, et les niveaux d'écume et de boues devraient être suivis pour s'assurer que le réservoir fonctionne bien. En raison de l'écologie sensible, des précautions devraient être prises pour ne pas décharger des produits chimiques durs dans le RAC.

Les boues devraient être enlevées annuellement à l'aide d'un camion vidangeur pour assurer le bon fonctionnement du RAC.

Pour et Contre :

- + Résistant aux chocs de charges organiques et hydrauliques
- + Aucun besoin en énergie électrique
- + Les eaux grises peuvent être gérées simultanément
- + Peut être construit et réparé avec des matériaux locaux
- + Longue durée de vie
- + Aucun problème réel avec les mouches ou les odeurs si utilisée correctement
- + Haute réduction des matières organiques
- + Frais d'investissement modérés, frais d'exploitation modérés selon le mode de vidange ; peut être à faible coût selon le nombre d'utilisateurs
- Requiert une source permanente d'eau
- L'effluent nécessite un traitement secondaire et/ou une mise en décharge appropriée
- Faible réduction des microbes pathogènes
- Exige une expertise pour la conception et la construction
- Un prétraitement est nécessaire pour empêcher les colmatages.

Références

- Bachmann, A., Beard, VL. and McCarty, PL. (1985). Performance Characteristics of the Anaerobic Baffled Reactor. *Water Research* 19 (1): 99-106.
- Foxon, KM., et al. (2004). The anaerobic baffled reactor (ABR): An appropriate technology for on-site sanitation. *Water SA* 30 (5) (Special edition). Disponible : www.wrc.org.za
- Sasse, L. (1998). *DEWATS: Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. BORDA, Bremen Overseas Research and Development Association, Bremen, Germany.

Niveau d'application

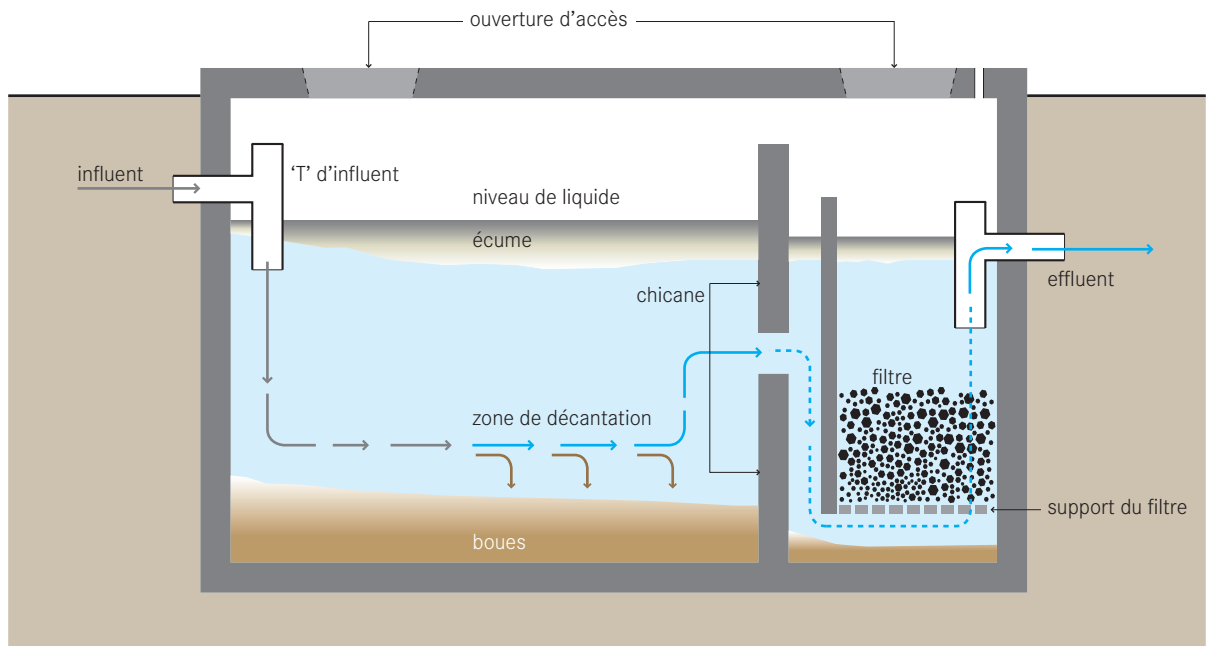
- ★★ Ménage
- ★★ Voisinage
- Ville

Niveau de gestion

- ★★ Ménage
- ★★ Partagé
- ★★ Public

Entrants : Eaux vannes Eaux grises

Sortants : Boues de vidange Effluent



Un filtre anaérobie est un réacteur biologique à lit fixé. Lorsque les eaux usées traversent le filtre, les particules sont emprisonnées et la matière organique est dégradée par la biomasse attachée au matériau filtrant.

Cette technologie se compose d'une fosse de sédimentation ou d'une fosse septique (se référer à la fiche d'informations technologiques S9: Fosse septique) suivie d'une à trois chambres de filtration.

Le matériau généralement utilisé pour le filtre inclut le gravier, les pierres concassées, les cendres, ou les morceaux en plastique de forme particulière. Le matériau type du filtre a un diamètre compris entre 12 et 55 mm. Idéalement, le matériau fournira une superficie de 90 à 300m² pour 1 m³ de réacteur. En fournissant une grande surface à la masse bactérienne, il y a un contact accru entre la matière organique et la biomasse active qui la dégrade efficacement.

Le filtre anaérobie peut être exploité à flux ascendant ou descendant. Le mode à flux ascendant est recommandé parce qu'il y a moins de risque que la biomasse fixe soit lessivée. Le niveau d'eau devrait couvrir la couche de filtre d'au moins 0.3 m pour garantir un même régime d'écoulement. Le prétraitement est essentiel pour enlever les solides et les ordures décantables qui peuvent colmater le filtre.

Les études ont prouvé que le TRH est le paramètre de conception le plus important influençant les performances du filtre. Un TRH de 0.5 à 1.5 jours est typique et recommandé. Une charge surfacique maximale (c.-à-d. débit par surface) de 2.8 m³/j s'est avérée appropriée. L'élimination des solides en suspension et de la DBO peut aller de 85% à 90% mais reste habituellement entre 50% et 80%. L'élimination de l'azote est limitée, et normalement n'excède pas 15% en termes d'azote total (TN).

Adéquation Cette technologie est facilement adaptable et peut être appliquée au niveau ménage ou petit voisinage (se référer à la fiche d'informations technologiques S11: Filtre anaérobie pour des informations sur l'application d'un filtre anaérobie au niveau ménage).

Un filtre anaérobie peut être conçu pour une maison simple ou un groupe de maisons qui consomment beaucoup d'eau pour la vaisselle, la douche et la chasse des toilettes. Il est seulement approprié si la consommation de l'eau est élevée pour assurer un approvisionnement permanent en eaux usées.

Le filtre anaérobie ne fonctionnera pas à pleine capacité pendant six à neuf mois après installation en raison du temps requis pour que la biomasse anaérobie se stabilise. Par conséquent, la technologie filtre anaérobie ne devrait

pas être choisie en cas de besoin immédiat d'un système de traitement. Une fois à pleine capacité, c'est une technologie stable qui exige peu d'attention.

Le filtre anaérobie devrait être imperméable à l'eau, néanmoins il ne devrait pas être construit dans les secteurs où le niveau de la nappe est haut et où il y a des inondations fréquentes.

Selon la disponibilité en terrain et le gradient hydraulique du réseau d'égout, le filtre anaérobie peut être construit sous-sol ou hors-sol. Il peut être installé dans tout type de climat, bien que son efficacité peut être affectée dans les climats froids.

Santé Aspects/Acceptation Puisque le filtre anaérobie est enterré, les utilisateurs ne devraient pas entrer en contact avec les eaux à traiter ou l'effluent. Les organismes infectieux ne sont pas suffisamment éliminés, aussi l'effluent devrait être traité davantage ou mis en décharge correctement. L'effluent, en dépit du traitement, aura toujours une forte odeur, et des précautions devraient être prises pour concevoir et localiser la station de sorte que les odeurs ne dérangent pas la communauté.

Pour éviter le dégagement des gaz potentiellement nocifs, les filtres anaérobies devraient être équipés d'un conduit de ventilation. Le nettoyage du filtre est dangereux, et des mesures de sécurité appropriées devraient être prises.

Entretien Des bactéries actives doivent être ajoutées pour mettre en marche le filtre anaérobie. Les bactéries actives peuvent provenir des boues d'une fosse septique, et sont pulvérisées sur le matériau filtrant. Le débit devrait être augmenté graduellement, et le filtre ne devrait fonctionner à capacité maximale qu'après six à neuf mois.

Avec le temps, les solides colmateront les pores du filtre. En outre, la masse bactérienne croissante deviendra trop épaisse, endommagera et colmatara les pores. Un réservoir de sédimentation devrait être installé avant le filtre pour empêcher la majorité des solides décantables d'entrer dans l'unité.

Les colmatages augmentent la capacité du filtre à retenir les solides. Quand l'efficacité du filtre diminue, il doit être nettoyé. Le fonctionnement du système en mode inversé pour déloger la biomasse accumulée et les particules nettoie le filtre. Alternativement, le matériau filtrant peut être aussi enlevé et nettoyé.

Pour et Contre :

- + Résistant aux fluctuations de charges organiques et hydrauliques
- + Aucun besoin en énergie électrique
- + Peut être construit et réparé avec des matériaux locaux
- + Longue durée de vie
- + Aucun problème réel avec les mouches ou les odeurs si utilisé correctement
- + Haute réduction de la DBO et des solides
- + Frais d'investissement modérés, frais d'exploitation modérés selon le mode de vidange ; peut être à faible coût selon le nombre d'utilisateurs
- Requiert une source permanente d'eau
- L'effluent nécessite un traitement secondaire et/ou une mise en décharge appropriée
- Faible réduction des microbes pathogènes et des nutriments
- Exige une expertise pour la conception et la construction
- Un temps de démarrage élevé.

Références

- _ Morel, A. and Diener, S. (2006). *Greywater Management in Low and Middle-Income Countries, Review of different treatment systems for households or neighbourhoods*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Dübendorf, Switzerland.
- _ Polprasert, C. and Rajput, VS. (1982). *Environmental Sanitation Reviews: Septic Tank and Septic Systems*. Environmental Sanitation Information Center, AIT, Bangkok, Thailand. pp 68-74. (Short design summary.)
- _ Sasse, L. (1998). *DEWATS: Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. BORDA, Bremen Overseas Research and Development Association, Bremen, Germany.
- _ von Sperlin, M. and de Lemos Chernicharo, CA. (2005). *Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions. Volume One*. IWA, London. pp 728-804.
- _ Vigneswaran, S., et al. (1986). *Environmental Sanitation Reviews: Anaerobic Wastewater Treatment-Attached growth and sludge blanket process*. Environmental Sanitation Information Center, AIT, Bangkok, Thailand.

Niveau d'application

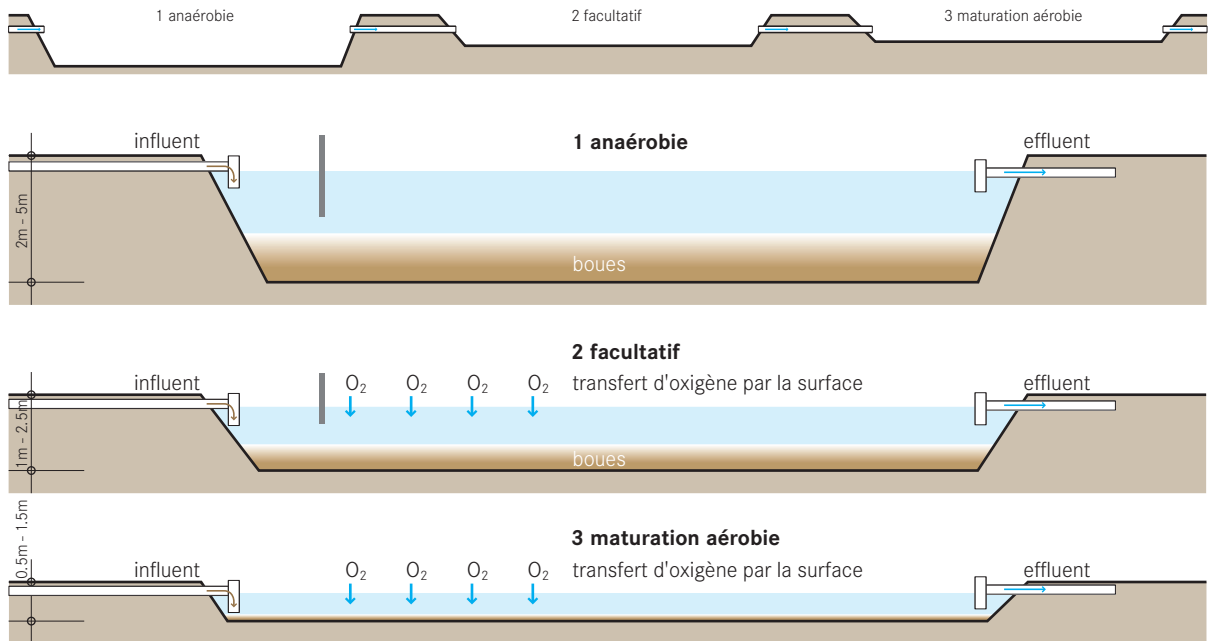
- Ménage
- Voisinage
- Ville

Niveau de gestion

- Ménage
- Partagé
- Public

Entrants : Eaux vannes Eaux grises

Sortants : Boues de vidange Effluent



Les bassins de lagunage (BL) sont de grands plans d'eau artificiels. Les bassins sont remplis d'eau usée qui est alors traitée par des processus naturels. Les bassins peuvent être utilisés individuellement, ou être reliés en série pour l'amélioration du traitement. Il y a trois types de bassins, (1) anaérobie, (2) facultatif et (3) aérobie (maturation), chacun avec un traitement et des caractéristiques de conception différentes.

