



## **ETUDE BACTERIOLOGIQUE COMPARATIVE DU LAC RESERVOIR DU BARRAGE SIDI CHAHED ET SES EFFLUENTS : MEKKES ET MELLAH**

**MEHANNED S.<sup>1</sup>, ZAID A.<sup>1</sup>, CHAHLAOUA A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Equipe de Gestion et Valorisation des Ressources Naturelles, laboratoire de  
l'environnement et santé.

Faculté des Sciences de Meknès, Département de Biologie.  
Université Moulay Ismail, BP 11 201 Zitoune Meknès, Maroc

smahane\_mehanned@hotmail.com

### **RESUME**

Ce travail a pour objectif de déterminer la contribution des deux oueds alimentant : oueds Mekkes et oued Mellah sur la qualité bactériologique de l'eau de barrage Sidi Chahed.

Cette étude a porté sur trois stations : en amont dans oued Mekkes, un autre en amont dans oued Mellah, et un prélèvement au niveau du surface du barrage.

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 les anaérobies sulfite-réducteurs. Les analyses statistiques ont montré que la charge polluante apportée par les eaux d'oued Mekkes et Mellah sont plus importantes que celle apportée par les eaux de barrage, et cette pollution d'origine fécale.

**Mots clés** : Bactériologie, sidi Chahed, Oued Mekkes, Oued Mellah.

### **ABSTRACT**

Wadis Mellah and Mikéss and on the bacteriological quality of the water dam Sidi Chahed: to determine the contribution of the two wadis supplying this work aims.

This study focused on three stations: upstream in Wadi Mekkes another upstream in Wadi Mellah, and sampling at the surface of the dam.

Bacteriological analysis focused on indicators of pollution which include germs, germs total, total coliforms, fecal coliforms, fecal streptococci, and sulphite-reducing anaerobes. Statistical analyzes showed that the pollutant load brought by the waters of Wadi Mellah Mekkes and are more important than that provided by the waters of the dam, and that fecal pollution.

**Keywords:** Bacteriology, 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 (El Ghachtoul et al., 2005).

Riche en milieux aquatiques, le Maroc est parmi les pays d’Afrique les plus menacés par le fléau de la pollution de ses eaux (Mutin, 2000 ; Khamar et al., 2000 ; Azzaoui et al., 2000), la pollution des eaux de surface continue de poser un problème sérieux pour l’homme et son environnement (René, 1968).

Le présent travail, se propose d’étudier la contribution des deux principaux affluents oueds Mekkes et Mellah à la pollution bactériologique des eaux du barrage Sidi Chahed.

## MATERIEL ET METHODES

### Description du site d’étude

Le barrage Sidi Chahed est situé sur l’oued Mekkes 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 Mekkes 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 Mekkes 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.

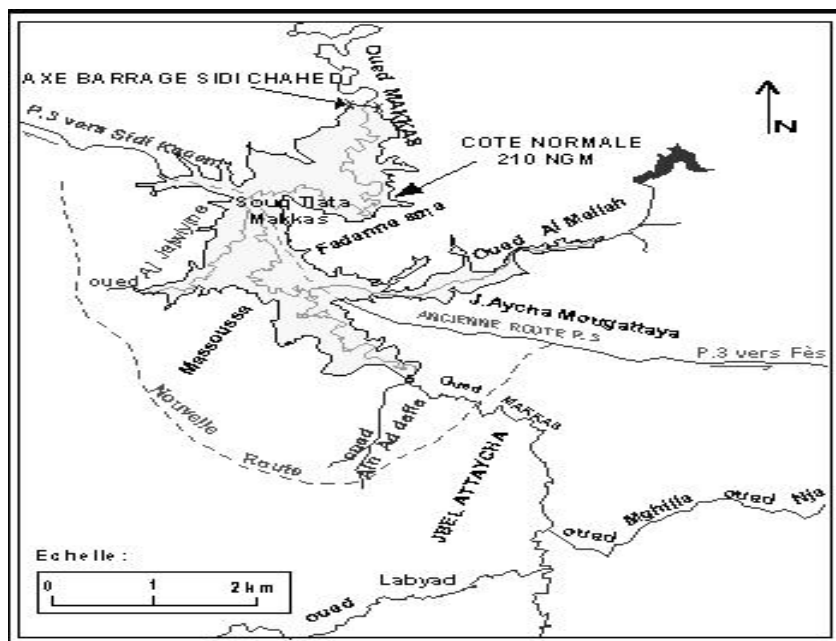


Figure 2 : Situation géographique de l'oued Mekkes et oued Mellah.

