



Typologie de la qualité physico-chimique de l'eau du barrage Sidi Chahed-Moroc (Typology of the physico-chemical quality of the waters of the dam Sidi Chahed-Morocco)

Mehanned S.^{1*}, Chahlaoui A.¹, Zaid A.¹, Samih M.², Chahboune M.¹

¹Equipe 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.

²Département de Mathématique, Faculté des Sciences de Meknès, Université Moulay Ismail, BP 11 201 Zitoune Meknès, Maroc.

Received 19 April 2014; Revised 3 July 2014; Accepted 3 July 2014.

* Corresponding Author: E-mail: smahane_mehanned@hotmail.com ; Tel.: (+212) 660433811

Abstract

In Morocco, countries with semi-arid climate, the increasing requirements out of water for the irrigation, the production of electricity and the drinking water supply, required the construction of a great number of dams. This infrastructure must enable him to provide for its needs and to carry out a better management of its surface water resources. The basin saïs is located between the part of the average low executive atlas and the point located in the préif one and the plain of Gharb. The dam Sidi Chahed, fact part of the catchment area of Sebou, the setting in water of the stopping was carried out in 1998; the vocation of water of the stopping is primarily the drinking water and the irrigation. This study related to the physicochemical quality of water of the stopping and its emissary. To complete our work, we carried out, a monthly follow-up, are spread out December 2012 at November 2013. The analyses related to 15 chemical physico parameters, these results showed that the quality of water of the stopping and those of its emissary has a very significant mineralization, and corroborated those obtained by the application of the analysis in components principales (ACP) by thus confirming a saisonnality of the physicochemical parameters between the studied stations.

Keywords: dam Sidi Chahed, emissary, water, physico-chemical.

Résumé

Au Maroc, pays à climat semi-aride, les besoins croissants en eau pour l'irrigation, la production de l'électricité et l'alimentation en eau potable, ont nécessité l'édification d'un grand nombre de barrages. Cette infrastructure doit lui permettre de subvenir à ses besoins et de procéder à une meilleure gestion de ses ressources en eaux superficielles. Le bassin saïs est situé entre la partie du moyen atlas et le point bas exécutoire situé dans le préif et la plaine du Gharb. Le barrage Sidi Chahed, fait partie du bassin hydrographique du Sebou, la mise en eau du barrage a été réalisée en 1998, la vocation des eaux du barrage est essentiellement l'eau potable et l'irrigation. Cette étude a porté sur la qualité physico-chimique des eaux du barrage et de ses affluents. Pour réaliser notre travail, nous avons effectué, un suivi mensuel, s'étalant de Décembre 2012 à Novembre 2013. Les analyses ont porté sur 13 paramètres physico-chimiques, les résultats ont montré que la qualité des eaux du barrage et celle de ses affluents ont une minéralisation très importante qui se traduit par des valeurs plus élevées de la salinité qui dépassent parfois 842,5 mg/L, et des valeurs très faible des nitrates et des orthophosphates, montrent que les eaux du lac est oligotrophe.

Mots clés : Barrage Sidi Chahed, affluents, eau, caractérisation physico-chimique.

1. Introduction

Les ressources en eau occupent une place de choix dans le développement des différents secteurs de l'économie d'un pays. 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 ont été construits. Afin de garantir, en toute saison, l'approvisionnement en eau indispensable à notre pays, il convenait de contrôler et de sauvegarder la qualité des eaux retenues par ces barrages [1].

Néanmoins, les eaux de ces barrages connaissent des problèmes de pollution qui pourraient nuire à la qualité de l'eau, et par la suite à l'état de santé influençant ainsi la mortalité à la fois chez l'homme et les animaux [2].

Les besoins en eau s'accroissent sous le climat semi-aride à subhumide de la région du bassin Saïs situé entre Meknès et Fès. Cette région est constituée d'un bassin miocène reposant sur des formations liasiques et surmonté de formations plio-quadernaires ; elle est, par ailleurs, bordée au nord par les rides préifaines [3-4] [5]. L'eau consommée localement provient principalement de la nappe profonde des calcaires et calcaires dolomitiques du Lias ; afin d'éviter sa surexploitation, la recherche de nouvelles ressources superficielles s'impose. C'est la raison pour laquelle le barrage Sidi Chahed a été édifié.

Vu la croissance démographique de la ville de Meknès et la détérioration de la qualité de ces eaux, ce barrage pourrait pallier à cette problématique en eau [6]. Afin de répondre aux besoins de la population une étude de la caractérisation et de l'évaluation de la qualité du barrage s'imposent. Dans l'état actuel des connaissances, aucun travail n'a été réalisé sur la qualité des eaux du barrage excepté celui d'Abrid [7], sur les métaux traces dans les sédiments de surface du lac réservoir du barrage Sidi Chahed, et c'est dans ce cadre que vient s'insérer le présent travail qui vise à caractériser les eaux de ce barrage et ses émissaires (Oued Mikkés et Oued Mellah), pour la période allant du mois de Décembre 2012 au mois de Septembre 2013.

2. Matériel et méthodes

2.1. Présentation de site d'étude

Les principales caractéristiques morphométriques et hydrologiques du lac réservoir sidi Chahed sont résumées dans le tableau 1. Le barrage sidi Chahed se trouve dans la plaine Saïss située entre Meknès et Fès (Maroc) qui se caractérise par un climat semi-aride à subhumide de la région. Le site du barrage sidi Chahed, est situé sur l'Oued Mikkés et l'Oued Mellah au resserrement du lieu dit Sidi Chahed, à environ 10 Km de la route principale n°3, reliant la ville de Fès à la ville de Sidi Kacem par une piste de 3Km de long (Figure 1). Le bassin versant et la cuvette du barrage sur l'Oued Mikkés et l'Oued Mellah présentent des formations triasiques salifères, les sels présents dans ces formations sont : Sous forme de gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) emballé dans de l'argile; et sous forme de strates métriques à plurimétriques de sel gemme (NaCl) [6].

