



RÉPUBLIQUE D'HAÏTI  
**DINEPA**

Direction Nationale  
de l'Eau Potable  
et de l'Assainissement

## FICHE TECHNIQUE

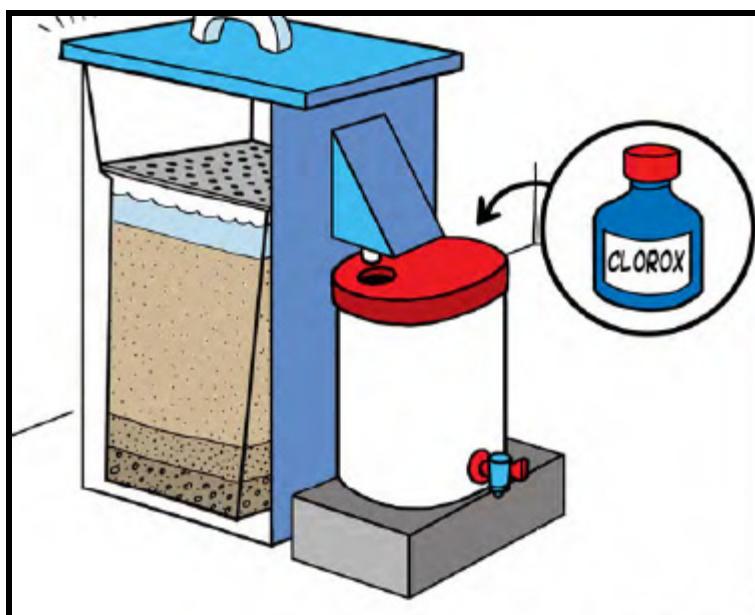
### FILTRES À SABLE LENT

Code : 1.1.1 FIT 2

Date de rédaction : 17 juillet 2012

Version : 11 septembre 2013

Version validée par le COPIL



## Note aux lecteurs

Les prescriptions techniques générales s'appliquent aux opérations à réaliser en Haïti et relevant du champ de compétence de la Direction Nationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (DINEPA). Elles constituent un référentiel, certaines à portée réglementaire, nationale, technique et sectorielle, d'autres ayant un rôle d'information et de support complémentaire.

Les documents à portée réglementaire, nationale, technique et sectorielle sont :

- **Les Fascicules Techniques** indiquant les principes obligatoires et les prescriptions communes à une sous thématique technique ;
- **Les Directives Techniques** prescrivant les règles minimales imposées pour la conception et la réalisation ainsi que la gestion d'ouvrages spécifiques.

Tout propriétaire et/ou réalisateur est tenu de respecter au minimum les prescriptions qui y sont indiquées. Toute dérogation devra faire l'objet d'une autorisation au préalable et par écrit de la DINEPA.

Les documents ayant un rôle d'information et de support complémentaire, sont :

- Les fiches techniques et Guides techniques présentant ou décrivant des ouvrages ou des actions dans les différentes thématiques ;
- Les modèles de règlements d'exploitation ou de gestion ;
- Les modèles de cahiers des clauses techniques particulières, utilisables comme « cadres - type » pour les maîtres d'ouvrages et concepteurs ;
- Divers types de modèles de documents tels que procès verbaux des phases de projet, modèles de contrat ou de règlement, contrôle de bonne exécution des ouvrages, etc.

Ces documents ayant un rôle d'information et de support complémentaire sont compatibles avec la réglementation imposée et peuvent préciser la compréhension des techniques ou fournir des aides aux acteurs.

Le présent référentiel technique a été élaboré en 2012 et 2013 sous l'égide de la DINEPA, par l'Office International de l'Eau (OIEau), grâce à un financement de l'UNICEF.

Dépôt légal 13-11-443 Novembre 2013. ISBN 13- 978-99970-51-02-8.