Pour un traitement optimal, les bassins devraient être liés dans une série de trois ou plus avec un effluent transféré à partir du bassin anaérobie au bassin facultatif et finalement au bassin de maturation aérobie. Le bassin anaérobie réduit les solides et la DBO, comme étape de traitement primaire. Le bassin est un lac artificiel assez profond où sur la profondeur entière le bassin est anaérobie. Les bassins anaérobies sont construits à une profondeur de 2 à 5 m et ont un temps de rétention relativement faible de 1 à 7 jours. La conception réelle dépendra des caractéristiques des eaux usées et de la charge ; un manuel complet de conception devrait être consulté pour tous les types de bassins. Les bactéries anaérobies convertissent le carbone organique en méthane et dans le processus, éliminent jusqu'à 60% de la DBO. Les bassins anaérobies sont capables de traiter les eaux usées fortement chargées.

Dans une série de bassins de lagunage, l'effluent du bassin anaérobie est transféré dans le bassin facultatif où la DBO est davantage éliminée. Un bassin facultatif est moins profond qu'un bassin anaérobie et des processus aérobies et anaérobies s'y produisent. La couche supérieure du bassin reçoit l'oxygène par diffusion naturelle, du mélange de vent et du processus de photosynthèse des algues. La couche inférieure est privée d'oxygène et devient anoxique ou anaérobie. Les solides décantables s'accumulent et sont digérés au fond du bassin.

Les organismes aérobies et anaérobies travaillent ensemble pour atteindre des réductions de DBO jusqu'à 75%. Le bassin devrait être construit à une profondeur de 1 à 2.5 m, et avoir un temps de rétention entre 5 à 30 jours.

Après les bassins anaérobies et facultatifs, peuvent être réalisés autant de bassins aérobies (de maturation) que nécessaire pour un meilleur polissage de l'effluent. Un bassin aérobie fait référence généralement à un bassin de maturation, polissage, ou de finition car c'est habituellement la dernière étape dans une série de bassins et il fournit le niveau final du traitement. Il est le moins profond des bassins, habituellement construit avec une profondeur entre 0.5 et 1.5 m pour s'assurer que la lumière du soleil pénètre sur toute la profondeur pour favoriser la photosynthèse. Puisque la photosynthèse est basée sur la lumière du soleil,

les niveaux d'oxygène dissous sont élevés pendant le jour et baissent au cours de la nuit. Tandis que les bassins anaérobies et facultatifs sont conçus pour l'élimination de la DBO, les bassins de maturation le sont pour les germes pathogènes. L'oxygène dissous dans le bassin provient du vent et des algues par photosynthèse. Si utilisé en combinaison avec des algues et/ou des poissons, ce type de bassin est efficace pour éliminer la plupart de l'azote et du phosphore de l'effluent.

Pour éviter les infiltrations dans le sol, les bassins devraient avoir un revêtement qui peut être de l'argile, de l'asphalte, de la terre compactée ou tout autre matériel imperméable. Pour protéger le bassin contre le drainage et l'érosion, une digue de protection devrait être construite tout autour en utilisant le matériau excavé.

Adéquation Les bassins de lagunages sont les plus courants et les plus efficaces parmi les méthodes de traitement des eaux résiduaires dans le monde. Ils sont particulièrement appropriés pour les communautés rurales qui ont de grands terrains ouverts, inutilisés, loin des maisons et des espaces publics. Ils ne sont pas appropriés par contre pour les zones très denses ou urbaines.

Les bassins de lagunage fonctionnent dans la plupart des climats, mais sont les plus efficaces dans les climats chauds et ensoleillés. Dans le cas des climats froids, le temps de rétention et les taux de charge peuvent être ajustés de sorte que le traitement soit efficace.

Aspects Santé /Acceptation Bien que l'effluent des bassins aérobies contient généralement peu de microbes pathogènes, les bassins ne devraient pas être utilisés pour un usage récréatif ou comme source directe d'eau de consommation ou à usage domestique.

Évolution Idéalement, plusieurs bassins aérobies peuvent être construits en série pour obtenir un bon niveau d'abattement des microbes pathogènes. Un bassin final d'aquaculture peut être utilisé pour produire des revenus et créer une source de nourriture locale.

Entretien Pour éviter la formation d'écume, d'un excès de solides et d'ordures dans les bassins, le prétraitement (avec des pièges à graisse) est essentiel pour l'entretien. Les bassins doivent être vidangés tous les 10 à 20 ans. Une clôture devrait être installée pour s'assurer que les gens et les animaux restent hors du secteur et que les excès d'ordures n'entrent pas dans les bassins. Les rongeurs peuvent envahir la digue de protection et endommager le

recouvrement. L'élévation du niveau d'eau devrait inciter des rongeurs à évacuer la digue.

Les précautions devraient être prises pour s'assurer que la matière végétale ne tombe pas dans les bassins. La végétation ou les macrophytes présents dans le bassin devraient être enlevés pour ne pas fournir un habitat de reproduction pour des moustiques et empêcher la lumière de pénétrer sur toute la colonne d'eau.

Pour et Contre :

- + Haute réduction des germes pathogènes
- + Peut être construit et réparé avec des matériaux locaux
- + Les travaux de construction peuvent fournir de l'emploi à court terme aux travailleurs locaux
- + Faible frais d'exploitation
- + Aucune énergie électrique requise
- + Aucun problème réel avec des mouches ou des odeurs si correctement conçu
- Requiert une expertise pour la conception et la surveillance
- Coût d'investissements variables selon le prix de du foncier
- Requiert de vastes espaces
- L'effluent/la boue exigent un traitement secondaire et/ou un rejet dans le milieu naturel appropriée .

Références

- _ Arthur, JP. (1983). *Notes on the Design and Operation of Waste Stabilization Ponds in Warm Climates of Developing Countries*. The World Bank+ UNDP, Washington.
- _ Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. WCB and McGraw-Hill, New York, USA.
- _ Mara, DD. and Pearson, H. (1998). *Design Manual for Waste Stabilization Ponds in Mediterranean Countries*. Lagoon Technology International Ltd., Leeds, England.
- _ Mara, DD. (1997). *Design Manual for Waste Stabilization Ponds in India*. Lagoon Technology International Ltd., Leeds, England.
- _ Sasse, L. (1998). *DEWATS: Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. BORDA, Bremen Overseas Research and Development Association, Bremen, Germany.
- _ von Sperlin, M. and de Lemos Chernicharo, CA. (2005). *Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions. Volume One*. IWA, London. pp 495-656.

Niveau d'application

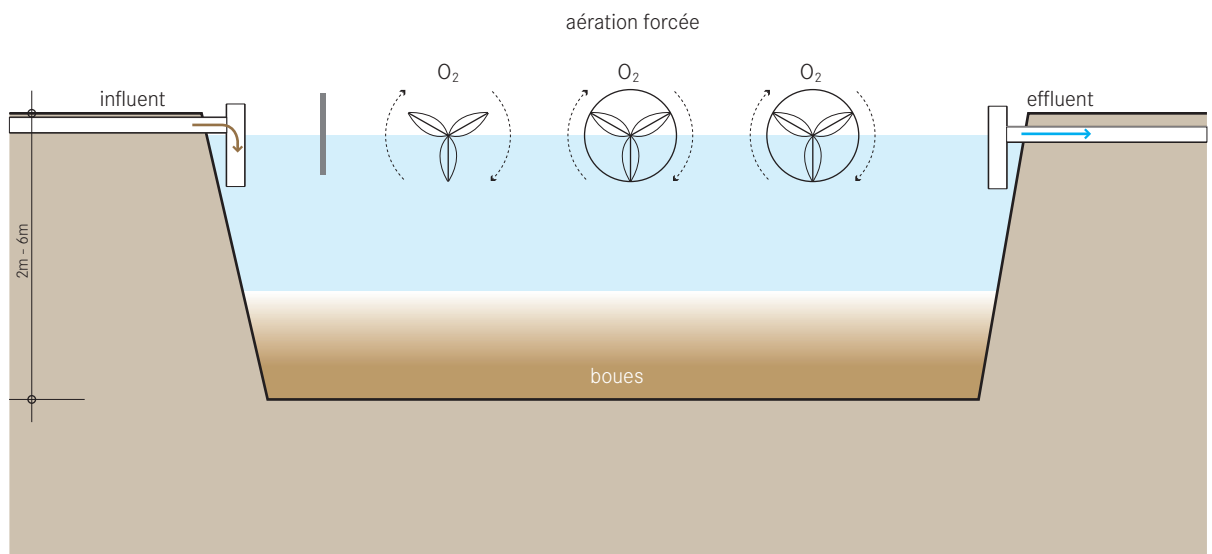
- Ménage
- Voisinage
- Ville

Niveau de gestion

- Ménage
- Partagé
- Public

Entrants : Eaux vannes Eaux grises

Sortants : Boues de vidange Effluent



Le lagunage aéré est un grand réacteur, extérieur, aérobie et mélangé. Les aérateurs mécaniques fournissent l'oxygène et maintiennent les organismes aérobies suspendus et mélangés avec l'eau usée pour atteindre un taux élevé de dégradation de la matière organique et d'élimination des nutriments.

Le mélange et l'aération accrus des unités mécaniques signifient que les bassins peuvent être plus profonds et tolérer des charges organiques beaucoup plus élevées qu'un lagunage simple. L'aération accrue favorise une meilleure dégradation organique et élimination des microbes pathogènes. Aussi, parce que l'oxygène est apporté par les unités mécaniques et non pas par la photosynthèse, les bassins peuvent fonctionner dans les climats plus nordiques. Les eaux à traiter devraient être contrôlées et prétraitées pour enlever les ordures et les particules grossières pouvant endommager les aérateurs.

Puisque les unités d'aération mélangent le bassin, un bassin de décantation est exigé pour séparer l'effluent des solides. Le faible besoin en surface (comparée à une lagune de maturation) signifie qu'il est approprié pour le milieu rural et péri-urbain. Le bassin devrait être construit avec une profondeur de 2 à 5 m, et devrait avoir un temps de rétention de 3 à 20 jours.

Pour empêcher l'infiltration dans le sol, le bassin devrait avoir un revêtement qui peut être de l'argile, de l'asphalte, de la terre compactée ou tout autre matériel imperméable. On peut utiliser le déblai pour construire une digue de protection du bassin contre les ruissellements et l'érosion.

Adéquation Le lagunage aéré mécaniquement peut efficacement traiter des eaux de forte concentration et réduire les niveaux de microbes pathogènes de manière significative. Il est particulièrement important que le service d'électricité ne soit pas interrompu et que les pièces de rechange soient disponibles pour éviter les temps d'arrêt prolongés qui peuvent avoir pour conséquence que le bassin fonctionne en anaérobie.

Les lagunes aérées peuvent fonctionner dans une gamme plus étendue de climat que les bassins de lagunage naturel. Ils sont plus appropriés pour des régions avec de grands espaces de terre peu coûteuses et loin des maisons et des industries.

Aspects Santé/Acception Le bassin est une grande étendue d'eau usée pathogène ; il est important de s'assurer que personne n'entre en contact ou n'entre dans l'eau.

Les unités d'aération peuvent être dangereuses pour les humains et les animaux. Des clôtures, des balisages ou

d'autres mesures devraient être prises pour empêcher l'entrée dans la zone.

Entretien Un personnel compétent permanent est requis pour les réparations et l'entretien des équipements d'aération. Les bassins doivent être vidangés une fois tous les 2 à 5 ans.

Les précautions devraient être prises pour s'assurer que le bassin n'est pas utilisé comme décharge d'ordures, particulièrement au regard des dommages éventuels sur les équipements d'aération.

Pour et Contre :

- + Bonne résistance aux fluctuations de charge
- + Haute réduction des germes pathogènes
- + Les travaux de construction peuvent fournir de l'emploi à court terme aux travailleurs locaux
- + Requiert de grands espaces
- + Aucun problème réel avec des mouches ou des odeurs si correctement conçu
- L'effluent/la boue exige un traitement secondaire et/ou un rejet dans le milieu naturel
- Requiert une expertise pour la conception et la supervision de la construction
- Exige une exploitation et un entretien à plein temps par un personnel compétent
- Toutes les pièces et tous les matériaux peuvent ne pas être disponibles localement
- Une source constante d'électricité est requise
- Coût d'investissement modéré à élevé, et frais d'exploitation variables selon le prix de la terre et de l'électricité.

Références

- _ Arthur, JP. (1983). *Notes on the Design and Operation of Waste Stabilization Ponds in Warm Climates of Developing Countries*. The World Bank + UNDP, Washington.
- _ Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. WCB and McGraw-Hill, New York, USA. pp 527-558.
- _ Tchobanoglous, G., Burton, FL. and Stensel, HD. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and reuse, 4th Edition*. Metcalf & Eddy, New York. pp 840-85.