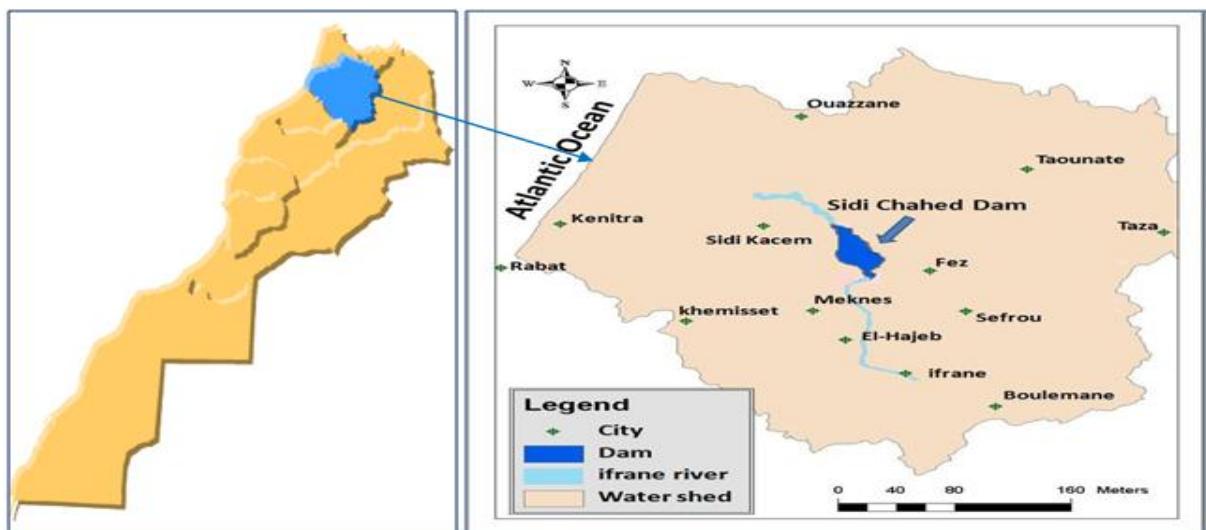


Figure 1: Situation géographique de la zone d'étude au niveau bassin versant du Sebou.

2.2 Choix des stations et fréquence d'échantillonnage

L'utilisation de plusieurs stations d'échantillonnage sur le cours d'eau permet une caractérisation générale et une identification des secteurs où la qualité de l'eau est dissemblable [8]. Pour réaliser et mener à bien cette étude, sept stations ont été choisies, en tenant compte d'un certain nombre de critères tel que les sources de pollution en amont, et de suivre l'évolution de cette pollution de l'amont vers l'aval.

Les campagnes d'échantillonnage ont eu lieu une fois par mois pendant une année de décembre 2012 à Novembre 2013, les stations choisies sont : Surface (S), -10m(P1), -20m (P2), Fond (F), l'ensemble de ces stations présenté sur la figure 2 par le point S_b . Le choix des profondeurs à prospecter était le fruit d'un suivi de tous les paramètres physico-chimiques étudiés, mètre par mètre, à raison de deux fois par mois pendant trois mois consécutifs au cours de la période de stratification thermique du lac (été-automne). Les autres stations d'échantillonnage représentent trois points de prélèvement en amont de la retenue : les deux oueds alimentant, l'Oued Mikkés (S_{Mi}), l'Oued Mellah(S_M), et le point S_i qui rejoint les deux Oueds (Figure 2).

Tableau 1: Caractéristiques morphométriques et hydrologiques du Barrage sidi Chahed.

Caractérisation hydrologique du la retenue	-Superficie du Bassin versant au site du barrage : 1010 km ² . -Apport moyen annuel : 114 Mm ³
Caractéristique de la retenue	-Longueur de la crête : 413m ; cote de la crête : 8m ; cote de la retenue normale 210 NGM ; volume stocké sous la retenue normal : 170Mm ³ ; surface de la retenue : 1083ha ; Hauteur maximale sur fondation 60m ; terrain de fondation : Marnes sur les rives, alluvions en vallée.
But principale de la construction	-48 Mm ³ pour les besoins en eau potable de la ville de Meknès et sa région. -12 Mm ³ pour l'irrigation d'un millier d'hectares dans la vallée de l'Oued Mikkès. -12 Mm ³ pour assurer un débit sanitaire continu de 300 l/s (200 l/s actuellement) et soutenir les étiages en vue d'améliorer la qualité des eaux de l'Oued Mikkès en l'aval.

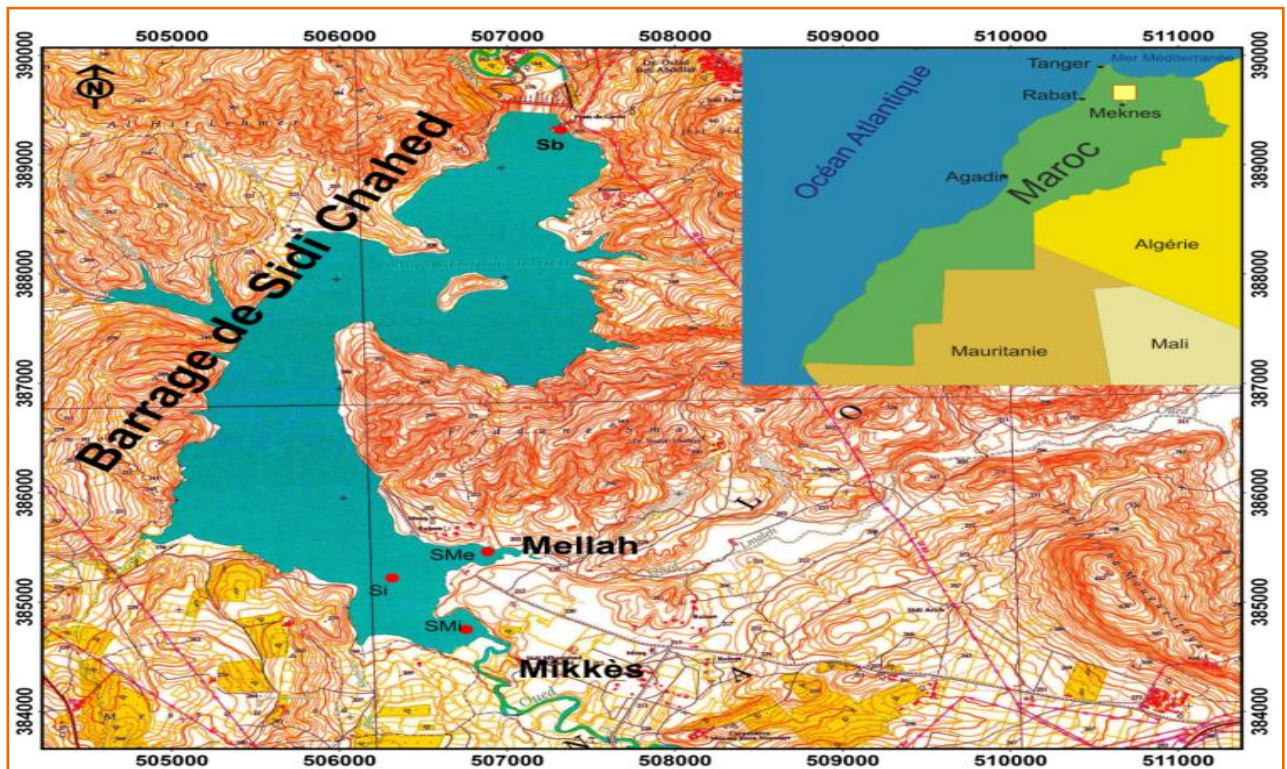


Figure 2 : Localisation des stations d'étude.

