



CARACTERISATION BACTERIOLOGIQUE DU LAC RESERVOIR DU BARRAGE SIDI CHAHED

MEHANNED S.¹, ZAID A.¹, CHAHLAOUI A.¹

¹Equipe de Gestion et Valorisation des Ressources Naturelles,
laboratoire de l'environnement et santé.
Faculté des Sciences de Meknès, Département de Biologie.
smahane_mehanned@hotmail.com

RESUME

La présente étude a été effectuée pour évaluer la qualité bactériologique de l'eau de barrage Sidi Chahed qui est implanté sur l'oued Mikkés l'un des principaux cours d'eau drainant la région située entre les villes de Meknès et Fès. Ce barrage est alimenté par un autre cours d'eau, oued Mellah.

Cette étude a porté sur quatre prélèvements au niveau du barrage à quatre profondeurs (0m,-10m,-20m,- 30m).

L'analyse bactériologique a porté sur les germes indicateurs de pollution qui regroupent, les germes totaux, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, streptocoques fécaux, et anaérobies sulfite-réducteurs. Les analyses ont montré que la contamination est très importante au cours de la colonne d'eau, et que la pollution bactériologique diffère d'un niveau à l'autre.

L'interprétation des données d'analyse et la corrélation existante entre les variables microbiologiques sont réalisées en utilisant l'Analyse en Composantes Principales et l'analyse par la Classification Ascendante Hiérarchique.

Mots clés : Bactériologie, barrage Sidi Chahed, Oued Mikkés, Oued Mellah

ABSTRACT

The present study was conducted to assess the bacteriological quality of the water dam Sidi Chahed who sits on the Oued Mikkés one of the major rivers draining the area between the cities of Meknes and Fez. The dam is fed by another stream, Wadi Mellah. This study focused on four samples at the dam four depths (0m, 10m, 20m-30m). Bacteriological analysis focused on

indicators of pollution which include germs, germs total, total coliforms, fecal coliforms, fecal streptococci, and sulphite-reducing anaerobes. Analyses showed that the contamination is very important in the water column, the bacteriological pollution and differs from one level to another. The analysis and interpretation of the correlation between microbiological data variables were performed using the Principal Component Analysis and analysis by Hierarchical Classification.

Keywords: Bacteriology, Dam Sidi Chahed, Oued Mikkes, Oued Mellah.

INTRODUCTION

Au Maroc, pays à climat semi –aride, l’approvisionnement en eau potable et industrielle est assuré essentiellement par les eaux de surface .Depuis les années soixante, une quarantaine de grands barrages a été construite. Si la construction de ces ouvrages constituait bien une nécessité pour garantir, en toute saison, l’approvisionnement en eau, il convenait de contrôler et de sauvegarder la qualité des eaux retenues par ces barrages.

Le barrage Sidi Chahed, est situé à 32 km au Nord ouest de la ville de Meknès et à 32 km à l’est de la ville de Fès. Il est alimenté par deux oueds : Oued Mikkés et Oued Mellah. Ce barrage a pour but le renforcement à moyen et à long terme l’AEP de la ville de Meknès et l’irrigation de 1200 ha (ABHS/2007).

Le présent travail, se propose de décrire les variations des charges polluantes au niveau de la colonne d’eau durant la période d’étude, et de caractériser la qualité bactériologique de ces eaux et d’appliquer la méthode statistique d’Analyse en Composantes Principales (ACP) pour corrélérer les données de la variabilité spatio-temporelle de la qualité bactériologique.

MATERIEL ET METHODES

Description de site d’étude

Le barrage Sidi Chahed est situé sur l’oued Mikkés et oued Mellah, à environ 30 km au NW de la ville de Fès, sur la route principal n°4 reliant cette dernière à la ville de Sidi Kacem. L’Oued Mikkès est un affluent de l’Oued Sebou. Ses eaux sont régularisées par le barrage de Sidi Chahed. Son bassin versant est situé entre les villes de Fès et Meknès. Il abrite les villes d’Ifrane, d’Ain Taoujdat et plusieurs centres. Le bassin de l’Oued Mikkès est drainé par quatre affluents: l’Oued N’ja et l’Oued Atchane en rive droite, l’Oued Tizguit et l’Oued Akkous en rive gauche. Les deux premiers drainent la plaine du Sais et les deux derniers drainent le plateau de Meknès et le causse d’El Hajeb–Ifrane.