Toute reproduction, utilisation totale ou partielle d'un document doit être accompagnée des références de la source par la mention suivante : *par exemple* « extrait du référentiel technique national EPA, République d'Haïti : *Fascicule technique/directives techniques/etc. 2.5.1 DIT1* (projet DINEPA-OIEau-UNICEF 2012/2013) »

Illustrations (page de garde) : Source: CAWST - *The Centre for Affordable Water and Sanitation Technology* ([www.cawst.org](http://www.cawst.org))

## Sommaire

1. Contexte .....	4
2. Le filtre à sable de prétraitement .....	4
3. Filtre à sable lent .....	5
4. Principe de fonctionnement des filtres à sable lent .....	6
4.1. Description du dispositif .....	6
4.2. Choix du sable : .....	7
4.3. Principes du traitement.....	7
5. Mode d'emploi du filtre à sable lent familial .....	8
5.1. Mise en œuvre du filtre.....	8
5.2. Utilisation quotidienne .....	8
5.3. Entretien et maintenance .....	9
5.3.1. Eau brute utilisée.....	9
5.4. Performances et limites d'utilisation .....	10
5.4.1. Avantages de ce procédé.....	10
5.4.2. Des limites préjudiciables .....	10
5.4.3. Adaptation du filtre à sable biologique pour le traitement de l'Arsenic.....	11
6. Sources.....	12

## 1. Contexte

### Rappel :

La turbidité (UNT ou NTU) est l'unité néphélobométrique ou unité de turbidité. Elle mesure l'aspect « trouble » ou « transparent » d'une eau.

Si le filtre à sable lent semble être une solution revêtant de nombreuses qualités, son application en conditions réelles d'utilisation par les bénéficiaires est inégale. L'objet du présent document est de résumer les caractéristiques de ce mode de traitement. Les recommandations concernant le traitement de l'eau à domicile se trouvent dans le Fascicule Technique portant sur le *Traitement de l'eau à domicile* (1.1.1 FAT1).

## 2. Le filtre à sable de prétraitement

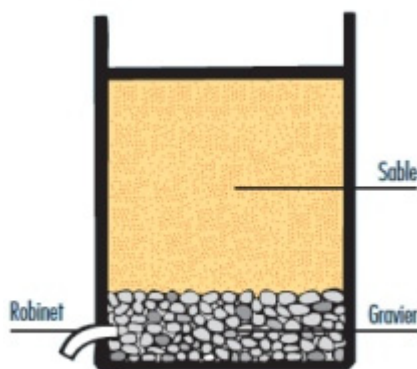


Figure 1 - Traitement et stockage sûr de l'eau à domicile dans les situations d'urgence - Croix-Rouge

Le filtre à sable et le filtre à sable lent ne doivent pas être confondus : leurs principes de fonctionnement et leurs effets de traitement sont tout à fait différents. L'objet du présent paragraphe est le filtre à sable, utilisé comme un prétraitement. Celui-ci sert à extraire les matières en suspension les plus volumineuses de l'eau. C'est donc principalement un abattement de la turbidité qui est visé par effet de « tamisage » des impuretés.

A contrario le filtre à sable lent fonctionne sur un traitement biologique (cf. chapitre suivant).

Le filtre, utilisé comme prétraitement pour réduire la turbidité, est très simple à mettre en œuvre. Mais seul, il ne permet qu'un traitement sommaire de l'eau.

Il s'agit d'un récipient, souvent un simple bac de béton pourvu d'un robinet ou d'un moyen de vidange, rempli d'une couche de graviers plutôt fins et d'une couche beaucoup plus importante de sable. On verse l'eau à traiter sur le dessus, et il suffit de la recueillir au bas du récipient.

Le sable utilisé aura de préférence une teneur en silice la plus élevée possible (éviter les sables calcaires) et être de préférence roulé que concassé. La granulométrie du sable doit être homogène et de taille effective (d10) 0,95 mm.

