

Traitement décentralisé de l'eau potable – kls®filter–

Daniel Urfer et Simon Pérusse Fortier, RWB Holding SA, Peter Aepli, Etertub AG

Résumé

Pour un certain nombre d'habitations situées en dehors des zones bâties, le raccordement à un réseau d'eau potable n'est souvent pas rentable au vu des coûts d'investissement du raccordement. Dans de tels cas, l'approvisionnement en eau potable dépend de sources privées. Parmi les types d'habitations concernées, on peut citer les exploitations agricoles, les restaurants-fermes, les alpages, les cabanes du Club Alpin Suisse ou les chalets de montagne.

Le kls®filter permet de traiter des eaux de qualités variables (notamment des sources karstiques) à des fins de production d'eau potable. Il est composé d'une filtration sur gravier et de deux filtrations lentes sur sable. Le filtre ne requiert pas d'électricité, ni de produits chimiques. Il est très simple d'utilisation et d'entretien. Il est facilement adaptable à tous types de situation et peut être implanté n'importe où. Le projet dans son ensemble a reçu un Prix dans le cadre du Swiss Mountain Water Award en 2006 et le Prix du développement durable de la République et Canton du Jura en 2011.

Les résultats sont très probants avec une réduction de la turbidité en dessous du seuil de 1 FTU (MSDA) quelle que soit la turbidité en entrée, ainsi qu'un abattement des microorganismes pathogènes de l'ordre de 3-4-log. Les perspectives d'utilisation de ce système de traitement d'eau sont nombreuses en Suisse et dans les pays en développement. Des recherches complémentaires sont actuellement menées afin d'optimiser la composition des médias filtrants pour améliorer encore la performance du système.

Fig. 1: Le kls®filter et ses applications.

Introduction

Dans l'arc jurassien et les Préalpes, les sources utilisées pour alimenter en eau des habitations isolées sont souvent de type karstique avec une qualité de l'eau fortement influencée par les conditions météorologiques. Pendant les périodes pluvieuses, la turbidité des eaux augmente et celles-ci sont souvent chargées en microorganismes pathogènes (bactéries, virus, etc.). Par conséquent, un traitement de ces eaux est indispensable pour les rendre potables.

Depuis novembre 2002, la ferme du Maran près de St-Ursanne utilise un kls®filter pour

le traitement de l'eau à des fins de production d'eau potable. Ce filtre est composé de trois filtrations successives, à savoir une première filtration sur gravier (Kiesfiltration), suivie de deux filtrations lentes sur sable (LangsamSandfiltration). Cette technique n'utilise ni énergie électrique ni produits chimiques, ce qui est idéal pour une installation de traitement délocalisée.

Revue de la technologie

Un système de filtration sur graviers, suivi par deux filtrations lentes sur sable présente de nombreux avantages comparé

Emplacement du kls®filter au Maran, Saint-Ursanne, JU.

Accès au kls®filter enterré, Maran, Saint-Ursanne, JU.

kls®filter en état de fonctionnement, Maran, Saint-Ursanne, JU.

Détail des compartiments du kls®filter, usine Etertub Bilten, GL.

aux systèmes de traitement classiques. Ces deux procédés sont largement utilisés dans le traitement de l'eau, et la filtration lente représente en fait le plus ancien procédé de traitement d'eau. Le premier filtre à sable lent fut utilisé il y a plus de 200 ans (en 1804) pour traiter l'eau d'une blanchisserie en Ecosse (OMS, 1975). Par la suite, ce procédé a été employé dans de nombreuses villes en Angleterre, en Allemagne, aux Pays-Bas et en Suisse. Les villes de Londres et Zurich traitent encore aujourd'hui une partie de leurs eaux de surface par filtration lente (Boller, 2000 ; Zimmermann, 2000).

- Le filtre a été conçu d'une manière totalement préfabriquée en polyéthylène

(PE), ceci principalement dans un souci de qualité du produit fini et de facilité au niveau de sa mise en place sur le terrain.

- Le kls®filter permet de produire environ 5'000 litres d'eau potable par jour, avec une vitesse de filtration entre 0.45 m/h (filtration sur gravier) et 0.15 m/h (filtration lente sur sable) (IRC, 1998 ; Sandec, 1996).
- Le passage de l'eau d'un compartiment à l'autre se fait simplement par gravité et sans aucun apport d'énergie extérieure. Un trop-plein se trouvant dans le bassin d'eau brute maintient la pression hydrostatique nécessaire pour assurer ce passage.