Niveau d'application

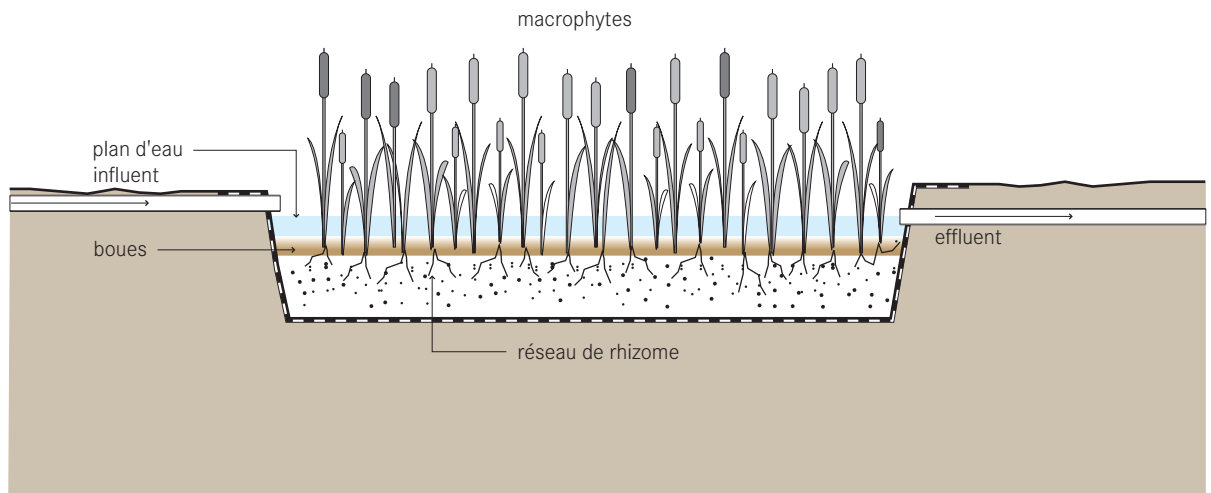
- ★ Ménage
- ★★ Voisinage
- ★★ Ville

Niveau de gestion

- ★ Ménage
- ★★ Partagé
- ★★ Public

Entrants : Eaux vannes Eaux grises

Sortants : Effluent



Un filtre planté à écoulement superficiel est une série de canaux en eau qui vise à répliquer les processus naturels d'un marais naturel ou un marécage. Comme l'eau traverse lentement le marais, les particules décantent, les germes pathogènes sont détruits, et les organismes et les plantes utilisent les nutriments.

À la différence du filtre planté à écoulement horizontal sous-surface (T6), le filtre planté à écoulement superficiel permet à l'eau de couler au dessus du sol, et exposée à l'atmosphère et directement à la lumière du soleil. Le canal ou le bassin est revêtu d'une barrière imperméable (argile ou géotextile) couverte de cailloux, de gravier et de terre et plantée avec la végétation indigène (par exemple massette, roseaux et/ou joncs).

Le filtre est alimenté en eaux usées sur une hauteur de 10 à 45 cm au dessus du sol. Comme l'eau traverse lentement le filtre, des processus simultanés physiques, chimiques et biologiques filtrent les solides, dégradent la matière organique et enlèvent les nutriments de l'eau usée.

Les eaux vannes brutes devraient subir un traitement primaire pour éviter l'accumulation excessive de solides et d'ordures. Une fois dans l'étang, les particules plus lourdes de sédiment décantent, éliminant en même temps les nutriments accrochés aux particules.

Les plantes et les communautés de microorganismes qu'elles supportent (sur les tiges et les racines), dégradent les nutriments tels que l'azote et le phosphore. Des réactions chimiques peuvent causer la précipitation d'autres éléments hors de l'eau usée.

Des microbes pathogènes sont éliminés de l'eau par décomposition naturelle, prédation des organismes plus forts, sédimentation et irradiation par les UV.

Bien que la couche de terre sous l'eau soit anaérobie, les racines des plantes dégagent de l'oxygène dans l'environnement immédiat des racines, et de ce fait créent un environnement pour des activités biologiques et chimiques complexes.

L'efficacité des filtres plantés à écoulement superficiel dépend également de la façon dont l'eau est distribuée à l'entrée. L'eau usée peut être introduite dans le marais à l'aide de déversoirs ou de trous perforés dans une conduite de distribution pour lui permettre une distribution hydraulique uniforme.

Adéquation Les filtres plantés à écoulement superficiel peuvent réaliser des abattements élevés de solides en suspension et des abattements modérés des germes pathogènes, des nutriments et d'autres polluants tels que les métaux lourds. L'ombre des plantes et la protection contre les vents limitent l'oxygène dissous dans l'eau. Cette technologie est donc seulement appropriée pour les eaux usées faiblement chargées. Habituellement, ceci implique que les filtres plantés à écoulement superficiel soient seulement appropriés quand ils sont précédés d'un traitement primaire pour abaisser la DBO.

Selon le volume d'eau usée, les marais peuvent être appropriés pour de petites sections de zones urbaines ou pour les communautés périurbaines et rurales. C'est une bonne technologie de traitement pour les communautés qui ont un système de traitement primaire (par exemple fosses septiques (S9)). Là où le foncier est bon marché et disponible, c'est une bonne option aussi longtemps que la communauté est assez organisée pour planifier et maintenir le marais sur toute la durée de sa vie.

Cette technologie est plus adaptée pour les climats chauds mais peut être conçue pour tolérer quelques périodes de basse température et de baisse d'activité biologique.

Aspects Santé/Acceptation La surface ouverte peut être potentiellement un endroit de reproduction pour les moustiques, ce qui peut être évité grâce à une bonne conception et un bon entretien.

Les filtres plantés à écoulement superficiel se présentent généralement bien sur le plan esthétique, particulièrement quand ils sont intégrés dans un cadre naturel préexistant. Des précautions devraient être prises pour empêcher tout contact entre les personnes et l'effluent en raison des risques potentiels de transmission de maladies et de noyade dans les zones les plus profondes.

Entretien L'entretien régulier devrait assurer que l'eau n'est pas court-circuitée, ne reflue pas à cause de chute de branches, ou d'ordures ou d'objets faisant barrage et bloquant la sortie du marais. La végétation peut être coupée ou réduite périodiquement.

Pour et Contre :

- + Esthétiquement plaisant et fournit de l'habitat aux animaux
- + Haute réduction de la DBO et des matières solides ; abattement modéré des germes pathogènes
- + Peut être construit et réparé avec des matériaux locaux
- + Les travaux de construction peuvent fournir de l'emploi à court terme aux travailleurs locaux
- + Aucun besoin en énergie électrique
- + Pas de problèmes réels avec des mouches ou des odeurs si utilisé correctement
- Peut faciliter la reproduction des moustiques
- Période prolongée nécessaire avant que le système fonctionne à sa pleine capacité
- Requiert de grandes surfaces de terrain
- Requiert la participation d'un spécialiste pour la conception et la construction
- Coûts d'investissement modérés selon la disponibilité en terrain, le revêtement, etc. ; faibles coûts d'exploitation.

Références

- Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. WCB and McGraw-Hill, New York, USA. pp 582-599.
- Mara, DD. (2003). *Domestic wastewater treatment in developing countries*. Earthscan, London, UK. pp 85-187.
- Poh-Eng, L. and Polprasert, C. (1998). *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment and Resource Recovery*. Environmental Sanitation Information Center, AIT, Bangkok, Thailand.
- Polprasert, C., et al. (2001). *Wastewater Treatment II, Natural Systems for Wastewater Management*. IHE Delft, The Netherlands. Chapter 6.
- QLD DNR (2000). *Guidelines for using free water surface constructed wetlands to treat municipal sewage*. Queensland Government, Department of Natural Resources, Brisbane, Australia.
Disponible : www.epa.qld.gov.au

Niveau d'application

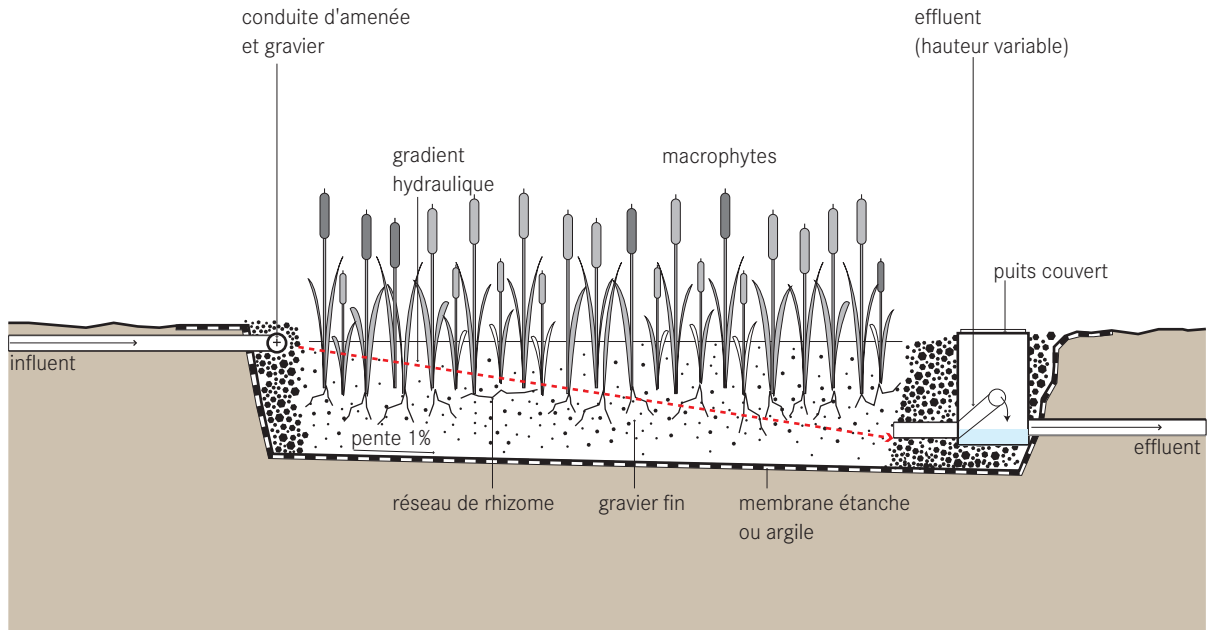
- ★ Ménage
- ★★ Voisinage
- ★ Ville

Niveau de gestion

- ★ Ménage
- ★★ Partagé
- ★★ Public

Entrants : Eaux vannes Eaux grises

Sortants : Effluent



Un filtre planté à écoulement horizontal sous-surface est un grand canal rempli de gravier et de sable sur lequel de la végétation aquatique est plantée. Comme l'eau usée coule horizontalement à travers le canal, le matériau filtrant filtre les particules et les micro-organismes dégradent la matière organique.

Le niveau d'eau dans un filtre planté à écoulement sous-surface est maintenu à 5-15 cm en dessous de la surface pour assurer un écoulement souterrain. Le lit devrait être large et peu profond de sorte que le chemin d'écoulement de l'eau soit maximisé. Une zone large d'admission devrait être utilisée pour distribuer également l'écoulement. Le traitement primaire est essentiel pour éviter les colmatages et assurer un traitement efficace.

Le lit devrait être garni d'un revêtement imperméable (argile ou géotextile) pour empêcher l'infiltration dans le sol. Un gravier petit, rond et de taille égale (3-32 mm de diamètre) est plus généralement employé pour remplir le lit à une profondeur de 0.5 à 1 m. Pour limiter le colmatage, le gravier devrait être propre et exempt de fines. Le sable est également acceptable, mais est plus enclin au colmatage. Ces dernières années, des matériaux alternatifs de filtration tels que le PET ont été utilisés avec succès.

L'efficacité de l'abattement du filtre est une fonction de la

superficie (longueur multipliée par largeur), alors que la section (largeur multipliée par profondeur) détermine le débit maximum. La conception d'un bon dispositif de distribution uniforme de l'eau permet d'éviter les courts-circuits. La sortie devrait être de niveau variable de sorte que la surface de l'eau puisse être ajustée pour optimiser les performances du traitement.

Le média de filtration agit à la fois comme un filtre pour enlever les solides, une surface fixe sur laquelle des bactéries peuvent s'accrocher, et un support pour la végétation. Bien que les bactéries facultatives et anaérobies dégradent la plupart des matières organiques, la végétation transfère un peu d'oxygène à la zone racinaire de sorte que les bactéries aérobies puissent coloniser le secteur et dégrader également la matière organique. Les racines des plantes jouent un rôle important en maintenant la perméabilité du filtre.

Toute plante avec des racines profondes et larges pouvant se développer dans un environnement humide et riche en nutriments est appropriée. Le phragmite australis (roseau) est un choix courant parce qu'il forme les rhizomes horizontaux qui pénètrent la profondeur entière du filtre.

L'abattement des microbes pathogènes est accompli par vieillissement naturelle, prédation par des organismes plus forts, et sédimentation.

Adéquation Le colmatage est un problème courant et donc les eaux à traiter devraient subir un traitement primaire avant d'entrer dans le filtre. Cette technologie n'est pas appropriée pour les eaux résiduaires domestiques non traitées (eaux vannes). C'est un bon traitement pour les communautés qui disposent déjà d'un dispositif de traitement primaire (par exemple fosses septiques (S9) ou bassins de lagunage (T3)) et recherchent un traitement pouvant assurer un effluent de plus haute qualité. C'est une bonne option là où le terrain est bon marché et disponible, bien que le filtre exige de l'entretien sur toute la durée de sa vie.

Selon le volume d'eaux usées, ce type de filtre peut être approprié pour de petites zones urbaines, des communautés périurbaines et rurales. Ils peuvent également être conçus pour des ménages individuels.

Les filtres plantés à écoulement sous-surface sont plus adaptés pour les climats chauds mais peuvent être conçus pour tolérer quelques périodes de basse température et de faible activité biologique.

Aspects Santé/Acceptation Le risque de reproduction des moustiques est réduit puisqu'il n'y a pas d'eau en surface, en comparaison au filtre planté à écoulement superficiel (T5). Le marais est plaisant sur le plan esthétique, et peut être intégré dans des paysages naturels ou des parcs boisés.

Entretien Avec le temps, le gravier se colmatara avec les solides accumulés et le film bactérien. Le matériau filtrant nécessite un remplacement tous les 8 à 15 ans ou plus. Les activités d'entretien devraient se concentrer sur le traitement primaire pour assurer une bonne réduction des solides dans l'eau usée avant qu'il n'entre dans le marais. Les personnes responsables de l'entretien devraient également s'assurer que les arbres ne poussent pas dans les zones où les racines peuvent endommager le revêtement.