Son homogénéité est importante : on tolérera pour le matériau passant par le tamis dont l'ouverture est égale à 66% de celui des d10, représentent au maximum 1% (m/m), et les particules ne passant pas par le tamis dont l'ouverture est égale à 180% de celui des d10 représentent au maximum 5%.

S'il est efficace pour réduire la turbidité, son impact sur la bactériologie est faible à nul. Il ne sera utilisé qu'en prétraitement d'autres méthodes de désinfection (chloration, ébullition).

**Attention** : un sable calcaire ne doit pas être utilisé ! Il serait dissous par l'eau et ne jouerait plus son rôle de support bactérien.

### 3. Filtre à sable lent



Figure 2 - Filtres à sable familiaux en béton, modèle de Pure Water for Haïti

Le filtre à sable lent, également appelé biosand filter, soit filtres à « bio-sable » ou filtre à sable biologique, est utilisé pour le traitement de l'eau potable et ne doit pas être confondu avec les procédés de biofiltration utilisés en épuration des eaux usées. Cette technologie existe également pour le traitement collectif de l'eau potable.

Il se caractérise par le développement de bactéries qui vont consommer la pollution pour se nourrir : c'est ce que l'on nommera la couche biologique ou « schmutzdecke ». Le niveau de l'eau étant maintenu constant à l'intérieur du filtre, la couche biologique se développe et grossit sur la première épaisseur du sable.

C'est cette technique de filtration lente qui est détaillée dans le présent document.

