



## ETUDE DE FAISABILITE

### ASSEMBLAGE DE FILTRE A SABLE POUR LE TRAITEMENT DE L'EAU A DOMICILE



PROJET « AMELIORATION DE L'ACCES A L'EAU POTABLE DES  
DEPLACES DU NORD-OUEST DE LA REPUBLIQUE  
CENTRAFRICAINE  
ZONE DE PAOUA, PREFECTURE DE L'OUHAM PENDE »

RAPPORT - NOVEMBRE 2008

De: Julien Adi, Coordinateur WASH RCA

Date du document : 12/12/2008 – VERSION INTERNE ACF.



*Photographie du prototype assemblé à Bangui (Novembre 2008)*

### **Résumé :**

Le traitement d'eau à domicile, est un des volets du projet « amélioration de l'accès à l'eau des déplacés du nord-ouest de la République Centrafricaine, dans la zone de Paoua, préfecture de l'Ouham ». Il répond à la situation de précarité en approvisionnement en eau potable, des 19.000 déplacés de la sous préfecture de Paoua.

Leur exode est consécutif à l'attaque de janvier 2006, perpétrée par les éléments du groupe rebelle de l'APRD. Les FACA ont riposté. Ainsi les populations fuyant les exactions et violations de droit de l'homme, se sont installées à proximité de leurs champs le long des axes Paoua-Pougeol, Paoua-Bedaya, Paoua-Boria et Béboura 3-Bémal. Car la quasi-totalité des villages ont été incendiés. Si sur les deux premiers axes, on observe un retour des déplacés, ce n'est malheureusement pas le cas des deux derniers. Les campements sont donc à quelques kilomètres des villages d'origine. Il y a une importante présence de l'APRD dans la zone. Ce qui accroît le risque d'affrontement entre la rébellion et les FACA.

En outre, les déplacés de ces axes n'ont aucune intention de retour immédiat vers les villages d'origine au regard des exactions et violences dont ils ont été victimes. Il est financé conjointement par ERF et ECHO.

Ce projet a pour objectif, de fournir de l'eau exempte de pollution fécale aux déplacés vivants dans les campements dissimilés autour des différents axes identifiés de Paoua. Il est financé conjointement par ERF et ECHO.

L'installation de filtre à sable à domicile, devrait se faire sous forme de kit pour permettre l'assemblage sur site. Naturellement elle devrait être précédée d'une campagne de sensibilisation, d'éducation et aussi de suivi, menée par les promotrices de l'hygiène, formées par ACF. Et aurait pour but de présenter la fiche technique qui comporterait le mode d'emploi et surtout la maintenance après usage. Le prototype construit à Bangui, a donné une eau exempte de pollution fécale avec un débit moyen de.....

Mais Les contraintes techniques, de disponibilité d'intrants et surtout de logistiques n'ont pu permettre sa mise en œuvre au stade pilote. Par conséquent, il est recommandé de finaliser le prototype par la poursuite de l'étude de faisabilité technique pour mieux amorcer la pilote.

## SOMMAIRE

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| <b>I- Contexte et enjeux du projet</b>           | Erreur ! Signet non défini. |
| <b>II- Objectifs du projet</b>                   | <b>4</b>                    |
| <b>III- III- Etude de faisabilité</b>            | <b>5</b>                    |
| <i>1 - Design simplifié</i>                      | 5                           |
| <i>2 - Brève description du procédé</i>          | 7                           |
| <i>3 - Réalisation du prototype</i>              | 8                           |
| <i>4 - Coût prévisionnel d'un filtre à sable</i> | 9                           |
| <i>5 - Résultats de tests</i>                    | 10                          |
| <i>6- Leçons à tirer</i>                         | 12                          |
| <b>IV- Validation terrain</b>                    | <b>13</b>                   |
| <b>V- Conclusion et recommandations</b>          | <b>13</b>                   |

### **I- Contexte et enjeux du projet**

ACF France travaille depuis plus de 2 ans en RCA et plus particulièrement dans les sous-préfectures de Markounda et de Boguila suite au conflit dans le nord-ouest du pays. Ses activités concernent les domaines suivants :