2.2 Prélèvement et méthode d'analyse

Les prélèvements ont été effectués dans des flacons en polyéthylène d'une capacité de 1litre. Les échantillons sont conservés dans des glacières à 4°C, puis ils sont acheminés vers le laboratoire "Equipe de gestion et valorisation des ressources naturelles de la Faculté des Sciences de Meknès. Les analyses ont porté sur les paramètres physico-chimiques (pH, température (T), la conductivité (C.E), la salinité(TDS), chlorure(Cl), dureté totale (TH), Nitrate(NO₃⁻), Nitrites(NO₂⁻), des orthophosphates (PO₄²⁻), les sulfates (SO₄²⁻), l'Ammonium (NH₄⁺), la demande chimique en oxygène (D.C.O) et la demande biochimique en oxygène (D.B.O₅), le Magnésium(Mg²⁺), et le calcium(Ca²⁺). Les analyses ont été effectuées selon les méthodes décrites par Rodier [9]. L'étude statistique a été basée sur l'ACP. Les corrélations entre les variables et les axes et la projection des variables et des individus dans l'espace des axes F1x F2 et F1xF3 ont été obtenues avec un Logiciel statistica version 2010.

3. Résultats et discussion

3.1 Analyse descriptive de milieu d'étude

Les Figures 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 rapportent les valeurs des paramètres physico-chimiques en fonction du temps et des sites étudiés.

Le profil spatio-temporel (figure3, a) de l'évolution de la température des stations étudiées (S_{Mi} , S_M) ne présente pas de grande variation d'une station à une autre à l'exception de la station S_i . Les minimums ont été observés en hiver (13°C) et les maximums en été (34°C). Les valeurs moyennes mensuelles de la température relevées au niveau des stations étudiées varient entre 22,45°C à S_i et 23,88°C à S_{Mi} , nous pourrions donc avancer que les eaux les plus influencées par la température de l'air sont les eaux des deux stations S_M et S_{Mi} , Cet état de température reste inférieure à celle rapportée par Aboulkacem [10] au niveau de l'oued Ouislane et par Fouad [11] au niveau de l'Oued Hssar. Les valeurs de la température sont homogènes sur l'ensemble de la colonne d'eau de Décembre à Mai, il s'agit d'une période d'homothermie, suivi d'une période de stratification thermique ou brassage à partir de Juin jusqu'à Novembre, ce plan d'eau n'est pas pris en glace durant la période d'étude, ce qui permet de classer ces eaux dans la catégorie des lacs monomictiques chauds [12] (figure 3, a') les résultats sont comparables à celles obtenus par Chahboune [13] au niveau du barrage Hassan II(Maroc). Généralement la température diminuent de l'amont (S_{Mi} , S_M , S_i) vers l'aval(S)et sur l'ensemble de la colonne d'eau(S, P1, P2, F), les valeurs les plus faibles de la température sont enregistrées au Fond de la retenue.

Le pH est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates [14]. Les résultats de la figure (3, b) montrent que les stations en amont (S_M , S_{Mi} , S_i) sont très alcalines durant la période d'étude, avec des valeurs maximales de 9,2 enregistrées au niveau de la station (S_M), ceci pourrait être expliqué par la nature géologique (calcaire) de ces affluents. Par comparaison à d'autre travaux, les valeurs de pH de ces trois stations étudiées(S_M , S_{Mi} , S_i) sont plus alcalines par rapport à celles rapportées par Lamrani [15] au niveau de l'Oued Boufekrane (région Meknès), Abouelouafa [16] au niveau de l'Oued Bounaim (Région d'Oujda, Maroc), et par Fouad [17] au niveau de l'Oued Hassar (Maroc).

Les valeurs de pH sont généralement plus ou moins homogènes sur toute la colonne d'eau et sont alcalines (figure (3, b')). Les valeurs maximales du pH sont enregistrées au mois de Mars au niveau de la surface (S) de valeur 9,16, et au mois d'octobre à P1 avec une valeur de l'ordre de 9,15, le mois de Janvier a été caractérisé par des valeurs les plus faibles de 7,45 au fond (F) et de 7,57 en surface (S). Ces résultats concordent avec ceux trouvés par Harch-rass [18] au niveau de lac sidi Boughaba (Maroc). Les valeurs du pH suivent une évolution régulière de l'amont (S_M , S_{Mi} , S_i) vers l'aval (S, P1, P2, F) avec des valeurs très importantes sur l'ensemble de la colonne d'eau.

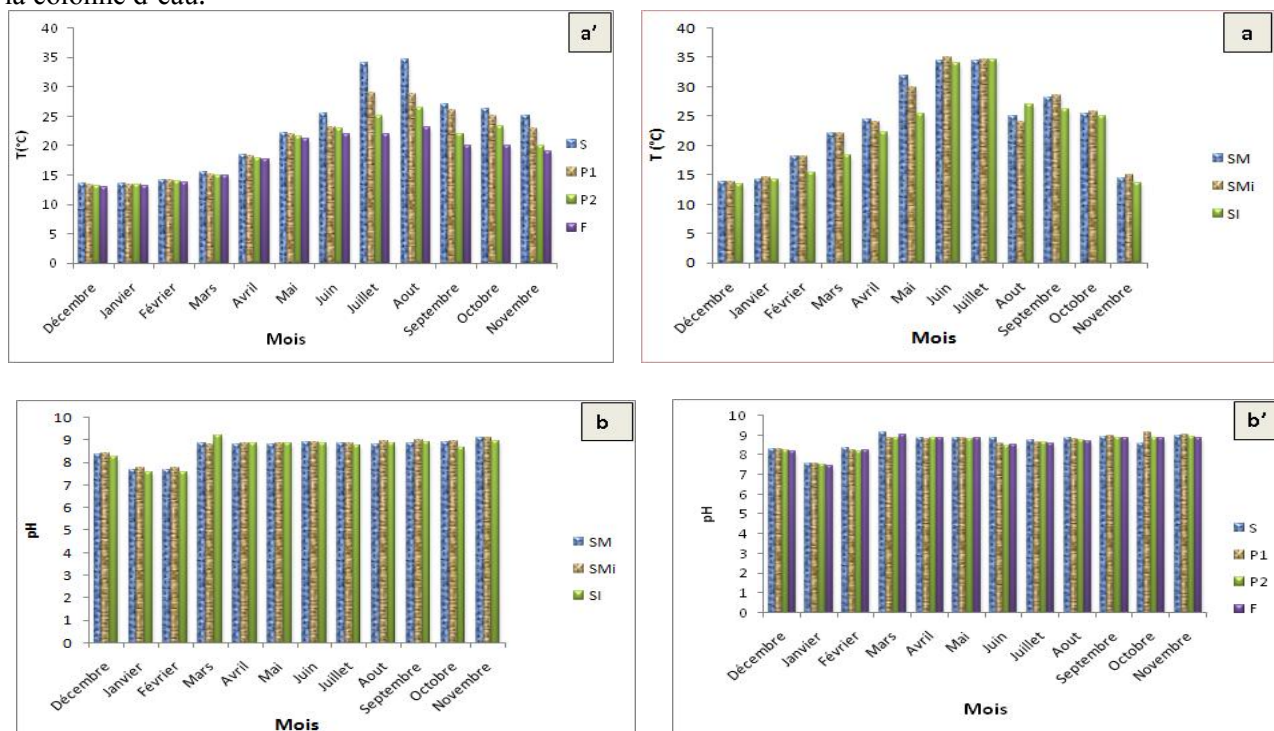


Figure 3 : Variation spatio-temporelle de la température(a, a') et la conductivité(b, b')