## 4. Principe de fonctionnement des filtres à sable lent

### 4.1. Description du dispositif

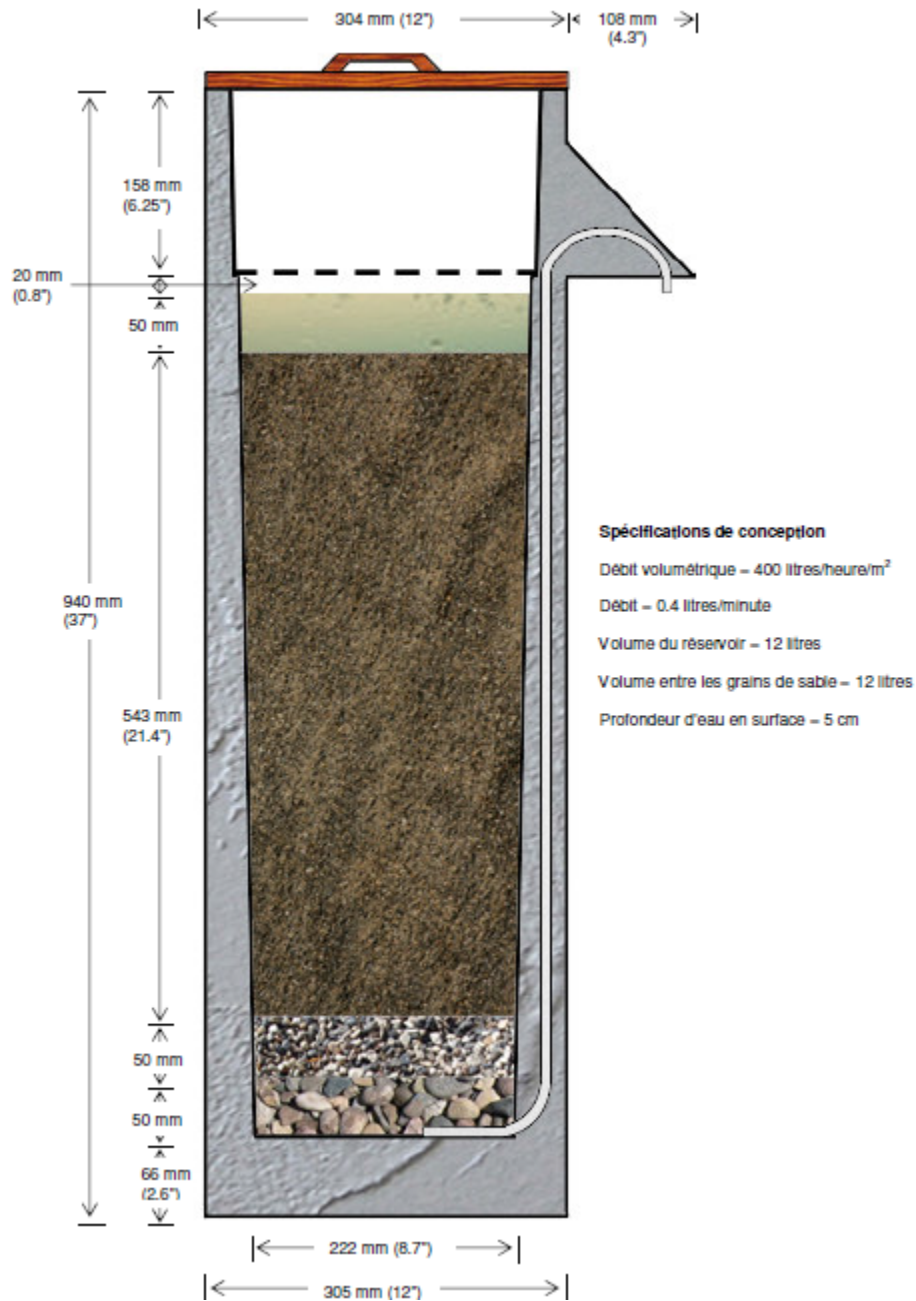


Figure 3 - Matériaux constituant un filtre à sable lent,  
Source : CAWST, (Mai 2010), *Manuel du filtre biosable*

Le filtre à sable lent est, en général, un réservoir d'une hauteur d'un peu moins d'un mètre et de largeur et profondeur d'environ 30 cm, rempli de sable ( $\leq 0,7$  mm). Une plaque poreuse (dite « diffuseur ») est placée au-dessus du sable pour empêcher tout creusement de la couche biologique quand on ajoute de l'eau. L'eau s'écoule à travers du sable fin. Le bas du filtre est composé d'une couche de sable grossier (0,7 – 6 mm) et d'une couche de graviers plus grossiers (6 mm – 12 mm). Un tuyau en PVC remonte jusqu'à la hauteur du haut de la couche de sable, afin de maintenir le

niveau d'eau constant à l'intérieur du filtre. On verse simplement de l'eau sur le dessus du dispositif et on recueille l'eau traitée à la sortie.

Le dispositif peut être construit avec du béton, un matériau relativement disponible et bon marché. Le volume d'eau traitée peut être de 20 à 60 litres par jour. Il doit être équipé d'un couvercle protégeant le filtre de pollutions extérieures et protégeant la couche biologique du soleil. La conduite de sortie de l'eau traitée est en polyéthylène ou vinyle de diamètre compris entre 6 et 9 mm (1/4" à 3/8") sans pliage (qui réduirait le diamètre). Le départ de la conduite de distribution se situe à raz du fond du filtre.

#### **4.2. Choix du sable :**

Le sable concassé est le plus recommandé : il est propre et les grains, peu uniformes facilitent le développement du film bactérien. Le tamisage et le lavage doivent être effectués avec soin.

Le sable de rivière peut être contaminé par des pathogènes et contient des matières organiques (par exemple des feuilles, des branches). Il peut néanmoins être désinfecté (chlore abondamment rincé après désinfection ou soleil) avant son utilisation dans le filtre. La désinfection va tuer les pathogènes, mais ne supprimera pas toute la matière organique. Le sable de plage contient habituellement du sel, des matières organiques et d'autres contaminants qui peuvent polluer l'eau filtrée.

Le sable calcaire n'est pas recommandé. Il serait dissous par l'eau et ne jouerait plus son rôle de support bactérien.

