

Caractérisation qualitative et quantitative des eaux usées de la ville Aïn Taoujdate (Maroc) et impact sur le fonctionnement de la station d'épuration de type lagunage

[Qualitative and quantitative characterization of wastewater of the Aïn Taoujdate city (Morocco) and the impact on the functioning of the lagoon-type wastewater treatment plant]

A. Bouhlal, A. Chahlaoui, and J. Bouzid

Equipe de Gestion et Valorisation des Ressources Naturelles, Laboratoire d'Environnement et Santé,
Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, Meknès, Maroc

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The present study had the main objective, the quantitative and qualitative characterization of the raw wastewater of STEP Aïn Taoujdate (Morocco) in term of debit and of concentration of the parameters of pollution (TSS, COD and BOD5) which correspond to some given by entries essential for purification processes. On this base, a monthly monitoring in the order of sample a month during 2012, on 2013 and 2014. Also, the medium stocks in 2012 is in the order of 1230 m³ / j (debit), 408 mg / l (TSS), 969 mgO₂ / l (COD) and 528 mgO₂ / l (BOD5); in 2013, is in the order of 1930 m³ / j (debit), 387 mg / l (TSS), 902 mgO₂ / l (COD) and 503 mgO₂ / l (BOD5) and in 2014, is in the order of 1859 m³ / j (debit), 475 mg / l (TSS), 1054mgO₂ / l (COD) and 491 mgO₂ / l (BOD5). Also, this station works in hydraulic load exceeding the reference debit of STEP (1500 m³ / j) with Concentrations of pollutants in the order of 13755 EH (population equivalent) exceeding the maximum theoretical pollutant load for which the station was designed (13330 EH) and make sign sometimes of a sub-capacity of the system of treatment.

KEYWORDS: wastewater, WWTP, pollution, hydraulic load, population equivalent (PE).

RÉSUMÉ: La présente étude avait l'objectif principal, la caractérisation quantitative et qualitative de l'eau usée brute de la STEP Aïn Taoujdate (Maroc) en terme de débit et de concentrations de paramètres de pollution (MES, DCO et DBO5) qui correspondent à certaines données d'entrées essentielles aux processus épuratoires. Sur cette base, un suivi mensuel de l'ordre d'un prélèvement par mois durant les années 2012, 2013 et 2014. Aussi, les valeurs moyennes enregistrées en 2012 est de l'ordre de 1230 m³/j (débit), 408 mg/l (MES), 969 mgO₂/l (DCO) et 528 mgO₂/l (DBO5) ; en 2013 est de l'ordre de 1930 m³/j (débit), 387 mg/l (MES), 902 mgO₂/l (DCO) et 503 mgO₂/l (DBO5) puis en 2014, est de l'ordre de 1859 m³/j (débit), 475 mg/l (MES), 1054 mgO₂/l (DCO) et 491 mgO₂/l (DBO5). Par ailleurs, cette station fonctionne en charge hydraulique en 2013 et 2014 dépassant le débit de référence de la STEP (1500 m³/j) avec des concentrations de polluants de l'ordre de 13755 EH (équivalent habitant) dépassant la charge polluante théorique maximale pour laquelle la station a été conçue (13330 EH) et qui font signe parfois d'une sous-capacité du système de traitement.

MOTS-CLEFS: eaux usées, STEP, pollution, charge hydraulique, équivalent habitant (EH).

1 INTRODUCTION

Au Maroc, la vulnérabilité de l'eau exacerbée par le changement climatique[1], les effets combinés de la croissance démographique, de l'expansion des villes, l'intensification de l'exploitation des ressources en eaux pour combler les besoins urbains, agricoles et industriels entraineront une hausse exponentielle de la demande en eau, [2-3] alors que l'offre de la

ressources deviendra irrégulière et incertaine. Pour ces raisons, l'eau revêt une importance majeure à l'échelle nationale et confère au Maroc, une spécificité régionale.