Fig. 2: Vue en profil des étapes de filtration du kls®filter avec les directions des flux et les granulométries utilisées.

- Le filtre à graviers est un filtre à flux ascendant avec une granulométrie relativement grossière dans les parties inférieures et plus fine dans sa partie supérieure. Ceci a pour effet de favoriser l'accumulation des matières en suspension dans la partie inférieure du filtre. Le rinçage est ainsi plus efficace avec un filtre ascendant qu'avec un filtre descendant (Sandec, 1996).
- La double filtration lente en série offre une grande sécurité quant à la qualité de l'eau traitée et permet un fonctionnement très robuste de ce système multi-barrière.
- Une vanne se trouvant dans le compartiment d'eau traitée sert au réglage du débit du kls®filter, qui constitue le paramètre de fonctionnement principal de ce système. Le débit est en effet directement proportionnel à la vitesse de filtration.

Performances

Les avantages d'une telle technologie sont multiples, mais nous pouvons citer notamment :

- un fonctionnement stable et robuste (système multi-barrière) ;
- un entretien simple et rapide ;

Fig.3: Elimination de la turbidité dans un kls®filter

- un fonctionnement sans électricité et sans produits chimiques (frais de fonctionnement quasi nuls);
- une mise en place simple sur le terrain;
- la garantie de la qualité de l'eau traitée, indépendamment de la qualité de l'eau brute;
- une construction durable et de qualité utilisant des matériaux recyclables;
- et un coût de revient de l'eau entre CHF 0.50 et 1.50 par m³ en fonction des conditions locales (subventions, accès, dimensionnement, etc.).

Des essais pilotes avec une filtration sur graviers (vitesse de filtration de 0.3 m/h) suivie d'une filtration lente (vitesse de filtration de 0.15 m/h) ont montré des réductions de la turbidité en dessous de 1 FTU, pour des valeurs initiales de 101 FTU, et une réduction des bactéries fécales supérieure à 99 %. Nous avons en effet mesuré dans un kls®filter, le 18 octobre 2010, des valeurs entrée/sortie de 135/0 UFC/100ml pour E.Coli, 78/0 UFC/100ml pour les Entérocoques et de 930/3 UFC/100ml pour les germes mésophiles. En général, la littérature indique des réductions de différents microorganismes pathogènes dans la filtration lente de l'ordre de 4-log, correspondant à un abattement de 99.99 % (SANDEC, 1996; IRC, 1998; WVZ, 2000; Cleary, 2004; Karschunke, 2005; Hijnen, 2007).

On remarque en Fig. 3 que la turbidité de l'eau brute est très sensible aux précipitations. Les perturbations sont ensuite fortement atténuées dans l'eau traitée. La turbidité de l'eau traitée reste largement en dessous du seuil légal de 1 FTU, ce qui montre la robustesse du système. Il est à préciser que le décalage entre les pics de turbidité entre les courbes s'explique par le temps de séjour de l'eau dans le filtre.

Développement durable

Responsabilité environnementale

La technologie du kls®filter ne nécessite pas d'électricité et d'utilisation de produits chimiques. Au niveau de son écobilan, ceci se traduit par une réduction des émissions de CO² et par une prévention de contaminations de l'environnement au niveau de l'air, des eaux et du sol. Le procédé de traitement d'eau est également entièrement silencieux et n'utilise que des médias filtrants naturels (graviers de calcaire, sable de quartz, zéolite). Il est entièrement préfabriqué en polyéthylène, matériau léger et totalement recyclable.

Solidarité sociale

Avec la technologie du kls®filter, les zones rurales excentrées pourront bénéficier d'une eau potable de bonne qualité, ce qui permettra de favoriser l'égalité entre les zones rurales et urbaines. L'amélioration de la qualité de l'eau consommée dans

kls®filter test à Porrentruy, JU.

certaines zones éloignées des centres sera bénéfique pour la santé publique. Dans les pays à faibles revenus, où la technologie pourrait être implantée, les impacts sociaux pourront être spectaculaires. En effet, l'élimination des bactéries pathogènes (souvent mortelles) dans l'eau potable favorisera leur éradication, contribuant à l'amélioration de la santé sociale et au renforcement des communautés locales. Pour rappel, la diminution du nombre de personnes sans accès à l'eau potable dans le monde est une priorité absolue pour l'Organisation des Nations Unies (ONU) dans les décennies à venir.