#### **4.3. Principes du traitement**

Les agents pathogènes et les matières en suspension sont éliminés par un processus biologique et physique qui se produisent à la fois dans la couche biologique et dans le lit de sable. Ces processus comprennent : le piégeage mécanique, l'adsorption / attraction, et la consommation par les bactéries :

- ✚ Piégeage mécanique : les sédiments, les kystes et les parasites sont retenus dans les espaces entre les grains de sable. Au fil du temps les espaces se réduisent et la taille des particules retenues est de plus en plus petite, dans la partie supérieure du lit de sable. Le filtre peut éliminer certains composés inorganiques et matières dissoutes lorsque ceux-ci ont formé des complexes de plus grosse taille.
- ✚ Adsorption : Les virus « se collent » sur les parois des grains de sable par liaison chimique, on parle d'adsorption. Une fois fixés, ils sont consommés par les bactéries ou sont inactivés par les produits chimiques antiviraux produits par les organismes dans le filtre. Certains composés organiques sont également adsorbés dans le sable et donc éliminés de l'eau.
- ✚ Prédation : Les micro-organismes au sein de la couche biologique consomment les bactéries et autres agents pathogènes présents dans l'eau, offrant ainsi un traitement bactériologique très efficace.

L'oxygène dissous est indispensable au développement de la couche biologique. Lorsque l'eau coule à travers le filtre, l'oxygène dissous est fourni par son écoulement. Lorsque l'eau ne circule pas, l'oxygène provient de la diffusion de l'air. L'ouvrage doit donc assurer environ 5 cm d'eau au dessus du sable pendant les périodes de pause. Cette épaisseur d'eau assure une bonne diffusion de l'air sans risquer de s'assécher par évaporation. C'est une caractéristique indispensable à ce type d'ouvrage pour que la couche biologique se développe correctement.

## 5. Mode d'emploi du filtre à sable lent familial

### 5.1. Mise en œuvre du filtre

Après son installation, le filtre doit former sa couche biologique, qui effectuera le traitement. Sans elle, le filtre élimine environ 30-70% des pathogènes par piégeage mécanique et adsorption.

La couche biologique idéale augmentera l'efficacité du traitement jusqu'à 99% d'élimination des pathogènes. Elle peut mettre jusqu'à 30 jours pour se former complètement. Pendant ce temps, l'efficacité d'élimination et la demande en oxygène augmentent proportionnellement au développement de la couche biologique. La couche biologique n'est PAS visible – ce n'est pas un gel vert visqueux sur le dessus du sable. Le sable de filtration peut prendre une couleur plus sombre, mais cela est dû aux matières en suspension piégées.

L'eau du filtre peut être utilisée pendant les premières semaines alors que la couche biologique s'établit, mais une désinfection est comme toujours recommandée durant cette période.

### 5.2. Utilisation quotidienne

Tous les utilisateurs, y compris les enfants, doivent savoir comment et pourquoi le filtre fonctionne et comment l'utiliser et l'entretenir. Les enfants sont souvent les principaux utilisateurs du filtre. Une utilisation appropriée inclut les pratiques suivantes:

