FILTRATION LENTE SUR SABLE : EPURATION PHYSICO-CHIMIQUE ET DECONTAMINATION BACTERIOLOGIQUE

ETUDE SUR STATION PILOTE

SLOW SAND FILTRATION PHYSICOCHEMICAL TREATMENT AND BACTERIOLOGICAL DECONTAMINATION STUDY ON PILOT PLANT

Amadou Hama MAIGA Matowa B. SAMA

Ecole Inter-Etats d'Ingénieurs de l'Equipement Rural (E.I.E.R.)

Résumé

Les systèmes classiques de traitement des eaux de consommation présentent un coût trop élevé, dépassant les possibilités financières des communautés rurales et semi-urbaines à faibles revenus.

Depuis la Décennie Internationale pour l'Eau Potable et l'Assainissement (D.I.E.P.A.) 1981-1990, les acteurs du secteur de l'eau potable sont unanimes sur la nécessité de la mise en œuvre de technologies dans les projets d'alimentation en eau potable des petites communautés des pays en développement. Le traitement de l'eau par filtration lente sur sable constitue une solution adaptée.

C'est dans ce cadre que des recherches ont été entreprises sur une station pilote de filtration lente sur sable à l'Ecole Inter-Etats d'Ingénieurs de l'Equipement Rural (E.I.E.R.) de Ouagadougou. Les expériences ont été conduites sur de l'eau brute en provenance du barrage de Loumbila, captée pour l'approvisionnement en eau de la ville de Ouagadougou.

Après trois campagnes de mesures dont la deuxième en saison des pluies, les résultats partiels révèlent une faible teneur des eaux brutes en matières organiques se traduisant par une installation lente du film biologique d'épuration à la surface du lit filtrant.

La turbidité de l'eau de l'ordre de 20 NTU pour la période précédant la saison des pluies, devient trop élevée pendant cette saison (plus de 300 NTU) précipitant le colmatage des filtres avant l'installation effective du film biologique. On note après 10 jours et pour chacune des deux vitesses expérimentées (0.15 m/h et 0.25 m/h) un fort taux d'abattement des matières en suspension et de la matière organique. Il en est de même pour les bactéries coliformes qui sont réduites à moins d'une unité par 100 ml. Bien que l'abattement des germes totaux soit de plus de 3 unités logarithmiques, les valeurs résiduelles restent supérieures à 50 unités par ml.

Abstract

Traditional water treatment systems are too costly and generally not affordable by rural or semiurban communities with low income. Since the I.D.W.S.S.D.(1981-1990), most specialists in the drinking water sector agree on the necessity to use appropriate technology in water supply projects for small communities in the developing countries. Slow sand filtration is one of these technologies.

Research has been carried out on slow sand filtration at Ecole Inter-Etats d'Ingénieurs de l'Equipement Rural (E.I.E.R.) in Ouagadougou. Raw water comes from Loumbila dam, the main water supply source for the town of Ouagadougou.

After three measurement campaigns, with one during the rainy season, partial results show a small content of organic matters in raw water which causes slow development of the "biofilm" on top of the filtration bed.

Water turbidity which seldom exceeds 20 NTU during the dry season may reach 300 NTU during the rainy season and thus accelerates filter clogging before effective establishment of the "biofilm". After 10 days and for each of the two experimented velocities (0.15 m/h and 0.25 m/h), a very high reduction in suspended solids and organic matters can be noticed. Likewise coliform bacteria are reduced to less than one unit per 100 ml. Even though reduction in total bacteria reaches more than 3 log units, residual values remain higher than 50 units per ml.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont aux organismes dont l'appui financier et technique a permis le déroulement de ce travail :

1- Coopération suisse (D.D.A.)

2- Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (E.P.F.L.)

3- Fondation Internationale pour la Science (F.I.S.)

4- Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à Faible Coût (C.R.E.P.A.)

INTRODUCTION

La filtration lente sur sable a été vers la fin du XIX^{ème} siècle et le début du XX^{ème} siècle la technique utilisée pour le traitement des eaux destinées à la consommation domestique dans les pays industrialisés.

Il s'agit d'une filtration dont la vitesse est assez faible pour permettre à la matière organique contenue dans l'eau de se déposer en surface et en faible profondeur. Il s'y forme alors un champ de prolifération bactérienne se traduisant par la formation d'un film biologique. Les bactéries provenant de l'eau qui se trouvent dans le film biologique, foisonnent sélectivement en se nourrissant des matières organiques déposées. Les produits du métabolisme sont entraînés par l'eau et serviront de nouveau, à une plus grande profondeur, à d'autres organismes.

L'activité bactérienne est plus forte dans la partie supérieure du lit filtrant et décroît progressivement vers la profondeur à mesure que la nourriture devient plus rare. Ainsi, la totalité des matières organiques dégradables présentes dans l'eau brute est dégradée biologiquement pour donner des produits de décomposition et des minéraux. A la sortie du filtre l'eau devrait être limpide et bactériologiquement saine.

Le traitement par filtration lente est d'autant plus favorable que l'eau est faiblement chargée, ce qui évite un colmatage rapide, et qu'elle est riche en matière organique, ce qui accélère l'installation du biofilm.

Avec la découverte des techniques de décantation, de filtration rapide et de désinfection, la filtration lente a été délaissée car jugée trop consommatrice de surface.
Depuis les années 1970, cette technique ancestrale fait l'objet d'une réhabilitation en tant que technologie alternative pour les communautés à faibles revenus.

En dehors de quelques publications de l'O.M.S et du Centre International de Références (C.I.R.) relatives aux méthodes de conception et de dimensionnement d'ouvrages simples, il n'y a pas, à notre connaissance, d'études sur le sujet menées sur les eaux en Afrique et définissant clairement ses bases de dimensionnement, ses potentialités en termes de qualité, sa faisabilité technique et son intérêt économique.

Dans les régions sahéliennes, la faible minéralisation des eaux, leur pauvreté en matières organiques, leur charge en algues et limons constituent des facteurs défavorables.

