

Fiche Technique : Traitement et stockage de l'eau à domicile - Elimination de l'Arsenic: complexation de surface

Le filtre Sono

Efficacité

Très efficace contre :	Assez efficace contre :	Inefficace contre :
<ul style="list-style-type: none"> • Arsenic • Bactéries • Turbidité • Produits chimiques • Goût, couleur, odeur 		

Qu'est-ce que le filtre Sono ?

Le filtre Sono est un système à trois seaux utilisant un composite à matrice de fer (CMF) en tant qu'élément actif d'élimination de l'arsenic. Il crée une complexation de surface de l'arsenic sur le CMF, suivie par une filtration. Le filtre est fabriqué à partir de matériaux locaux et fonctionne sans traitement chimique, sans renouvellement, et sans produire de déchet toxique. Il élimine efficacement l'arsenic et 22 autres métaux lourds, ainsi que les bactéries.

Comment élimine-t-il l'arsenic ?

Le principal matériau actif est le composite à matrice de fer (CMF), fait en fonte. Le manganèse dans le CMF catalyse l'oxydation de l'As(III) en As(V), et le tout est éliminé par une réaction de complexation de surface entre la surface du fer hydraté (FeOH) et les composés d'arsenic, éliminant de fait l'arsenic de l'eau. Le FeOH est également connu pour éliminer de nombreux autres composés toxiques.

Associé au CMF, le sable, le charbon, et l'agencement optimal des matériaux dans le filtre permettent d'éliminer l'arsenic, le fer, le manganèse et de nombreux autres composés inorganiques, rendant l'eau potable.

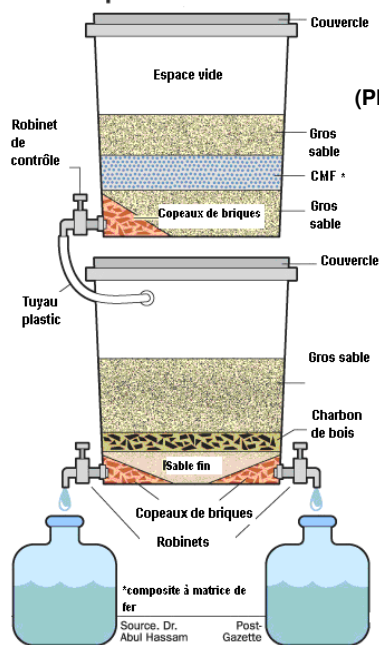
Fonctionnement

Chaque seau a un média et des fonctions différents :

- Seau supérieur : 3 Kg de limaille de fer et 2 Kg de sable grossier.

- Seau intermédiaire : 2 Kg de sable fin, 1 Kg de charbon de bois et de fragments de brique.
- Seau inférieur: récipient pour la récupération de l'eau.

Filtre SONO :



L'eau coule d'abord à travers le sable de rivière grossier et le composite à matrice de fer. Elle coule ensuite dans le second seau où elle est à nouveau filtrée dans du sable grossier, puis dans du charbon de bois pour éliminer la matière organique, et enfin à travers du sable fin et des fragments de brique pour éliminer les petites particules et stabiliser l'écoulement.

Fiche Technique : Traitement et stockage de l'eau à domicile - Elimination de l'Arsenic: complexation de surface

Informations clés

Efficacité du traitement	Production	Coût	Durée de vie
90-95% d'élimination de l'arsenic	20-30 litres/heure	\$40-50 de coût d'investissement	Remplacement de l'unité après 3-5 ans

Références

Sutherland D (2001). Rapid assessment of household level arsenic removal technologies: Phase II Executive Summary. Water Aid Bangladesh, Bangladesh Arsenic Mitigation Water Supply Project.

Disponible sur : www.wateraid.org/documents/phs2execsum.pdf

Phase I Report: www.wateraid.org/documents/phs1report.pdf

Phase II Report: www.wateraid.org/documents/phs2fullrpt.pdf

Munir, A.K., S.B. Rasul, M. Habibuddowla, M. Alauddin, A. Hussam and A.H. Khan. Evaluation of performance of Sono 3-Kolshi Filter for arsenic removal from groundwater using zero valent iron through laboratory and field studies. Bangladesh University of Engineering and Technology, Dhaka and The United Nations University, Tokyo.

Disponible sur : www.unu.edu/env/arsenic/Munir.pdf

Ontario Centre for Environmental Technology Advancement. Assessment of five technologies for mitigating arsenic in Bangladesh well water. Environmental Technology Verification-Arsenic Mitigation, Arsenic Mitigation Based on an Agreement between the Governments of Canada and Bangladesh.