- Utiliser le filtre au moins une fois tous les 1-2 jours, de préférence 2-4 fois par jour
- Utiliser la même source d'eau chaque jour afin d'améliorer l'efficacité du traitement
- Utiliser la meilleure source d'eau (la moins contaminée) disponible - plus l'eau de source est propre, plus l'eau traitée le sera
- La turbidité de l'eau de source doit être inférieure à 50 NTU. Si elle est plus trouble, il faut la laisser sédimenter ou la filtrer avec un tissu avant de l'utiliser dans le filtre biosable
- Le diffuseur doit toujours être en place au moment de verser l'eau dans le filtre – Ne versez jamais d'eau directement sur la couche de sable. Versez l'eau lentement dans le filtre
- Le couvercle doit toujours être conservé sur le filtre
- Une épaisseur d'eau doit toujours couvrir le sable (de 2 à 5 cm environ, mais pas davantage)
- Utiliser un récipient séparé pour la collecte d'eau à la source
- Utiliser un récipient séparé pour le stockage sûr – idéalement un bokit équipé d'un robinet et d'un couvercle, il doit avoir les qualités suivantes:
  - Un couvercle solide et bien ajusté
  - Un robinet ou une petite ouverture
  - Une base stable pour qu'il ne bascule pas
  - Durable et résistant
  - Ne doit pas être transparent (pas voir au travers)
  - Facile à nettoyer
  - Stocker l'eau traitée hors sol dans un endroit ombragé dans la maison
  - Stocker l'eau traitée loin de petits enfants et des animaux
  - Boire l'eau traitée dans les plus brefs délais, de préférence le même jour
  - L'eau doit toujours pouvoir couler hors du filtre. NE PAS brancher un robinet ou un raccord au tuyau. Brancher le tuyau de sortie pourrait augmenter le niveau d'eau dans le filtre, ce qui peut tuer la couche biologique en raison du manque d'oxygène. Mettre un raccord ou autre chose sur le tuyau de sortie peut également siphonner ou drainer l'eau dans le filtre, abaissant le niveau d'eau sous le sable et séchant le filtre



- NE PAS conserver d'alimentation à l'intérieur du filtre. Certains utilisateurs veulent conserver leur nourriture sur le diffuseur parce que c'est un endroit frais. L'eau dans la partie supérieure du filtre est contaminée ce qui va également contaminer les aliments. De plus, la nourriture attire les insectes dans le filtre

- L'eau filtrée devrait toujours être désinfectée pour assurer une plus grande qualité

### **5.3. Entretien et maintenance**

Les pièces fragiles (plastiques, notamment) sont coulées dans le béton, il n'y a donc pas de risque de casse des conduites ou des robinets. Les filtres sont très lourds (70 à 75 kg) et ne doivent donc pas être déplacés après leur installation.

L'entretien est nécessaire lorsque le débit du filtre devient trop faible, soit environ une fois par mois. L'eau s'écoule de plus en plus lentement au fur et à mesure qu'on l'utilise. Lorsque le traitement devient trop lent, il faut nettoyer et/ou remplacer le sable.

Pour nettoyer le filtre, la surface du sable doit être agitée, ce qui remet en suspension les particules retenues lors de la filtration. L'eau sale peut alors être facilement jetée en utilisant un petit récipient. Le processus peut être répété autant de fois que nécessaire pour retrouver le débit souhaité. La fréquence de cet entretien dépend de la quantité et la qualité de l'eau ayant traversé le filtre, en particulier la turbidité de cette eau. La sortie, le couvercle et le diffuseur doivent être nettoyés régulièrement.

Si on peut nettoyer le couvercle ou l'extérieur du filtre avec un détergent, il ne faut pas employer de désinfectant sur le sable : cela rendrait inopérant le fonctionnement du filtre biologique.

Le sable devra être renouvelé en partie une fois par an. Il s'agit d'enlever les premiers centimètres de sable (2 à 5 cm), puis remettre le filtre en fonctionnement. Lorsque l'épaisseur du lit filtrant est réduite à 60 cm, il faut recharger le filtre en rajoutant du sable propre.

Le développement et l'entretien de la membrane biologique se font dans des conditions particulières : elle doit toujours être sous l'eau et le flux doit être continu et lent. Il est donc important de dimensionner le filtre en fonction des besoins (relation débit/surface) et de mettre en place un système de régulation de débit pour contrôler le niveau et la vitesse de passage de l'eau dans le filtre. Lorsque ces conditions sont remplies, la membrane biologique se développe en 2 à 3 semaines.

Le débit recommandé pour le filtre est de 0,6 litre par minute lorsque le réservoir d'entrée est plein d'eau. Si le débit est plus élevé, le filtre peut devenir moins efficace pour éliminer les agents pathogènes. Si le débit est plus faible, l'utilisateur peut s'impatienter et ne pas utiliser le filtre, même si le filtre fonctionne correctement. La granulométrie du sable et son entretien sont donc essentiels.

