

Etude de Caractérisation physico-chimique des eaux usées en vue de la mise en œuvre d'un traitement adéquat : cas de la zone industrielle de Tétouan

[Study of Physico-Chemical Characteristics of Waste Water of an Industrial Zone of Tétouan]

Ahmed EL GHAMMAT and Khalid RIFFI TEMSAMANI

Laboratoire de Matériaux et systèmes interfaciaux, Département de chimie, Faculté des Sciences,
Mhannech II, 93002, Tétouan, 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 objective of this study is to evaluate of the pollution load of waste water in the industrial zone of Tetouan. This pollution is generated by effluents from different industries installed. Analysis of waste water showed strong and irregular pollution which is prejudicial for networks and for the pretreatment station, this last is installed downstream of the pumping station object of study and consequently to the marine environment receiving aquatic (the Mediterranean). The results are compared to national and European standards.

KEYWORDS: Waste Water, physic-chemical parameters, Pollution, Industrial Zone, Tetouan.

RÉSUMÉ: L'objectif de cette étude est l'évaluation de la charge polluante des eaux résiduaires de la zone industrielle de Tétouan. Cette pollution est générée par les effluents de différentes industries installées. Les essais de caractérisation des eaux résiduaires ont montré une forte irrégularité de la pollution qui est préjudiciable aux réseaux et à la station de prétraitement installée en aval de la station de pompage objet d'étude et par suite pour le milieu récepteur aquatique marin (la méditerranée). Les résultats sont confrontés aux normes nationales et européennes en vigueur.

MOTS-CLEFS: Eaux usées, Paramètres physico-chimiques, Pollution, Zone Industrielle, Tétouan.

1 INTRODUCTION

L'eau est le moteur de toute activité humaine, elle est présente à tous les niveaux : agriculture, habitat, aménagement, tourisme et industrie ...

C'est une ressource préoccupante vue sa rareté et la demande de plus en plus importante pour subvenir aux besoins de la croissance démographique, de l'urbanisation et des progrès réalisés en termes d'industrialisation et du développement urbanistique.

Au Maroc, des efforts louables ont été déployés au cours des deux dernières décennies afin d'acter dans la protection de cette ressource précieuse, de protéger la santé publique et celle des écosystèmes, de préserver l'environnement et d'améliorer la gestion de l'eau, dans une perspective de développement durable.

Aujourd'hui, la synchronisation des efforts, l'ajustement des approches de gouvernance font de la gestion intégrée des ressources en eau l'objet d'une nouvelle perspective de développement durable qui devra répondre aux besoins réels de la population et les exigences des acteurs concernés.

Aussi, les entreprises industrielles sont appelées à relever de nombreux défis dans le domaine de l'environnement: la protection des ressources, l'optimisation des consommations en eau et en énergie, la maîtrise des coûts, la sécurisation des

outils de production, la traçabilité des déchets et surtout se mettre en conformité avec une réglementation de plus en plus exigeante.

La ville de Tétouan, chef-lieu de la province de Tétouan et deuxième ville de la région Tanger-Tétouan - Al Hoceima a bénéficié d'un système de dépollution moderne et de l'installation d'une station de prétraitement dans la plaine d'Oued Martil. Elle est située à l'extrême nord du Maroc, son cadre géographique est caractérisé essentiellement par un relief montagneux et un climat méditerranéen [1]. Son économie est marquée d'un secteur touristique balnéaire, d'un secteur agricole traditionnel, basé sur une agriculture de subsistance pratiquée sur des micros parcelles et un élevage extensif, d'un secteur de pêche côtière et aussi d'un secteur industriel en croissance surtout avec la projection de nouvelles zones industrielles dans la région.

La présente étude vise l'identification de la nature et le degré de pollution des eaux usées de la principale zone industrielle de la ville de Tétouan en se référant aux normes de qualité des rejets industriels nationales en vigueur pour en déduire les procédés afin d'atténuer l'impact sur l'infrastructure installée et sur le milieu récepteur par suite.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE



Fig. 1. Image satellite bingmaps [2]

La zone industrielle de Tétouan est située sur la route de Tétouan-Martil, km 7. Elle a été créée en 1980 et développée sur une assiette foncière de 467 851 m² par la municipalité de Tétouan et abrite 178 lots [3].