Efficacité économique

Le kls®filter est peu coûteux et ne nécessite que de très faibles coûts d'entretien. Les graviers et sables ont une durée de vie quasi illimitée pour un faible coût et une grande disponibilité. Le prix de revient de l'eau se situe entre CHF 0.50 et CHF 1.50 par m³, ou en moyenne 0.1 centime par litre d'eau potable.

Recherche et développement

Nous menons actuellement des essais sur divers médias filtrants sur notre site de Porrentruy, afin d'optimiser le processus. Ainsi nous avons mis en place un filtre-test dont le deuxième compartiment de filtration lente sur sable est divisé en 4 sous-compartiments (Photo ci-après). Diverses études (Truesdail, 1998; Karschunke, 2005; You et al., 2005; Sukdeb et al., 2006; Noubactep et al., 2010) montrent que les hydroxydes métalliques (aluminium, zinc, fer) ont un pouvoir accru d'adsorption de bactéries pathogènes et facilitent ainsi la désinfection. Il en va de même pour la zéolite à charge superficielle modifiée (Li et al., 1998; Schulze-Makuch, 2002; Hårleman et al., 2009). Cette dernière est une roche poreuse à grande surface de contact dont la charge superficielle a été modifiée, avec pour résultat une plus grande susceptibilité d'adsorption des charges négatives contenues dans les particules naturelles et les enveloppes des microorganismes.

Ainsi les quatre sous-compartiments de recherche en médias filtrants se composent :

1. d'un filtre « blanc » constitué de sable de quartz 0.1-0.3 mm uniquement ;
2. d'une insertion d'une couche de 10 cm d'un mélange de sable de quartz et de fer brut ;
3. d'une insertion d'une couche de 30 cm d'un mélange de sable de quartz et de fer brut ;
4. d'un filtre à zéolite modifiée 0.2-0.5 mm.

Compartiments du kls®filter test à Porrentruy, JU.

Conclusion et perspectives

Le kls®filter est un procédé de traitement de l'eau adapté et durable pour de nombreuses situations, en Suisse et ailleurs sur la planète. La technologie est peu coûteuse en plus d'être facilement adaptable à toute sorte de situations de traitement délocalisé, en Suisse et dans les pays en développement. La préfabrication en polyéthylène recyclable permet une garantie de qualité et de fonctionnement du produit « Swiss made », et les opérations de maintenance sont faciles.

L'optimisation et le futur développement du kls®filter permettront de proposer la meilleure composition de médias filtrants adaptée à chaque situation, sur le plan de la granulométrie, des vitesses de filtration,

de l'ajout d'hydroxydes métalliques ou de l'utilisation de médias à charge inversée. Nous voyons en cette technologie une technique simple et efficace qui a le potentiel de réduire notablement les problèmes d'approvisionnement en eau potable dans les zones difficiles. Actuellement, plusieurs projets sont en cours en Suisse pour l'implantation de kls®filters, que ce soit pour l'approvisionnement en eau pour une ferme, un alpage ou un restaurant d'altitude.

Cette technologie peut également être exportée facilement dans les pays en développement puisqu'elle ne requiert aucune source d'électricité ni de produits chimiques, et que seul un savoir-faire et un entretien minimal sont nécessaires à son bon fonctionnement. L'impact sur la santé publique dans ces régions serait considérable. L'eau est notre bien le plus vital et, parallèlement, la consommation d'eaux non potables est la principale cause de mortalité dans le monde!

Pour plus d'informations:

RWB Holding SA

Route de Fontenais 77
CH - 2900 Porrentruy
Tél. + 41 (0)32 465 81 81
Courriel: danielurfer@rwb.ch

Etertub AG

CH-8865 Bilten
Tél. + 41 (0)55 617 40 50
Courriel: peter.aepli@etertub.com

Bibliographie

Boller M., Wasserversorgung, Teil 2, Notes de cours, ETHZ (2000).