Pour et Contre :

- + Exige moins d'espace qu'un filtre planté à écoulement superficiel
- + Haute réduction de la DBO, des solides en suspension et des microbes pathogènes
- + N'a pas les problèmes de moustiques du filtre planté à écoulement superficiel (T5)
- + Peut être construit et réparé avec des matériaux locaux
- + Les travaux de construction peuvent fournir de l'emploi à court terme aux travailleurs locaux
- + Aucun besoin en énergie électrique
- Requiert la participation d'un spécialiste pour la conception et la construction
- Coûts d'investissement modérés selon la disponibilité en terrain, le revêtement, le colmatage, etc. ; faibles coûts d'exploitation
- Un traitement primaire est nécessaire pour éviter l'encrassement.

Références

- Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. WCB and McGraw-Hill, New York, USA. pp 599-609.
- Mara, DD. (2003). *Domestic wastewater treatment in developing countries*. Earthscan, London. pp 85-187.
- Poh-Eng, L. and Polprasert, C. (1998). *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment and Resource Recovery*. Environmental Sanitation Information Center, AIT, Bangkok, Thailand.
- Polprasert, C., et al. (2001). *Wastewater Treatment II, Natural Systems for Wastewater Management*. Lecture Notes, IHE Delft, The Netherlands. Chapter 6.
- Reed, SC. (1993). *Subsurface Flow Constructed Wetlands For Wastewater Treatment, A Technology Assessment*. United States Environmental Protection Agency, USA. Disponible : www.epa.gov

Niveau d'application

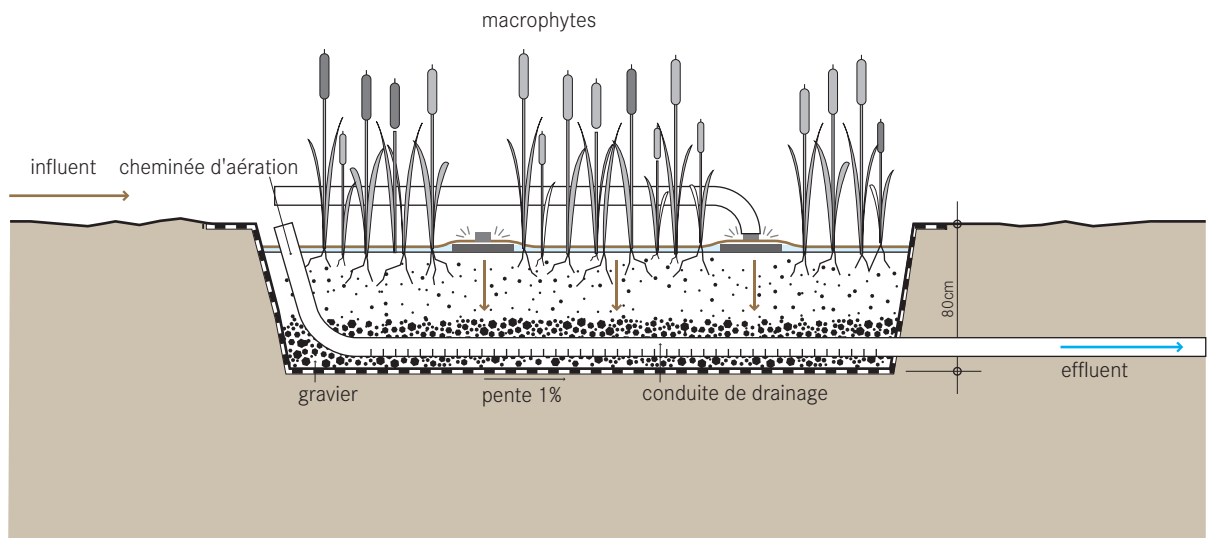
- ★ Ménage
- ★★ Voisinage
- ★★ Ville

Niveau de gestion

- ★ Ménage
- ★ Partagé
- ★★ Public

Entrants : Eaux vannes Eaux grises

Sortants : Effluent



Un filtre planté à écoulement vertical est une couche filtrante sur laquelle sont plantées des plantes aquatiques. L'eau usée déversée sur la surface du filtre en utilisant un système d'injection mécanique. L'eau coule verticalement vers le bas à travers la matrice de filtration. La différence importante entre un filtre à flux vertical et un filtre à flux horizontal n'est pas simplement le sens de l'écoulement, mais plutôt les conditions aérobies.

En alimentant le filtre par intermittence (quatre à dix fois par jour), celui-ci passe par des états saturés et insaturés, et en conséquence, de différentes phases de conditions aérobies et anaérobies. La fréquence d'alimentation devrait être chronométrée de sorte que la dose précédente d'eau usée ait le temps de percoler à travers la couche filtrante pour que l'oxygène ait le temps de se diffuser par le média et remplir les espaces vides.

Le filtre planté à écoulement vertical peut être conçu comme une excavation peu profonde ou un bassin hors-sol. Chaque filtre devrait avoir un revêtement imperméable et un système de collecte de l'effluent. Les filtres plantés à écoulement vertical sont conçus pour différemment s'ils traitent des eaux brutes ou secondaires.

Structurellement, il y a une couche de gravier pour le drainage (minimum de 20 cm), surmontée de couches de sable

(pour un effluent secondaire) ou de gravier fin (pour l'eau usée brute).

Le média filtrant agit à la fois comme filtre pour enlever les solides, une surface fixe sur laquelle les bactéries peuvent s'accrocher, et une base pour la végétation. La couche supérieure est plantée et la végétation peut développer des racines profondes et larges qui pénètrent le média filtrant. Selon le climat, les *Phragmites Australis*, *Typha* ou *Echinochloa Pyramidalis* sont des possibilités admises.

La végétation transfère un peu d'oxygène dans la zone racinaire de sorte que les bactéries aérobies puissent coloniser le secteur et dégrader les matières organiques. Cependant, le rôle premier de la végétation est de maintenir la perméabilité dans le filtre et fournir un habitat pour les micro-organismes. Pendant la phase d'alimentation, l'eau usée coule vers le bas à travers le lit insaturé, et est filtrée par la matrice de sable/gravier. Les nutriments et la matière organique sont absorbés et dégradés par les populations microbiennes denses attachées à la surface du média filtrant et des racines. En forçant les organismes dans une phase de famine entre les périodes d'alimentation, la croissance excessive de biomasse peut être diminuée et la porosité augmentée. Un réseau de drainage installé au fond collecte l'effluent. La conception et la taille du filtre dépend des charges hydrauliques et organiques.

L'abattement des germes pathogènes est accompli par pourrissement naturel, par prédation par des organismes plus forts et par sédimentation.

Adéquation Le colmatage est un problème courant et donc les eaux à traiter devraient être prétraitées avant d'entrer dans le filtre. C'est un bon traitement pour les communautés qui disposent déjà d'un dispositif de traitement primaire (par exemple fosses septiques (S9) ou bassins de lagunage (T3)) et recherchent un traitement pouvant assurer un effluent de plus haute qualité. C'est une bonne option là où le terrain est bon marché et disponible, bien que le filtre exige de l'entretien sur toute la durée de sa vie.

Il y a beaucoup de processus complexes en action, et en conséquence, il y a une réduction significative de la DBO, des solides et des microbes pathogènes. Dans beaucoup de cas, l'effluent est prêt pour être rejeté au milieu naturel sans davantage de traitement. En raison du système d'alimentation mécanique, cette technologie est plus appropriée pour les communautés avec un personnel d'entretien qualifié, et la disponibilité de pièces de rechange.

Les filtres plantés à écoulement vertical sont plus adaptés pour les climats chauds mais peuvent être conçus pour tolérer quelques périodes de basse température et de baisse de l'activité biologique.

Aspects Santé/Acceptation Le risque de reproduction des moustiques est faible car il n'y a pas d'eau. Le système est généralement esthétique et peut être intégré dans des parcs ou des zones sauvages. Des précautions doivent être prises pour veiller à ce que les gens n'entrent pas en contact avec l'influent en raison du risque d'infection.

Entretien Avec le temps, le gravier sera colmaté par des solides accumulés et le film bactérien. Le matériau doit être remplacé tous les 8 à 15 ans ou plus.

Les activités de maintenance devraient veiller à ce que le traitement primaire réduise efficacement les concentrations de matières organiques et les matières solides avant l'entrée des eaux usées dans le filtre.

Des tests peuvent être nécessaires pour déterminer l'adéquation des plantes disponibles sur place avec les caractéristiques des eaux usées.

Le système vertical nécessite plus d'entretien et de savoir-faire technique que les autres technologies de filtres.

Pour et Contre :

- + Ne pose pas de problèmes de moustiques comme le filtre planté à écoulement superficiel
- + Moins de colmatage que le filtre planté à écoulement horizontal sous-surface
- + Exige moins d'espace qu'un filtre planté à écoulement superficiel
- + Haute réduction de la DBO, des solides en suspension et des microbes pathogènes
- + Les travaux de construction peuvent fournir de l'emploi à court terme aux travailleurs locaux
- Tous les matériaux peuvent ne pas être disponibles localement
- Requièrent la participation d'un spécialiste pour la conception et la construction
- Coûts d'investissement modérés selon le terrain, le revêtement, le colmatage, etc. ; faibles coûts d'exploitation
- Un prétraitement est nécessaire pour éviter les colmatages
- Le système d'alimentation requiert plus d'ingénierie complexe.

Références

- _ Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. WCB and McGraw-Hill, New York, USA. pp 599-609.
- _ Mara, DD. (2003). *Domestic wastewater treatment in developing countries*. London, Earthscan, pp 85-187.
- _ Poh-Eng, L. and Polprasert, C. (1998). *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment and Resource Recovery*. Environmental Sanitation Information Center, AIT, Bangkok, Thailand.
- _ Polprasert, C., et al. (2001). *Wastewater Treatment II, Natural Systems for Wastewater Management*. Lecture Notes. IHE Delft, The Netherlands. Chapter 6.
- _ Reed, SC. (1993). *Subsurface Flow Constructed Wetlands For Wastewater Treatment, A Technology Assessment*. United States Environmental Protection Agency, USA. Disponible : www.epa.gov

Niveau d'application

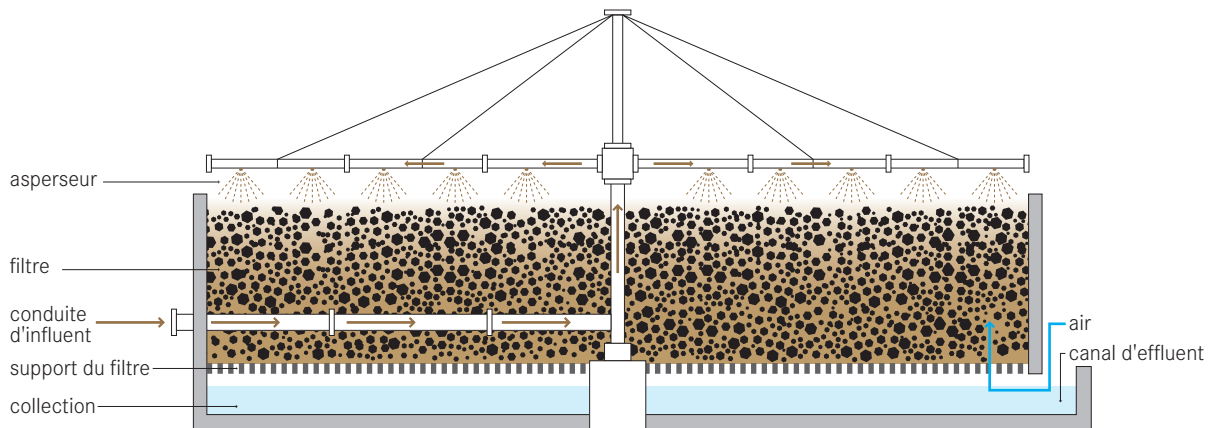
- Ménage
- Voisinage
- Ville

Niveau de gestion

- Ménage
- Partagé
- Public

Entrants : Eaux vannes Eaux grises

Sortants : Boues Effluent



Un lit bactérien est un lit fixe, filtre biologique qui fonctionne sous conditions aérobies essentiellement. Les eaux usées stabilisées sont versées goutte à goutte ou pulvérisées sur le lit. Comme l'eau migre à travers les pores du lit, les matières organiques sont dégradées par la biomasse couvrant le matériau filtrant.

Le lit bactérien est rempli d'une grande surface spécifique de matériau comme des cailloux, du gravier, des lambeaux de bouteilles de PVC, ou de matériau filtrant spécialement préformé. Un matériau ayant une surface spécifique entre 30 et 900 m²/m³ est souhaitable. Un traitement primaire est essentiel pour prévenir le colmatage et garantir l'efficacité du traitement. Les eaux usées secondaires sont aspergées sur la surface du lit. Les organismes qui se développent en un mince biofilm à la surface du média oxydent la matière organique en dioxyde de carbone et de l'eau tout en générant une nouvelle biomasse.

Les eaux usées entrantes sont répandues sur le lit à l'aide d'un asperseur rotatif. De cette façon, le média du lit est soumis à plusieurs cycles d'alimentation et d'exposition à l'air. Cependant, l'oxygène se réduit dans la biomasse et les couches intérieures peuvent être anoxiques ou anaérobies. Le lit est habituellement profond de 1 à 3 m, mais les lits à base de tubes plastiques peuvent atteindre une profondeur

de 12 m. Le matériau du lit idéal a un ratio surface/volume élevé, est léger, durable et facilite la circulation d'air. Quand la pierre concassée ou le gravier sont disponibles, ils sont l'option la moins chère. Les particules doivent être uniformes de sorte que 95% d'entre elles aient un diamètre compris entre 7 et 10 cm.