Par ailleurs, la gestion durable et la protection de cette ressource en eau sont devenues un souci primordial depuis longtemps [4-5-6]. Aussi, le lancement assez rapide du Maroc vers le traitement des eaux usées [7-8] est parmi les solutions adopter pour faire face à la pollution et à la pénurie de l'eau [9-10-11-12]. En effet, les caractéristiques de l'eau brute en terme de débit et de concentrations correspondent à certaines données d'entrées essentielles aux processus épuratoires. Les concentrations, entre autres paramètres, servent donc de données de base pour le suivi des performances épuratrices et le réglage du processus en cours d'exploitation. Dans cette nouvelle vision, le présent article consiste à la caractérisation physicochimique des eaux usées d'origine urbaine de la ville Aïn Taoujdate (Région Fès-Meknès) en termes de polluants ainsi que son impact sur le fonctionnement et le rendement épuratoire de la station d'épuration de type lagunage naturel.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ZONE D'ÉTUDE

La ville d'Aïn Taoujdate se situe dans la province d'El hajeb (Maroc) et précisément dans la plaine du Saïss, entre Meknès et Fès, à environ 50 km de Meknès et 20 km de Fès sur la route secondaire RS310 reliant la ville d'El hajeb au centre M'haya (Fig 1). Elle est le chef-lieu du cercle portant le même nom, et elle s'étend sur une superficie de 270 ha environ. La ville était délimitée depuis 1981 par décret n°579-81-2 puis érigé en Municipalité depuis le dernier découpage administratif de 1992. Elle se trouve à une altitude moyenne d'environ 450 m. Elle appartient à la Région Fès-Meknès (Fig 1). Cette situation lui confère une position géographique favorable, les coordonnées lambert moyenne d'Aïn Taoujdate sont les suivants : X= 517 400 m Y= 371 150 m Z= 465 m NGM. La population de la ville d'Aïn Taoujdate d'après le dernier recensement de 2014 était de 28 288 habitants. Actuellement, elle est estimée actuellement à 30 000 habitants. L'activité économique est principalement liée à l'agriculture et au secteur agro-alimentaire avec la présence de deux huileries importantes et une conserverie de produits agricoles.

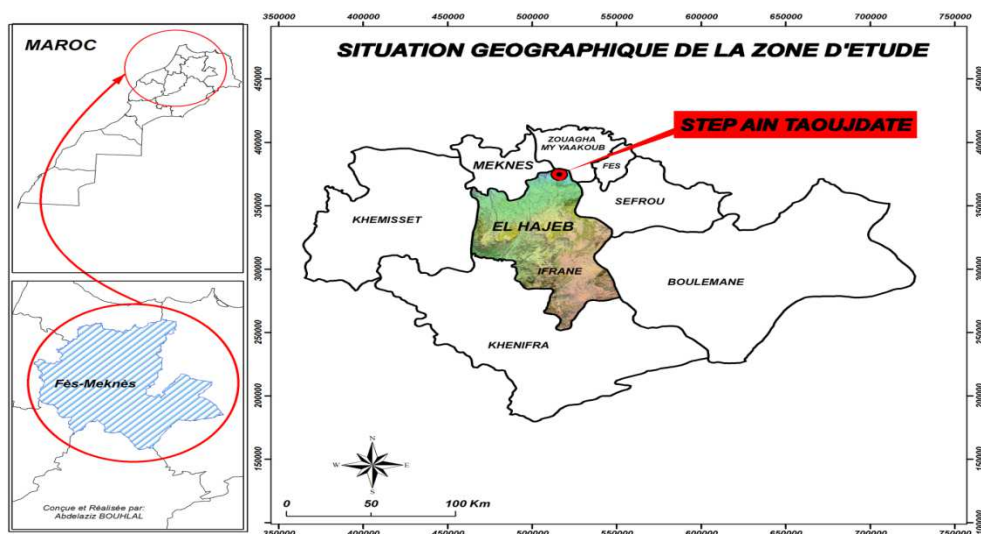


Figure 1 : situation géographique de la zone d'étude

2.2 PRÉLÈVEMENTS ET ANALYSES DES EAUX USÉES

Les échantillons des eaux usées destinées à l'analyse sont prélevés mensuellement depuis les années 2012, 2013 et 2014) à l'entrée de la station selon un mode d'échantillonnage composite sur 24 heures (Norme ISO 5667-2-1991) tenu de la nature hétérogène des eaux usées souvent agressifs et contenant, en quantités très variable des matières en suspension (organiques et minérales). Les mesures de débit sont relevées de façon indirecte à l'entrée de la station en canal jaugeur ouvert appelé venturi qui consistant en une mesure de la hauteur d'eau (norme ISO 4329-1986). Les échantillons ont été prélevés, conditionnés, transportés, suivant les méthodes d'échantillonnage en vigueur [13]. Les différents paramètres physico-chimiques analysés au niveau du laboratoire sont : les MES, la DCO, la DBO5. Ces paramètres ont été mesurés et/ou analysés suivant les méthodes d'analyses en vigueur (tableau 1).