### Prélèvement des échantillons

Pour réaliser cette étude, trois points de prélèvement ont été choisis : Oued Mellah, Oued Mekkes, et barrage Sidi Chahed. 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.

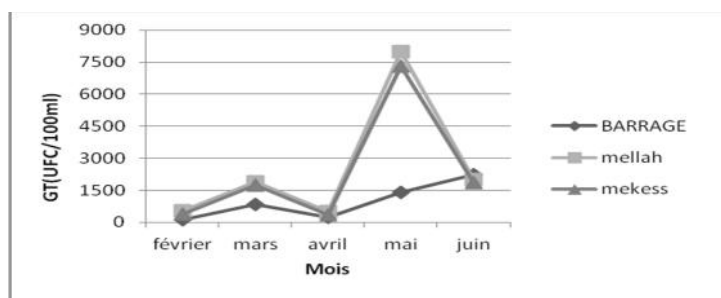
- streptocoques fécaux /100ml : dénombrement par filtration sur membrane (0,45µm) sur gélose slanetz et bartly 24h-48h à 37°C.
- anaérobies sulfito-réducteurs : dénombrement par filtration sur membrane (0,45µm) sur TSC D-cycloserine de 24h-48h à 37°C.
- germes totaux : dénombrement par filtration sur 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

Les résultats d'étude de contribution des eaux des deux oueds alimentant (Mekkes et Mellah) à la pollution bactériologiques des eaux du barrage, sont représentés dans les figures 3, 4, 5, 6 et 7.

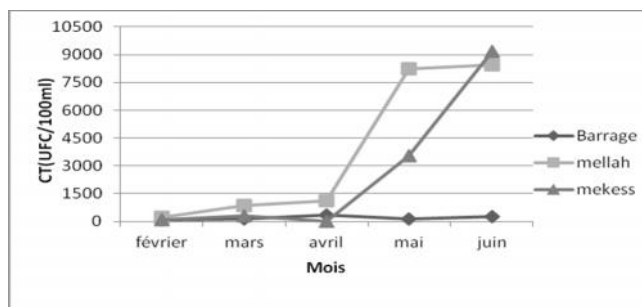
### Résultats



**Figure 3 :** Evolution temporelle des germes totaux au niveau des stations étudiées.

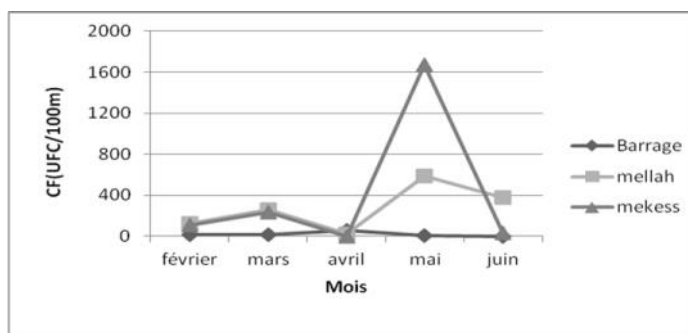
Les résultats des analyses des eaux d'Oued Mellah renseignent sur une importante contamination par les germes totaux durant la période d'étude, des valeurs maximales de 8000 UFC/100ml sont enregistrées au mois de Juin, et des valeurs minimales de 532 UFC/100ml sont observées au mois de Février et Avril. Concernant les eaux d'Oued Mekkes sont caractérisées par la présence de forte charge en germes totaux, les valeurs maximales de 7320 UFC/100ml sont enregistrées au mois de Juin, et des valeurs minimales de 392 et 348 UFC/100 ml sont relevées au mois de Février et avril respectivement. Pour les eaux du barrage, les valeurs maximales de 1420 et 2216 UFC/100ml sont enregistrés au mois de Mai et juin respectivement et des valeurs minimales de 123 au mois de février et de 233 UFC/100 ml au mois d'avril. D'après les résultats obtenus

des deux Oueds alimentant et les eaux de barrage, on peut déduire qu'il ya une corrélation homogène entre les teneurs en germes totaux (même variations durant la période d'étude) et que les teneurs en germes totaux apportées par les deux Oueds sont plus importantes que celle apportée par les eaux de la retenue.



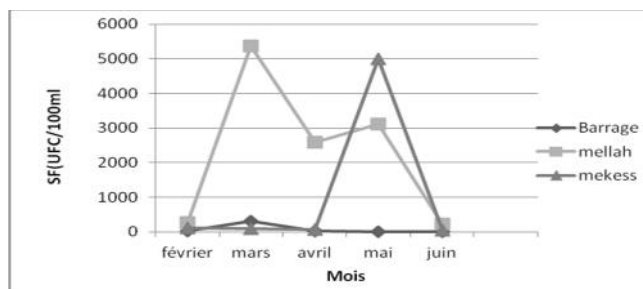
**Figure 4 :** évolution des coliformes totaux au niveau des stations.