Les 2 bouts du lit sont ventilés pour permettre à l'oxygène de se diffuser tout le long du lit. Une dalle perforée est installée au fond du lit pour permettre la collecte de l'effluent et des boues. Avec le temps, la biomasse deviendra dense et les supports d'attache seront privés d'oxygène; elle entrera dans une phase endogène, perdra sa capacité à rester attachée et chutera. Des taux de charges élevés causeront aussi des chutes de biomasse. L'effluent collecté doit être clarifié dans un décanteur pour enlever toute biomasse issue du lit. Le taux de charge hydraulique et de nutriments (c'est-à-dire la quantité d'eaux usées applicable au lit) est déterminé sur la base des caractéristiques des eaux usées, le type de média filtrant, la température ambiante, et les exigences de rejet.

Adéquation Cette technologie peut seulement être utilisée à la suite d'un traitement primaire puisque une charge élevée en matières solides causera des colmatages. Un opérateur qualifié est nécessaire pour le suivi et la répara-

tion du lit et des pompes en cas de problèmes. Un système d'arrosage à faible énergie (gravitaire) peut être conçu, mais en général, un approvisionnement continu en énergie et eaux usées est nécessaire. Comparés à d'autres technologies, (ex. bassin de lagunage), les lits bactériens sont compacts, bien qu'ils restent plus appropriés pour les habitats périurbains, larges et ruraux.

Les lits bactériens peuvent être construits dans presque tous les environnements bien que des adaptations spéciales au climat froid soient nécessaires.

Aspects Santé/Acceptation Les problèmes d'odeur et de mouches impliquent que les lits soient construits loin des habitations et des commerces. Des mesures appropriées doivent être prises pour le prétraitement, le rejet de l'effluent et le traitement des solides, qui comportent tous des risques pour la santé.

Entretien Les boues qui s'accumulent sur le lit doivent être périodiquement lavées pour prévenir les colmatages. Une charge hydraulique élevée peut être appliquée pour nettoyer le lit.

Le garnissage doit être maintenu humide. Cela peut être problématique pendant la nuit quand le débit d'eau est réduit ou en cas de coupures d'électricité.

Pour et Contre :

- + Peut être exploité dans une gamme de charges hydrauliques et organiques
- + Faible besoin en terrain en comparaison des filtres plantés
- Coûts d'investissement élevés et frais d'exploitation modérés
- Requiert une expertise pour la conception et les travaux de construction
- Requiert une source permanente d'électricité et un débit constant d'eaux usées
- Les mouches et les odeurs sont souvent problématiques
- Toutes les pièces et tous les matériaux peuvent ne pas être disponibles localement
- Un prétraitement est requis pour prévenir les colmatages
- Le système d'alimentation nécessite plus d'ingénierie complexe.

Références

- _ U.S. EPA (2000). *Wastewater Technology Fact Sheet-Trickling Filters, 832-F-00-014*. US Environmental Protection Agency, Washington.
Disponible : www.epa.gov
- _ Sasse, L. (1998). *DEWATS: Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. BORDA, Bremen Overseas Research and Development Association, Bremen, Germany.
- _ Tchobanoglous, G., Burton, FL. and Stensel, HD. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 4th Edition*. Metcalf & Eddy, New York. pp 890-930 .

Niveau d'application

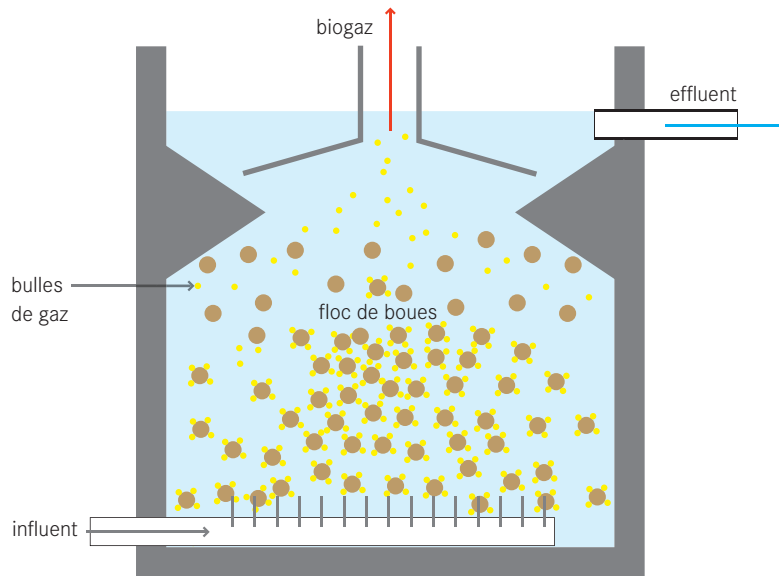
- Ménage
- Voisinage
- Ville

Niveau de gestion

- Ménage
- Partagé
- Public

Entrants : Eaux vannes Eaux grises

Sortants : Boues traitées Effluent
 Biogaz



Le digesteur anaérobie à flux ascendant (UASB) est un réservoir à processus simple. L'eau usée rentre dans le réacteur par le fond, et coule vers le haut. Une couche de boues suspendue filtre et traite l'eau usée pendant son passage.

La couche de boues est composée d'un floc de granulés microbiens, c.-à-d. de petites agglomérats (0.5 à 2 mm de diamètre) de micro-organismes qui en raison de leur poids résistent au flux ascendant. Les micro-organismes dans la couche de boues dégradent les composés organiques.

En conséquence, des gaz (méthane et gaz carbonique) sont libérés. Les bulles de gaz ascendantes se mélangent aux eaux usées sans l'aide d'aucune pièce mécanique.

Les parois inclinées redirigent vers le bas les matières atteignant le dessus du réservoir. L'effluent clarifié est récupéré au dessus du réservoir et des parois inclinées.

Après plusieurs semaines d'utilisation, de plus grands floc de boues sont formés et agissent à leur tour comme des filtres pour de plus petites particules montant à travers les eaux usées. En raison du régime de flux ascendant, les organismes floculés se maintiennent alors que ces autres sont poussées dehors.

Le gaz qui monte jusqu'au dessus est collecté dans un dôme à gaz, et peut être employé comme énergie (biogaz).

Une vitesse de flux ascendant de 0.6 à 0.9 m/h doit être maintenue pour garder la couche de boues en suspension.

Adéquation Un UASB n'est pas approprié pour les petites communautés ou les communautés rurales sans approvisionnement permanent en électricité et en eau. Un opérateur qualifié est requis pour suivre et réparer le réacteur et la pompe en cas de problèmes.

Bien que la technologie soit simple à concevoir et à construire, son efficacité n'est pas bien prouvée pour l'eau usée domestique. Néanmoins, de nouvelles recherches sont prometteuses. Le réacteur UASB a le potentiel de produire un effluent de plus haute qualité que les fosses septiques (S9), et peut le faire dans un plus petit volume de réacteur. Bien que ce soit un procédé bien établi pour des processus de traitement à grande échelle des eaux résiduaires industrielles, son application aux eaux d'égout domestiques est encore relativement nouvelle. Typiquement, il est utilisé pour les brasseries, les distilleries, les industries alimentaires et les déchets de pulpe et de papier puisque ce procédé peut éliminer 85% à 90% de la demande chimique en oxygène (DCO).

Là où les eaux à traiter sont de faible charge, le réacteur peut ne pas fonctionner correctement. La température affectera également ses performances.

Aspects Santé/Acceptation L'UASB est une technologie de traitement centralisé qui doit être gérée et entretenue par des professionnels. Tout comme avec tous les processus de traitement d'eau usée, les opérateurs devraient prendre des mesures appropriées d'hygiène et de sécurité au travail dans la station.

Entretien La vidange est peu fréquente et seules les boues en excès sont enlevées une fois tous les 2 à 3 ans. Un opérateur permanent est requis pour opérer et surveiller la pompe doseuse.

Pour et Contre :

- + Haute réduction des matières organiques
- + Peut résister à des taux de charge organique et hydraulique élevés (jusqu'à 10kg DBO/m³/jour)
- + Faible production de boues (donc vidange peu fréquente)
- + Le biogaz peut être utilisé comme énergie (mais exige habituellement un nettoyage préalable)
- Difficile de maintenir des conditions hydrauliques appropriées (le flux ascendant et le taux de décantation doivent être équilibrés)
- Long temps de démarrage
- Le traitement peut être instable avec les variations de charge hydraulique et organique
- Nécessite une source permanente d'électricité
- Toutes les pièces et tous les matériaux peuvent ne pas être disponibles localement
- Requier une expertise pour la conception et la construction.

Références

- _ Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). *Small and decentralized wastewater management systems*. WCB and McGraw-Hill, New York, USA.
- _ Lettinga, G., Roersma, R. and Grin, P. (1983). *Anaerobic Treatment of Raw Domestic Sewage at Ambient Temperatures Using a Granular Bed UASB Reactor*. *Biotechnology and Bioengineering* 25 (7): 1701-1723.
- _ Sasse, L. (1998). *DEWATS: Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. BORDA, Bremen Overseas Research and Development Association, Bremen, Germany.
- _ von Sperlin, M. and de Lemos Chernicharo, CA. (2005). *Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions. Volume One*. IWA, London, pp 741-804.
- _ Tare, V. and Nema, A. (n.d). *UASB Technology-expectations and reality*. United Nations Asian and Pacific Centre for Agricultural Engineering and Machinery. Disponible : <http://unapcaem.org>
- _ Vigneswaran, S., et al. (1986). *Environmental Sanitation Reviews: Anaerobic Wastewater Treatment - Attached growth and sludge blanket process*. Environmental Sanitation Information Center, AIT, Bangkok, Thailand.

Niveau d'application

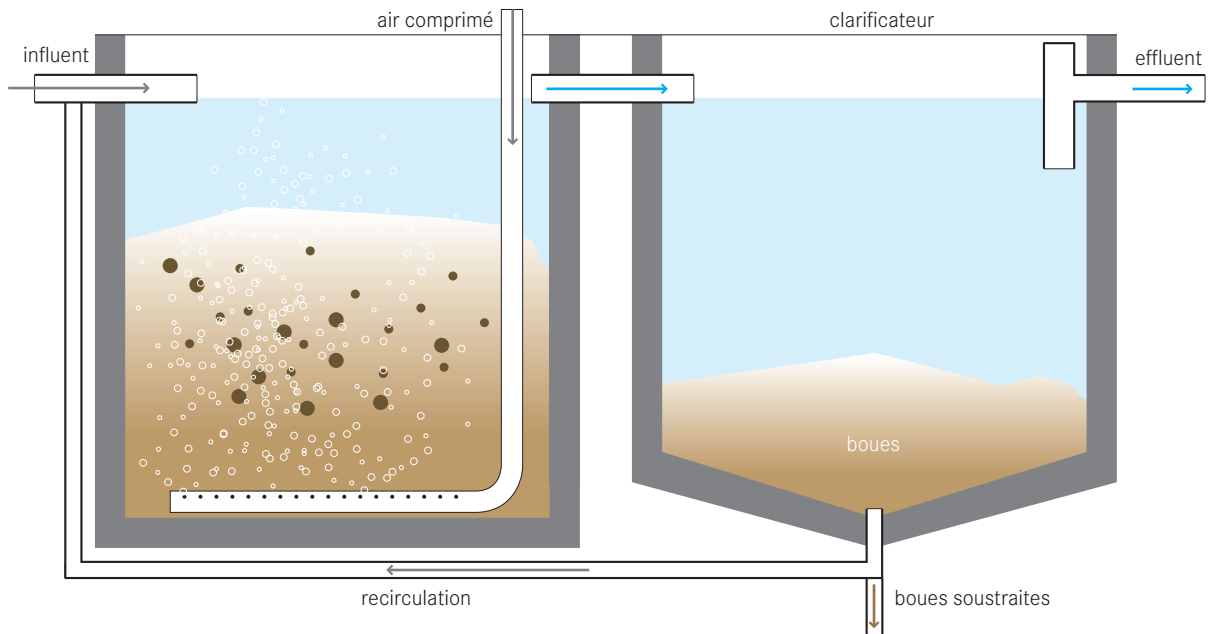
- Ménage
- Voisinage
- Ville

Niveau de gestion

- Ménage
- Partagé
- Public

Entrants : Eaux vannes Eaux grises

Sortants : Boues traitées Effluent



Les boues activées sont une unité de réacteur multi-chambres qui utilise (la plupart du temps) les micro-organismes aérobies pour dégrader les matières organiques des eaux usées et pour produire un effluent de haute qualité. Pour maintenir des conditions aérobies et la biomasse active suspendue, un approvisionnement permanent et bien chronométré en oxygène est exigé.

Différentes configurations du processus de boues activées peuvent être utilisées pour s'assurer que l'eau usée est mélangée et aérée (avec de l'air ou de l'oxygène pur) dans un bassin d'aération. Les microorganismes oxydent le carbone organique contenu dans l'eau usée pour produire de nouvelles cellules, du gaz carbonique et de l'eau. Bien que les bactéries aérobies soient les organismes les plus courants, des bactéries aérobies, anaérobies, et/ou nitrifiantes accompagnées d'organismes supérieurs peuvent être rencontrées. La composition exacte dépend de la conception du réacteur, de l'environnement et des caractéristiques de l'eau usée.

Pendant l'aération et le mélange, les bactéries forment de petites grappes ou des floccs. Quand l'aération s'arrête, le mélange est transféré dans un clarificateur secondaire où les floccs se déposent et l'effluent ressort pour davantage de traitement ou un rejet au milieu naturel. La boue soutirée

est alors recirculée de nouveau dans le bassin d'aération où le processus est répété.

Pour réaliser des objectifs spécifiques d'abattement la DBO, l'azote et le phosphore, différentes adaptations et modifications ont été faites à la conception de base des boues activées.

Les conditions aérobies, les organismes à nutriments spécifiques (particulièrement pour le phosphore), la conception du recyclage et le dosage du carbone, parmi d'autres, ont permis avec succès au procédé à boues activées de réaliser des performances élevées de traitement.