Les valeurs de la conductivité varient entre un maximum de $1895 \mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C observées au niveau de la station S_M et un minimum de $1004 \mu\text{S}/\text{cm}$ au niveau de la station S_{Mi} . Parallèlement, la salinité des eaux des stations d'étude suit la même variation de la conductivité, les valeurs moyennes maximales sont de $842,5 \text{ mg}/\text{l}$ au niveau de la station S_M et les valeurs moyennes minimales de $812,75 \text{ mg}/\text{l}$ sont signalées au niveau de la station S_{Mi} . Durant la période sèche (Juin, Juillet, et Aout) la salinité est importante, néanmoins, nous avons trouvé en Décembre des valeurs importantes qu'on pourrait expliquer par le lessivage de sel gemme (NaCl), cette explication est en accord avec celle mentionnée par l'ABHS [6] (Figure 4, c, d).

Sur l'ensemble de la colonne d'eau de la retenue, les valeurs les plus importantes de la conductivité ($1940 \mu\text{S}/\text{cm}$) sont trouvées au niveau du fond de la retenue (F), et les moins importantes sont enregistrées au niveau de la surface de la retenue (S). L'évolution temporelle de la salinité sur l'ensemble de la colonne d'eaux, suit la même évolution que celle de la conductivité, elle enregistre des valeurs maximales de $1030 \text{ mg}/\text{l}$ au niveau de fond (F) de la colonne d'eau, et des valeurs minimales de $720 \text{ mg}/\text{l}$ au niveau de la surface de la colonne (S). Par comparaison à d'autres travaux, les concentrations de la salinité sont supérieures à celles rapportées par Chahboune [13] au niveau du lac réservoir Hassan II, Ohmidou [19] au niveau du lac Hassan Dakhil (Maroc), et Sadani [20] au niveau de lac réservoir Mansour Eddahbi (figure 4, c', d').

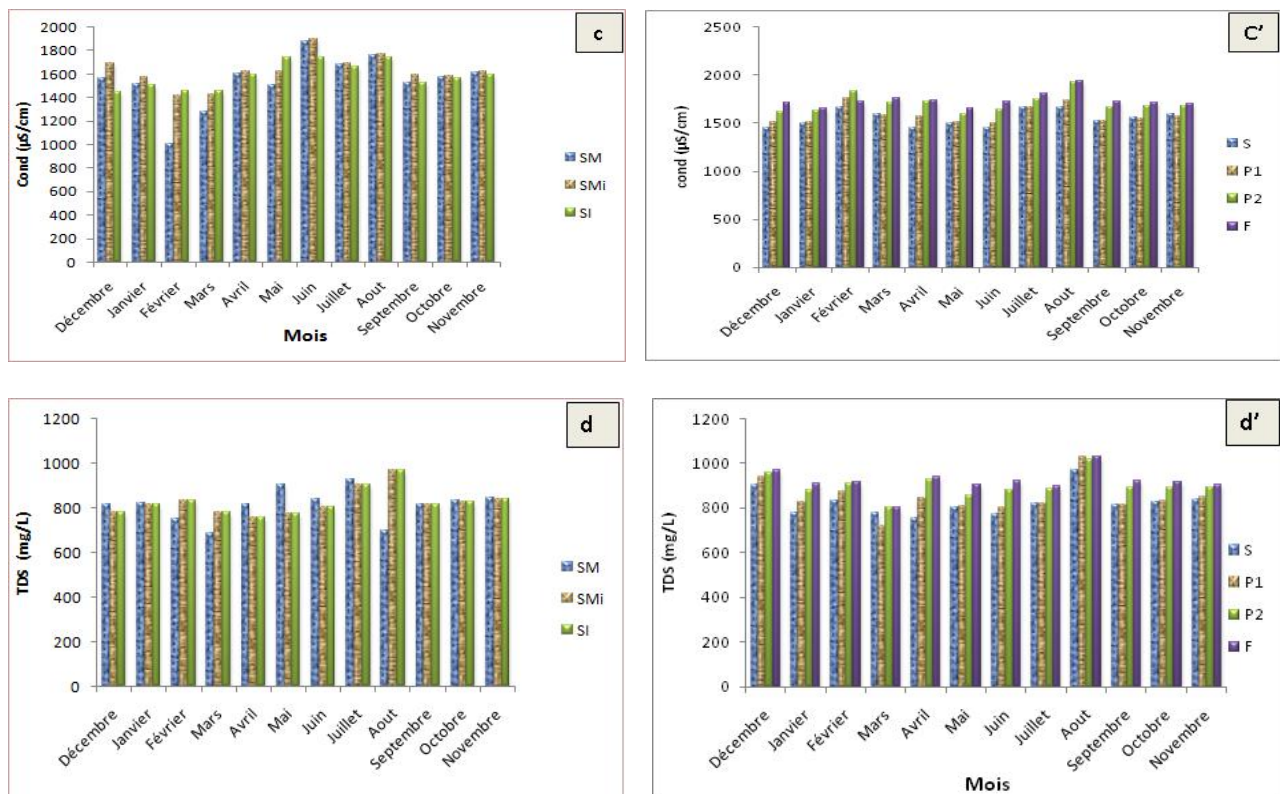


Figure 4 : Variation spatio-temporelle de la conductivité (c, c') et la salinité (d, d')

La concentration moyenne en ion chlorure relevées dans les eaux des trois stations (S_M , S_{Mi} , S_i) ne subit pas une grande variation, Elle oscille entre $248,86 \text{ mg}/\text{l}$ et $263,57 \text{ mg}/\text{l}$, avec des valeurs extrêmes de $504,1 \text{ mg}/\text{l}$ notée comme maximale et de $42,6 \text{ mg}/\text{l}$ notée comme valeur minimale. L'évolution spatiale temporelle montre que les teneurs en chlorures sont très importantes en période sèche. Ces résultats concordent avec ceux de Karrouch [21] au niveau de l'Oued Boufekrane, et Fouad [17] au niveau de l'Oued Hessar. Nous notons également qu'au niveau de la colonne d'eau, les valeurs les plus importantes sont enregistrées en période sèche, et que les eaux de fond sont riches en chlorure. Ces teneurs en chlorure restent supérieures à celles marquées par Chahboune [13] au niveau du lac réservoir Hassan II (figure 5, e, e').