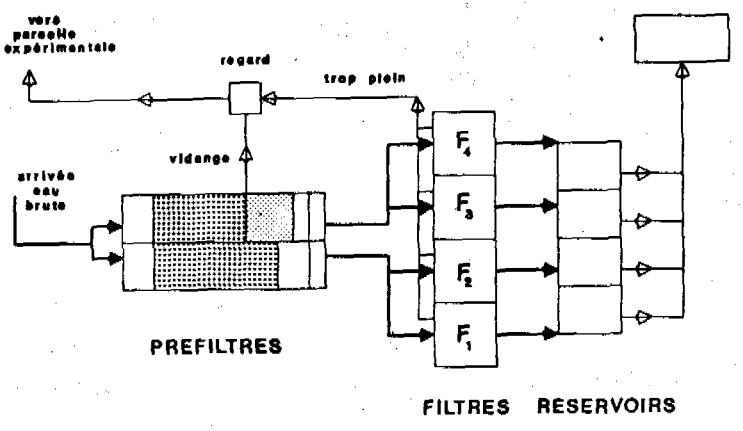
Avant de conseiller l'utilisation de cette technique en Afrique, il est indispensable de trouver des réponses aux questions techniques posées :
- choix de la granulométrie et de l'épaisseur de sable filtrant,
- choix des vitesses de filtration,
- qualité potentielle de l'eau traitée et choix du traitement complémentaire,
- qualité de l'eau brute admissible, nécessité d'un prétraitement.

LA STATION EXPERIMENTALE

La station pilote de filtration lente sur sable de l'E.I.E.R. est alimentée en eau par le barrage de Loumbila (plan général ci-dessous). Cette eau est conduite à la station grâce à une dérivation sur l'adduction de l'O.N.E.A. (Office National de l'Eau et de l'Assainissement du Burkina-Faso).

D'un débit nominal de 1.450 m /h, la station est constituée de trois ouvrages :
- deux préfiltres de débit unitaire de 0.72 m 3/h
- Une batterie de quatre filtres lents à sable de débit unitaire 0.27 m /h (pour v = 0.15 m/h) et 0.45 m/h (pour v = 0.25 m/h)
- Une batterie de quatre réservoirs de 1.2 m chacun.

Plan général de la station



les préfiltres

Le caractère chargé des eaux de surface au Sahel, notamment des eaux de Loumbila, nécessite un prétraitement avant la filtration lente proprement dite : décantation, filtration verticale dégrossissante ou filtration horizontale.

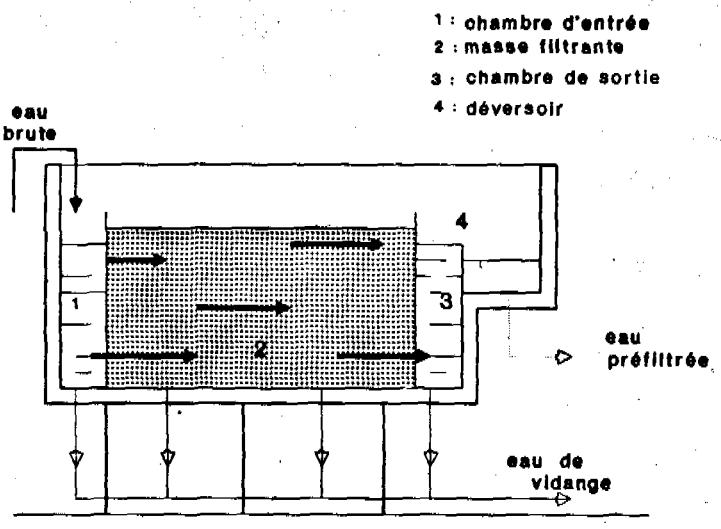
A la station pilote de l'E.I.E.R. l'eau est prétraitée par deux préfiltres à flux horizontal.
La masse filtrante est constituée de graviers en quartz d'une épaisseur de 0.70 m selon les granulométries suivantes :

- préfiltre N° 1 : une couche de granulométrie variant entre 10 et 20 mm sur une longueur 4.80 m.
- préfiltre N° 2 : deux couches de granulométrie variant de l'amont vers l'aval comme suit :

  • de 0 à 4 m $15 < Gr < 25$ mm
  • de 4 à 5.50 m $5 < Gr < 15$ mm

Des robinets sont placés suivant un axe horizontal à 0.20 m de profondeur et espacés de 1.50 m pour les prises d'échantillons.

Coupe schématique d'un préfiltre



les filtres

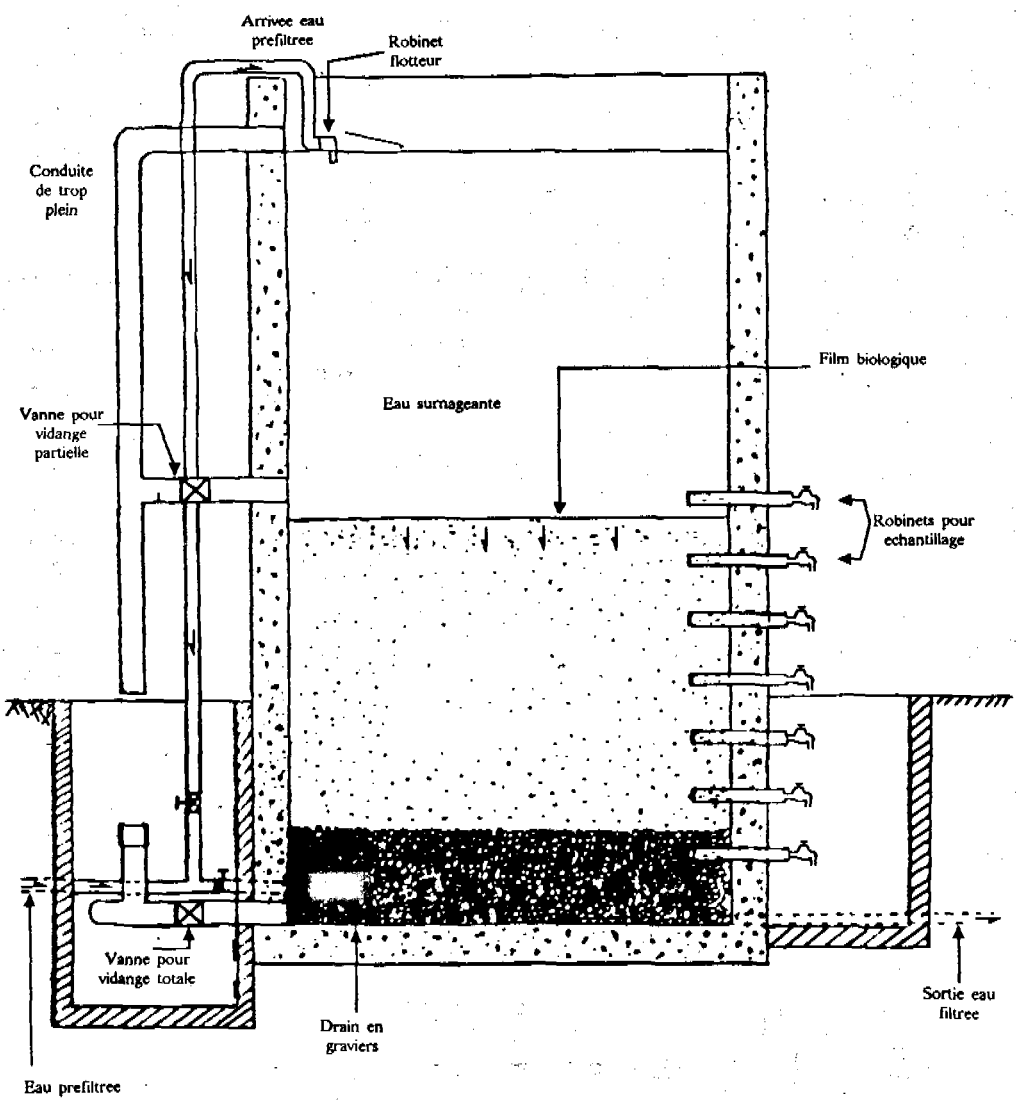
Le système est constitué d'une batterie de quatre filtres de dimensions identiques (1.50 m x 1.20 m). Un robinet flotteur placé à l'entrée de chaque filtre permet de maintenir une charge d'eau constante de 0.90 m sur le lit filtrant. Des robinets de puisage et des piézomètres placés suivant la verticale dans le lit filtrant et espacés de 0.15 m permettent des prises d'échantillons et des lectures de pertes de charges.