- Sécurité alimentaire
- Santé mentale
- Eau et assainissement

Concomitamment à l'exécution des programmes dans les sous-préfectures ci-dessus citées, une évaluation a été menée tout long de l'année 2008 à Markounda et Paoua dans le secteur de l'eau et de l'assainissement. Il faut rappeler que Markounda (sept 2005) et Paoua (janv. 2006) ont été attaqués par les éléments du groupe rebelle de l'APRD. Il s'en est suivi des contre-offensives de la part des FACA. Celles-ci ont causé de nombreux déplacements et violations de droits humains à Markounda, Paoua et Boguila. Il ressort donc de cette évaluation que :

- Paoua et Markounda sont les sous-préfectures les plus affectées par les déplacements de population dans le nord-ouest de la RCA d'après le rapport (Janvier-Mars 2008) de l'UNHCR.

- Taux de couverture en eau potable des populations déplacées serait de 50%

- Les déplacés sont respectivement de 14.000 et de 19.000 pour Markounda et Paoua

- Les déplacés s'installent à proximité de leurs champs qui se trouvent à quelques kilomètres des villages d'origine.

- Les campements de brousse sont plus éloignés des villages d'origine à Paoua qu'à Markounda

Toutefois, il faut noter que la situation humanitaire a positivement évolué au cours de l'année 2008 de façon globale. Elle se traduit par une vague de retour dans les villages d'origine. Les axes concernés sont :

- Paoua-Pougeol et Paoua-Bédaya avec un total de 11.000 personnes.

Ce n'est malheureusement pas le cas des axes Paoua-Boria et Béboua 3-Bémal, où la situation demeure inchangée pour environ 19.000 déplacés. C'est d'ailleurs sur ces 2 axes que la quasi-totalité des villages ont été incendiés d'une part. Et d'autre part, ces axes, qu'il y a une importante présence de l'APRD. Ce qui accroît le risque d'affrontement entre la rébellion et les FACA.

Fort de ce qui précède, les déplacés de ces axes n'ont aucune intention de retour immédiat vers leurs villages d'origine.

C'est justement en réponse à la situation de précarité en approvisionnement en eau potable, qu'ACF a initié avec les financements ERF et ECHO, les projets puits de brousse et filtres à sable à domicile. Le projet filtres à sable fera l'objet du présent rapport.

## **II- Objectifs du projet**

Il s'agit de fournir de l'eau exempte de pollution fécale aux déplacés vivants dans les campements dissimilés autour des différents axes identifiés de Paoua. Pour ce faire nous Installeront 2200 filtres dans les familles bénéficiaires vivant ces campements identifiés. Ces filtres devraient être assemblés sur site à cause des difficultés d'accès.