Disponible sur : www.physics.harvard.edu/~wilson/arsenic/remediation/ETVAM%20Poster.ppt

Informations supplémentaires

<http://robjkentjr.blogspot.com/2008/07/sono-water-filter-for-removing-arsenic.php>

www.asce-susdev.org/files/pdf/efsdec07.pdf

www.robrasa.com/files/sono_filter_study.pdf

www.physics.harvard.edu/~wilson/arsenic/remediation/SONO/Narrative_Grainger_AH.pdf

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Wellness through Water.... Empowering People Globally

Calgary, Alberta, Canada

Site Web : www.cawst.org

Email : cawst@cawst.org

Dernière mise à jour: octobre 2009, traduit en français en juin 2010

Fiche Technique : Traitement et stockage de l'eau à domicile - Elimination de l'Arsenic: complexation de surface

Filtre à Arsenic Kanchan™

Efficacité

Très efficace contre :	Assez efficace contre :	Inefficace contre :
<ul style="list-style-type: none"> • Arsenic • Bactéries • Protozoaires • Helminthes • Turbidité • Goût, couleur, odeur 	<ul style="list-style-type: none"> • Virus • Fer 	<ul style="list-style-type: none"> • Produits chimiques

Qu'est-ce qu'un filtre à Arsenic Kanchan™ ?

Le Filtre à Arsenic Kanchan™ (KAF) est dérivé du filtre biosable (BSF). Le KAF a été conçu pour éliminer l'arsenic de l'eau potable, en plus de lui apporter un traitement microbiologique. L'élimination de l'arsenic est obtenue en plaçant une couche de clous rouillés dans le bassin de diffusion.

Le récipient du filtre peut être fabriqué en plastique ou en béton. Il fait environ 0,9 m de hauteur et 0,3 m de côté ou de diamètre.

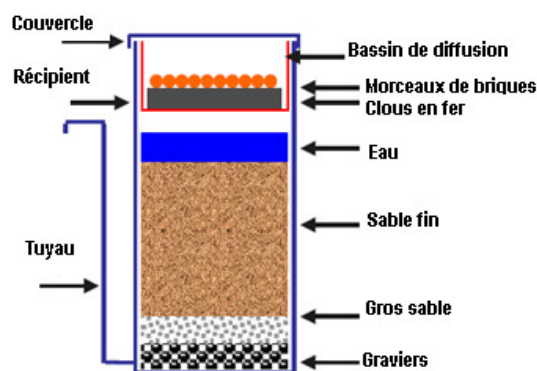
Le récipient est rempli de couches de sable lavé et tamisé et de gravier (aussi appelé média filtrant). Il y a en permanence une couche d'eau de 5 cm au dessus du sable.

Comme dans les filtres à sable lents, une couche biologique de microorganismes, appelée aussi biocouche ou schmutzedecke, se développe à la surface du sable et contribue au traitement de l'eau.

Le bassin de diffusion est rempli de 5 à 6 Kg de pointes de fer non galvanisé destinées à éliminer l'arsenic. Une couche de briques au-dessus des clous empêche leur déplacement lorsque l'eau est versée dans le filtre.

Comment élimine-t-il la contamination ?

L'arsenic de l'eau est rapidement absorbé par la rouille sur les clous en fer. La rouille et l'arsenic se détachent des clous, puis sont récupérés et retenus par le filtre à sable. Il s'agit d'une rétention très solide : il a été démontré que la resuspension de l'arsenic dans l'eau ou sa remobilisation depuis les déchets lors du nettoyage du filtre étaient négligeables.



Coupe transversale du Filtre à Arsenic Kanchan™

D'autre part, les éléments pathogènes, le fer et les matériaux en suspension sont éliminés de l'eau par une combinaison de processus biologiques et physiques. Ceux-ci se produisent à la fois au sein de la

Fiche Technique : Traitement et stockage de l'eau à domicile - Elimination de l'Arsenic: complexation de surface

biocouche et du lit de sable. Parmi ces processus, on trouve : piégeage mécanique, adsorption/attraction, prédation et mort naturelle.

Fonctionnement

L'eau contaminée est versée dans le haut du filtre par intermittence. Elle passe lentement dans le diffuseur, et filtre dans la biocouche, le sable et le gravier. L'eau traitée s'écoule naturellement par le déversoir.

Les clous rouillés sont essentiels à l'élimination de l'arsenic. Ils doivent être répartis uniformément afin d'éviter que l'eau ne court-circuite. Une couche de fragments de brique au-dessus des clous évite qu'ils ne se déplacent lorsque l'eau est versée dans le filtre. Les utilisateurs doivent aussi verser l'eau dans le filtre lentement et avec précaution, afin d'éviter que les clous ne bougent.