L'étude des teneurs en sulfates dans les trois stations a révélé que les valeurs maximales de $370,50$ et $376,53 \text{ mg}/\text{l}$ sont enregistrées respectivement au niveau de la station S_M et au niveau de la station S_i . L'évolution spatio-temporelle des sulfates permet de décélérer des différences de teneurs très significatives et irrégulières au cours du temps, les valeurs les moins élevées sont notées au mois de Juin, Juillet, Aout, et Septembre et les valeurs les plus importantes sont enregistrées pendant les autres mois. Le profil spatio-

temporel sur l'ensemble de la colonne d'eau ne montre pas de variations entre les niveaux de la colonne d'eau durant la période d'étude, mais généralement les valeurs les plus importantes sont observées au niveau de la station F. L'augmentation des teneurs en sulfate pourrait être due aux activités agricoles, et aussi au lessivage des formations triasique salifères sous forme de gypse (CaSO_4) qui existe dans le bassin. Les concentrations de nos eaux restent supérieures à celles rapportées par Chahboune [13] au niveau du barrage Hassan II et par El Asslouj [22] au niveau d'Oued Boummoussa près de Settat(Maroc) (figure 5, f, f').

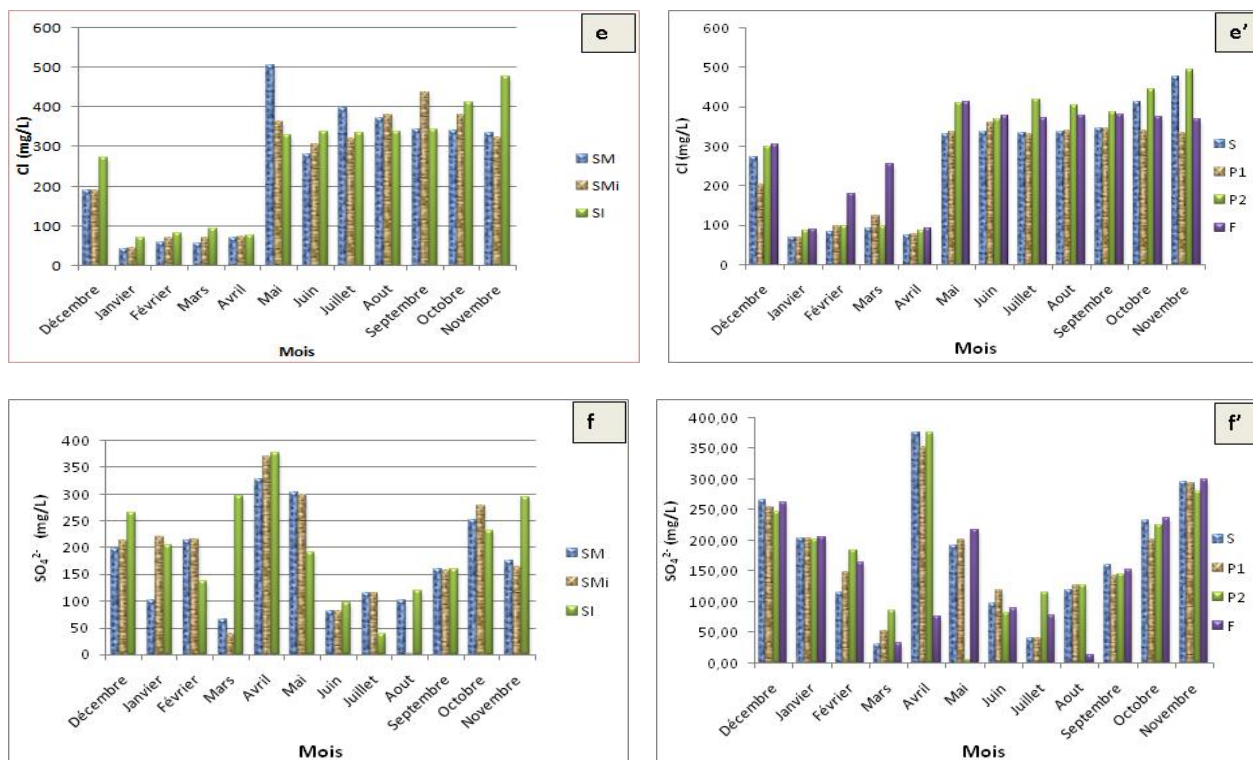


Figure 5 : Variation spatio-temporelle de la teneur en chlorure (e, e') et sulfates (f, f').

Le profil spatio-temporel des teneurs en azote ammoniacal dans les trois stations de surface, a montré des valeurs importantes durant les mois (Juin, Juillet, Aout, Septembre, octobre, et Novembre). Cette augmentation pourrait être due au processus de dégradation incomplète de la matière. Concernant les teneurs en azote ammoniacal au niveau de la colonne d'eau, les teneurs les plus faibles (0,01 mg/l) sont notées au mois d'Avril au niveau de la surface de la colonne d'eau(S), et les teneurs les plus important (0,1mg/l) sont marquées au mois de Mai au niveau du fond de la colonne d'eau de la retenu(F) (figure 6, i, i').

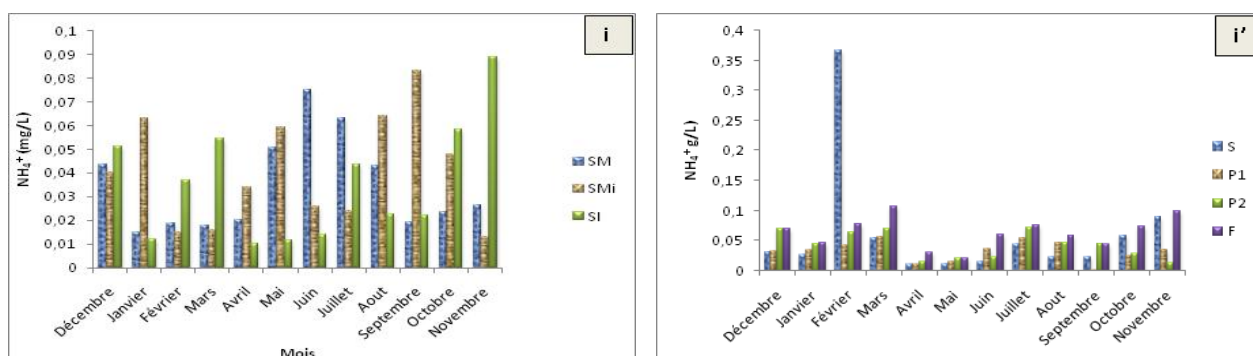


Figure 6 : Variation spatio-temporelle de la teneur en ammonium (i, i').