Le bassin est caractérisé par un nombre assez important de sources qui émergent dans des contextes hydrogéologiques variés (Figure 1).

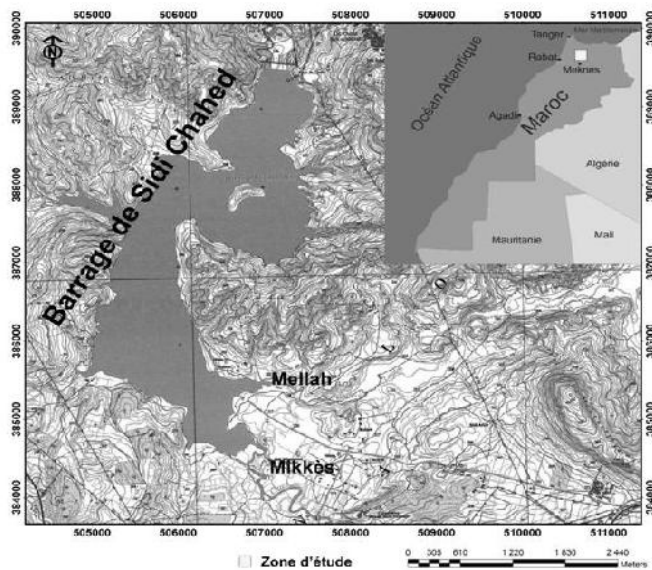


Figure 1 : Situation géographique de barrage Sidi Chahed.

Prélèvement des échantillons

Pour réaliser cette étude, quatre points de prélèvement ont été choisis : S (surface), P1 (-10m), P2 (-20m), F(Fond). Le suivi des analyses a été réalisé une fois par mois de février à juin 2013, soit cinq campagnes d'échantillonnage. Les échantillons d'eau destinés aux analyses bactériologiques ont été recueillis aseptiquement dans des flacons stériles de 500 ml, selon les normes de Rodier (Rodier et al., 2009), transportés au laboratoire dans une glacière assurant le maintien de la température à 4°C.

Analyse microbiologique

Cette étude a porté sur le dénombrement des germes totaux(GT), coliformes totaux(CT), coliformes fécaux(CF), streptocoques fécaux(SF), et anaérobies sulfito-réducteurs(CSR) :

- Coliformes totaux /100ml : dénombrement par filtration sur membrane (0,45µm) sur gélose tergitol au TTC 7 Agar 24h à 37°C.
- Coliformes fécaux /100ml : dénombrement par filtration sur membrane (0,45µm) sur gélose tergitol au TTC 7 Agar 24h à 44°C.
- Streptocoques fécaux /100ml : dénombrement par filtration sur membrane (0,45µm) sur gélose slanetz et bartly 24h-48h à 37°C.

- Anaérobies sulfito-réducteurs : dénombrement par filtration sur membrane (0,45µm) sur TSC D-cycloserine de 24h-48h à 37°C.
- Germes totaux : dénombrement par filtration sur membrane (0,45µm) sur gélose-nutritive plate count Agar 24-48h à 22 et 37°C.

Le comptage des colonies se fait sur les boîtes où sont développées 100 à 300 colonies. Le résultat est exprimé en unité formant colonie par ml (UFC/ml) (Rodier, 2009).

RESULTATS ET DISCUSSION

L'examen bactériologique est le moyen le plus précis de déceler les pollutions fécales récentes, donc potentiellement dangereuses, et, ce faisant, d'apprécier la qualité de l'eau du point de vue sanitaire avec une précision que n'autorisent pas les analyses chimique courantes (Chahlaoui, 1996). Les études de variations journalières, mensuelles et saisonnières des bactéries dans les rivières, les torrents et les lacs ont été analysées par plusieurs auteurs à l'échelle Nationale et internationale tels que Collins (1963), Velz (1970), Wuhrmann (1972), Evinson et James (1973), Holder-Franklin (1981), Alabi et adesiyum (1982), Who (1983), Wright (1982 et 1986), Chahlaoui (1987), Jiwa et al., (1991)... Ces auteurs ont mis l'accent sur l'importance de l'utilisation des micro-organismes dans l'évolution de la qualité de l'eau ainsi que leur corrélation avec les facteurs de l'environnement.