### **III- Etude de faisabilité**

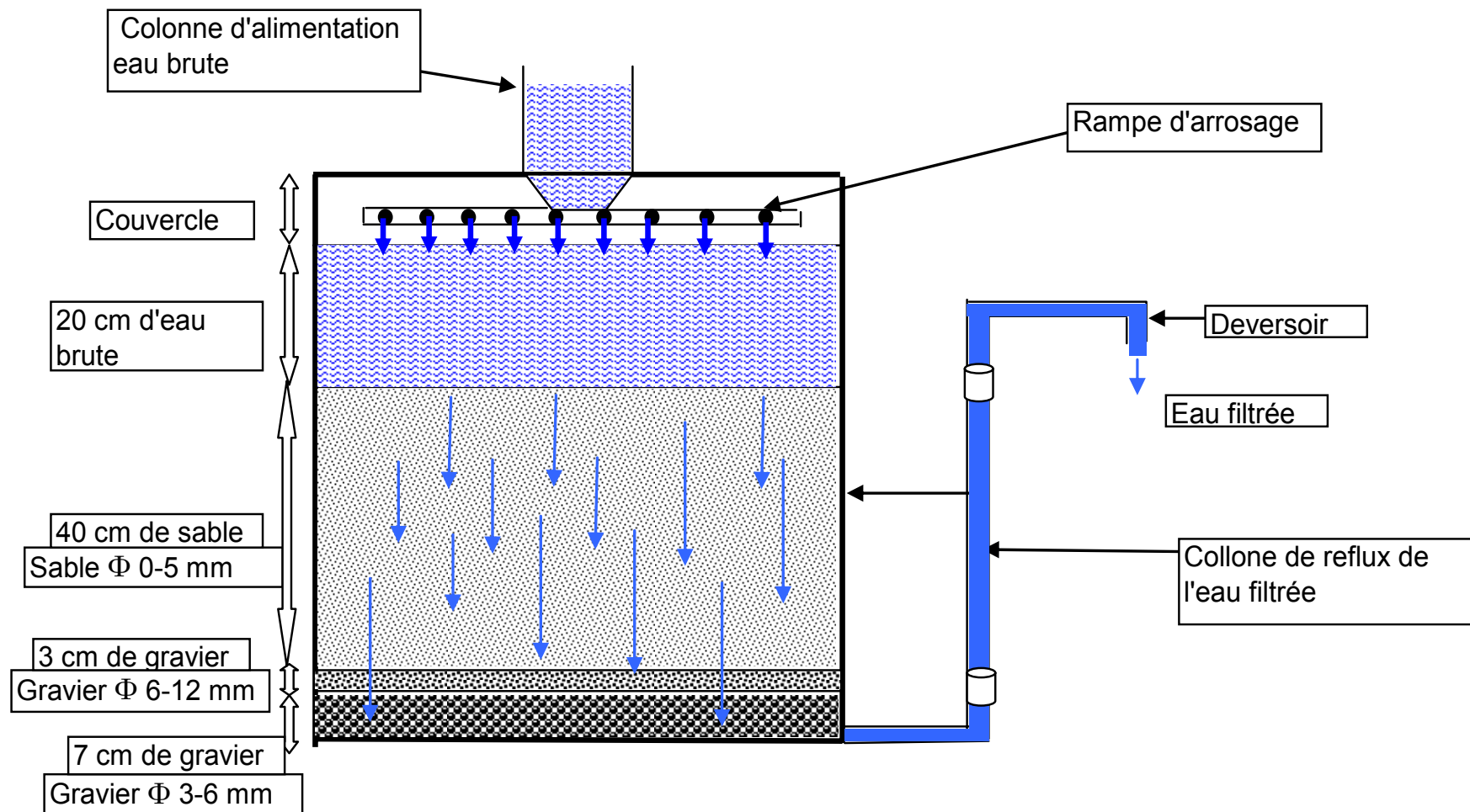
#### **1 - Design simplifié**

Il est constitué d'un fût plastique d'environ 200 litres contenant 3 couches de supports filtrants, formés de bas en haut de :

- ❖ Gravier  $\Phi$  6-12 mm
- ❖ Gravier  $\Phi$  3-6 mm
- ❖ Sable de carrière  $\Phi$  0-3 mm

Les supports filtrants sont immergés dans l'eau à une hauteur de 20 cm au dessus de la couche supérieure du sable. L'ensemble est surmonté d'un couvercle circulaire doté de :

- 1 colonne d'alimentation en PVC  $\Phi$  100 mm
- 2 orifices d'aération pour activer le processus de biodégradation des matières organiques par la flore microbienne présente dans l'eau
- 1 tuyauterie PVC perforée servant de disperseur (répartition uniforme de l'eau de sur la surface filtrante). Et aussi de détendeur de pression de chute de l'eau qui pourrait inhiber la formation de la membrane biologique.
- 
- ❖ 1 plomberie composée de :
  - 1 embout fileté  $\Phi$  32 mm
  - 3 coudes  $\Phi$  32 mm
  - 1 Colonne PVC  $\Phi$  32 mm de longueur 55 cm
  - 1 déversoir PVC  $\Phi$  32 mm de longueur 25 cm



**Schema simplifié du filtre à sable**

## 2 - Brève description du procédé

C'est un procédé de filtration lente, utilisé dans la lutte contre les pollutions fécales. Mais également pour réduire la turbidité de l'eau. Il consiste à faire passer l'eau brute (puits ou marigot) au travers d'un lit de matériaux filtrants de granulométrie variable ; allant du plus fin au plus grossier. Ces supports filtrants doivent être relativement uniformes à chaque niveau de couche. Ainsi il permet de faire aussi bien un traitement mécanique qu'un traitement biologique (biodégradation de matières organiques par la charge microbienne de l'eau à filtrer). L'eau à filtrer serait préalablement débarrassée de toutes particules grossières afin d'éviter le colmatage rapide du filtre (voir photo).