#### **5.3.1. Eau brute utilisée**

L'eau traitée dans un filtre à sable lent doit respecter les exigences suivantes :

- ✚ L'eau utilisée doit être d'une qualité stable et l'utilisation du filtre doit être régulière
- ✚ Les eaux de ruissellement n'entrent pas dans le filtre, au risque de colmater le filtre plus rapidement
- ✚ Les eaux contaminées par une pollution dissoute (insecticides, herbicides, métaux lourds, polluants industriels, chlore ou sel par exemple) ne doivent pas être utilisées dans le filtre.

On se référera au Fascicule Technique relatif au Traitement de l'Eau à Domicile (1.1.1 FAT1) pour les recommandations minimales pour l'eau de boisson.

## **5.4. Performances et limites d'utilisation**

### **5.4.1. Avantages de ce procédé**

Ce traitement est efficace contre les bactéries. Il permet de traiter la turbidité, le fer, le manganèse ou encore l'arsenic. Concernant, l'arsenic, un dispositif particulier peut être ajouté au filtre à sable. Ce dispositif est décrit au 5.4.3 Toutefois, si une ressource contient de l'arsenic il reste préférable de changer de ressource plutôt que de choisir ce traitement.

Aucun intrant n'est nécessaire, ni électricité, ni produits chimiques, à l'exception du sable nécessaire au renouvellement du support filtrant. Les coûts engendrés sont, en conséquence, très faibles.

L'ouvrage, s'il est en béton, est très robuste, simple à fabriquer localement. On peut fabriquer un moule métallique et produire de nombreux filtres identiques en ciment sans nécessiter de fortes compétences. En outre, les bénéficiaires peuvent participer à la fabrication des filtres. Des appareils préfabriqués en matière plastique existent mais sont plus fragiles et présentent donc moins d'intérêt en Haïti.

Son aptitude à apporter une amélioration simultanée des qualités physiques, chimiques et bactériologiques de l'eau brute représente un avantage considérable par rapport à d'autres techniques : celui d'accéder à une qualité d'eau satisfaisante sans rajouter d'autres étapes dans le processus de purification.

Plusieurs projets ont permis la distribution de filtres semblables auprès de nombreux bénéficiaires en Haïti. Si l'efficacité du traitement est forte sur les bactéries, son effet sur les virus et vibrions (choléra) n'est pas mesuré en Haïti à ce jour.

### **5.4.2. Des limites préjudiciables**

Une eau trop turbide pourrait colmater le filtre : il est déconseillé d'utiliser un filtre lent lorsque la turbidité moyenne est supérieure à 20 NTU. Une turbidité de 150 à 200 NTU peut être acceptable mais sur quelques jours seulement, sous peine de colmatage rapide.

La couche biologique est responsable du traitement. Elle doit être active pour que le procédé ait un effet. Dans les deux à trois premières semaines d'utilisation, la couche biologique n'est pas encore développée et elle n'est pas opérante. L'eau issue de ce filtre n'est pas utilisable à ce stade.

L'alimentation en eau doit être continue et ne pas permettre au filtre de s'assécher.

Par ailleurs, sous certaines circonstances (climat, qualité de l'eau brute) une prolifération de certains types d'algues peut provoquer un colmatage rapide du lit filtrant et par conséquent poser des problèmes d'exploitation. Couvrir les filtres aide à résoudre ce problème si la prolifération prend place dans la couche d'eau surnageante.

Par la suite cette couche poursuit son développement et doit donc être entretenue : si aucun nettoyage du filtre n'est mis en œuvre par le bénéficiaire, non seulement l'appareil se colmate et ne

traite plus l'eau, mais il peut alors « produire » de la pollution : les bactéries, trop nombreuses, sont relarguées dans l'eau à la sortie du filtre.

Cet entretien et le fonctionnement du filtre n'étant pas très intuitif, on constate souvent une mauvaise utilisation chez les bénéficiaires, l'appareil devenant alors totalement inopérant.