Les teneurs en nitrate les plus élevés (6,87 mg/l) sont enregistrés au mois de Mai au niveau de la station S_i , les teneurs en nitrate des stations S_M et S_{Mi} varient respectivement entre des valeurs minimales de 0,83 mg/l et 0,78 mg/l au mois de Septembre et Octobre et des valeurs maximales de 4,55 mg/l et 4,94 mg/l au mois de Mars, les teneurs en nitrates de nos eaux sont inférieure à celles enregistrées par Hamama [23] au niveau d'Oued Sbou, Fawzi [24] au niveau d'Oued Mellah, Guasmi [25] au niveau d'oued Mjirda, Benmessaouad [26] au niveau d'Oued Bouregreg, Lamrani[15], El addouli [27] au niveau d'Oued Boufekrane, Fouad [17] au niveau d'oued Hassar. Sur l'ensemble de la colonne d'eau les teneurs les plus importantes en nitrate (3,63 mg/l) sont enregistrées au mois d'Avril et au niveau du fond de la retenue(F), la teneur la plus faible (0,30 mg/l) est observées au mois de Février au niveau de la surface de la colonne d'eau(S). Généralement l'évolution spatio-temporel de nitrate montre une élévation irrégulière et progressive selon les mois de prélèvement, les teneurs les plus élevées sont enregistrées en été et le printemps, et les teneurs les plus faibles sont enregistrées dans deux période (automne et hiver) (figure7, g, g').

Les teneurs les plus élevées en orthophosphates au niveau de la station S_i de 0,82 mg/l sont notées au mois d'Octobre, et les faibles valeurs sont enregistrées au mois de Juin avec une valeur de 0,006 mg/l. Les teneurs en orthophosphate des stations S_M et S_{Mi} varient entre des valeurs maximales respectivement de 0,31mg/l et 0,42mg/l et des valeurs minimales de 0,01 mg/l et 0,021 mg/l. Les teneurs en orthophosphate diffèrent d'une station à une autre et d'une saison à l'autre, ils sont très faibles de Novembre à Juin, et plus importantes pendant les autre mois. Par comparaison aux d'autre milieux similaires, nos teneurs en orthophosphates restent inférieures à celles signalées par Abouelouafa [16] au niveau de l'Oued Bounaim à Oujda, Dewich [28] au niveau d'Oued Fès, El Addouli [27] au niveau d'Oued Bouishak dans la région de Meknès. Sur l'ensemble de la colonne d'eau, les teneurs en orthophosphate varient entre 0,06 mg/l comme valeurs minimales enregistrées au niveau de la surface et 0,37 mg/l comme valeurs maximales enregistrées au niveau du fond (figure7, j, j').

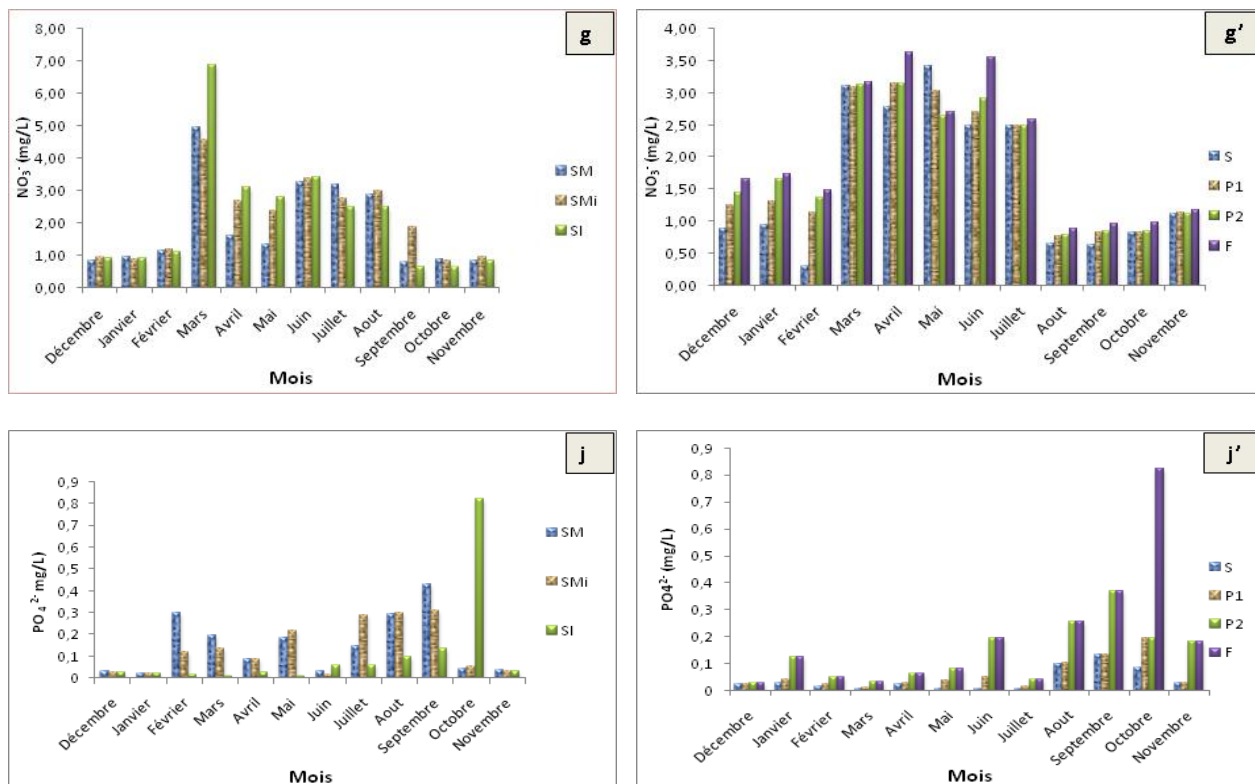


Figure 7 : Variation spatio-temporelle de la teneur en nitrate (g, g') et de l'orthophosphates (j, j').

Les teneurs de la dureté totale dans les trois stations (S_i , S_{Mi} , S_M), varient entre 234,73 mg/l et 246,54 mg/l, les valeurs maximales (308,5 mg/l) sont enregistrées au mois de Mai au niveau du station S_i , et les valeurs minimales (110 mg/l) sont notées au mois de Janvier au niveau S_{Mi} . L'augmentation de la dureté pourrait être attribuée à la nature des terrains calcaires, et l'influence de l'apport anthropique apportées par les deux oueds. La dureté suit un gradient croissant de la surface de la colonne d'eau (115mg/l) au fond (318 mg/l).

Généralement, les eaux des stations (S_{Mi} , S_M , S_i), et celles de la colonne d'eau ont des teneurs en calcium plus importantes que celles en ions magnésium. Les concentrations en calcium et en Magnésium ne montrent pas une grande variation entre les stations (S_{Mi} , S_M , S_i), mais, les teneurs des ces éléments sont plus importantes au niveau du fond (Figure 8, k, k').