**Figure n° 1** : Photo du prototype de filtre à sable

Notre démarche était dans un premier temps de construire un prototype. Puis le valider au travers de son rapport qualité-coût et sa praticité. Dans un deuxième temps, procéder à l'installation de 10% de l'objectif auprès des bénéficiaires. Ce stade pilote permettra d'apprécier le filtre dans son milieu d'utilisation. Cette phase devrait être précédée d'une enquête CAP et d'un monitoring. Les conclusions de ces enquêtes décideraient de la diffusion ou pas à grande échelle.

### **3 - Réalisation du prototype**

Elle s'est faite en 4 étapes :

- Préparation des supports filtrants
- Préparation du matériel
- Assemblage
- Mise en service

#### 3-1 Préparation des supports filtrants

Elle concerne essentiellement les 2 types de graviers. Il s'agit de faire une séparation sur tamis pour recueillir les granulométries désirées. Ensuite ces graviers sont blanchis dans des seaux plusieurs fois pour provoquer le détachement des particules de sables collées sur les graviers. Le sable de carrière ne subit pas de traitement particulier car il est considéré « sain » ; sans contact avec les matières organiques.

#### 3-2 Préparation des matériels

Le fût plastique est percé à partir d'une hauteur de 3 cm du bas vers le haut. Puis on découpe la tuyauterie PVC (disperseur, colonne et déversoir)

#### 3-3 Assemblage

Du fond vers le haut, on remplit le fût des supports filtrants. Successivement les graviers de  $\Phi$  6-12 mm puis  $\Phi$  3-6 mm et enfin le sable de  $\Phi$  0-5 mm. Ensuite on installe la plomberie (embout fileté, coudes et tuyauterie) et les grilles de protection des orifices d'aération du couvercle.

#### 3-4 La mise à eau

Le remplissage du fût se fait lentement ( $0,2\text{m}^3/\text{h/m}^2$ ) au travers de la colonne d'alimentation du couvercle. La couche supérieure du sable doit être immergée dans l'eau jusqu'à une hauteur de 20 cm au dessus. Le débit d'écoulement du filtrat devrait se situer entre 1-2/h. Le tableau ci-dessous indique le coût prévisionnel de revient d'un filtre à sable.



#### 4 - Coût prévisionnel d'un filtre à sable

**Tableau n° 1 : Coût prévisionnel d'un filtre à sable**

| Désignation   |          | Prix unitaire(CFA)   |                      | Prix total(CFA)      |                      |
|---|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|   | Quantité | Mini                 | Max                  | Mini                 | Max                  |
| Fût plastique de 200 l                                | 1        | 18500(Bgui)/14000(D) | 40000(Bgui)/28500(D) | 18500(Bgui)/14000(D) | 40000(Bgui)/28500(D) |
| Embout fileté PVC Φ 32/25                             | 1        | 900                  | 5800                 | 900                  | 5800                 |
| Ecrou plastique Φ 32/25                               | 1        | 1000                 | 2500                 | 1000                 | 2500                 |
| Coude PVC Φ 32  | 3        | 450(Bgui)/160(D)     | 1600(Bgui)/300(D)    | 1350(Bgui)/480(D)    | 4800(Bgui)/1200(D)   |
| Réducteur PVC Φ 100/50                                | 1        | 7735                 |                      | 7735                 |                      |
| Réducteur PVC Φ 50/32                                 | 1        | 1785                 |                      | 1785                 |                      |
| Bouchon PVC Φ 32                                      | 4        | 1000                 |                      | 4000                 |                      |
| Barre de tuyau PVC Φ 32(4m)                           | 1        | 2500(Bgui)/1060(D)   | 5000(Bgui)/1600(D)   | 2500(Bgui)/1060(D)   | 5000(Bgui)/1600(D)   |
| Barre de tuyau PVC Φ 100(4m)                          | 0,3      | 10500                |                      | 875                  |                      |
| Tube de colle tangit                                  | 1        | 3700                 |                      | 75                   |                      |
| Feuille de contre-plaqué épaisseur 5                  | 1        | 17000                |                      | 2835                 |                      |
| Main d'œuvre perçage d'orifice<br>heure de travail    | 0,5      | 3200                 |                      | 200                  |                      |
| Sable Φ 0-5 mm  | 0,078 m3 | 8295                 | 8750                 | 650                  | 685                  |
| Gravier Φ 3-6 mm                                      | 0,006 m3 | 10000                | 14000                | 60                   | 85                   |
| Gravier Φ 6-12 mm                                     | 0,013m3  | 11250                | 17353                | 150                  | 230                  |
| Transport   | 1        | 7000                 |                      | 7000                 |                      |
| Main d'œuvre blanchiment gravier<br>heure de travail  | 1        | 2200                 |                      | 275                  |                      |
| Sac en junte 50 kg                                    | 1        | 250                  |                      | 250                  |                      |
| Prix de revient agrégats de filtration TTC (+TVA 19%) |          |                      |                      | 1025                 | 1190                 |
| Coût de revient d'un filtre à sable                   |          |                      |                      | 51165(Bgui)          | 85320(Bgui)          |