Adéquation Les boues activées sont seulement appropriées pour un traitement centralisé avec un personnel bien formé, une source d'électricité permanente et un système de gestion centralisé fortement développé pour s'assurer que la station de traitement est exploitée et entretenue correctement.

Les procédés à boues activées sont une partie d'un système complexe de traitement. Ils sont employés après le traitement primaire (qui enlève les solides décantables) et avant une étape d'affinement finale. Les processus biologiques qui se produisent sont efficaces pour éliminer les matières organiques solubles, colloïdales et particulaires pour la nitrification et la dénitrification biologiques et pour l'élimination biologique du phosphore.

Cette technologie est efficace pour le traitement de grands volumes d'effluent : 10.000 à 1.000.000 de personnes.

Un personnel fortement qualifié est requis pour l'entretien et le dépannage. La conception doit être basée sur une évaluation précise de la composition et du volume des eaux usées à traiter.

L'efficacité de traitement peut être sévèrement compromise si la station est sous ou sur dimensionnée.

Le procédé à boues activées est approprié pour presque chaque climat.

Aspects Santé/Acceptation Les équipements centralisés de traitement sont généralement situés loin des zones habitées qu'ils desservent. Bien que l'effluent soit de haute qualité, il présente néanmoins des risques sanitaires, et ne devrait pas être manipulé directement.

Entretien Les équipements mécaniques (mélangeurs, aérateurs et pompes) doivent être entretenus constamment. Aussi bien les eaux à traiter que l'effluent doivent être surveillés constamment pour s'assurer qu'il n'y a aucune anomalie qui pourrait tuer la biomasse active et que les organismes nuisibles ne se sont pas développés, ce qui pourrait altérer le processus (par exemple bactéries filamenteuses).

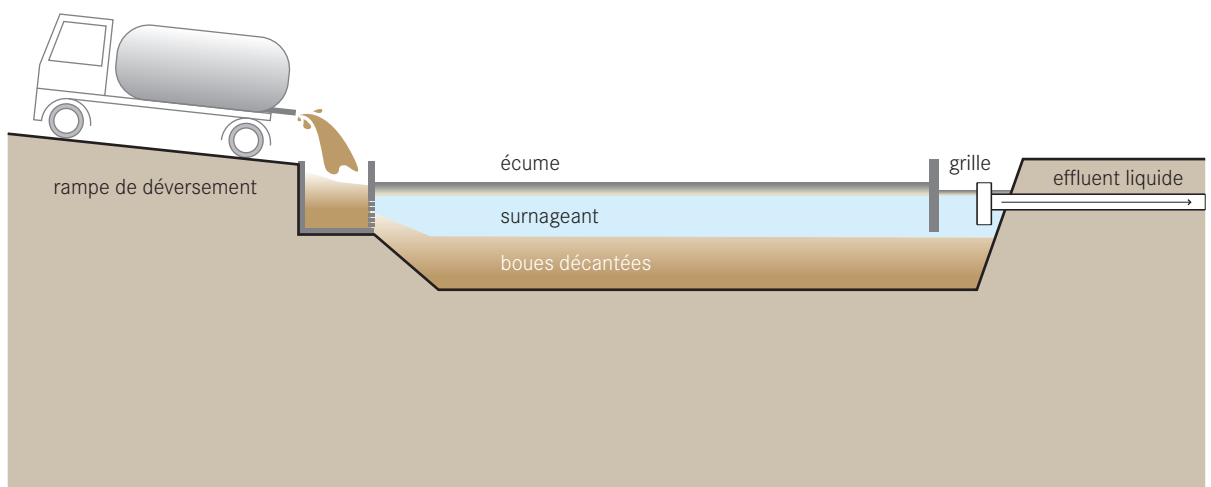
Pour et Contre :

- + Bonne résistance contre les fluctuations de charge
- + Peut être exploité dans une gamme de taux de charge organique et hydraulique
- + Haute réduction de la DBO et des microbes pathogènes (jusqu'à 99%)
- + Peut être modifié pour satisfaire à des limites spécifiques de rejet
- Enclin aux problèmes chimiques et microbiologiques
- L'effluent pourrait nécessiter davantage de traitement/désinfection avant rejet
- Toutes les pièces et tous les matériaux peuvent ne pas être disponibles localement
- Requièrre la participation d'un spécialiste pour la conception et la construction
- Coûts d'investissement et d'exploitation élevés
- Une source permanente d'électricité est exigée
- L'effluent et les boues nécessitent un traitement secondaire et/ou rejet appropriés.

Références

- Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. WCB and McGraw-Hill, New York, USA. pp 451-504.
- Ludwig, HF. and Mohit, K. (2000). Appropriate technology for municipal sewerage/Excreta management in developing countries, Thailand case study. *The Environmentalist* 20(3): 215-219.
- von Sperling, M. and de Lemos Chernicharo, CA. (2005). *Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions, Volume Two*. IWA, London.
- Tchobanoglous, G., Burton, FL. and Stensel, HD. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 4th Edition*. Metcalf & Eddy, New York.

Niveau d'application <input type="checkbox"/> Ménage <input checked="" type="checkbox"/> Voisinage <input checked="" type="checkbox"/> Ville	Niveau de gestion <input type="checkbox"/> Ménage <input type="checkbox"/> Partagé <input checked="" type="checkbox"/> Public	Entrants :  Boues de vidange
		Sortants :  Boues de vidange  Effluent



Les bassins de sédimentation et d'épaississement sont des bassins de décantation simples qui permettent aux boues de s'épaissir et se déshydrater. L'effluent est évacué et traité alors que la boue épaissie peut être traitée à l'aide d'une technologie adaptée.

Les boues de vidange ne sont pas des produits uniformes et donc leur traitement doit être spécifique aux caractéristiques de la boue. En général, il y a deux types de boues de vidange : la boue fortement chargée (provenant des latrines et des toilettes publiques non connectées à un égout) et faiblement chargée (provenant de fosses septiques (S9)). Les boues de forte charge sont toujours riches en produits organiques et n'ont pas subi une dégradation significative, ce qui les rend difficile à assécher. Les boues faiblement chargées ont subi une dégradation anaérobie significative et sont plus faciles à assécher.

Afin d'être correctement déshydratées, les boues fortement chargées doivent d'abord être stabilisées. En leur permettant de se dégrader dans des conditions anaérobies dans les bassins de sédimentation/épaississement, on atteint cet objectif. Le même type de bassin peut être employé pour épaissir les boues faiblement chargées, bien qu'elles subissent moins de dégradation, et aient besoin de plus de temps de décantation. Le processus de dégrada-

tion peut réellement gêner la décantation des boues fortement chargées parce que les gaz produits remontent et remettent en suspension les solides. Pour une efficacité maximum, la période de repos ne devrait pas excéder 4 à 5 semaines, bien que des cycles beaucoup plus longs soient courants. Avec un cycle de quatre semaines, les concentrations en matières sèches peuvent atteindre 14% (selon la concentration initiale).

Pendant que la boue est décantée et épaissie, le surnageant doit être décanté et traité séparément. La boue épaissie peut alors être séchée ou compostée.

Adéquation Les bassins de sédimentation sont appropriés là où il y a de l'espace peu coûteux, disponible et loin des maisons et des commerces ; il devrait être en périphérie de la communauté. La boue n'est pas hygiénisée et exige davantage de traitement avant rejet. Idéalement, cette technologie devrait être couplée à un séchage sur site (T13) ou à un traitement par co-compostage (T14) pour produire un fertilisant hygiénisé. Un personnel qualifié est requis pour assurer l'exploitation et l'entretien pour un fonctionnement approprié.

C'est une option peu coûteuse qui peut être installée dans la plupart des climats chauds et tempérés. L'excès de pluie peut empêcher les boues de décanter et de s'épaissir correctement.

Aspects Santé/Acceptation Les boues brutes sont pathogènes, donc les ouvriers devraient être équipés de matériel de protection appropriée (bottes, gants, et habits). Les boues épaissies sont également infectieuses bien qu'elles soient plus faciles à manipuler et moins enclines à l'éclaboussure et à la pulvérisation.

Le bassin peut causer des nuisances pour les résidents voisins dues à de mauvaises odeurs et à la présence de mouches. Par conséquent, le bassin devrait être situé suffisamment loin des centres urbains.

Entretien L'entretien est un aspect important d'un bassin performant bien qu'il ne soit pas intensif.

La zone de rejet doit être entretenue et maintenue propre pour réduire le risque potentiel de transmission de maladie (mouches et odeurs). Les granulats, le sable et les déchets solides rejetés avec les boues doivent être enlevés.

Les boues suffisamment épaissies doivent être enlevées mécaniquement (pelles chargeuses ou équipement spécialisé).

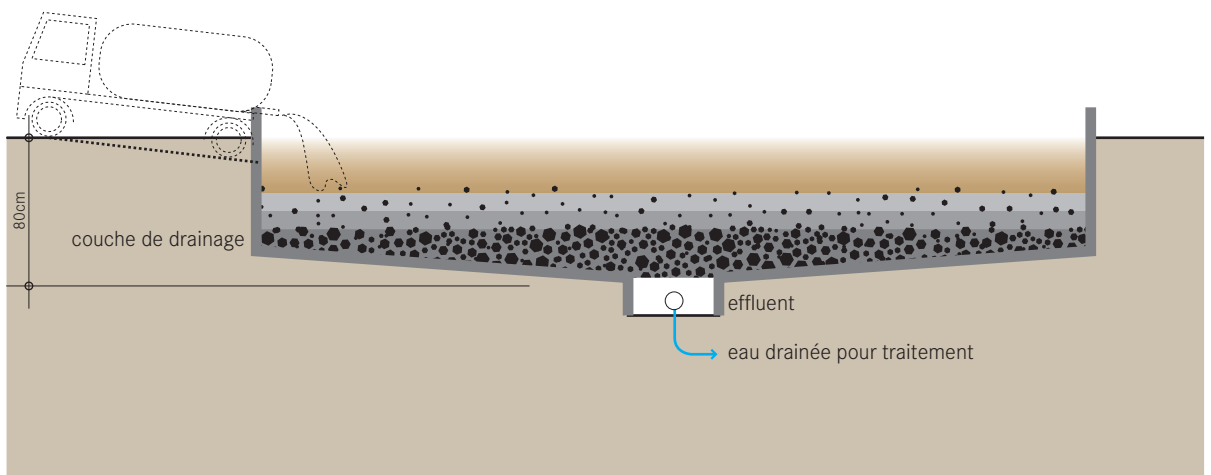
Pour et Contre :

- + Peut être construit et réparé avec des matériaux locaux
- + Faibles coûts d'investissement et d'exploitation
- + Création potentielle d'emplois et de revenus locaux
- + Aucune énergie électrique n'est exigée
- Exige un grand espace
- Les odeurs et les mouches sont normalement perceptibles
- Long temps de stockage
- Nécessite une chargeuse pour la vidange mensuelle
- Requiert la participation d'un spécialiste pour la conception et l'exploitation .

Références

- _ Heinss, U., Larmie, SA. and Strauss, M. (1999). *Characteristics of Faecal Sludges and their Solids-Liquid Separation*. Eawag/Sandec Report, Dübendorf, Switzerland. Disponible : www.sandec.ch
- _ Heinss, U., Larmie, SA. and Strauss, M. (1998). *Solids Separation and Pond Systems for the Treatment of Faecal Sludges in the Tropics-Lessons Learnt and Recommendations for Preliminary Design. Second Edition*. Eawag/Sandec Report 05/98, Dübendorf, Switzerland. Disponible : www.sandec.ch
- _ Montangero, A. and Strauss, M. (2002). *Faecal Sludge Treatment*. Lecture Notes, IHE Delft. Disponible : www.sandec.ch

Niveau d'application <input type="checkbox"/> Ménage <input checked="" type="checkbox"/> Voisinage <input checked="" type="checkbox"/> Ville	Niveau de gestion <input type="checkbox"/> Ménage <input type="checkbox"/> Partagé <input checked="" type="checkbox"/> Public	Entrants : <input checked="" type="checkbox"/> Boues de vidange
		Sortants : <input checked="" type="checkbox"/> Boues de vidange <input checked="" type="checkbox"/> Effluent



Un lit de séchage non planté est un lit simple et perméable qui, une fois chargé avec la boue, draine la partie liquide et permet à la boue de sécher par évaporation. Approximativement, 50 à 80% du volume des boues percole comme liquide. Cependant, la boue n'est pas stabilisée.

Le fond du lit de séchage est garni de conduites perforées qui drainent le lixiviat. Au dessus des drains, il y a des couches de sable et de gravier qui reçoivent les boues et permettent au liquide d'infiltrer dans le drain.

Les boues doivent être déversées approximativement à 200 Kg MS/m² et sur une hauteur pas trop importante (maximum 20 cm), sinon elles ne sécheront pas efficacement.

Le taux d'humidité final après 10 à 15 jours de séchage devrait être approximativement de 60%. Une plateforme de distribution devrait être utilisée pour empêcher l'érosion de la couche de sable et pour permettre la distribution égale des boues.

Quand la boue est séchée, elle doit être séparée de la couche de sable et enlevée. L'effluent collecté dans les tuyaux de drainage doit également être traité correctement.

La couche supérieure de sable devrait être de 25 à 30 cm d'épaisseur car une certaine quantité sera perdue chaque fois que la boue est manuellement enlevée.

Adéquation Le séchage des boues est une manière efficace de diminuer le volume des boues, qui est particulièrement important quand il y a nécessité de transport pour l'utilisation directe, le co-compostage (T14), ou la mise en décharge. La technologie n'est pas efficace pour stabiliser la fraction organique.