En ce qui concerne les coliformes totaux, les valeurs les plus importants sont marquées au niveau d'Oueds Mellah et Mekkes au mois de mai avec des valeurs de 584 et 1668 UFC/100ml respectivement, et les valeurs les plus faibles de 0 UFC /100ml et de 25 UFC/100mL respectivement au niveau d'oued Mekkes et oued Mellah sont relevées au mois d'Avril, pour les eaux de la retenue, les valeurs maximales de 56UFC/100ml sont enregistrées au mois d'Avril et les valeurs minimales de 3UFC/100ml sont marquées au mois de Juin .



**Figure 5 :** évolution des coliformes fécaux au niveau des stations

Pour les valeurs mensuelles des coliformes fécaux, la fortes charge sont observée au niveau d'oued Mekkes et Mellah avec des valeurs maximales de 9180 et 8430 UFC/100ml respectivement au mois de Juin ,et des valeurs minimales de 95 et 205 UFC/100ml au mois de Février, les teneurs en coliforme fécaux des eaux de la retenue varient entre des valeurs maximales de 335 UFC/100ml au mois d'Avril et des valeurs minimales de 95 UFC /100ml au mois de Février. D'après ces résultats les teneurs les plus faibles en coliformes fécaux sont enregistrées au niveau des eaux de la retenue.



**Figure 6 :** évolution des streptocoques fécaux au niveau des stations.

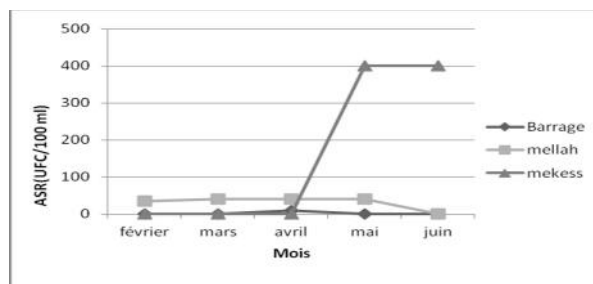
La figure 6 illustre l'évolution des streptocoques fécaux des trois stations étudiées, où on constate une contamination importante par ce type des bactéries avec des teneurs comprise entre de 4995 UFC/100ml observées en Mars et de 40 UFC/100ml noté en Juin au niveau d'Oued Mellah. En ce qui concerne oued Mekkes, les valeurs les plus élevées sont observées en Mai avec 3120 UFC/100ml et des valeurs moins élevées sont enregistrées au mois de Juin avec 230 UFC/100 ml, pour les eaux du barrage, les teneurs en streptocoques fécaux varient entre un maximum de 305 UFC/100 ml en mars et un minimum de 0 UFC/100ml en Juin. A la lumière de ces résultats obtenus, nous pouvons conclure que la contamination la plus forte sont enregistrées au niveaux d'oued Mellah durant la période d'étude, et qu'il ya une homogénéité entre les teneurs en streptocoques fécaux d'Oued Mellah et Mikéss, par contre pour les eaux de barrage les teneurs en streptocoques fécaux sont très faibles par rapport à Oued Mellah et Mekkes.

La présence des entérocoques, en nombre important dépassant certaines fois les CF, indique une contamination d'origine animale (animaux à sang chaud). Quand  $CF/SF < 0,7$  elle est principalement ou entièrement d'origine animale,  $CF/SF$  compris entre 0,7 et 1 elle est mixte à prédominance animale,  $CF/SF$  compris entre 1 et 2 elle est d'origine incertaine,  $CF/SF$  compris entre 2 et 4 elle est mixte à prédominance humaine et quand  $CF/SF > 4$  la source de contamination est exclusivement humaine (Borrego et Romero, 1982).

Les résultats des analyses bactériologiques montrent qu'il y a une contamination généralement fécale, et d'après le tableau 1, on peut déduire la diversité et l'originalité de cette contamination. La quantification de rapport SF/ST nous a permis de déduire que la contamination de ces eaux (Mekkes, Mellah et barrage) est d'origine animale et humaine.