Tableau 1 : Méthodes utilisées dans le laboratoire d'analyse

Paramètres	Normes
MES	NM 03.7.052-1996
DBO5	NM ISO 03.7.056
DCO	NM0.3.7.27
Débit	ISO 4329-1986

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats qualitatifs et quantitatifs détaillés obtenus lors des campagnes d'échantillonnages sont présentés au niveau des figures (2, 3, 4 et 5):

3.1 DÉBIT

Le débit consommé au cours de la journée est restitué sous forme d'eaux usées n'est pas constant. En réalité, elle recouvre un problème d'une extrême complexité. Aussi, La charge hydraulique moyenne de la station constitue un paramètre qui ne peut pas s'analyser isolément car la charge hydraulique dépend considérablement des conditions météorologiques des jours précédents la mesure, En effet, les mesures dont nous disposons pendant les années d'études montre des variations saisonnières, il augmente en période très chaude. Aussi, nous enregistrons des variations moyennes très distinctives d'une année à l'autre : 1230 m³/j(en 2012), 1912 m³/j (en 2013) et 1859 m³/j (en 2014) à l'exception de l'année 2012 où le débit enregistré est plus ou moins stable. Ces variations de débit sont étroitement liées aux exodes, surtout le centre Aïn Taoujdate est connu par l'agriculture, l'agro-industrie (grand unité industriel Lousra de trituration d'olive et de grenons) et le commerce. Parfois le débit de référence de la STEP (1500 m³/j) est dépassé.

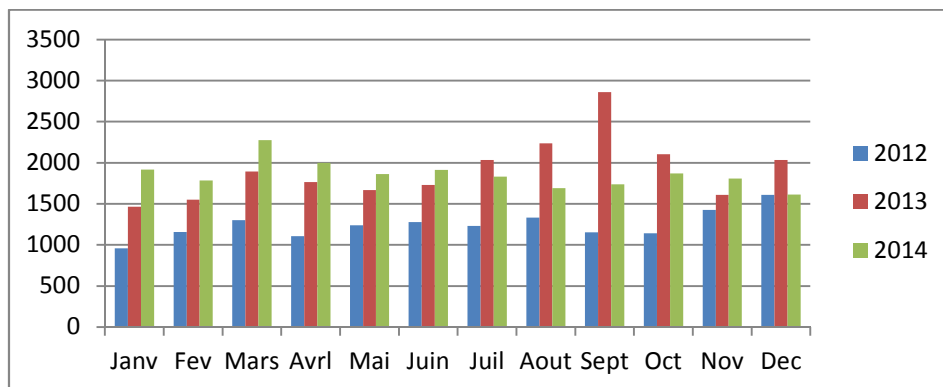


Figure 2. Débit à l'entrée de la STEP Aïn Taoujdate sur la période 2012-2014

3.2 MATIÈRE EN SUSPENSION TOTALES (MG/L)

La matière en suspension totales (MES) est déterminée selon une technique de filtration. Dans notre étude, nous avons utilisé un filtre de fibre de verre borosilicate préalablement pesé pour la filtration de 50 mL d'eaux usées. Le résidu est séché à 105 C° puis pesé de nouveau. Le poids des solides en suspension est obtenu par la différence entre le poids avant et après le séchage. Les résultats sont exprimés en mg/l.

Les concentrations médianes de MES des affluents d'Aïn Taoujdate mesurées durant les années d'études (Figure 5) sont respectivement 408, 387 et 475 mg/l. Les variations des concentrations en MES reflètent les différentes activités de la journée. Les particules en suspension dans les eaux usées urbaines sont en majorité organiques [14], avec des teneurs en MVS de 70 à 80 %. Nos résultats indiquent un apport d'eau domestique.