Les lits de séchage de boues sont appropriés pour les communautés petites à moyennes avec une population jusqu'à 100.000 personnes et où le foncier est peu coûteux et disponible loin des maisons et des commerces. Le lit de séchage est plus adapté au milieu rural et périurbain. S'il est conçu pour le milieu urbain, il devrait être installé en périphérie de la communauté.

Les boues ne sont pas hygiénisées et nécessitent davantage de traitement avant réutilisation. Idéalement, cette technologie devrait être couplée à un traitement par co-compostage (T14) pour produire un fertilisant hygiénisé.

Un personnel qualifié est requis pour assurer l'exploitation et l'entretien pour un fonctionnement approprié.

C'est une option peu coûteuse qui peut être installée dans la plupart des climats chauds et tempérés. L'excès de pluie peut empêcher les boues de décanter et de s'épaissir correctement.

Aspects Santé/Acceptation Les boues brutes sont pathogènes, donc les ouvriers devraient être équipés de matériel de protection appropriée (bottes, gants, et habits). Les boues épaissies sont également infectieuses, bien qu'elles soient plus faciles à manipuler et moins enclines à l'éclaboussure et à la pulvérisation.

Le lit de séchage peut causer des nuisances pour les résidents voisins dues à de mauvaises odeurs et à la présence de mouches. Par conséquent, le lit devrait être situé suffisamment loin des centres urbains.

Entretien Les lits de séchage non plantés devraient être conçus avec les contraintes d'entretien à l'esprit ; l'accès pour les hommes et les camions pour pomper les boues, et l'enlèvement de la boue séchée devrait être pris en compte.

Les boues séchées doivent être enlevées tous les 10 à 15 jours. La zone de rejet doit être maintenue propre et les drains rincés régulièrement. Le sable doit être remplacé quand la couche devient mince.

Pour et Contre :

- + Peut être construit et réparé avec des matériaux locaux
- + Coûts d'investissement modérés ; faibles coûts d'exploitation
- + Création potentielle d'emplois et de revenus locaux
- + Aucune énergie électrique n'est exigée
- Exige un grand espace
- Les odeurs et les mouches sont normalement perceptibles
- Long temps de stockage
- Requiert la participation d'un spécialiste pour la conception et l'exploitation
- Main d'œuvre requise pour l'enlèvement des boues séchées
- Le lixiviat exige un traitement secondaire.

Références

- _ Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. WCB and McGraw-Hill, New York, USA.
- _ Heinss, U. and Koottatep, T. (1998). *Use of Reed Beds for Faecal Sludge Dewatering – A Synopsis of Reviewed Literature and Interim Results of Pilot Investigations with Septage Treatment in Bangkok, Thailand*. UEEM Program Report, AIT/EAWAG, Dübendorf, Switzerland.
- _ Montangero, A. and Strauss, M. (2002). *Faecal Sludge Treatment*. Lecture Notes, IHE Delft. Disponible : www.sandec.ch
- _ Tchobanoglous, G., Burton, F.L. and Stensel, H.D. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 4th Edition*. Metcalf & Eddy, New York.

Niveau d'application

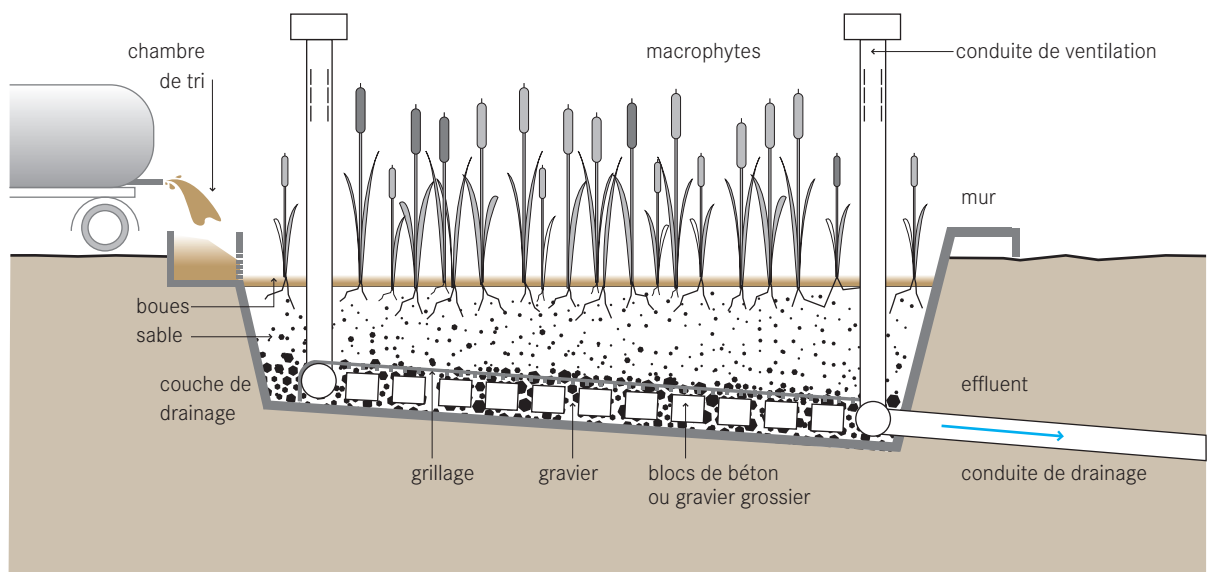
- Ménage
- Voisinage
- Ville

Niveau de gestion

- Ménage
- Partagé
- Public

Entrants : Boues de vidange

Sortants : Boues traitées Effluent
 Fourrage



Un lit de séchage planté est semblable à un lit de séchage non planté (T12) avec l'avantage d'une évapotranspiration accrue. Sa principale caractéristique est que les filtres n'ont pas besoin d'être curés après chaque cycle de remplissage/séchage. La boue fraîche peut être appliquée directement sur la couche précédente ; ce sont les plantes et leurs systèmes racinaires qui maintiennent la perméabilité du filtre.

Cette technologie a l'avantage de déshydrater aussi bien que stabiliser les boues. En outre, les racines des plantes créent des voies à travers les boues épaissies pour permettre à l'eau de s'échapper plus facilement.

L'aspect du lit est semblable à un filtre planté à écoulement vertical (T7). Les lits sont remplis de sable et de gravier pour soutenir la végétation. Au lieu de l'effluent, la boue est appliquée à la surface et le filtrat coule vers le bas pour être collecté par les drains.

Une conception générale pour la pose du lit est : (1) 250 mm de gravillons (diamètre de grain de 20 mm) ; (2) 250 mm de gravier fin (diamètre de grain de 5 mm) ; et (3) 100-150 mm de sable. Une revanche (1 m) devrait être laissée au-dessus de la couche de sable en prévision d'une accumulation de boue pendant 3 à 5 ans.

Quand le lit est construit, on devrait également planter et permettre aux plantes de s'établir avant que la boue soit

appliquée. Les *Pyramidalis*, *Typha* ou *Phragmites Echinochloa* conviennent comme plantes selon le climat.

La boue devrait être appliquée en des couches de 75 à 100 mm et à une fréquence de 3 à 7 jours selon les caractéristiques des boues, l'environnement et les contraintes d'exploitation. Des charges d'application de boues allant jusqu'à 250 kg/m²/an ont été rapportés.

La boue peut être enlevée après 2 à 3 ans (bien que le degré d'hygiénisation varie selon le climat) et utilisée en agriculture.

Adéquation C'est une technologie efficace de réduction de volume des boues (moins de 50%) par la décomposition et le séchage, ce qui est particulièrement utile quand la boue doit être transportée ailleurs pour l'utilisation directe, co-compostage (T14) ou mise en décharge.

Les lits de séchage plantés sont appropriés pour les communautés petites à moyennes avec des populations d'environ 100.000 personnes. Ils devraient être localisés en périphérie des habitations de la communauté.

La boue n'est pas hygiénisée et nécessite davantage de traitement avant rejet. Idéalement, cette technologie devrait être couplée à un traitement par co-compostage (T14) pour produire un fertilisant hygiénique.

Un personnel qualifié est requis pour assurer l'exploitation et l'entretien pour un fonctionnement approprié.

Aspects Santé/Acceptation En raison de l'esthétique agréable, il devrait y avoir peu de problèmes d'acceptation, particulièrement si le lit est situé dans un habitat dense. Les boues de vidange sont dangereuses et toute personne les manipulant devrait porter des vêtements de protection, des bottes et des gants.

Entretien Les drains doivent être entretenus et l'effluent doit être correctement collecté et rejeté. Les plantes devraient être périodiquement récoltées et/ou leur densité réduite.

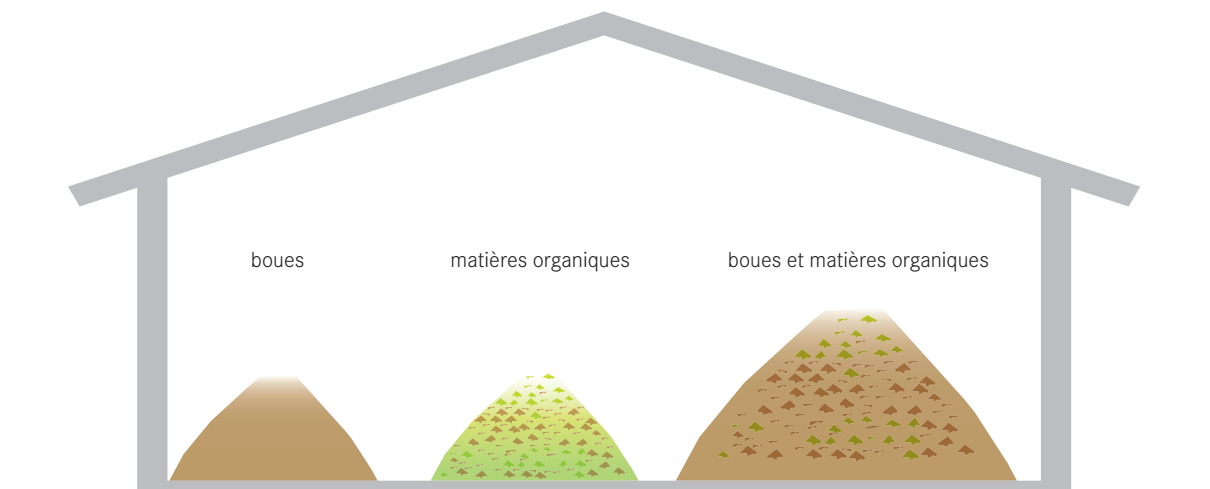
Pour et Contre :

- + Peut accepter des charges élevées
- + Les fruits ou fourrages peuvent produire des revenus
- + Peut être construit et réparé avec des matériaux locaux
- + Faibles coûts d'investissement et d'exploitation
- + Création potentielle d'emplois et de revenus locaux
- + Aucune énergie électrique n'est exigée
- Exige un grand espace
- Les odeurs et les mouches sont normalement perceptibles
- Long temps de stockage
- Requiert une expertise pour la conception et l'exploitation
- Forte intensité de main d'œuvre pour l'enlèvement des boues séchées
- Le lixiviat exige un traitement secondaire.

Références

- _ Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. WCB and McGraw-Hill, New York, USA.
- _ Heinss, U. and Koottatep, T. (1998). *Use of Reed Beds for Faecal Sludge Dewatering - A Synopsis of Reviewed Literature and Interim Results of Pilot Investigations with Septage Treatment in Bangkok, Thailand*. UEEM Program Report, AIT/EAWAG, Dübendorf, Switzerland.
Disponible : www.sandec.ch
- _ Koottatep, T., et al. (2004). Treatment of septage in constructed wetlands in tropical climate - Lessons learnt after seven years of operation. *Water Science & Technology*, 51(9): 119-126.
Disponible : www.sandec.ch
- _ Montangero, A. and Strauss, M. (2002). *Faecal Sludge Treatment*. Lecture Notes, IHE Delft.
Disponible : www.sandec.ch
- _ Tchobanoglous, G., Burton, FL. and Stensel, HD. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 4th Edition*. Metcalf & Eddy, New York, pp 1578.
- _ Kengne Noumsi, IM. (2008). *Potentials of Sludge drying beds vegetated with Cyperus papyrus L. and Echinochloa pyramidalis (Lam.) Hitchc. & Chase for faecal Sludge treatment in tropical regions*. [PhD dissertation]. Yaounde (Cameroon): University of Yaoundé.
Disponible : www.nccr-north-south.unibe.ch

Niveau d'application <input type="checkbox"/> Ménage <input checked="" type="checkbox"/> Voisinage <input checked="" type="checkbox"/> Ville	Niveau de gestion <input type="checkbox"/> Ménage <input checked="" type="checkbox"/> Partagé <input checked="" type="checkbox"/> Public	Entrants : <input type="checkbox"/> Boues de vidange <input type="checkbox"/> Matières organiques
		Sortants : <input type="checkbox"/> Compost/EcoHumus



Le co-compostage est la dégradation aérobie contrôlée des matières organiques d'origine différentes (boues de vidange et déchets solides organiques). Les boues de vidange ont un taux d'humidité et d'azote élevé tandis que les déchets solides biodégradables sont riches en carbone organique et ont de bonnes propriétés de mise en tas (c.-à-d. qu'ils permettent à l'air de passer et circuler). En combinant les deux intrants, les avantages de chacun peuvent être utilisés pour optimiser le processus et le produit final.

Pour les boues déshydratées, un rapport de 1:2 à 1:3 de boues séchées/déchets solides devrait être observé. Les boues liquides devraient être utilisées dans un rapport de 1:5 à 1:10 de boues/déchets solides.

Il y a deux types de conception du co-compostage : ouvert et fermé. Dans le compostage ouvert, le matériau mélangé (boue et déchets solides) est empilé dans de longs tas appelés des andains et laissés pour décomposition. Les andains sont retournés périodiquement pour fournir de l'oxygène et pour s'assurer que toutes les parties du tas sont soumises au même traitement thermique. Les piles d'andain devraient être hautes d'au moins 1 m, et devraient être isolées avec le compost ou le sol pour favoriser une distribution égale de la chaleur à l'intérieur de la pile. Selon

le climat et l'espace disponible, le site de traitement doit être couvert pour empêcher l'évaporation et l'intrusion des eaux de pluie excessives.