Fig. 2. Plan parcellaire de la zone industrielle de Tétouan

Tableau 1. Données générales sur la zone industrielle [4]

Année Création	1980
Localisation (Adresse):	km7 Route de Martil - Tétouan
Commune:	Commune de Tétouan
Superficie brute:	467851 m ²
Superficie Nette:	389324 m ²
Statut foncier:	Municipal
Aménageur:	Municipalité de Tétouan
Nbre. de lots:	178

2.2 CONSOMMATION EN EAU POTABLE

La consommation en eau potable comptabilisée à base des débits alimentant la zone d'étude/industrielle ne peut être fiable étant donné que beaucoup d'unités se servent de leurs propres puits [5].

Tableau 2. Consommation en Eau de la Zone Industrielle

Mois	Consommation en (m ³)
Janv-14	21573
Févr-14	22381
Mars-14	23833
Avr-14	23573
Mai-14	23365
Juin-14	24512
Juil-14	26607
Aôut-14	28774
Sep-14	26180
Oct-14	20988
Nov-14	20915
Dec-14	21256
Total	283964

2.3 COLLECTE DES EAUX USÉES

La zone industrielle dispose d'un réseau d'assainissement moderne qui compte environ 10 km 500 m de conduites et d'une station de pompage à l'extrémité du réseau du site étudié.

Les conduites sont de différentes natures. On trouve du béton armé, du béton vibré, du CAO (béton centrifugé armé ordinaire), du béton précontraint et du PVC [6].

Tableau 3. Nature de conduite sur le réseau de collecte

Nature de conduite	Pourcentage
Béton armé	56,35 %
Béton précontraint	1,02 %
Béton vibré	4,57 %
CAO	18,7 8%
PVC	19,29 %

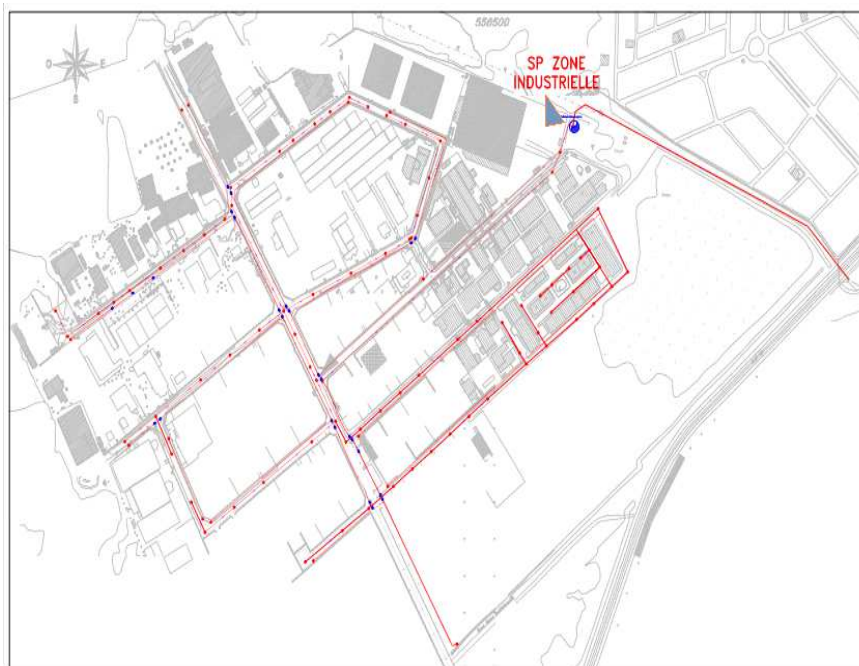


Fig. 3. Plan des réseaux assainissement et situation de la station de pompage de la zone industrielle de Tétouan

2.4 PRÉLÈVEMENTS ET ANALYSES DES EAUX USÉES

La connaissance du réseau d'assainissement a permis d'opter pour le choix de la station de pompage de la zone industrielle qui reçoit les eaux usées avant de les refouler vers la suite (l'aval) du réseau de collecte pour rejoindre la station de prétraitement de Tétouan.