**Tableau 1 :** Origine de la pollution selon le rapport coliformes fécaux/streptocoques fécaux (CF/SF).

stations	Mois	Rapport (CF/SF)	Ratio	Origine de contamination
barrage	Février	19/20	0,95	Mixte à prédominance animale
	Mars	17/305	0,055	animale
	Avril	56/20	2,8	Mixte à prédominance humaine
	Mai	5/10	0,5	animale
	Juin	3/0	---	-----
mellah	Février	127/270	0,47	animale
	Mars	259/5375	0,048	animale
	Avril	25/2595	0,0096	animale
	Mai	84/3120	0,0269	animale
	Juin	378/230	1,64	incertaine
Mekkes	Février	112/120	0,933	incertaine
	Mars	234/90	2,6	Mixte à prédominance humaine
	Avril	0/80	0	animale
	Mai	1668/4995	0,33	animale
	Juin	30/40	0,75	Mixte à prédominance animale



**Figure 7 :** Evolution temporelle des anaérobies sulfito-réducteurs au niveau des stations.

La figure 7 renseigne sur une faible contamination pour les deux Oueds et les eaux de la retenue par anaérobies sulfito-réducteurs, les valeurs les plus importantes de 400 UFC/100 ml sont marquées au mois de Mai et Juin au niveau d'oued Mekkes et 40UFC/100ml au mois de Février, mars et avril au niveau d'oued Mellah, et les valeurs les plus faibles sont enregistrées durant les mois de Février, Mars, Mai et Juin avec des valeurs de 0 UFC/100 ml au niveaux des eaux de la retenue du barrage.

Généralement les teneurs en anaérobies sulfito-réducteurs sont faibles durant la période d'étude au niveau d'oued Mekkes et oued Mellah, mais restent toujours plus faible pour les eaux de barrage, l'exception de mois de Mai et Juin au niveau d'oued Mekkes.

## Discussion

Les résultats obtenus des figures 3, 4, 5, 6 et 7 laissent voir une contamination faible des eaux du barrage par rapport aux eaux d'oueds Mekkes et Mellah, et cela peuvent justifier par le facteur de la dilution décrit par (Maurin, 1974) « qu'on s'éloigne de la source de contamination le dénombrement des bactéries décroît » et que la charge polluante portée par oued Mekkes est plus importante que celle portée par oued Mellah, donc la source la plus prédominance à la pollution des eaux de la retenue est oued Mekkes. Ces teneurs bactériennes restent inférieures à celle signalées par Hajjami et al. (2013) au niveau d'oued Hassar et par Lamrani et al. (2011) et Addouli et al., au niveau de l'oued Boufekrane et El ouali lalami et al. (2011) au niveau des eaux du surface de la ville de Fés.

## ANALYSE DES DONNEES

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 2** : les valeurs moyennes des paramètres bactériologiques des trois stations étudiées.

	GT	CT	CF	SF	ASR
MELLAH	2580	3769	274,6	2318	31
MEKKES	2332	2621,8	408,8	1065	160
BARRAGE	965,8	191	20	71	20

L'analyse en composantes principale réalisé sur une matrice de données composées de 3 lignes représentent les stations étudiées (Oued Mekkes, Oued Mellah, Barrage Sidi Chahed), et cinq colonnes représentant les paramètres bactériologiques : coliformes totaux, coliformes fécaux, germes totaux, anaérobies sulfito-réducteurs, streptocoques fécaux.

Le plan factoriel F1-F2 nous a permis d'expliquer 100°/° (F1 :22,59° /° et F2 :77,42°/°) de la variabilité totale (on a donc une bonne qualité de représentation).

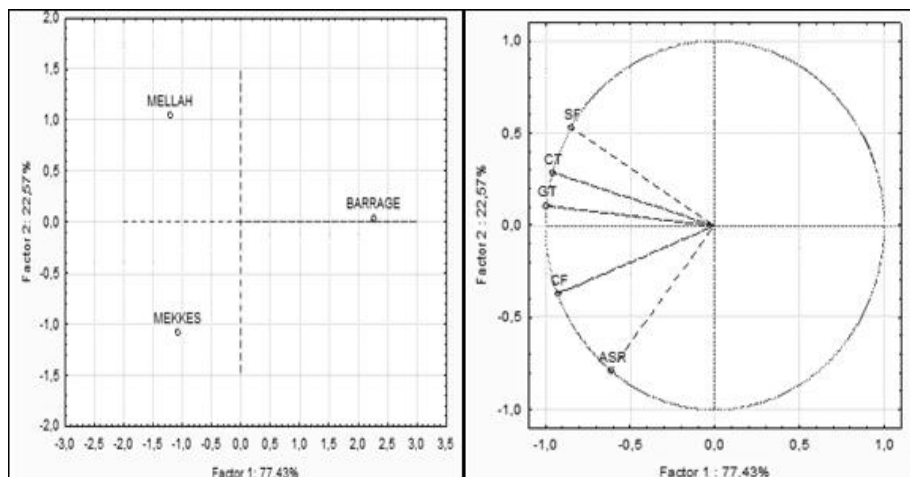
L'analyse des données relatives à la matrice des corrélation entre les variables nous a permis de révéler l'existence d'une forte corrélation significativement élevée entre les variables .La projection de ces variables sur le plan factoriel F1-F2 montre que les coliformes fécaux, germes totaux, coliformes totaux, streptocoques fécaux , sont corrélées négativement avec l'axe F1 et les anaérobies sulfito-réducteurs sont corrélées négativement avec l'axe F2 .