Le co-compostage fermé nécessite un contrôle de l'humidité et une source d'air ainsi qu'un mélangeur mécanique. Par conséquent, il n'est généralement pas approprié pour les traitements décentralisés.

Bien que le processus de compostage semble être une technologie simple et passive, un traitement fonctionnant bien nécessite une bonne planification et une conception rigoureuses afin d'éviter des échecs.

Adéquation Un traitement par co-compostage est seulement approprié lorsqu'il y a une source disponible de déchets solides biodégradables bien triés. Des déchets solides mélangés avec des plastiques et les ordures doivent d'abord être triés. Bien fait, le co-compostage peut produire un compost propre, plaisant et bénéfique. De plus, il est possible de travailler avec ce compost et de le manipuler sans danger pour la santé. C'est un bon moyen pour réduire la charge en microbes pathogènes des boues. Selon le climat (précipitations, température et vent), le co-compostage peut être adapté aux conditions. Même si l'humidité joue un rôle important dans le processus de compostage, la protection des installations contre les eaux

de pluie est recommandée. La station de traitement devrait être située près des sources de matière organique et des boues de vidange (pour réduire le transport au minimum), mais pour réduire les risques sur la santé, il ne devrait pas être trop près des maisons et des commerces.

Un personnel bien formé est nécessaire pour l'exploitation et l'entretien de la station.

Aspects Santé/Acceptation Bien que le produit fini soit sans risque à manipuler, les précautions devraient être prises pendant la manipulation des boues de vidange. Les ouvriers devraient porter des vêtements de protection et des masques respiratoires si le matériau s'avère poussiéreux.

Évolution Des broyeurs robustes pour déchiqueter les gros morceaux de déchets solides (c.-à-d. petites branches et coquilles de noix de coco) et des tourneurs de tas aident à optimiser le processus, réduisent le travail manuel, et assure un produit fini plus homogène.

Entretien Le mélange doit être soigneusement conçu de sorte qu'il ait le rapport C/N, l'humidité et l'oxygène appropriés. Si les équipements existent, il serait utile de surveiller l'inactivation des œufs d'helminthe comme indicateur de stérilisation. Le personnel d'entretien doit surveiller soigneusement la qualité des matériaux entrants, maîtriser les flux entrants et sortants, les programmes de retournement, et les périodes de maturation afin d'assurer un produit final de haute qualité. Le retournement manuel doit être fait périodiquement avec une chargeuse ou à la main. Les systèmes d'aération forcée doivent être soigneusement commandés et surveillés.

Pour et Contre :

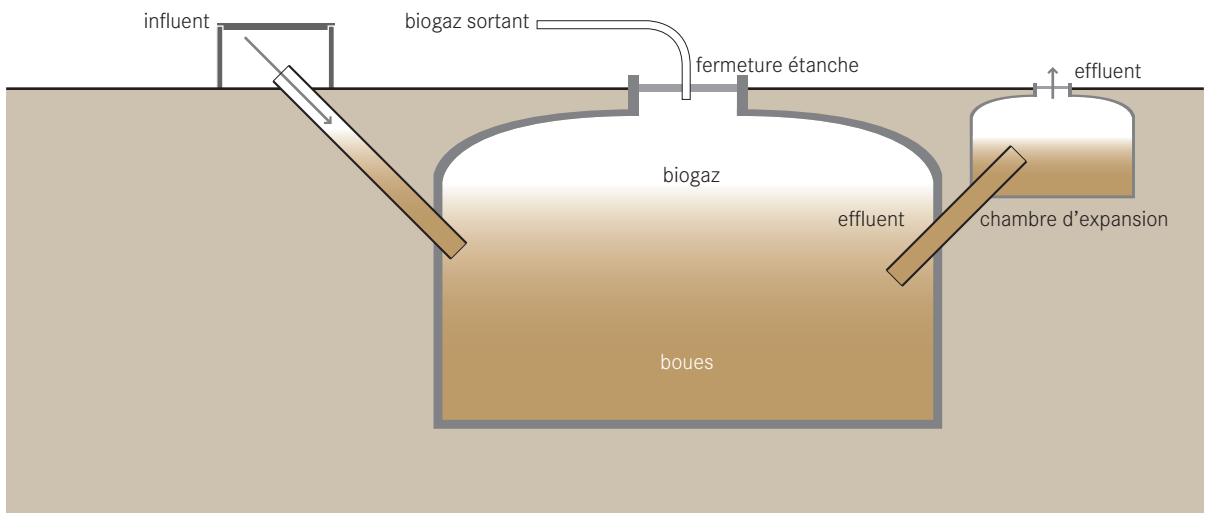
- + Facile à installer et à maintenir avec une formation appropriée
- + Fournit une ressource de valeur qui peut améliorer la production agricole locale et la sécurité alimentaire
- + Possibilité d'abattement élevé des œufs d'helminthes (< 1 œuf viable/g ST)
- + Peut être construit et réparé avec des matériaux locaux

- + Faibles coûts d'investissement et d'exploitation
- + Création potentielle d'emplois et de revenus locaux
- + Aucune énergie électrique n'est exigée
- Exige un grand espace
- Les odeurs et les mouches sont normalement apparentes
- Long temps de stockage
- Requiert une expertise pour la conception et l'exploitation
- Forte intensité de main d'œuvre
- Nécessite une grande superficie (et bien localisée).

Références

- _ Cofie, O., et al. (2006). Solid-liquid separation of faecal Sludge using drying beds in Ghana: Implications for nutrient recycling in urban agriculture. *Water Research* 40(1): 75-82.
 - _ Koné, D., et al. (2007). Helminth eggs inactivation efficiency by faecal Sludge dewatering and co-composting in tropical climates. *Water Research* 41(19): 4397-4402.
 - _ Obeng, LA. and Wright, FW. (1987). *Integrated Resource Recover. The Co-Composting of Domestic Solid and Human Wastes*. The World Bank + UNDP, Washington.
 - _ Shuval, HI., et al. (1981). *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation; Night-soil Composting*. *UNDP/WB Contribution to the IDWSSD*. The World Bank, Washington.
- The following reports can all be found in the Faecal Sludge Co-Composting section of the Sandec Website: www.sandec.ch
- _ Montangero, A., et al. (2002). *Co-composting of Faecal Sludge and Soil Waste*. Sandec/IWMI, Dübendorf, Switzerland.
 - _ Strauss, M., et al. (2003). *Co-composting of Faecal Sludge and Municipal Organic Waste-A Literature and State-of-Knowledge Review*. Sandec/IMWI, Dübendorf, Switzerland.
 - _ Drescher, S., Zurbrügg, C., Enayetullah, I. and Singha, MAD. (2006). *Decentralised Composting for Cities of Low-and Middle-Income Countries - A User's Manual*. Eawag/Sandec and Waste Concern, Dhaka.

Niveau d'application (★★) Ménage (★★) Voisinage (★★) Ville	Niveau de gestion (★★) Ménage (★★) Partagé (★★) Public	Entrants : Boues de vidange Eaux vannes
		 Matières organiques
		Sortants : Boues traitées Effluent
		 Biogaz



Un réacteur anaérobie à biogaz est une technologie de traitement anaérobie qui produit (a) une boue digérée utilisable comme amendement de sol et (b) du biogaz pouvant être utilisés comme énergie. Le biogaz est un mélange de méthane, de dioxyde de carbone et d'autres gaz traces pouvant être facilement convertis en électricité, lumière et chaleur.

Un réacteur anaérobie à biogaz est une chambre ou une fosse qui facilite la dégradation anaérobie des eaux vannes, des boues et/ou des déchets biodégradables. Il facilite également la séparation et la collecte du biogaz produit.

Le réacteur peut être construit hors sol ou enterré. Des réservoirs préfabriqués ou les chambres en briques peuvent être construits en fonction de l'espace, des ressources et du volume de déchets générés.

Le temps de rétention hydraulique (TRH) dans le réacteur est au minimum de 15 jours en climats chauds et 25 jours dans les climats tempérés. Pour des intrants fortement pathogènes, un TRH de 60 jours devrait être considéré. Normalement, les réacteurs anaérobies à biogaz ne sont pas chauffés, mais pour assurer la destruction des microbes pathogènes (par exemple au moyen d'une température maintenue au-dessus de 50°C) le réacteur devrait l'être chauffé.

Une fois que les déchets entrent dans la chambre de digestion, des gaz sont formés par suite de fermentation. Les gaz formés dans les boues sont collectés au dessus du réacteur se mélangeant à la boue en montant. Les réacteurs de biogaz peuvent être construits en forme de dôme fixe ou flottant. Dans le cas du réacteur à dôme fixe, le volume du réacteur est constant. Alors que le gaz est produit, il exerce une pression et déplace la boue vers le haut dans une chambre de détente. Quand le gaz est enlevé, la boue retombe dans la chambre de digestion. La pression produite peut être utilisée pour transporter le biogaz dans les tuyaux. Dans un réacteur à dôme flottant, le dôme se soulève et retombe avec la production et le retrait du gaz. Il se peut aussi que le dôme grossisse (comme un ballon).

Le plus souvent, les réacteurs à biogaz sont directement reliés aux toilettes intérieures (privées ou publiques) à un point d'accès additionnel pour les matières organiques. A l'échelle ménage, les réacteurs peuvent être fabriqués à base de containers plastiques ou de briques et peuvent être construits derrière la maison ou enterrés. Les tailles peuvent varier de 1.000 litres pour une famille simple jusqu'à 100.000 litres pour les toilettes institutionnelles ou publiques.

La boue produite est riche en matières organiques et nutriments, mais presque inodore et en partie désinfectée (la

destruction complète de microbe pathogène exigerait des conditions thermophiles). Souvent, un réacteur à biogaz est utilisé comme alternative à la fosse septique conventionnelle, puisqu'il offre un niveau semblable de traitement, mais avec l'avantage supplémentaire du biogaz. Selon la conception et les inputs, le réacteur devrait être vidangé une fois tous les 6 mois à 10 ans.

Adéquation Cette technologie est facilement adaptable et peut être appliquée au niveau ménage ou petit quartier (se référer à la fiche d'informations technologiques T15 : Réacteur anaérobie à biogaz pour les informations sur les applications au niveau communautaire).

Les réacteurs à biogaz sont mieux utilisés pour les produits concentrés (c'est-à-dire riches en matière organique). S'ils sont installés pour un ménage simple consommant une quantité significative d'eau, l'efficacité du réacteur peut être améliorée sensiblement en ajoutant également des excréments d'animaux et des déchets organiques biodégradables.

Selon le type de sol, la localisation et la taille requise, le réacteur peut être construit hors sol ou enterré (même en dessous des routes). Pour des applications plus urbaines, de petits réacteurs à biogaz peuvent être installés sur les toits des maisons ou dans la cour.

Pour minimiser les pertes en route, les réacteurs devraient être installés près de là où le gaz peut être utilisé.

Les réacteurs à biogaz sont moins appropriés pour les climats plus froids car la production de gaz n'est pas économiquement faisable en dessous de 15°C.

Aspects Santé/Acceptation La boue digérée n'est pas complètement hygiénisée et porte toujours un risque d'infection. Il y a également des dangers liés aux gaz inflammables qui, mal gérés, pourraient être nocifs à la santé humaine.

Entretien Le réacteur anaérobie à biogaz doit être bien construit et fortement étanche pour des questions de sécurité. Si le réacteur est correctement conçu, les réparations devraient être minimales. Pour mettre en marche le réacteur, la boue active (par exemple d'une fosse septique) peut être utilisée comme semence. Le réservoir est essentiellement auto-mélangé, mais il devrait être manuellement agité une fois par semaine pour empêcher des réactions inégales. Les équipements liés au gaz devraient être nettoyés soigneusement et régulièrement de sorte à éviter la corrosion et les fuites.

Les saletés et le sable décantés au fond devraient être enlevés une fois par an. Les coûts d'acquisition des infrastructures de transport du gaz peuvent augmenter le coût du projet.

Selon la qualité du rendement, les coûts d'acquisition des infrastructures de transmission du gaz peuvent être compensés par l'économie d'énergie à long terme.

Pour et Contre :

- + Génération d'une source d'énergie renouvelable et de valeur
- + Faible coût d'investissement et d'exploitation
- + La construction sous terre minimise l'utilisation de terrain
- + Longue durée de vie
- + Peut être construit et réparé avec les matériaux locaux
- + Aucune énergie électrique requise
- + Faible besoin en terrain (la majeure partie de la structure peut être enterrée)
- Requiert la participation d'un spécialiste pour la conception et la construction
- La production de gaz en dessous de 15°C n'est pas économiquement faisable
- Les boues digérées et l'effluent nécessitent toujours un traitement complémentaire.

Références

- _ Food and Agriculture Organization (FAO) (1996). *Biogas Technology: A Training Manual for Extension*. Consolidated Management Services, Kathmandu. Disponible : www.fao.org
- _ ISAT (1998). *Biogas Digest Vols. I-IV*. ISAT and GTZ, Germany. Disponible : www.gtz.de
- _ Koottatep, S., Ompont, M. and Joo Hwa, T. (2004). *Biogas: A GP Option For Community Development*. Asian Productivity Organization, Japan. Disponible : www.apo-tokyo.org
- _ Rose, GD. (1999). *Community-Based Technologies for Domestic Wastewater Treatment and Reuse: options for urban agriculture*. IDRC, Ottawa. pp 29-32. Disponible : <http://idinfo.idrc.ca>
- _ Sasse, L. (1998). *DEWATS: Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. BORDA, Bremen Overseas Research and Development Association, Bremen, Germany.