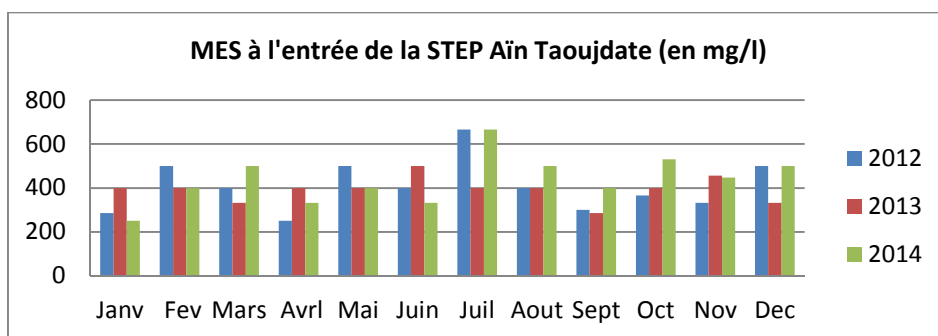


Figure 3. Matière en suspension totales (mg/l) sur l'entrée de la STEP Aïn Taoujdate

3.3 DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGÈNE (DBO₅)

La demande biochimique en oxygène (DBO₅) en 5 jours à 20 °C et à l'obscurité, représente la quantité d'oxygène consommée en 5 jours par les bactéries aérobies pour décomposer la matière organique biodégradable (Servais et al., 1987 ; Servais et al., 1989) présente dans l'eau usée.



La quantité d'eau est versée dans une bouteille d'incubation de 300ml, relié à un manomètre à mercure fermée avec un bouchon muni d'un capteur de pression (Oxytop). Le volume choisi est en fonction de la gamme de mesure souhaitée.

Le niveau de DBO d'un échantillon dépend de la quantité de matière organique présente, qui peut considérablement varier [15]. Le système de mesure de la DBO OxiDirect de Lovibond est de ce fait étalonné pour différents volumes d'échantillon et les gammes de mesure correspondantes sont précisées dans le Tableau 2. La gamme de mesure complète du système s'étend de 0 à 1500 mgO₂/L. Pour toutes les gammes de mesure, la DBO est directement exprimée en mgO₂/L.

Tableau 2 : Gammes de mesure de la DBO5 et volumes d'échantillon recommandés par le fabricant.

Gamme DBO (mgO ₂ /L)	Volume échantillon (mL)
0 – 40	428
0 – 80	360
0 – 200	244
0 – 400	157
0 – 800	94
0 – 2000	56

L'appareil de mesure est placé dans un incubateur réfrigéré à 20°C ; Ensuite en fonction de temps on suit la consommation d'oxygène, qui se traduit par une diminution de la pression d'air. On procédera enfin à la correction de la mesure par un facteur correctif qui dépend de la quantité d'échantillon prélevé et de la gamme de mesure souhaitée.

L'oxydation des matières organiques provoque la formation de CO₂ qui sera piégé par une solution de KOH. Ainsi se développe une dépression dans la bouteille. L'adjonction de l'allyle 2thio-urée (C₄H₈N₂S) permet d'inhiber la nitrification car l'oxydation des dérivés ammoniacaux et des nitrites en nitrates absorbe également l'oxygène. Cette amine joue un rôle d'inhibiteur. La valeur réelle est calculée comme suit :

$$DBO_5 \text{ (mg d'O}_2\text{/l)} = \text{valeur Lue} \cdot \text{Facteur de conversion}$$

Les concentrations moyennes enregistrées durant la période d'étude sont (Figure 6) :

528 mgO₂/L (en 2012), 503 mgO₂/L (en 2013) et 491 mgO₂/L (en 2014) pour la DBO₅. Ces concentrations sont généralement homogènes et faibles, à l'exception du mois de Mars en 2012, la valeur de DBO₅ mesurée est de 820 mg/l. Elles sont supérieures aux celles mesurés à l'entrée de cinq stations d'épuration de la région de la Chaouia-Ouardigha au Maroc [16].

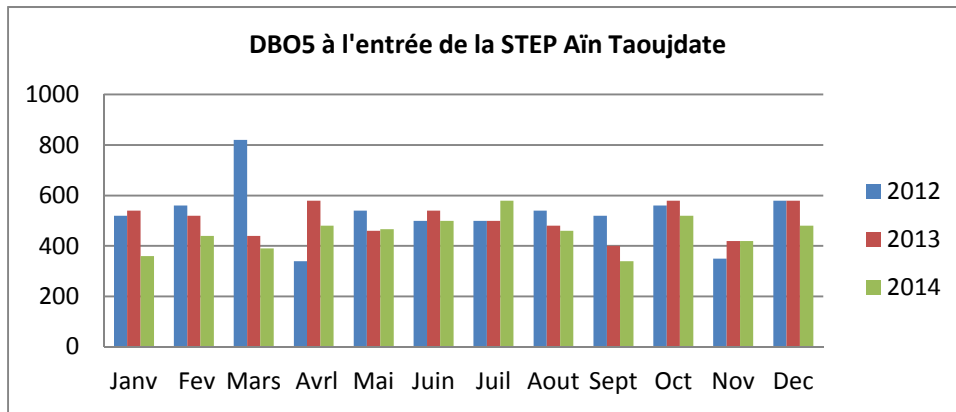


Figure 4. Demande biochimique en oxygène : DBO5 (mg/l) sur l'entrée de la STEP Ain Taoujdate