**N.B. :**

- Ce coût de revient est hors main-d'œuvre d'assemblage et transport sur site
- Les prix sans mini et maxi sont ceux récoltés sans appel d'offre sur Bangui
- Difficulté réelle d'approvisionnement sur le marché local malgré la participation à l'appel à cotation. Concernant la plomberie, sur 5 souscripteurs, 4 n'ont pas spécifié leur disponibilité de livraison. Sur les fûts, également 5 souscripteurs, 3 non plus n'ont rien spécifié. 1 promet livrer 200 fûts/mois. Enfin 1 autre propose 1000 fûts par importation de Douala. Seuls les souscripteurs d'agrégats de filtration garantissent une livraison immédiate. Vues ces conditions d'approvisionnement, il est clair que le temps constituera un facteur limitant dans l'exécution de ce projet.
- Les prix mini et max totaux de Douala n'ont pu être calculés faute d'information sur le prix de certains intrants. Mais également sur le fret et les droits de douanes.

**5 - Résultats de tests**

Les résultats de tests sont de 2 ordres : Physique et bactériologique

Physique

Il concerne essentiellement les mesures de débits. La méthode consiste à faire passer de l'eau sur les supports filtrants et de récupérer un volume de filtrat par unité de temps. Cela nécessite un chronomètre et un contenant de volume préalablement connu.

Deux séries d'essais comportant 8 mesures ont été effectuées. Les mesures ont été réalisées à partir d'un gobelet gradué de 2 litres pris comme référentiel de remplissage dans le temps. Puis nous avons rapporté à l'heure comme unité de temps, la quantité constante de remplissage observé par essai. Les tableaux 2 et 3 est récapitulent les résultats obtenus.

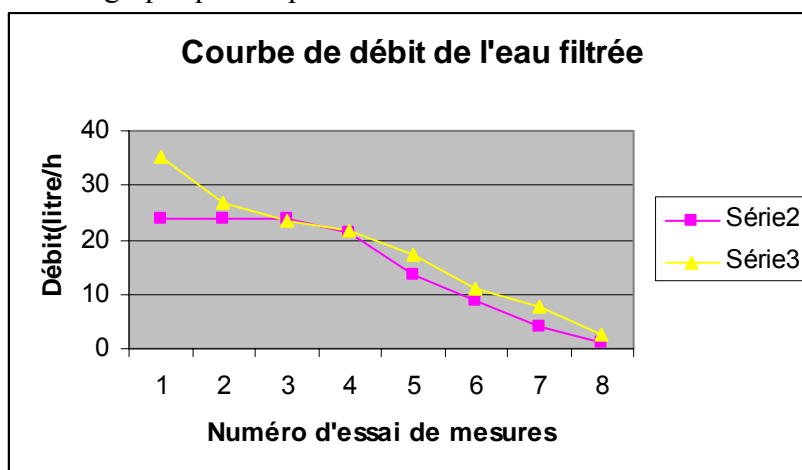
**Tableaux n° 2 et 3 : Débits observés**

| N° d'essai | Débit (litre/heure) |
|------------|---------------------|
| 1          | 24                  |
| 2          | 24                  |
| 3          | 24                  |
| 4          | 21,2                |
| 5          | 13,7                |
| 6          | 8,9                 |
| 7          | 4,1                 |
| 8          | 1,1                 |
| Moyenne    | 15,1                |