Des prélèvements ponctuels réguliers ont été effectués durant l'année 2014, (entre 9 H à 15H : intervalle d'activité principale de la production)

Les paramètres physico-chimiques étudiés sont: la température, le pH, la Demande Chimique en Oxygène (DCO), les Matières En Suspension (MES) et la Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO5).

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

• LA TEMPÉRATURE

La température est mesurée en degrés Celsius (°C), elle peut agir sur les vitesses des réactions chimiques et biochimiques et renseigne l'éventualité de pollution thermique. Elle peut agir sur le métabolisme de croissance des micro-organismes et renseigne sur la solubilité des gaz et sels [7].

Le suivi de la température des rejets montre qu'elle est comprise entre 16,3 et 25,1°C comme valeur maximale enregistrée. Elle est conforme à la norme marocaine des valeurs limites des rejets industriels dans le réseau d'assainissement qui définit 30 ° C comme valeur limite.

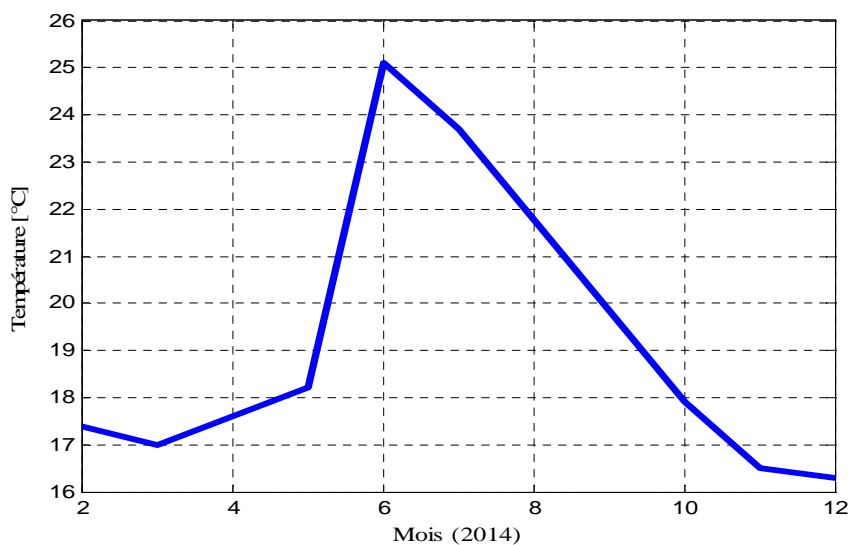


Fig. 4. Variation de la température des rejets étudiés

• LE POTENTIEL D'HYDROGÈNE PH

Le pH est un bon indicateur de la pollution, il mesure l'acidité c'est -à-dire la concentration en ions d'hydrogène (H+) dans l'eau. IL est important pour l'interprétation de la corrosion dans les canalisation et installations de collecte et épuration des eaux usées [7]. La valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C, l'optimum est situé entre 6,5 et 8,5 unités de pH, les valeurs inférieures à 5 et supérieures à 8,5 peuvent affecter la croissance et la survie des microorganismes aquatiques.

Les résultats montrent des fluctuations importantes. Les valeurs varient entre 6,91 comme valeur min et 11,29 comme valeur max avec une moyenne de 8,46 unités, valeur conforme à la norme des rejets dans le réseau d'assainissement.