Les organes de régulation de débit (vitesse constante par l'amont), les vannes, les conduites de vidanges et de trop plein permettent de gérer le flux d'eau.

objectif du programme

L'objectif spécifique de ce travail est d'étudier l'efficacité de la filtration lente sur sable à travers l'évolution de l'abattement des paramètres de qualité dans le milieu filtrant.

Coupe schématique d'un filtre à sable lent



EXPERIMENTATIONS

Données et conditions expérimentales

a) Vitesses de filtration

En filtration lente sur sable, les vitesses doivent se situer entre 0.1 m/h et 0.5 m/h. Pour cette étude, deux vitesses sont retenues : 0.15 m/h et 0.25 m/h en vue d'une comparaison des résultats.

b) Epaisseur du lit filtrant

La littérature indique une épaisseur minimale de lit filtrant de 0.70 m pour assurer une épuration complète. L'épaisseur de sable filtrant est de 0.90 m pour cette expérience.

c) Granulométrie du lit filtrant

Le sable filtrant doit être exempt d'argile et de limon avec un coefficient d'uniformité inférieur à 4. Deux granulométries ont été choisies :
- un premier sable de coefficient d'uniformité 3 et de diamètre efficace 0.2 mm.
- un deuxième sable de coefficient d'uniformité 2 et de diamètre efficace 0.35 mm.

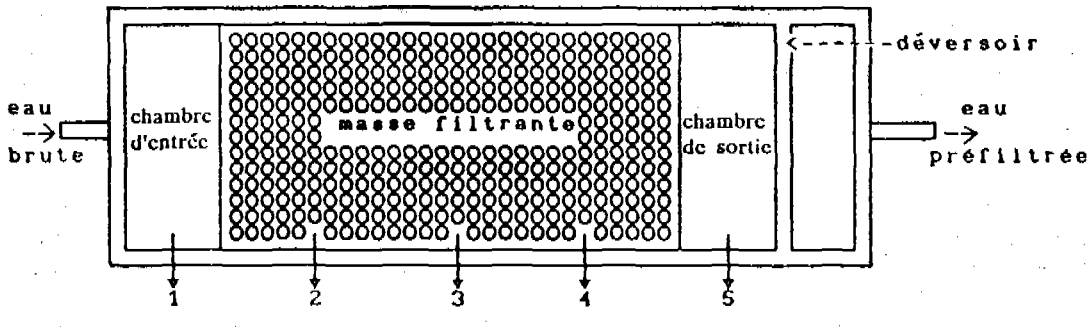
d) Qualité de l'eau brute

L'expérience s'est déroulée du 12/04/1991 au 24/10/1991. On y distingue trois campagnes de mesures correspondant à des saisons différentes.
- du 12/04/1991 au 17/05/1991, la turbidité de l'eau variant entre 15 NTU et 25 NTU.
- du 25/05/1991 au 30/07/1991, période de pluies avec de l'eau très chargée et une turbidité variant entre 100 NTU et 300 NTU.
- du 21/09/1991 au 24/10/1991, début de saison sèche avec une turbidité variant entre 15 NTU et 20 NTU.

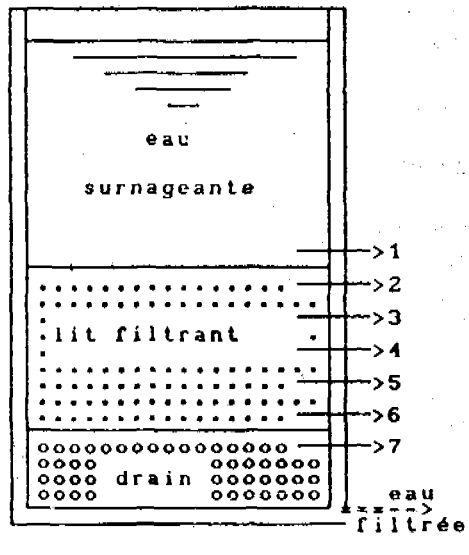
Les paramètres retenus

Vitesse de filtration, épaisseur du lit filtrant et granulométrie du milieu filtrant ne varient pas pendant l'expérience.
Les paramètres variables sont :
- les pertes de charge et leur évolution dans le temps,
- la teneur en matières en suspension (MES) exprimée en mg/l de matières solides,
- la matière organique exprimée en mg/l d'oxygène consommée par la méthode de l'oxydabilité au permanganate de potassium,
- la turbidité en NTU,
- les coliformes totaux déterminés par la méthode de dénombrement par filtration d'un échantillon de 100 ml sur membrane de 0.45 avec incubation à 37 pendant 24 heures. Le milieu de culture est le Tergitol Agar,
- les germes totaux déterminés par la méthode de dénombrement par étalement d'un échantillon de 1 ml et incubation à 37 pendant 24 heures. Le milieu de culture est le DEV Agar.