La biocouche est le composant clé du filtre pour l'élimination des éléments pathogènes ; sans elle, le filtre est considérablement moins efficace. La biocouche peut mettre jusqu'à 30 jours à se former, en fonction de la qualité de l'eau versée et de la fréquence d'utilisation.

L'eau du filtre peut être utilisée pendant les premières semaines, alors que la biocouche se forme, mais il est recommandé de la désinfecter durant cette période — ainsi que pendant l'utilisation courante.

La biocouche a besoin d'oxygène pour survivre. Lorsque l'eau coule dans le filtre, l'oxygène dissous dedans est apporté à la biocouche. Durant les périodes de pause, lorsque l'eau ne circule pas, l'oxygène est obtenu de l'air.

Lors d'une installation et d'un fonctionnement correct du filtre biosable, il y a une hauteur d'eau d'environ 5 cm au dessus du sable durant les périodes de pause. Une profondeur d'eau supérieure à 5 cm entraîne une moindre diffusion de l'oxygène dans la biocouche. Une couche d'eau inférieure à 5 cm peut rapidement s'évaporer sous un climat chaud et entraîner l'assèchement de la biocouche.

Une période de pause est nécessaire entre les utilisations afin de laisser aux microorganismes de la biocouche le temps d'absorber les agents pathogènes présents dans l'eau. Les utilisateurs doivent attendre au moins une heure après que toute l'eau ait été filtrée avant de remplir le filtre à nouveau. Il est conseillé d'utiliser le filtre tous les jours ; cependant les utilisateurs peuvent laisser passer 48 heures au maximum entre les cycles.

Le KAF a été conçu pour atteindre un taux de charge (débit par mètre carré de zone de filtration) dont l'efficacité a été reconnue dans le cadre de tests en laboratoire et sur le terrain. Ce taux de charge du filtre a été établi à un maximum de 600 litres/heure/mètre².

Le débit recommandé pour le KAF en béton de CAWST Version 10 est de 0,4L/minute, mesuré lorsque le réservoir d'admission est plein. Si le débit est beaucoup plus rapide, le filtre peut devenir moins efficace dans l'élimination des agents pathogènes. Si l'écoulement est plus lent, l'utilisateur risque de s'impatienter et de ne pas utiliser le filtre bien que celui-ci élimine efficacement les agents pathogènes. Dans la mesure où le débit est déterminé par la taille des grains de sable, il est important de sélectionner, tamiser et laver le sable correctement.

Le KAF nécessite une maintenance lorsque le débit baisse jusqu'à atteindre un niveau inadapté à un usage domestique. Ceci est effectué par une simple opération de 'mélange et vidange' de la couche supérieure du sable, et ne prend que quelques minutes.

Le tuyau d'évacuation doit également être nettoyé régulièrement avec de l'eau et du savon ou une solution chlorée.

L'eau traitée doit être récupérée par l'utilisateur dans un réservoir propre placé sur un bloc ou un support de sorte que l'ouverture du récipient se trouve juste sous le tuyau d'évacuation, afin de minimiser les risques de nouvelle contamination.

Fiche Technique : Traitement et stockage de l'eau à domicile - Elimination de l'Arsenic: complexation de surface

Critères de choix de la source d'eau

- Turbidité < 50 NTU

Efficacité du traitement

	Bactéries	Virus	Protozoaires	Helminthes	Turbidité	Fer	Arsenic
Labo	Jusqu'à 96.5% ^{1,2}	70 à >99% ³	>99.9% ⁴	Jusqu'à 100% ⁵	95% à <1 NTU ¹		
Terrain	87.9 à 98.5% ^{6, 7,8}			Jusqu'à 100% ⁵	80 à 95% ^{7, 9, 10,11}	90 à 99% ^{9, 10,11}	85 à 95% ^{9, 10,11}

1 Buzunis (1995)

2 Baumgartner (2006)

3 Stauber et al. (2006)

4 Palmateer et al. (1997)

5 Non étudié. Cependant les helminthes sont trop gros pour passer à travers le sable, on suppose donc que le taux d'élimination peut atteindre 100%.