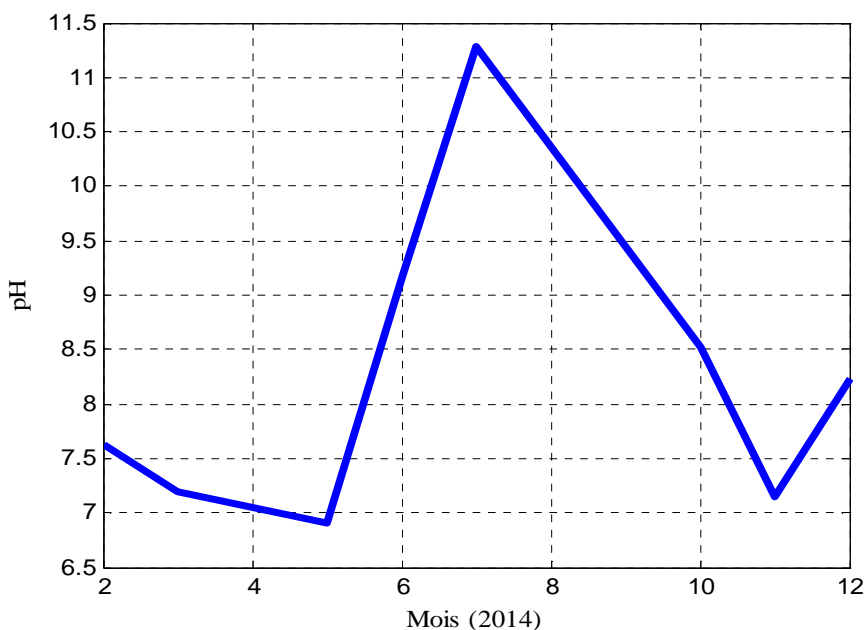


Fig. 5. Variation du pH des rejets étudiés

- **MATIÈRE EN SUSPENSION (MES)**

Les matières grossières et les particules en suspension peuvent être à l'origine de nombreux problèmes liés au dépôt de matières dans les ouvrages de réseau et la détérioration du matériel bouchage, abrasion, etc.). Elle est exprimée en mg/l [8].

Les valeurs montrent une fluctuation très importante des MES, elles varient entre 5100 mg/l comme valeur max et 122 mg/l comme valeur min avec une moyenne de 2018 mg/l dépassant largement les 600 mg/l prescrite par la norme des valeurs limites des rejets.

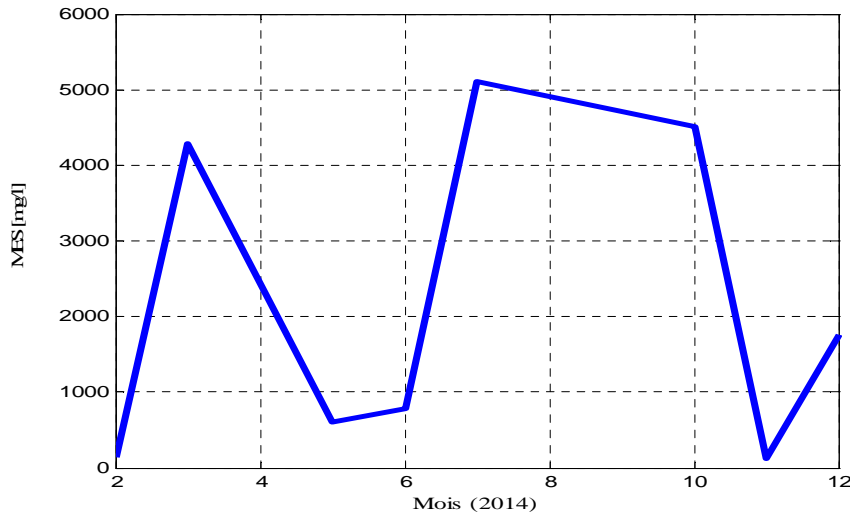


Fig. 6. Variation de la Teneur en MES des rejets étudiés

- **LA DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGÈNE (DCO)**

La DCO correspond à la quantité d'oxygène (en milligramme) consommée pour oxyder les matières oxydables dans un échantillon d'eau de 1l. Elle est particulièrement indiquée pour la mesure de la pollution d'un effluent industriel. Elle est exprimée en mgO₂/l [8].

Les valeurs montrent une fluctuation très importante de la DCO, elles varient entre 4844 mg O₂/l comme valeur max et 1075 mg O₂/l comme valeur min avec une moyenne de 3317,75 mg O₂/l dépassant largement la valeur de 1000 mg O₂/l prescrite par la norme des valeurs limite des rejets.