Echantillonnage et traitement des échantillons



Les échantillons sont prélevés en cinq points espacés de 1.5 m suivant l'horizontale pour les préfiltres et tous les 15 cm suivant la verticale pour les filtres. L'analyse de ces échantillons permet de suivre l'évolution des paramètres en fonction de leur parcours dans les ouvrages. La fréquence d'analyse adoptée est de deux fois par semaine .



→ 1 : Robinets d'échantillonnages

RESULTATS

Les préfiltres

Les analyses ont porté sur la teneur en matières en suspension et la turbidité.

Campagne N° 2 : période du 21/05/1991 au 30/07/1991. (Valeurs moyennes des M.E.S, de la turbidité et des taux de réduction).

Préfiltre	Eau Brute		Eau préf.		% Réduction	
	MES	TURB	MES	TURB	MES	TURB
n°1	27	72.7	16.2	54.5	40 %	25 %

Campagnes N° 1 et 3 : période du 16/09/1991 au 24/10/1991 (valeurs moyennes)

Préfiltres	Eau Brute		Eau préf.		% Réduction	
	MES	TURB	MES	TURB	MES	TURB
n°1	30	22	13. 2	12	56 %	44 %
n°2	30	22	13. 8	14. 3	54 %	35 %

Durant les campagnes 1 et 3 (turbidité faible) le taux d'abattement est assez faible : 50 à 60 % pour les matières en suspension, 25 à 45 % pour la turbidité.
Durant la campagne n° 2 (turbidité forte) le rendement des préfiltres est encore plus mauvais : 25 à 30 % pour la turbidité, 35 à 40 % pour les matières en suspension.
Ce faible rendement dans l'élimination de la turbidité est dû à la taille des particules colloïdales d'argiles et de limon difficilement éliminables dans la masse filtrante.

Les filtres

Les pertes de charge

Les figures 1 à 4 montrent que l'essentiel des pertes de charge a lieu en surface, sur les 15 cm supérieurs du lit de sable, zone de dépot des particules et de formation du film biologique :

- en première campagne : pour une turbidité moyenne de 15 à 25 NTU, la perte de charge totale atteint 40 cm après 28 jours dans le filtre 1 (vitesse = 0.15 m/h) et 45 cm dans le filtre 2 (vitesse = 0.25 m/h) ; ce qui correspondrait à une durée de vie (temps entre deux nettoyages) de 50 jours pour la vitesse de 0.15 m/h et 45 jours pour la vitesse de 0.25 m/h dans l'hypothèse où les pertes de charge maximales doivent être limitées à 80 % de l'épaisseur du lit filtrant soit 72 cm.

- en deuxième campagne : pour une turbidité de 200 à 250 NTU la perte de charge totale est atteinte après 55 jours de fonctionnement.

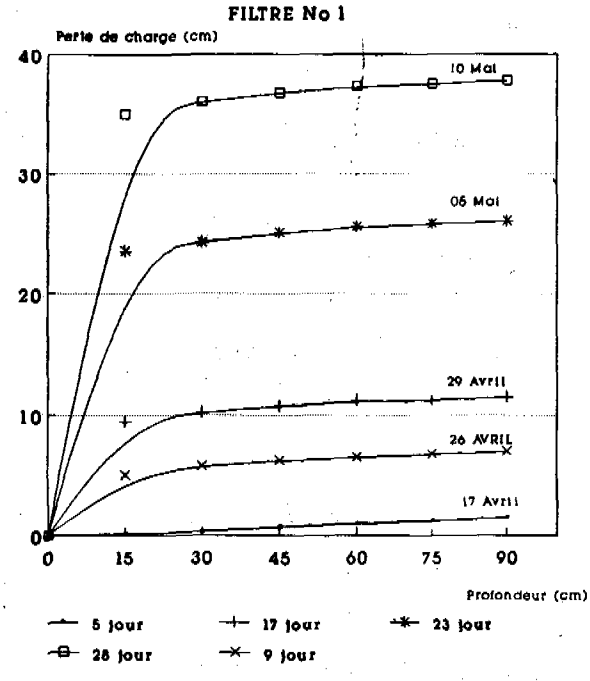
Le nettoyage des filtres lents colmatés se fait par vidange de l'eau surnageante et raclage sur 2 à 5 cm de l'épaisseur du lit filtrant, zone de dépôt des particules.

Qualité physico-chimique du filtrat

L'étude de l'évolution de la qualité suivant la profondeur a pour but de déterminer l'épaisseur minimale nécessaire de sable filtrant. L'évolution de la qualité dans le temps renseigne sur le processus d'installation de la membrane biologique et le temps nécessaire pour atteindre la maturation, stade où le degré d'épuration maximal est atteint.