6 Earwaker (2006)

7 Duke & Baker (2005)

8 Sharma (2005)

9 Ngai et al. (2006)

10 Ngai et al. (2007)

11 Uy et al. (2008)

- L'efficacité du traitement présentée dans le tableau ci-dessus requiert la présence d'une biocouche ; celle-ci peut mettre jusqu'à 30 jours à se former, tandis que la rouille peut mettre jusqu'à 2 semaines à apparaître sur les clous en fonction de la qualité de l'eau à filtrer et de l'utilisation.
- Le filtre doit être utilisé presque chaque jour pour maintenir la couche biologique (la durée de pause maximum est de 48 heures).
- Pour une performance optimale, l'eau doit garder la même origine. Changer de source d'eau peut entraîner une baisse de l'efficacité du traitement.
- Un nettoyage normal réduira l'efficacité du filtre jusqu'à ce que la biocouche perturbée se reforme.
- L'aspect et la couleur de l'eau traitée sont généralement améliorés.
- Le filtre ne peut pas éliminer les pesticides et les engrais (produits chimiques organiques).
- Il ne peut éliminer le sel, la dureté et le tartre (composés dissous)
- Il ne fournit pas de protection résiduelle pouvant réduire les risques d'une nouvelle contamination.

Critères de fonctionnement

Débit	Volume par cycle	Production d'eau journalière
< 0.4 litres/minute*	12-18 litres	24-36 litres**

Note : les critères de fonctionnement valent pour le filtre biosable en béton, le filtre en plastique peut avoir des paramètres différents.

* 0.4 litres/minute est le débit maximal recommandé pour le filtre biosable en béton de CAWST version 10. Le débit réel va varier entre les cycles de nettoyage du filtre et selon les filtres.

Fiche Technique : Traitement et stockage de l'eau à domicile - Elimination de l'Arsenic: complexation de surface

** Basée sur 2 cycles par jour, garantissant une élimination efficace de l'arsenic.

- Une période d'inactivité est nécessaire entre les utilisations pour donner aux microorganismes de la biocouche le temps de consommer les agents pathogènes de l'eau, ainsi que pour permettre aux clous de rouiller correctement.
- La durée d'inactivité recommandée est de 6 à 12 heures, avec un minimum d'une heure et un maximum de 48 heures.

Robustesse

- Il n'y a pas d'élément mobile ou mécanique pouvant casser.
- Dans le modèle en béton, la tuyauterie est enchâssée dans le béton, ainsi protégée contre la casse et les fuites.
- On sait que le béton peut durer plus de 30 ans.
- Les filtres en béton sont lourds (70-75 Kg pour la version à paroi fine, et 135 Kg pour la version à paroi épaisse).
- De mauvaises conditions de transport des filtres en béton peuvent conduire à l'apparition de fissures et/ou de fêlures.
- Les filtres ne doivent pas être déplacés après leur installation.
- Les fissures peuvent parfois être réparées.

Estimation de la durée de vie

- Sans limite ; les filtres biosables fonctionnent encore de manière satisfaisante après plus de 10 ans.
- Couvercles et diffuseurs peuvent avoir à être remplacés.
- Les clous doivent être remplacés tous les 2 à 3 ans afin d'assurer une élimination effective de l'arsenic.

Conditions de fabrication :

Fabricants mondiaux :

- Des plans de moules sont disponibles gratuitement à CAWST.

Production locale (pour le KAF en béton) :

- La production locale de filtres en béton est courante.
- Les moules pour les filtres en béton peuvent être empruntés, loués, achetés ou construits sur place.
- Les filtres en béton peuvent être coulés dans un site de production local, ou au sein de la communauté.
- Le sable et le gravier du filtre peuvent être préparés (tamisés et lavés) sur place ou à proximité.

Matériaux (pour le KAF en béton) :

- Moule en acier
- Ciment, sable et gravier
- Gravier et sable pour le filtre
- Tuyau d'évacuation en cuivre ou en plastique
- Métal ou plastique pour le bassin de diffusion

Fiche Technique : Traitement et stockage de l'eau à domicile - Elimination de l'Arsenic: complexation de surface

- 5 à 6 Kg de clous en fer non galvanisé
- Métal ou bois pour le couvercle
- L'eau est nécessaire au mélange du ciment, ainsi que pour laver le sable et le gravier du filtre.
- Différents outils pour la construction et l'installation (ex : clés, écrous, boulons)

Installations pour la fabrication (pour le KAF en béton) :

- Un atelier est nécessaire à la construction du filtre

Main-d'œuvre (pour le KAF en béton) :

- Soudeur qualifié pour la fabrication des moules
- Tout le monde peut être formé à la construction et l'installation du filtre
- Les occupants des foyers peuvent aider en construisant leurs propres filtres.

Risques (pour le KAF en béton) :

- Travailler avec du ciment et des moules lourds peut être dangereux, des mesures de sécurité adéquates doivent être prises.
- Les filtres en béton sont lourds et difficiles à déplacer et transporter.