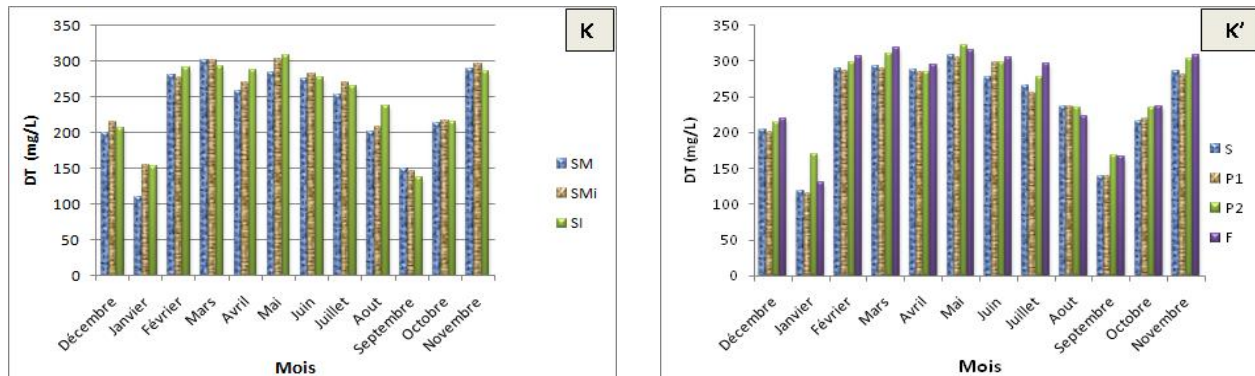


Figure 8 : Variation spatio-temporelle des teneurs en dureté totale (k, k').

La demande biologique en oxygène dans les trois stations (S_M , S_{Mi} , S_i) montre que les concentrations oscillent entre une valeur minimale de 3,02 mg/l, et une valeur maximale de 11,88 mg/l enregistrée au niveau de la station S_M . Ces teneurs s'avèrent inférieures à ceux trouvés par Khelfaoui[29] au niveau de l'oued Saf-Saf en Algérie, Makhoukh [30] au niveau de l'Oued Moulouya et à ceux rapportés par El Morhit [31] au niveau de l'estuaire de bas Loukkous. Pour les eaux de la colonne d'eau, les valeurs moyennes de la demande biologique en oxygène sont de même valeur. La concentration la plus importante (9,68 mg/l) est enregistrée au niveau de la surface de la retenue(S), et celle la plus faible (2,1mg/l), est enregistrée au niveau du fond de la retenue(F). L'évolution spatio-temporelle de la demande chimique en oxygène dans les trois stations en amont et sur l'ensemble de la colonne d'eau montre que les teneurs les plus élevées sont illustrées en période de pluie, et celles les plus faibles sont notées en période sèche (figure 9, o, o').

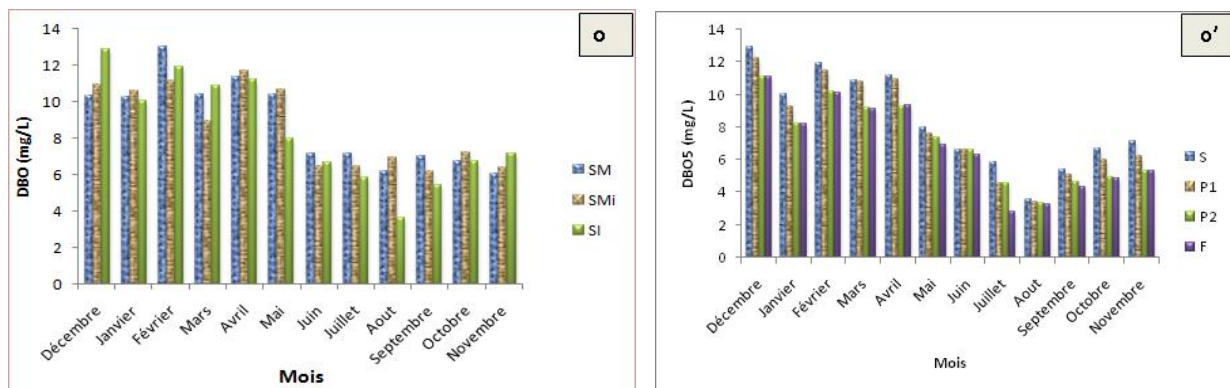


Figure 9: Variation spatio-temporelle de la teneur en D.B.O (O, O').

Conclusion

Le barrage Sidi Chahed est situé dans le bassin hydraulique de Sebou, et ayant pour vocation l'irrigation et l'eau potable. Ce barrage a été édifié dans une région à climat semi aride. Les résultats de l'analyse physico-chimique, ont montré que la température des eaux de ce barrage a deux périodes thermiques, une période de stratification thermique et une période d'homothermie, ce qui permet de classer ces eaux parmi les lacs monomittique chauds. Le pH est très alcalin, cette alcalinité est dû à la nature géologique du terrain des deux oueds alimentant (Oueds Mikkés et Oued Mellah), la conductimètre enregistre des valeurs très importantes surtout au niveau du fond de la colonne d'eau, cette augmentation de la conductivité pourrait être due à la quantité très importante des sels minéraux qui proviennent des formations triasique salifère sous formes de sel gemme (NaCl) et de gypse (CaSO_4) au niveau d'oued mellah. Les matières organiques sont assez faible durant

la période d'étude à l'exception des périodes pluvieuses où on trouve des concentrations assez importantes, les concentrations en orthophosphates et en nitrates sont maintenues à des concentrations faibles, montre ainsi les eaux de barrage est oligotrophe. Les eaux du barrage ont une dureté totale très importante qui pourrait être due à la nature des terrains calcaires, et l'influence de l'apport anthropique émanant des deux oueds.