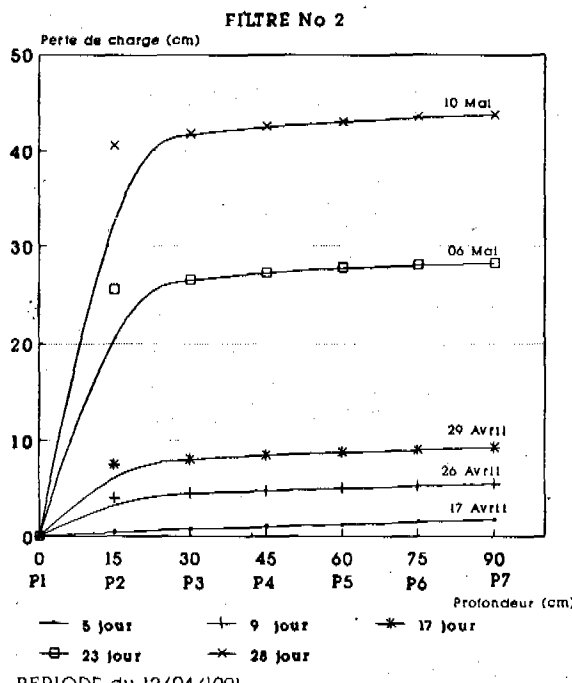
L'observation des figures 5 et 6 et des tableaux 1, 2 et 3 montrent que pour les campagnes 1 et 3 avec une eau préfiltrée de turbidité proche de 20 NTU, l'abattement total sur les 90 cm de lit filtrant est très bon pour la turbidité et la teneur en matières en suspension avec des valeurs résiduelles de 2 NTU au maximum (norme OMS = 5 NTU) et 0 mg/l (norme OMS = absence) respectivement et pour chacune des deux vitesses de filtration les résultats sont satisfaisants dès le 10ème jour de la mise en marche.
Pour la campagne 2, avec une eau préfiltrée de plus de 250 NTU de turbidité, le rendement est supérieur à 75 % pour la turbidité et la teneur en MES, mais les valeurs résiduelles sont encore élevées (50 NTU et 5 mg/l). Ce mauvais résultat est observé même après la maturation du filtre .
Les résultats observés à la première campagne montrent une bonne efficacité des filtres à éliminer la matière organique dont la teneur a chuté de 10 mg/l d'oxygène consommé en moyenne à 2 mg/l à la sortie.
Pour chacune des deux vitesses expérimentées, les campagnes 2 et 3 ont révélé de très faibles quantités de matières organiques dans l'eau brute (moins de 5 mg/l) suite à la dilution par les eaux de pluies. Ce qui ne permet pas d'obtenir des résultats pouvant confirmer ou infirmer de manière formelle les tendances de la première campagne.
L'observation des résultats montre que l'abattement de la matière organique atteint une valeur acceptable dès le 10ème jour de la mise en marche du filtre.

Fig 1 : Evolution des pertes de charge en fonction de la profondeur et du temps.



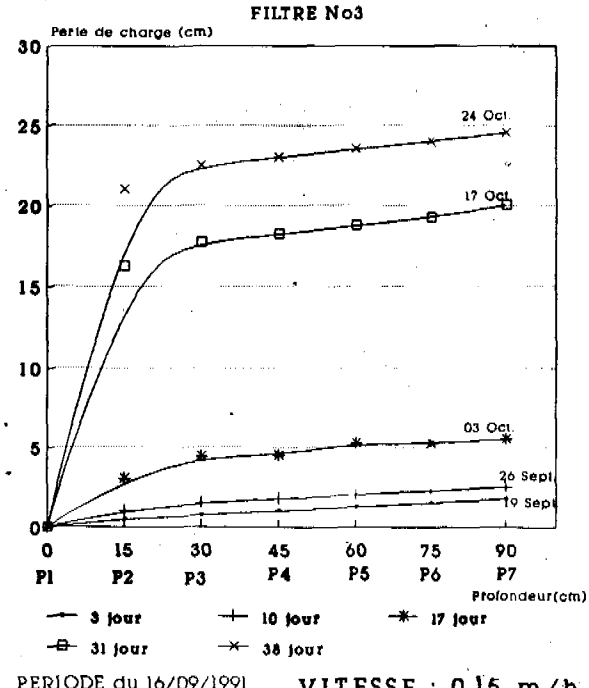
PERIODE du 12/04/1991 au 17/05/1991 **VITESSE : 0.15 m/h**

Fig 2 : Evolution des pertes de charge en fonction de la profondeur et du temps.



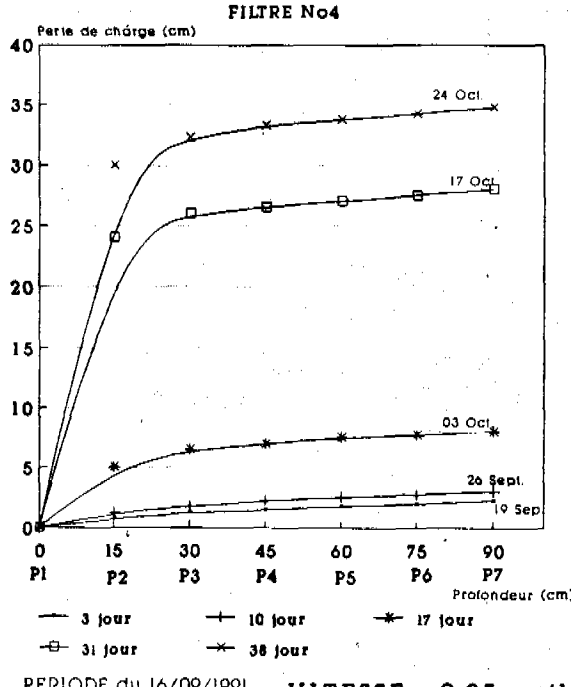
PERIODE du 12/04/1991 au 17/05/1991 **VITESSE : 0.25 m/h**

Fig 3 : Evolution des pertes de charge en fonction de la profondeur et du temps.



PERIODE du 16/09/1991 au 24/10/1991 **VITESSE : 0.15 m/h**

Fig 4 : Evolution des pertes de charge en fonction de la profondeur et du temps.



PERIODE du 16/09/1991 au 24/10/1991 **VITESSE : 0.25 m/h**

Fig 5a

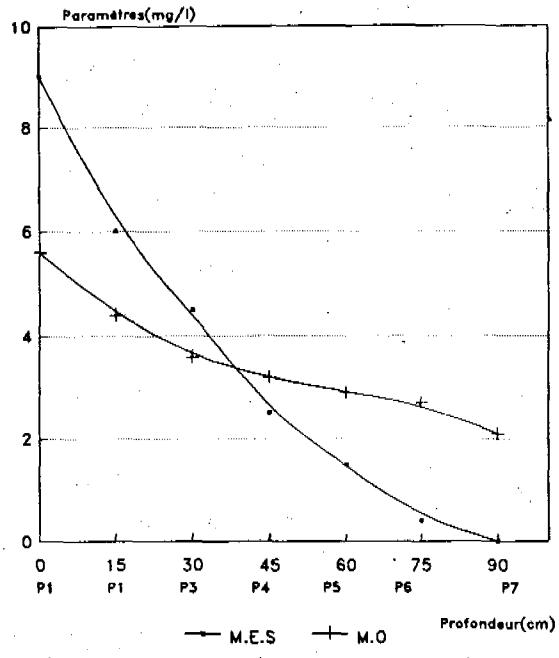
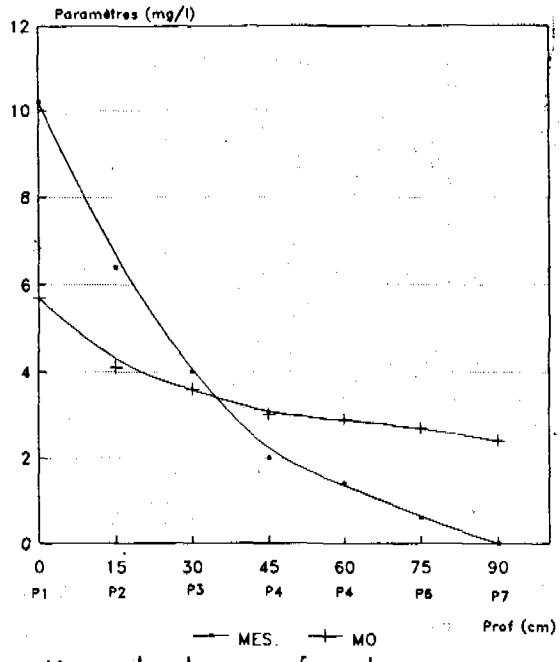