Condition d'entretien :

- Nécessaire lorsque le débit diminue jusqu'à un niveau inapproprié à un usage domestique.
- L'opération de mélange et vidange de la couche supérieure du sable est simple, ne prend que quelques minutes, et peut être effectuée par les utilisateurs.
- La fréquence du mélange et vidange dépend de la turbidité de l'eau utilisée.
- Le robinet, le couvercle et le diffuseur doivent être nettoyés régulièrement.

Coûts

Type de Filtre	Coût d'investissement	Coûts d'exploitation	Coût de remplacement
Béton	US\$12-40	US\$0/an	US\$0
Plastique	US\$75 ¹	US\$0/an	US\$0

Note : Le programme, le transport et les coûts de formation ne sont pas inclus. Les coûts pourront varier d'un endroit à l'autre.

¹ Les prix n'incluent pas le transport du réservoir, les frais d'expédition, les coûts de compensation et associés.

Autres

- Le choix et la préparation du sable et des clous en fer sont essentiels pour garantir le débit et le traitement.
- Les filtres ne doivent pas être déplacés après leur installation.

Références

Buzunis, B. (1995). Intermittently Operated Slow Sand Filtration: A New Water Treatment Process', Department of Civil Engineering, University of Calgary, Canada.

Baumgartner, J. (2006). The Effect of User Behavior on the Performance of Two Household Water Filtration Systems. Masters of Science thesis. Department of Population and International Health, Harvard School of Public Health. Boston, Massachusetts, USA.

Fiche Technique : Traitement et stockage de l'eau à domicile - Elimination de l'Arsenic: complexation de surface

Duke, W. and D. Baker (2005). The Use and Performance of the Biosand Filter in the Artibonite Valley of Haiti: A Field Study of 107 Households, University of Victoria, Canada.

Earwaker, P. (2006). Evaluation of Household BioSand Filters in Ethiopia. Master of Science thesis in Water Management (Community Water Supply). Institute of Water and Environment, Cranfield University, Silsoe, United Kingdom.

Elliott, M., Stauber, C., Koksai, F., DiGiano, F., and M. Sobsey (2008). Reductions of E. coli, echovirus type 12 and bacteriophages in an intermittently operated 2 household-scale slow sand filter. *Water Research*, Volume 42, Issues 10-11, May 2008, Pages 2662-2670.

Ngai, T., Murcott, S. and R. Shrestha (2004). Kanchan Arsenic Filter (KAF) – Research and Implementation of an Appropriate Drinking Water Solution for Rural Nepal. *[Note : Ces tests ont été effectués sur un filtre biosable en plastique]*

Ngai, T., Shrestha, R., Dangol, B., Maharjan, M. and S. Murcott (2007). Design for Sustainable Development – Household Drinking Water Filter for Arsenic and Pathogen Treatment in Nepal. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. Vol A42 No 12 pp 1879-1888

Palmateer, G., Manz, D., Jurkovic, A., McInnis, R., Unger, S., Kwan, K. K. and B. Dudka (1997). Toxicant and Parasite Challenge of Manz Intermittent Slow Sand Filter. *Environmental Toxicology*, vol. 14, pp. 217- 225

Sharma, D. (nd) Kanchan Arsenic Filter: Removal of Total Coliform of Gem505 model, 4 weeks daily study. Bachelor of Science Thesis, Environmental Science, Kathmandu University, Nepal.

Stauber, C., Elliot, M., Koksai, F., Ortiz, G., Liang, K., DiGiano, F., and M. Sobsey (2006). Characterization of the Biosand Filter for Microbial Reductions Under Controlled Laboratory and Field Use Conditions. *Water Science and Technology*, Vol 54 No 3 pp 1-7.

Uy, D., Chea, S., Mao, S., Ngai, T. and T. Mahin (2008). Kanchan Arsenic Filter - Evaluation of Applicability to Cambodia - Phase I Technical Report. Cambodian Ministry of Rural Development and the Institute of Technology of Cambodia.

Informations supplémentaires

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology) : www.cawst.org

Environment and Public Health Organization (ENPHO) :
www.enpho.org/drinking_water_quality.htm

Massachusetts Institute of Technology (MIT) :
http://web.mit.edu/watsan/tech_hwts_chemical_kanchanarsenicfilter.html

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Wellness through Water.... Empowering People Globally

Calgary, Alberta, Canada

Site Web : www.cawst.org

Email : cawst@cawst.org

Dernière mise à jour: octobre 2009, traduit en français en juin 2010