Les résultats d'appréciation de la qualité bactériologique des eaux de la retenue sur l'ensemble de la colonne d'eau (surface (S), -10m(P₁), -20m(P₂), Fond(F) de Février à Juin 2013 sont illustrés dans les figures (1, 2, 3, 4,5) :

Les germes totaux sont des germes aérobies mésophiles capable de proliférer en l'espace de 10 jours à 20°C. Sur l'ensemble de la colonne d'eau, les résultats obtenu montre que les teneurs en germes totaux durant la période d'étude varient entre des valeurs maximales de 2836 UFC/100ml enregistrées à P2 au mois de Juin, et des valeurs minimales de 64 UFC/100ml enregistrées à P1 au mois de Mai. On constate d'après la figure 1 une contamination importante par les germes totaux au mois de juin et Février, et une contamination moins importante au mois d'Avril, mars, et mai au niveau de la colonne d'eau.

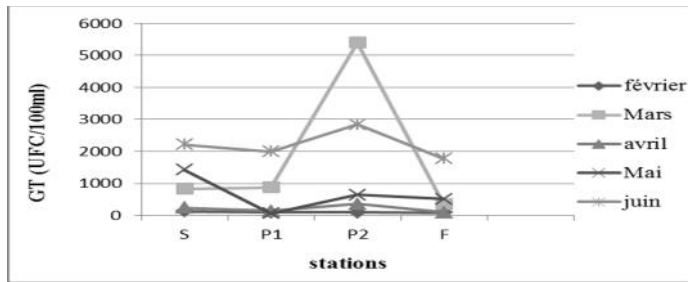


Figure2 : Evolution des germes totaux sur l'ensemble de la colonne d'eau de la retenue.

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux Capables de fermenter le lactose à une température de 44,5 °C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est l'*Escherichia coli* (*E. coli*) et, dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Entérobactéries* et *Klebsiella* (Elmund et al., 1999; Santé Canada, 1991; Edberg et al., 2000). La bactérie *E. coli* représente toutefois 80 à 90 % des coliformes thermotolérants détectés (Barthe et al. 1998; Edberg et al. 2000). Bien que la présence de coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, plusieurs coliformes fécaux ne sont pas d'origine fécale, provenant plutôt d'eaux enrichies en matière organique, tels les effluents Industriels du secteur des pâtes et papiers ou de la transformation alimentaire (Barthe et al., 1998; OMS, 2000).

La figure 2 illustre l'évolution des coliformes fécaux au cours de la colonne d'eau ; la forte charge est observée au mois de Juin avec un maximum de 8640 UFC/100ml à P1, et des faibles valeurs de 25UFC/100ml sont enregistrées au mois de Février à P1.

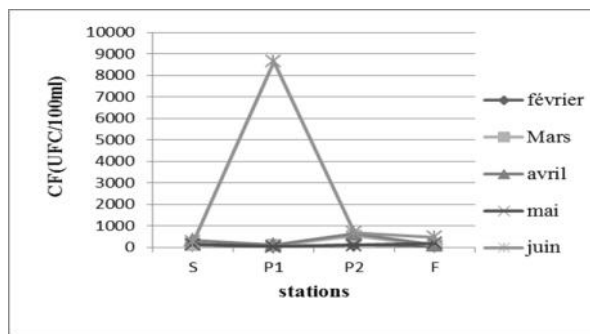


Figure3 : Evolution des coliformes fécaux sur la colonne d'eau de la retenue.

Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries présentes naturellement sur les végétaux, dans les sols ainsi que dans les intestins des

humains et des animaux à sang chaud (Drapeau et Jankovic, 1987 ; Leclerc, 1982).

Existant à l'état naturel dans des environnements contaminés ou non par des matières fécales, les coliformes totaux sont largement répandus dans les eaux de surface et les eaux souterraines sous l'influence directe d'eaux de surface (Santé Canada (2013).

En ce qui concerne les coliformes totaux, la concentration varient entre une concentration minimale de 3 UFC/100ml au mois de Juin à S (surface), et une concentration maximale de 147 UFC/100ml au mois de Juin à F (fond).