L'observation de publics ayant bénéficié de filtres à sable lent en Haïti (2012) montre un manque important d'entretien. Dans aucun des cas observé l'eau traitée n'était exempte de coliformes, dans la majeure partie des cas, l'appareil « produisait » même des bactéries. Toutefois, les résultats précis – nombres, dates, lieux - de cette enquête ne sont pas connus à ce jour ; rendant incertaine la précision de ces résultats. Le filtre à sable lent familial doit donc être compris comme techniquement intéressant, mais devant faire l'objet d'un contrôle régulier dans la période suivant sa mise en œuvre. Cette technique n'est donc retenue que **dans le cas de publics accompagnés et sensibilisés au fonctionnement à l'utilisation quotidienne de cet ouvrage**. Un suivi régulier doit être mis en œuvre par le service ayant conçu les filtres pendant au moins 6 mois.

Ce traitement ne peut pas assurer une eau bactériologiquement pure et **donc il est demandé d'utiliser une désinfection par le chlore après la filtration**.

#### 5.4.3. Adaptation du filtre à sable biologique pour le traitement de l'Arsenic

Le filtre arsenic est une adaptation du filtre biosable. Le filtre a été conçu pour filtrer l'arsenic, en plus de permettre un traitement microbiologique de l'eau. Les informations suivantes proviennent principalement de travaux ayant eu lieu dans différents pays (fact sheet CAWST, 2009) mais leur application concrète en Haïti n'est pas connue à ce jour.

Comme pour le filtre à sable biologique, le récipient est rempli de plusieurs couches de sables et graviers nettoyés et tamisés (aussi appelées masse filtrante). Une couche d'eau stagnante de 5 cm reste au dessus de la couche de sable. De façon similaire aux filtres à sable lents, une couche biologique de microorganismes (aussi connue sous le nom de couche biologique ou bio-couche) se développe à la surface du sable, ce qui contribue au traitement de l'eau.

Pour retirer l'arsenic une couche de clous rouillés est ajoutée dans le diffuseur du filtre. Le diffuseur est rempli de 5 à 6 kg de clous en fer non-galvanisé afin de retirer l'arsenic. Une couche de briques au dessus des clous empêche le déplacement des clous quand l'eau est versée dans le filtre.

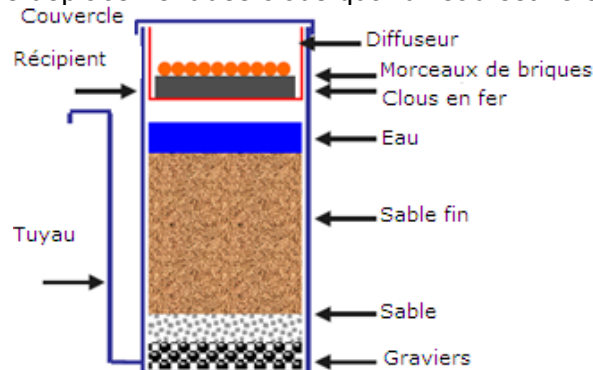


Figure 4 - Coupe transversale d'un filtre à arsenic – type Kanchan™, CAWST, 2009

L'arsenic est absorbé par la rouille sur les clous en fer. La rouille et le fer s'écaillent des clous et sont récupérés dans le filtre à sable. La remise en suspension de l'arsenic dans l'eau, serait négligeable.

## **6. Sources**

CAWST, (Mai 2010), *Manuel du filtre biosable*

CAWST, (Août 2012), *Biosand Filter Construction Manual*

Tommy NGAI, Sophie WALEWJIK, (2003), *The arsenic biosand filter (abf) project: design of an appropriate household drinking water filter for rural nepal*

CAWST, (2009), *Fiche Technique - Traitement et stockage de l'eau à domicile: filtre arsenic Kanchan<sup>TM</sup>*