Fig 5b



Abattement des paramètres en fonction de la profondeur
PERIODE du 12/04/1991 au 17/05/1991
FILTRE No 1, VITESSE : 0.15 m/h

Fig 6a

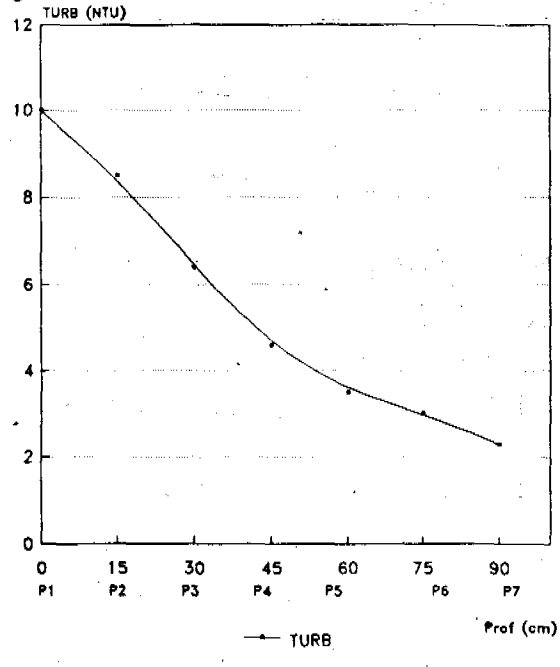


Fig 6b

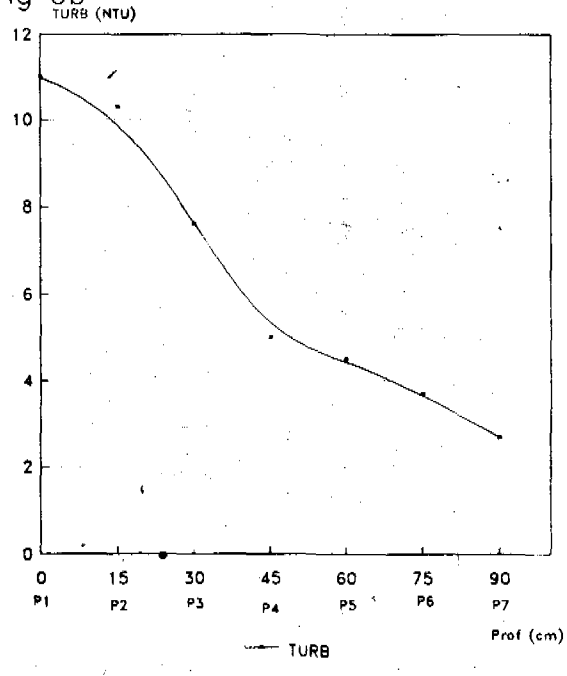


Tableau-1 . *Turbidité: Norme O.M.S. < 5 NTU (valeurs moyennes)*

CAMPAGNES	Eau brute	Eau filtrée
1	< 20 NTU	< 2 NTU
2	> 250 NTU	> 50 NTU
3	< 20 NTU	< 2 NTU

Tableau-2. *Matières en suspension : Norme O.M.S : absence (valeurs moyennes)*

CAMPAGNES	Eau brute	Eau filtrée
1	< 20 mg/1	< 0 mg/1
2	> 100 mg/1	> 5 mg/1
3	< 20 mg/1	< 0 mg/1

Tableau-3. *matières organiques : Norme O.M.S. < 5 mg/l d'O_2 (valeurs moyennes)*

CAMPAGNES	Eau brute	Eau filtrée
1	< 10 mg/1 d'0_2	< 2 mg/1 d'0_2
2	< 5 mg/1 d'0_2	< 2 mg/1 d'0_2
3	< 5 mg/1 d'0_2	< 2 mg/1 d'0_2

Campagne N°1 : Période du 12/04/1991 au 17/05/1991 (9 mesures)
Campagne N°2 : Période du 21/05/1991 au 30/07/1991 (16 mesures)
Campagne N°3 : Période du 16/09/1991 au 24/10/1991 (7 mesures)

Qualité bactériologique du filtrat

L'abattement des germes totaux et des coliformes totaux est importante (figures 7 et 8).
Cependant avec un abattement de 3 unités logarithmiques, les valeurs résiduelles des germes totaux sont supérieures à 50/ml.
Les résultats sur les coliformes totaux s'avèrent meilleurs avec moins d'une unité par 100 ml pour les campagnes 1 et 3 et plus de 5 unités pour la campagne 2.

L'observation des résultats montre que le maximum d'abattement est atteint après 10 jours de fonctionnement et à partir d'une épaisseur de sable de 75 cm.

Tableau-4 . *germes totaux (valeurs moyennes)*

CAMPAGNES	Eau brute	Eau filtrée
1	> 10000	> 50
2	> 10000	> 50
3	> 10000	> 50

Tableau-5 : *Coliformes totaux : Normes O.M.S : 0/100 ml (valeurs moyennes en C.T /100 ml)*

CAMPAGNES	Eau brute	Eau filtrée
1	> 50	<1
2	< 100	> 5
3	> 50	<1

INTERPRETATION DES RESULTATS

A l'analyse des résultats, on distingue deux situations correspondant aux trois périodes d'exploitation :

- une période allant d'octobre à mai, correspondant à la saison sèche. Pendant cette période les eaux sont assez chargées en éléments organiques constitués essentiellement d'algues. Ce qui permet :
• l'installation assez rapide de la membrane biologique,
• l'apport d'oxygène pour le métabolisme des micro-organismes.