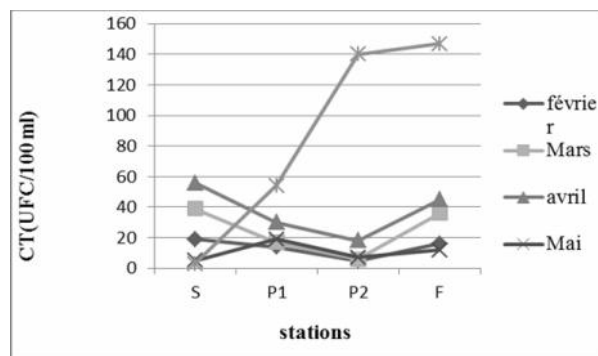


Figure 4 : Evolution des coliformes totaux sur la colonne d'eau de la retenue ;

Les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine. Cependant, certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent être trouvées également dans les fèces animales, ou se rencontrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale (Geldreich et al. 1964 ; Leclerc et al. , 1995), et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution. L'identification de *streptocoques fécaux* donnera une confirmation importante du caractère fécal de pollution (OMS, 1994). Ces germes appartiennent au groupe sérologique D de Lanceefield et comprennent espèces dans l'expression streptocoque : S.faecium ; S.faecalis ; S.durans ; S.bovis ; S.equinus (Drapeau et Jankovic, 1987).

Pour l'évolution au cours de la colonne d'eau de la charge des stréptocoque fécaux ,les concentrations les plus élevées sont observées au mois de Juin à P2 , et au mois de Mars à P1 ,et les faibles valeurs sont relevées au mois de Mai à P2 , et au mois de Juin à S(surface) ,avec des fluctuations très importantes durant la période d'étude.

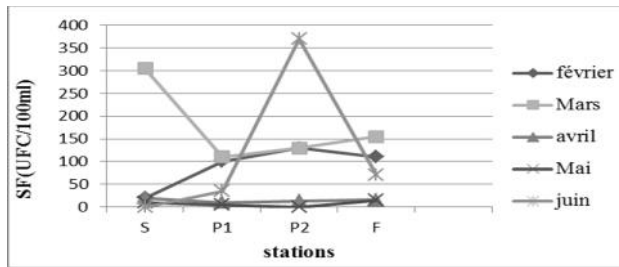


Figure 5 : Evolution des streptocoques fécaux sur la colonne d'eau de la retenue.

Les Anaérobies Sulfito- Réducteurs (ASR) sont des germes telluriques (présents dans le milieu extérieur : sol, eau, air, etc...Et capables d'y résister très longtemps sous forme de spore), présents également dans la flore intestinale de l'homme et des animaux. Ils se développent dans des conditions d'anaérobiose (absence d'oxygène). Les spores de ces germes sont très résistantes à la chaleur. La figure(5) renseigne sur une faible contamination par les bactéries Anaérobies sulfito-réducteur, le suivi de leur évolution montre des fluctuations au cours de la période d'étude et une absence durant les mois de Février, mars, avril à (P1,P2,F) ;Mai à (S,P2,F), la valeur la plus élevée est observée en Mai à (P1) avec 20UFC/100ml. La présence de ces spores, permettrait de prétendre que la pollution fécale est ancienne ou intermittente (OMS, 1994).

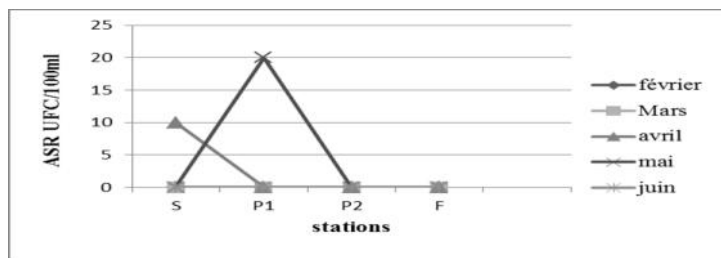


Figure 6 : Evolution des anaérobies sulfito-réducteurs sur la colonne d'eau de la retenue

Typologie des stations

Pour déterminer la relation entre les paramètres bactériologiques étudiés et la distribution des stations, nous avons utilisé la méthode explicative par l'analyse en composantes principales (ACP). Pour réaliser cette analyse, nous avons utilisé le logiciel STATISTICA version 9.

Tableau 1 : Les valeurs moyennes des paramètres bactériologiques de la colonne d'eau durant la période d'étude.