Cleary S.A. et al., Treatment of a variable Turbidity Surface Water with Multistage Slow Sand Filtration, *Proc. AWWA WQTC*, San Antonio, TX, USA (2004).

Hårleman C. et al., The use of a clinoptilolite-based filter in emergency situations, *Desalination* 248, 629-635, (2009).

Hijnen Wim A. M. et al., Removal and fate of *Cryptosporidium parvum*, *Clostridium perfringens* and a small-sized centric diatoms (*Stephanodiscus hantzschii*) in slow sand filters, *Water Research* 41, 2151-2162, (2007).

IRC, International Water and Sanitation Centre, Galvis, G., Latorre, J. and J.T. Visscher, Multi-Stage Filtration: an innovative water treatment technology, IRC, The Hague, Netherlands and CINARA, Cali, Colombia, (1998).

Karschunke Karsten, Nutzung der Eisenkorrosion zur Entfernung von Arsen aus Trinkwasser, genehmigte Dissertation, Technische Universität Berlin (2005).

Li Z., Roy S. and R.S. Bowman, Long term chemical and biological stability of surfactant-modified zeolite, *Environ. Sci. & Technol.*, 32:2628-2632 (1998).

Noubactep et al., Extending Service Life Household Water Filters by Mixing Metallic Iron with Sand, *Clean-Soil, Air, Water* 38, 951-959 (2010)

Organisation Mondiale de la Santé (OMS), La Filtration Lente, par L. Huisman et W.E. Wood, OMS Genève, (1975).

SANDEC, Water and Sanitation in Developing Countries, EAWAG, Surface Water Treatment by Roughing Filters, ISBN 3-908001-67-6, October (1996).

Schulze-Makuch, D. et al., Surfactant modified Zeolite can protect Drinking Water Wells from Viruses and Bacteria, *Eos*, Volume 83, number 17, (2002).

Sukdeb Pal et al., Removal of *E. coli* from Water Using Surface-Modified Activated Carbon Filter Media and Its Performance over an Extended Use, *Environ. Sci. Technol.* 40, 6091-6097, (2006).

Tuesdail S. E. et al., Analysis of Bacterial Deposition on Metal (Hydro) oxide-Coated

Sand Filter Media, *Journal of Colloid and Interface Science* 203, 369-378 (1998).

WVZ, Service des Eaux de Zürich, Zusammenstellung bakteriologischer Untersuchungen Quellwasser-Minifilter, unveröffentlichte Resultate, (2000).

You Y. et al., Removal and Inactivation of Waterborne Viruses using Zerovalent Iron, *Environ. Sci. Technol.* 39, 9263-9269, (2005)

Zimmermann U., Die Langsamsandfiltration, altbewährt und modern einsetzbar, *GWA*, 80:1:45, (2000).

Campagne d'information des services cantonaux de l'énergie et de l'environnement sur les micropolluants

Pour protéger nos eaux contre les micropolluants :

- choisir des produits plus naturels
- doser au plus juste
- se passer des substances inutiles



La Confédération lance un vaste programme d'amélioration de l'efficacité du traitement des eaux usées. Elle va participer au financement de nouvelles installations dites «quaternaires» chargées de traiter et de réduire, par un traitement spécifique, les très nombreux micropolluants (substances chimiques en très faibles traces) que nous déversons tous les jours dans les égouts à travers nos gestes quotidiens. Ces substances sont parfois très difficiles à éliminer et peuvent se retrouver dans l'eau que nous consommons, ou affecter la vie aquatique. Même s'ils s'y trouvent en quantités infinitésimales, la simple idée d'être exposés toute notre vie à des produits chimiques aux effets peut-être sournois (perturbation de la reproduction p.ex.) doit suffire à nous inciter à prendre des précautions. Mais avant de traiter les eaux usées, il peut être très utile d'inciter les citoyens à contribuer activement à cette lutte, en leur proposant des gestes et des comportements de consommateurs responsables.

Ce qui n'est pas jeté aux égouts n'arrivera jamais dans nos lacs!

Le dépliant «Doucement la dose», dresse un petit inventaire de la situation et des bons gestes que chacun de nous devrait avoir.

Jean-Michel Zellweger, SESA

**Plus d'informations sur : www.energie-environnement.ch.
Le document et des affiches y sont téléchargeables.**