- une deuxième période allant de mai à septembre correspondant à la saison des pluies. Les eaux sont chargées d'éléments trop fins pour être retenus par les lits filtrants. Ainsi on a observé à la sortie des filtres des turbidités allant jusqu'à 180 NTU.
Avec la faiblesse de la teneur de l'eau en matières organiques les filtres se retrouvent presque colmatés avant l'installation de la membrane biologique.

- une troisième période allant de septembre à octobre, correspondant au début de la saison sèche. La charge en particules est assez faible pour engendrer une installation rapide du film biologique à la surface du lit filtrant.

Fig 7a

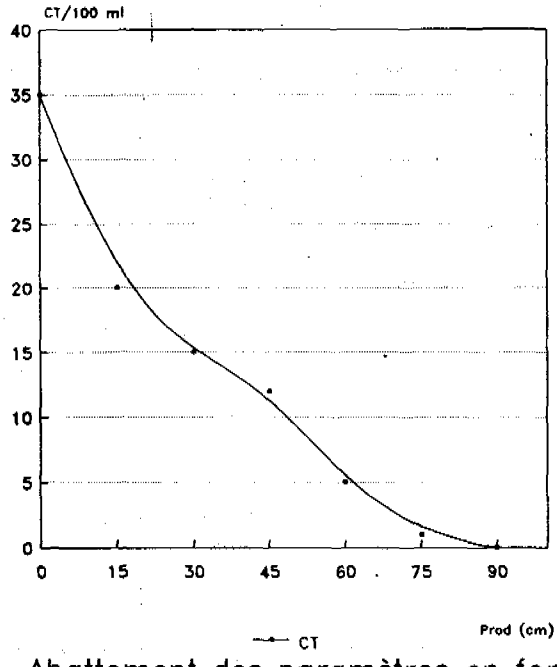
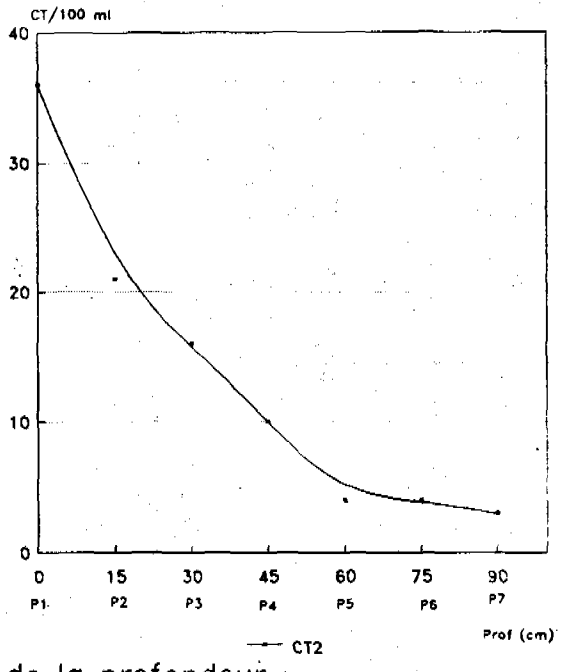


Fig 7b



Abattement des paramètres en fonction de la profondeur
PERIODE du 12/04/1991 au 17/05/1991
FILTRE No 2 , VITESSE : 0.25 m/h

Fig 8a

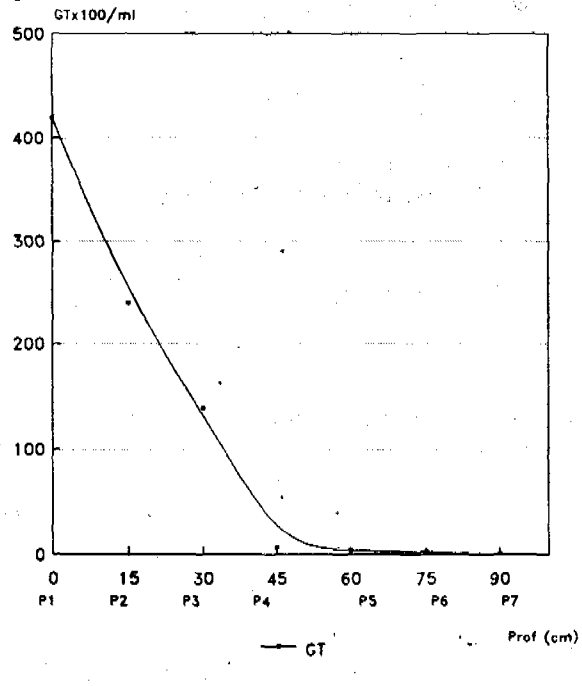
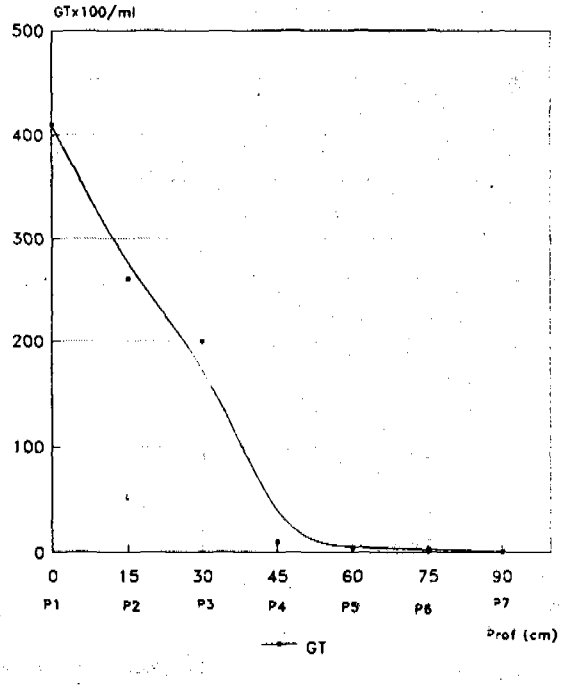


Fig 8b



Deux constats s'imposent :

- le prétraitement par filtration à flux horizontal sur lit de gravier ne semble pas adéquat comme méthode de prétraitement des eaux chargées de particules argileuses des pays sahéliens, surtout en période de pluies. L'utilisation d'un réactif chimique de coagulation semble inévitable pour clarifier ces eaux.