Germe /niveau	GT	CT	CF	SF	CSR
S (surface)	965,8	191	24,4	71	2
P1 (-10m)	631,4	1781,8	26,8	52	0
P2 (-20m)	1867,2	406,4	35,2	128,6	0
F(Fond)	564	176,6	51,2	73,2	4

Pour le traitement des données par l'ACP, nous avons utilisé 5 variables : coliformes fécaux, Coliformes totaux, streptocoque fécaux, germes totaux, anaérobies sulfito-réducteurs, et comme individus les 5 prélèvements effectués mensuelles en fonction de quatre profondeur de la colonne d'eau S (-0m), P1 (-10m), P2 (-20m), F (-30m). Pour faciliter la visualisation des nuages des points, on les a projetés dans un espace à deux dimensions. Le pourcentage d'inertie expliqués par les deux axes formant un plan (F1-F2) est de 89,5° /° (F1 :52,72° /° et F2 :36,78° /°) de la variance totale .Ces deux axes sont pris en considération pour la description des variables et des individus sur le plan principale :

- La projection de ces variables sur le plan Factoriel F1-F2 (figure (7)) montre que les coliformes totaux sont corrélées positivement avec l'axe F1 , les coliformes fécaux et les anaérobies sulfito-réducteurs sont corrélées négativement avec l'axe F1 qui cumule 52,72 °/° d'inertie et que les germes totaux sont corrélées positivement avec l'axe F2 et les streptocoques fécaux sont corrélés négativement avec l'axe F2 qui cumule 36,78° /° d'inertie.
- La projection des individus sur le plan factoriel F1-F2 (figure 8)) a permis de distinguer 3 groupes :

Groupe 1 : rassemble les eaux qui présentent une contamination par les coliformes fécaux et les anaérobies sulfito-réducteur et d'après la projection des individus sur le plan factoriel F1-F2, on peut déduire que le fond de la colonne d'eaux qui contaminé par ce type des germes.

Groupe 2 : il ne contient que des eaux au niveau de (-10m) de la colonne. Ces eaux regroupent deux types des germes indicateurs de la pollution bactériologique : les germes totaux, les streptocoques fécaux.

Groupe 3 : constitué exclusivement par les eaux des niveaux P1 (-10m) et la surface(S) de la colonne d'eau, qui présente les eaux les plus contaminés par les coliformes totaux que par les autres germes indicateurs de la pollution bactériologique.

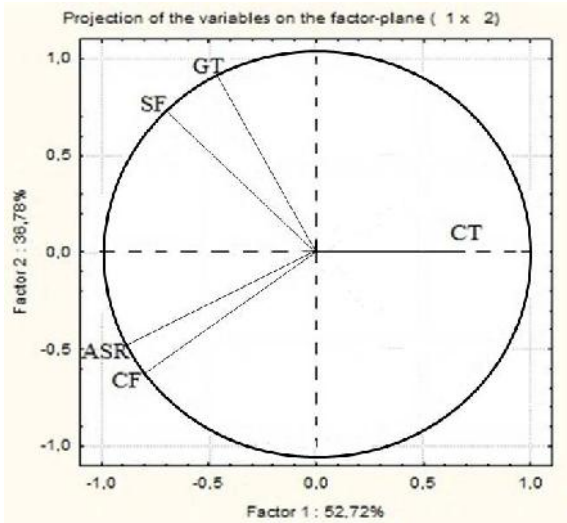


Figure 7 : Projection des variables dans l'espace des axes F1et F2.

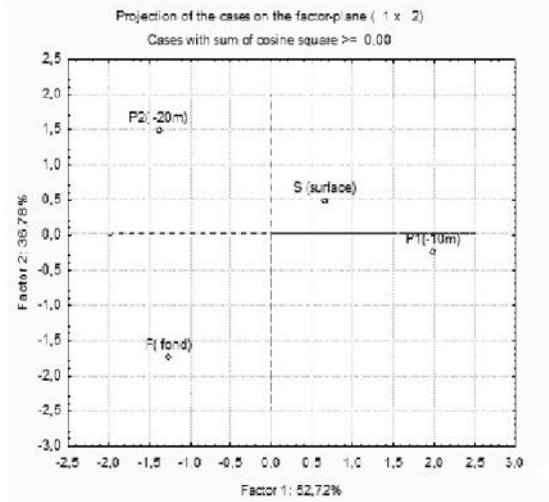


Figure8 : Projection des individus dans l'espace des axes F1et F2.