Source : ACF RCA, décembre 2008

| N° d'essai | Débit (litre/heure) |
|------------|---------------------|
| 1          | 35,1                |
| 2          | 26,7                |
| 3          | 23,6                |
| 4          | 21,8                |
| 5          | 17,1                |
| 6          | 11,1                |
| 7          | 7,8                 |
| 8          | 2,4                 |
| Moyenne    | 18,2                |

Le graphique ci-après en donne l'allure.



**Figure n°2 :** Graphique de mesure de débits

De façon générale, on remarque que le débit est élevé en début d'essai et baisse considérablement au 8<sup>ème</sup> essai. En première observation on pourrait le lier à un début de colmatage des supports filtrants. Mais à regarder de plus près, cette tendance à la régression s'expliquerait en réalité par la hauteur de la colonne d'eau immergée. Donc à la pression par unité de surface. Laquelle pression est proportionnelle à la hauteur de l'eau immergée. Au fur et à mesure que baisse le niveau d'eau, faible devient le volume de reflux de l'eau filtrés. Ce qui veut qu'outre le phénomène de colmatage inhérent à tout processus de filtration, l'utilisation du filtre à sable pourrait être optimisé en fonction de la demande indépendamment du phénomène de colmatage. Ainsi on pourrait choisir un débit moyen de 18 l/h. C'est un débit indicatif. Et son choix est simplement dû à un biais qui trouble l'eau immergée lors de la première série d'essai. A la deuxième série, le dispositif était plus stable. Toutefois, il faut signaler que ces débits dépendent de l'origine de l'eau brute, de sa turbidité, de son degré de colmatage et de la hauteur de la colonne de reflux du filtre. Par conséquent, il ne saurait être constant. La méthode consiste à faire passer de l'eau sur les supports filtrants et de récupérer un volume de filtrat par unité de temps. Cela nécessite un chronomètre et un contenant de volume préalablement connu. La photo ci-dessous montre le type de puits dont l'eau a été filtrée.



**Figure n° 3 :** Photo de puits à ciel ouvert au quartier Lakouanga à Bangui (Déc. 2008)

## Bactériologique

Il s'agit d'apprécier la capacité de réduction de la pollution fécale du filtre à sable. Elle consiste à ensemençer sur un milieu de culture spécifique, environ 100 ml d'eau brute et d'eau filtrée. Puis les incubent à 44° c. Les analyses ont été faites par l'institut Pasteur de Bangui. Le tableau ci-dessus récapitule les résultats.

**Tableau n° 4 : Résultats d'analyse bactériologique**

| Germes recherchés              | Eau de puits à ciel ouvert | Eau de puits à ciel ouvert filtrée |
|--------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Coliformes thermorésistants    | 0                          | 0                                  |
| Coliformes                     | 0                          | 0                                  |
| Streptocoques fécaux           | 80                         | 0                                  |
| Clostridies sulfite-réducteurs | 0                          | 0                                  |
| Bactéries aérobies totales 30° | ≥200                       | ≥300                               |
| Bactéries aérobies totales 37° | ≥150                       | ≥300                               |

Source : Institut Pasteur octobre 2008

Au regard des résultats, on remarque que l'eau de puits contient des streptocoques fécaux. En général ces bactéries annoncent la présence probable de coliformes, signe confirmatif de pollution fécale. En revanche, on note que l'eau filtrée ne présente aucune trace de bactéries d'origine fécale.

Dès lors on pourrait dire sous réserve d'analyses confirmatives que le filtre à sable montre une présomption de capacité épuratoire de pollution fécale. Toutefois son efficacité ne serait effective qu'après validation de la phase pilote dans les campements. En outre on constate aussi bien dans l'eau de puits que dans l'eau filtrée, une flore dite aérobie totale. Sa présence dans l'eau ne traduit aucune espèce de risque pour le consommateur. Car elle constitue ce qu'on appelle la charge intrinsèque ou normale de l'eau.