La projection des individus ( stations ) sur le plan factoriel F1-F2 a permis de distinguer 3 groupes différents (Figure 8 ) :

**Groupe 1** : contient la station des eaux du barrage qui présente des eaux moins polluées en germe indicateur de la pollution bactériologues.

**Groupe 2** : contient la station des eaux d'oued Mellah qui présente une pollution bactériologique importante.

**Groupe 3** : contient la station de surface d'oued Mekkes avec une pollution des eaux très importante.



**Figure 8** : analyse en composante principale des stations étudiées

## CONCLUSION

Dans le cadre de notre étude ,la totalité de ces résultats désignent la diversité des microorganismes bactériennes des eaux de la retenue de barrage sidi Chahed et au niveau des deux oued (Mekkes et Mellah) alimentant, cette diversité bactériologique est présentés par l'existence des faibles teneurs en anaérobies sulfito-réducteurs et des teneurs plus importantes en coliformes fécaux, coliformes totaux, germes totaux et streptocoques fécaux, bactéries indicatrices de la pollution fécale d'origine animale due aux germes éliminés par les animaux ,d'autre d'origine humaine due aux activités humaines. La charge polluante apportée par les oueds Mekkes et Mellah est plus importante que celle apportée par les eaux de la retenue. Généralement les teneurs en germes de contamination fécale de ces eaux dépassent les normes destinées à la consommation humaines et ne dépassent pas les normes destinées à l'irrigation ; ces eaux donc sont utilisées aussi bien pour l'irrigation que pour l'alimentation en eau potable.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AZZAOUI S., EL HANBALI M., LEBLANC M. (2002). Copper, lead, iron and manganese in the Sebou drainage basin; sources and impact on surface water quality. *Water Quality Research Journal Canada* 37(4), 773-784.
- EL ADDOULI, A., CHAHLAOUI A. BERRAHOU A. CHAFI A., ENNABILI A., KARROUCH L. (2009). Influence des eaux usées, utilisées en irrigation, sur la qualité des eaux de l'oued Bouishak-région de Meknès (centre-sud du Maroc).*REMISE*, Volume 3, Issue1, 56-75.

- EL GHACHTOULI Y., ALAOUI M. HAMDI M., GABI H. (2005). Eutrophisation des eaux des retenue des barrages smir et sehla (Maroc) : causes, conséquence et consignes de gestion.
- EL OUALI LALAMI A. MERZOUKI M., EL HILLALI O., MANIAR S., IBNSOUDA KORAICHI S. (2011). Pollution des eaux de surface de la ville de Fès au Maroc : typologie, origine et conséquences, Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 9, Décembre, 55-72.
- HAJJAMI K., ENNAJI M.M., FOUAD S., OUBRIM N., COHEN N. (2013). Wastewater Reuse for Irrigation in Morocco, Helminth Eggss Contamination's Level of Irrigated Crops and Sanitary Risk ( A Case Study of Settat and Soualem Region, J. Bacteriol. Parasitol., 4, 163.
- KHAMAR M., BOUYA D., RONNEAU C. (2000). Pollution métallique et organique des eaux et des sédiments d'un cours d'eau marocain par les rejets liquides urbains. Water Quality Research Journal, Canada 35 (1), 147-161.
- LAMRANI H., CHAHLAOUI A., CHAHLAOUI A., EL ADDOULI J., ENNABILI A. (2012). Etude de la qualité des eaux de l'oued boufekrane et application de l'analyse en composante principales. Science Lib Editions Mersenne, Vol. 4, N° 120303 ISSN 2111-4706.
- MAURIN C., (1974). La conchyliculture française : le milieu naturel et ses variations (première partie). Institut scientifique et technique des pêches maritimes. Nantes
- MUTIN G. (2000). L'eau dans le monde arabe, Edition Ellipse.
- 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 :
- RENE C. (1968). La pollution des eaux, Edition que sais-je, N° 983.  
[www.who.int/water\\_sanitation\\_health/GDWQ/Summary\\_tables/](http://www.who.int/water_sanitation_health/GDWQ/Summary_tables/)