3.4 DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGÈNE (DCO)

Elle représente l'ensemble de tout ce qui est susceptible de demander de l'oxygène, en particulier les sels minéraux oxydables (sulfures, chlorures,...) et la majeure partie des composés organiques. Elle est, exprimée en milligramme par litre d'oxygène équivalente à la quantité de dichromate consommée par les matières dissoutes et en suspension. Elle permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale. Pour déterminer ce paramètre, une prise d'échantillon est portée à l'ébullition dans un réacteur à DCO pendant 2 heures à 120°C, en présence d'une quantité connue de dichromate de potassium, le sulfate d'argent jouant le rôle d'un catalyseur d'oxydation, le sulfate de mercure (II) permettant de complexer les ions chlorures. La détermination de l'excès de dichromates se fait avec une solution titrée de sulfate de fer (III) et d'ammonium. Après refroidissement la DCO a été mesurée à l'aide d'un photomètre à une longueur d'onde de 620 nm suivant la norme ISO 15705.

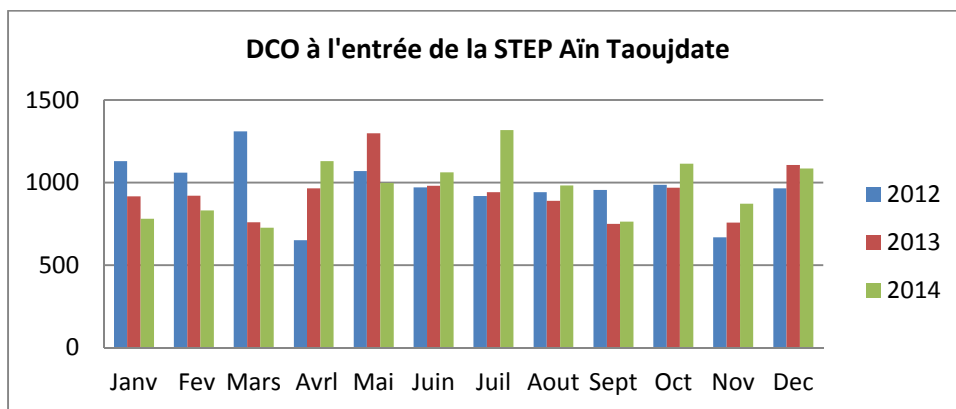


Figure 5. Demande chimique en oxygène : DCO (mg/l) sur l'entrée de la STEP Ain Taoujdate

D'après, les résultats des concentrations du DCO (Figure 7). Les valeurs moyennes du DCO est 969 mgO₂/L (en 2012), 902 mgO₂/L (en 2013) et 1054 mgO₂/L (en 2014). En comparant, elles sont supérieures à celles des sites des STEP de la région de la Chaouia-Ouardigha au Maroc [16].

4 CONCLUSION

La caractérisation des eaux usées de la station STEP Ain Taoujdate fait résulter que les concentrations des différents paramètres de pollution contrôlés sur la période d'investigation, durant nos campagnes présentent une variabilité temporelle très marquée avec des concentrations moyennes à élever [17] avec un rapport moyen de DCO/DBO5 durant les années d'études 2012 à 2013 est de l'ordre de (2,0), ce qui nous permet de déduire que la charge en matières organiques dans les eaux usées de la ville est facilement biodégradable auxquelles un traitement biologique paraît tout à fait convenable malgré que cette charge organique est marquée par des valeurs très fortes de la DBO5 et de la DCO. Par ailleurs, nous

pouvons déduire que cette pollution est essentiellement due aux rejets provenant de l'abattoir municipal de la ville avec dominante des effluents des eaux domestiques surplombant les collecteurs d'assainissement.

Aussi, la STEP Aïn Taoujdate fonctionne en charge hydraulique depuis en 2013 et 2014 dépassant le débit de référence de la STEP (1500 m³/j) avec des concentrations de polluants de l'ordre de 13755 EH(équivalent habitant) dépassant la charge polluante théorique maximale pour laquelle la station a été conçue(13330 EH). et qui influence sur la performance de la dite station.