- la teneur en matières organiques sur laquelle les études ont été menées est très faible (moins de 10 mg/l d'oxydabilité au permanganate de potassium en saison sèche et moins de 5 mg/l en saison pluvieuse). C'est pourquoi pour la deuxième campagne la maturité biologique des filtres n'est atteinte que quelques jours avant le colmatage total.

Un traitement de désinfection des eaux s'avère donc indispensable avant leur mise en consommation. Cette nécessité est confortée par la persistance observée de colonies de germes totaux dans les eaux filtrées.

Remarque : Les essais n'ont pas permis d'observer une différence significative entre la performance des filtres avec les vitesses de 0.15 m/h et 0.25 m/h et entre les deux granulométries de sables utilisées.

Domaines de recherches futures

- Expérimenter les filtres pendant une durée plus longue en saison sèche pour appréhender la vitesse d'installation du film biologique en surface.

- Expérimenter d'autres méthodes pour une meilleure élimination des particules colloïdales et en suspension des eaux brutes, par exemple en apportant de faibles quantités de réactifs de coagulation-floculation avant le filtre horizontal.

- Déterminer les doses de réactifs désinfectants nécessaires (chloration) en complément du traitement par filtration lente et les comparer à celles qu'il est nécessaire d'appliquer sur les eaux par traitement classique (filtration rapide).

- Dans certaines régions d'Afrique, (zones de savanes denses et zones forestières) les eaux de surfaces sont très chargées en matières organiques et la technique de traitement par filtration lente sur sable pourrait s'y avérer plus appropriée. Il en est de même pour les eaux de grands fleuves (toutes régions) dont les régimes ne sont pas directement soumis aux averses de pluies.

- Etude de la regénération des filtres, après colmatage, par ressuyage et aération.

CONCLUSIONS

La présente étude a été menée afin d'apprécier l'efficacité de la filtration avec les conditions de départ liées essentiellement à la qualité de l'eau brute.

Il ressort de cette étude que :

1) Les filtres lents sont performants dans l'élimination de la turbidité, des matières en suspension et des matières organiques en saison sèche où la teneur en matières en suspension de l'eau brute est proche de 20 mg/l.
Les résultats suivants ont été obtenus :

- la turbidité est éliminée à environ 80 % (filtrat = 2 NTU)
- les matières en suspension éliminées à 100 %
- la matière organique éliminée à environ 75 % (filtrat < 2 mg/l d'oxygène consommé)

2) L'abattement bactérien est aussi assez important mais insuffisant pour se passer d'un traitement complémentaire de désinfection. On est arrivé aux résultats suivants :

- coliformes totaux presque totalement éliminés (filtrat < 1 coliforme/100 ml)
- germes totaux éliminés à 3 à 4 unités logarithmiques mais les valeurs résiduelles dans le filtrat restent supérieures à 50 germes/ml.

3) En période de pluies, l'importance et la nature des particules en suspension dans les eaux naturelles au Sahel ainsi que leur faiblesse en matières organiques, révèlent l'inadéquation d'un traitement par filtration lente sur sable, même avec un prétraitement par filtration à flux horizontal.

4) En période de pluies, la maturation biologique des filtres semble s'installer après plus de 15 jours de fonctionnement.

5) A la maturité biologique, le maximum de qualité est atteint pour une profondeur du lit de sable de 0.75 m, ce qui correspond donc à l'épaisseur minimale du lit de sable pour des conditions de granulométries de sable proches des valeurs de l'expérience et des vitesses étudiées (0.15 m/h et 0.25 m/h).

6) La durée de vie des filtres (période entre deux nettoyages) dans les conditions de l'expérience s'avère proche de 45 jours avec 10 jours pour l'installation de la membrane biologique.

7) Un traitement de désinfection des eaux traitées est indispensable avant leur mise en consommation.

Cependant, malgré la non conformité aux normes de l'O.M.S du point de vue bactériologique, les résultats obtenus peuvent être considérés comme encourageants, surtout si l'on sait que les populations cibles (zones rurales, zones semi-urbaines) ont pour la plupart l'habitude de consommer l'eau à l'état brut (mares, lacs, marigots et rivières).

Les difficultés liées aux grandes turbidités rencontrées pendant la saison des pluies nécessitent des études de prétraitement plus poussées et à plus longue durée par essais sur pilotes :

- prétraitement par filtration horizontale avec différentes granulométries de matériaux et différentes vitesses,
- prétraitement par décantation statique.

La facilité d'exécution et la simplicité des ouvrages de traitement par filtration lente, ainsi que la relative faiblesse des charges d'exploitation (pas de réactifs ni de lavage en retour) font de cette technique de traitement l'une des plus appropriées aux conditions des populations rurales en Afrique.

BIBLIOGRAPHIE

1) MAIGA A. H., octobre 1983 - Filtration lente sur sable. Rapport de recherche-développement. (E.P.F.L.)

2) MOUSSA L., juin 1990 - Filtration lente sur sable, modélisation de l'épuration selon un profil vertical. Mémoire de fin d'étude (E.I.E.R.)

3) WOZUAME A. K., juin 1991 - Filtration lente sur sable, étude de l'épuration physico-chimique et bactériologique suivant un profil vertical. Mémoire de fin d'étude (E.I.E.R.)

4) LA HAYE, novembre 1981 - Filtration lente sur sable pour l'approvisionnement en eau des collectivités dans les pays en voie de développement. Centre International de Références (C.I.R.)

5) HUISMAN L. & WOOD W.E., 1975 - Filtration lente sur sable. Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S.)

6) WEGELIN M., avril 1987 - Préfiltre à flux horizontal. Manuel de conception, de construction et d'exploitation. Centre International de Référence (C.I.R.)

7) COX C.R., 1967 - Techniques et contrôle du traitement des eaux. Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S.)

8) LYONNAISE DES EAUX, 1986 - Memento de l'exploitant de l'eau et de l'assainissement. Edition : technique et documentation (LAVOISIER)

9) ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE, 1986 - Directives de qualité pour l'eau de boisson. (Volumes 1, 2 et 3).