CONCLUSION

Au terme de cette étude, nous pouvons dégager un certain nombre d'observations. Les résultats des analyses des eaux au cours de la colonne d'eau renseignent sur une faible contamination par les anaérobies sulfito-réducteurs durant la période d'étude et une forte contamination par les bactéries indicatrices de la pollution fécale(SF ,CF ,CT) d'origine animale ou humaine qui dépasse les normes destinés à la consommation humaines qui ne doivent pas en contenir aucune trace de ce type de microflore, mais ces eaux de la colonne

d'eau du barrage reste utilisable pour l'irrigation; le taux en coliformes totaux et toujours supérieur au coliforme fécaux au cours de la colonne d'eau ceci concorde avec les données théorique étant données que les coliformes fécaux font partie des coliformes totaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALABLD A., ADESIYUMA A. (1982)-studies on microbial quality of filtered water in households of a university community in Nigeria, *J. Hyg.*,89, 69-78.
- BARTHE C., PERRON J., PERRON J.M.R. (1998). Guide d'interprétation des paramètres microbiologiques d'intérêt dans le domaine de l'eau potable. Document de travail (version préliminaire), ministère de l'Environnement du Québec, 155 p. et annexe.
- CHALAOUI A. (1987). approche méthodologique de la contamination d'un barrage collinaire, Ait lamrabiya oulmés, C.E.A., *Ecol Gén. des Pop.*, Univ. Med. V., Fac. Sci. Rabat, 73pp.
- COLLING V.G. (1963).The distribution and ecology of bacteria in freshwater, *Water Treat. and Exam.*,12, 9, 40-73.
- CHAHLAOUI A. (1996).Etude Hydrobiologique de l'oued Boufekrane- impact sur l'environnement et la santé, thèse d'état en biologie, Univ. Moulay Ismail Fac. Sci. Meknés., 1-256.
- DRAPEAU A.J., JANKOVIC S. (1987). Manuel de microbiologie de l'environnement Ed. Genève, O.M.S ,
- EVRIKSON L.M., JAMES A.A. (1973). A comparison quality of the distribution of intestinal bacteria in britishand East African, water sources *J.Appl. Bacterial.*36.P:109-118.
- ELMUND, GK, MJ ALLEN ET EW RICE (1999) Comparison of Escherichia coli, total coliform and fecal coliform populations as indicators of wastewater treatment efficiency, *Water Environ. Res.*, 71, 332-339.
- GELDREICH E., KENNER A., KABLER P. (1964). The occurrence of coliformes.fecal coliformes and streptococci on vegetation and insects. *Applied Microbiology*,.512(1), 63-69.
- HOLDER-FRANKLIN M.A. (1981). Methods of studying population shifts in aquatic Bacteria in response to environmental change, *Scientific series*, N°24,Environnement Canada, 103p.
- JIWA S.F.H, MUGULA J.K., MSANGI M.J. (1991). Bacteriological quality of potable water sources supplying Morogoro municipality and outskirts, acause stady in tanzanica, *Epidimiol. Infect.*, 107, 479-484.
- LECLERC (1982). Les coliformes, cours de microbiologie des boissons et des produits de la mer, *Ins. Pas, lille*,116.

- OMS (2000). Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 2 – critères d'hygiène et documentation à l'appui, Organisation mondiale de la Santé, 2e édition, 1050 p. Accessible à :
www.who.int/water_sanitation_health/GDWQ/Summary_tables/
- SANTE CANADA (2013). Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : Document technique la turbidité, Bureau de l'eau, de l'air et des changements climatiques, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa (Ontario). (N° de catalogue H144-9/2013F-PDF). Disponible à :
[www.santecanada.gc.ca/eauqualiteHealth Canada](http://www.santecanada.gc.ca/eauqualiteHealth%20Canada) (2009).
- VELZ V.J. (1970). Applied stresm sanitations, John wiley and Sons, New York, 163-164 and 178-179.
- W.H.O (1983). Guidelines for drinking Water quality. world health organization, Geneva
- WRIGHT R.C. (1982). A comparison of the levels of faecal indicator bacteria in water and human faeces in rural area of a tropical developing country (Sierra Leone), *J. Hyg.*, 89, 67-78.
- WUHRMANN K. (1972). stream purification. In R. Mitchell (Ed.), *Water pollution microbiology*, John Wiley and Sons, New York, P119-15.