REFERENCES

- [1] Agoumi A., 2003 – *“Vulnérabilité des pays du Maghreb face aux changements climatiques”*. Winnipeg : International Institute for Sustainable Development (IISD), 11 p.
- [2] Fouad S., Hajjami K., Cohen N., Chlaida M., Afr. Sc. 10 (1) (2014) 91-102.
- [3] Aba-aaki R., Agga K., Raji M., Et-taleb S., Ez-zahery M., El Alem N., Phys. Chem. News 58 (2011) 12-16.
- [4] Laouina, A. (2006). *“Gestion durable des ressources naturelles et de la biodiversité au Maroc:Prospective «Maroc 2030»”*. Haut-Commissariat au Plan.
- [5] Royaume du Maroc (2012). *“Plan directeur d'Aménagement Intégré des Ressources en eau du Bassin du Bouregreg et de la Chaouia”*. Rapport de synthèse. Mars 2012.
- [6] Moench, M.,A.Dixit,S.Janakarajan,M.S.Rathore and S. Mudrakartha, 2003:*“The Fluid Mosaic:Water Governance in the Context of Variability, Uncertainty and Change – A Synthesis Paper”*. Népal Water Conservation Foundation, Kathmandu, 71 pp.
- [7] Khallaayoune khalid, 2002. *“Etat d'avancement de la mission expertise pour l'évaluation des performances epuratoires de la station de traitement des eaux usees des drarga”-*, Water Resources Sustainability Project Rapport (WRS), Deliverable for United States Agency for International Development. pp10.
- [8] Imziln, (1990).*“Traitement des eaux usées par lagunage anaérobie et aérobie facultatif Marrakech. Etude quantitative et qualitative, antibiorésistance des bactéries d'intérêt sanitaire. Thèse de 3emecycle.Univ. Cadi ayyad.fac. Sci. semlalia, Marrakech”*. pp122.
- [9] EL ADDOULI J., CHAHLAOUI A., BERRAHOU A., CHAFI A., ENNABILI A. & KARROUCH L., (2009a). *“Influence de rejets d'eaux usées sur les qualités physicochimique et bactériologique d'eaux utilisées en irrigation, déchets, Revue francophone d'écologie industrielle”*, 56 (4): 23-28.
- [10] LAMRANI H. & CHAHLAOUI A., (2012).*“Caractérisation de la qualité physico-chimique et biologique de l'oued Boufekrane, Région de Meknès (Centre-Nord du Maroc)”*, In : Recueil des résumés, 2 ème Colloque International sur la Gestion et la Préservation des Ressources en Eau, 10, 11 et 12 Mai 2012, Meknès – Maroc, 226p.
- [11] NEJMEDDINE A. & YATRIBI A., (1997). *“Characterization of effluent from the tannery of Marrakech City: impact on the soil and groundwater. International Conference-Biochemistry of Metals”*. California, USA.
- [12] BOUGUENOUCHE B, ELHOUCHE S. & ZIAD A., (2012). *“Stratégie Nationale de l'eau”*, In : Recueil des résumés, 2 ème Colloque International sur la Gestion et la Préservation des Ressources en Eau, 10, 11 et 12 Mai 2012, Meknès – Maroc, 226p.
- [13] ISO 5667/3, *Qualité de l'eau - échantillonnage - Guide pour la conservation et la Manipulation des échantillons, 1994.*
- [14] Gromaire M.-C. (1998). *“La pollution des eaux pluviales urbaines en réseau d'assainissement unitaire: origines et caractéristiques.”* Thèse de doctorat, École Nationale des Ponts et Chaussées, 507 p.
- [15] Block J.C., Mathieu L., Servais P., Fontveille D. and Werner P. (1992). *“Indigenous bacteria inoculate for measuring the Biodegradable Dissolved Organic Carbon (BDOC) in waters. Water Research”*, 26, 481-486.Block et al., 1992)
- [16] Boutayeb M., Bouzidi A., Fekhaoui M., (2012). *“Étude de la qualité physico-chimique des eaux usées brutes de cinq villes de la région de la Chaouia-Ouardigha (Maroc)”*. Bulletin de l'institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie n° 34 (2), p. 145-150.
- [17] Metcalf et Eddy, INC. 1991. Wastewater engineering : *“Treatment, Disposal and Reuse. 3ème Edition Library of Congress Cataloging in publication data, TD, 645, T34.*