Cependant on note que leur nombre est entre 1,5 et 2 fois plus importante selon les températures de culture. Cela pourrait s'expliquer par le fait que l'échantillon de l'eau filtrée ne serait envoyé immédiatement après son prélèvement. Dans de tel cas, il est conseillé d'y rajouter 1 goutte d'acide sulfurique pour inhiber la croissance bactérienne. Malheureusement il n'en fut pas le cas. Cependant il est bien de noter que peu de tests ont été réalisés sur le prototype.

Il est donc nécessaire de poursuivre les essais sur le prototype afin de le valider. Ce travail exige qu'on s'y mette à plein temps. D'où l'idée de proposer cette étude à un étudiant sous forme de stage.

## **6- Leçons à tirer**

Il ressort de ce projet, que toute innovation fût-elle mineure, n'est vulgarisable que si elle obéit à certains critères qui nous semblent majeurs : Pratique, intrants disponibles, accessibles, facile à dupliquer et à maintenir, bon rapport qualité prix et surtout fort impact social.

Or dans le contexte très spécial de la problématique des déplacés des axes d'intervention, les contraintes logiques le rendent désuète. La spécificité de la problématique des déplacés liés à la question sécuritaire, rend difficile l'application du choix technologique initialement opéré. La pertinence des besoins reste d'actualité.

Ce qu'il faut prendre en compte aujourd'hui c'est la donne d'urgence qui demeure. Ces déplacés vivent une réelle situation de vulnérabilité en matière d'eau qui requiert une réponse appropriée. La dispersion géographique des campements constitue un facteur limitant dans l'exécution du projet filtre à sable tel que conçu. Les campements sont très éloignés d'une part des villages d'origine et d'autre part, ont pour voies d'accès des sentiers de brousse.

A ce propos la visite terrain que nous avons effectuée le 19 novembre 2008 en compagnie du référent technique de Paris, du programme manager et de l'éducateur à l'hygiène a été édifiante. Chacun de nous, a pu apprécier réellement les difficultés auxquelles nous seront confrontés dans la réalisation de ce projet. D'ailleurs à l'issue du débriefing de retour de terrain, à l'unanimité, avons reconnu qu'il était impérieux de remplacer le filtre à sable par celui à bougies.

Par conséquent la bonne compréhension du contexte et l'évaluation des contraintes pourraient être le gage d'une bonne implémentation pour une meilleure réponse.

#### **IV- Validation terrain**

La validation terrain n'a pu être réalisée à cause des difficultés d'approvisionnement des intrants en RCA. Et aussi des grosses contraintes logistiques pour la mise en œuvre effective de ce projet.

#### **Méthodologie d'installation**

Elle devrait se faire sous forme de kit pour permettre l'assemblage sur site. Naturellement l'installation devrait être précédée d'une campagne de sensibilisation, d'éducation et aussi de suivi, menée par les promotrices de l'hygiène, formées par ACF. Elle aurait pour but de présenter la fiche technique qui comporterait le mode d'emploi et surtout la maintenance après usage.

#### **V- Conclusion et recommandations**

Au terme de cette étude de faisabilité, nous confirmons la pertinence du projet de filtre à sable à domicile dans la réponse à la problématique des déplacés sur nos axes ciblés. Toutefois les contraintes logiques (difficultés d'approvisionnement, transport, difficultés d'accès aux campements etc.) font qu'un réajustement du choix technologique s'impose. Par ailleurs, ce projet pourrait être viable si l'on prend le temps de bien le peaufiner aux travers d'une étude de faisabilité rigoureuse. Ce qui veut dire le confier entièrement à un individu qui s'y pencherait entièrement. En attendant, vue l'urgence liée à la réalité de terrain, nous (Réfèrent technique, Coordinateur, PM et éducateur à l'hygiène), avons jugé, après un échange, de remplacer le filtre à sable par le filtre à bougie. Car environ 50% des enfants dans les campements font la diarrhée comme l'atteste l'enquête CAP de début de programme.