Références

1. EL Ghachtoul Y., Alaoui Mhamdi M., Gabi H. (2005). Eutrophisation des eaux des retenues des barrages Smir et Sehla 5(Maroc) : causes, conséquences et consignes de gestion. *Rev.Sci. de l'Eau* 18, 75-89.
2. Kazi, T. G., Arain, M. B., Jamali, M. K., Jalbani, N., Afridi, H. I., Sarfraz, R. A., Baig, J. A. & Shah, A. Q. (2009). Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques: A case study. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72, 301-309
3. Taltasse P. Recherches géologiques et hydrogéologiques dans le bassin de Fès- Meknès. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, N°115, 300 p(1953).
4. Cirac P. Le bassin sud rifain occidental au Néogène supérieur : Evolution de la dynamique sédimentaire et de la paléogéographie au cours d'une phase de comblement, Mémoires de l'institut de géologie du bassin d'Aquitaine, Univ. Bordeaux1 (1987).
5. Essahlaoui A. Contribution à la reconnaissance des formations aquifères dans le bassin de Meknès-Fès (Maroc) prospection géoélectriques, étude hydrogéologique et inventaire des Ressources en eau. Doct. Sc. App. Ecole Mohammadia Ing., Rabat Maroc, 258p. (2000).
6. ABHS: Agence du Bassin Hydraulique de Sebou. Avant projet sommaire de la réhabilitation du barrage sidi Chahed (problème de la salinité), Rapport (2004).
7. Abrid D., El Hmaidi A., Abdallaoui A., Essahlaoui A. Study of Trace Metals in Surface Sediments of the Dam Reservoir Sidi Chahed (Meknes, Morocco). (IJES), Volume 3, Issue 1 p. 23-32, 2014, ISSN(e): 2319 – 1813 ISSN(p): 2319 – 1805.
8. Vermers B., Strauss J., et Wong V. (1989). La rivière milieu vivant-Unité d'écologie des eaux douces F.U.N.D.P.-44pp.
9. Rodier J., Legube B., Merlet N. et coll. L'analyse de l'eau, 9ème édition. Ed. Dunod Paris. (2009).
10. Aboulkacem A., Chahlaoui A., Soulaymani A., Rhazi-filali F et Benali D., Etude comparative de la qualité bactériologique des eaux des oueds Boufekrane et Ouislane à la traversée de la ville de Meknès(Maroc). (2007)
11. Fouad S., Chlaïda M., Belhouari A., Hajjami K. et Cohen N. « qualité bactériologique et physique des eaux de l'oued Hassar (Casablanca, Maroc) : caractérisation et analyse en composantes principales ; « les technologies de laboratoire, volume 8, N° 30. ISSN: 1114-9981(2013).
12. Lewis JR, Williamm. A revised classification of lakes based on mixing. *Can.J.Fish. Aquat. Sci.* 40 :1779-1787(1983).
13. Chahboun M., Chahlaoui A., Zaid A., Ben Moussa A. Contribution à la caractérisation physicochimique des eaux du lac réservoir du barrage Hassan II. *Larhyss Journal*, Issn 1112-3680, n° 14, Juin 2013, PP. 61
14. Himmi N., Fekhaoui M., Foutlane A., Bourchic H., EL Maroufy M., Benazzout T., Hasnaoui M. *Universitadegli studi di Perugia, Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia laboratorio Di Idrobiologia* "G.B. Grassi, (2003) 110–111.
15. Lamrani H., Chahlaoui A., EL addouli J., ET ennabili A. Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique de l'Oued Boufekrane au voisinage des effluents de la ville de Meknès (Maroc), science Editions Mersenne : volume 3, N° 111112, ISSN 2111-4706(2011).
16. Aboueloufa M., El Halouani H., Kharboua M., Berrichi A. Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux usées brutes de la ville d'Oujda : canal principal et oued Bounaim, *Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc)*, Volume 22, Issue 3, pp.143-150. (2002)
17. Harch-rass A., El kharrim K., Belghyti D. Analyses physico-chimiques des eaux du site ramsar sidi boughaba (Maroc). *Science Lib Editions Mersenne* : Volume 4, N ° 120607 ISSN 2111-4706.
18. Ouhmidou M., et Chahlaoui A. qualité physico-chimique des eaux du barrage hassan addakhil errachidia-maroc. *ScienceLib Editions Mersenne* : Volume 5, N ° 130908 .ISSN 2111-4706 : 2013-09-23.
19. Sadani M., Ouazzani N., et Mandi L. Impact de la sécheresse sur l'évolution de la qualité des eaux du lac Mansour Eddahbi (Ouarzazate, Maroc). *Revue des sciences de l'eau Journal of Water Science*, vol. 17, n° 1, 2004, p. 69-90.

20. Karrouch L., et Chahlaoui A. Bio-evaluation of the quality of water of the Boufekrane River (Meknes, Morocco). *Biomastec Echo*, volume 3, Issue 6, pp.6-17 (2009).
21. El Asslouj J., Kholtel S., El Amrani-paaza et Hilali A. Impact des activités anthropiques sur la qualité des eaux souterraines de la communauté Mzamza (Chaouia, Maroc), *Revue des sciences de l'eau/ Journal of Water Science*, volume 20, Issue 3, pp. 309-321 (2007).
22. Hamama Z., Fekhaoui M et Bahou J. Etude de la contamination bactériologique de l'Oued Sbou soumis aux rejets de la ville de Fés, *Bull. Inst.Sci., Rabat*, Issue 17, pp.47-55. (1993)
23. Fawzi B. Peuplement diatomique du réseau hydrographique de l'Oued Mellah : composition, structure, autoécologie et indices de qualité. Thèse de doctorat. Fac. Sci.Ben M' sik, Univ. Hassan II-Mohammedia, casa, pp. 167 ;(2002)
24. Guasmi I., Djabri L., Hani A et Lamouroux C. Pollution des eaux de l'Oued medjerda par les nutriments, *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, Issue, Juin 2006, pp.113-119. (2006).
25. Benmessaoud F. Qualité physico-chimique, métallique et bactériologique des eaux de l'estuaire du bouregreg et impact sur la biologie et la démographie de *Venerupis decussata* (LINNE, 1758) et *cardium edule* (LIN, 1767). Thèse de doctorat d'état. Faculté des Sciences Rabat. (2007)
26. El addouli A., Chahlaoui A., Chafi et Berrahou A. suivi et analyse du risque lié à l'utilisation des eaux usées en agriculture dans la région de Méknes au Maroc, *Sud sciences et Technologies*, ISSN 0796-5419 , ISSUE &- Juin (2008).
27. Derwich E., Beziane Z., Benaabidate L., et Belghyti D. Evaluation de la qualité des eaux de surface des oueds Fés et Sebou utilisées en agriculture maraichère au Maroc, *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, Issue07, Juin, pp.59-77. (2008)
28. Khelfaoui F et Zouini D. Gestion intégrée et qualité des eaux dans le bassin versant du saf-saf (wilaya de Skikda, nord algérien), *Nature et Technologie*, Volume 03, Juin(2010)
29. Makhoukh M., Sbaa M., Berrahou A., Van. Clooster M. contribution a l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya (Maroc oriental) *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n° 09, Décembre 2011, pp. 149-169.
30. El Morhit M ., Fekhaoui M ., Serghini A., El Blidi S., El Abidi A., Bennaakam R., Yahyaoui et Jbilou M.. Impact de l'aménagement hydraulique sur la qualité des eaux et des sédiments de l'estuaire du Lokkos (cote atlantique, Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section sciences de la terre*, volume 30, pp. 39-47(2008).
31. Simeonov V., Stratis J., Samara C., Zachariadis G., Voutsas, D., Anthemidis A., Sofoniou M., & Kouimtzis T. Assessment of the surface water quality in Northern Greece. *Water Research* 37, 4119-4124 (2003).
32. Bennaser L., Thèse de doctorat d'état Es Science. Univ. Ibn Tofail; Kenitra, Maroc, (1997), 157p. 23.

(2014) ; <http://www.jmaterenvironsci.com>