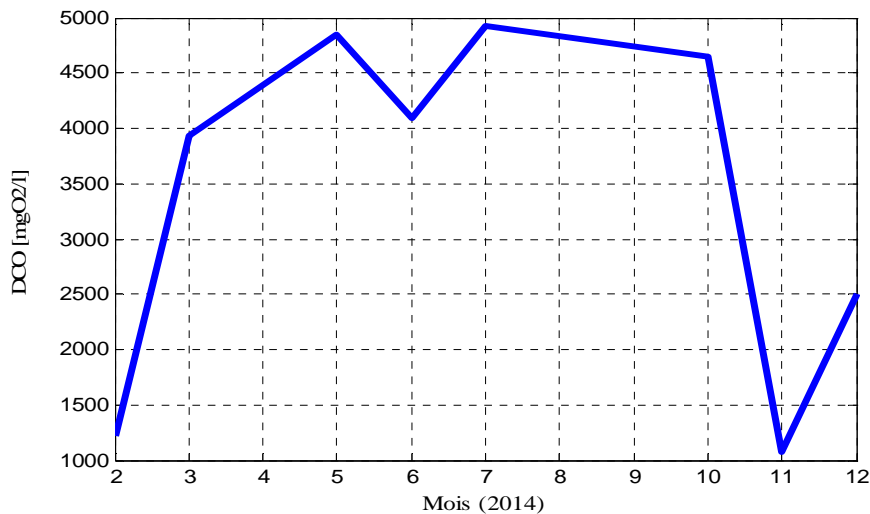


Fig. 7. Variation de la demande chimique en Oxygène des rejets étudiés

• LA DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGÈNE PENDANT 5 JOURS (DBO5)

La DBO correspond à l'oxygène utilisé par des bactéries aérobies pour dégrader biochimiquement les matières organiques biodégradables présentes dans l'eau pendant 5 jours. Elle traduit indirectement la fraction biodégradable dans l'eau être présente le processus de dégradation naturel [8]. Le résultat est exprimé en mg/l d'oxygène consommé pendant 5 jours.

Les valeurs montrent une fluctuation de la DBO, elles varient entre 963 mg/l comme valeur max et 269 mg/l comme valeur minimale avec une moyenne de 647,33 mg/l qui dépasse la valeur prescrite à 500 mg/l par la norme marocaine de valeurs limite de rejets dans le réseau d'assainissement.

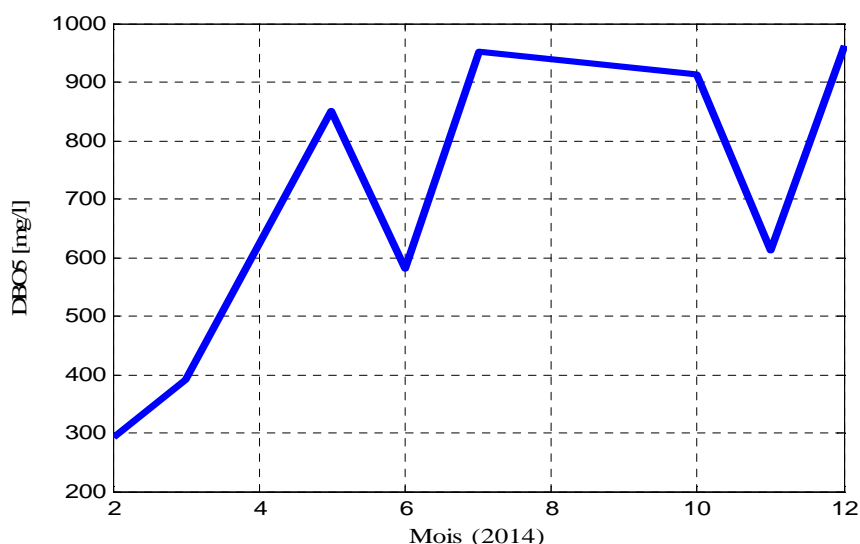


Fig. 8. Variation de la DBO5 des rejets étudiés

3.2 EVALUATION DE LA POLLUTION ORGANIQUE DES EAUX USÉES

Le calcul des ratios DBO5/DCO et MES/DBO5 est indispensable pour avoir une idée sur le degré de pollution et la biodégradabilité de la matière organique des eaux usées étudiées.

Tableau 4. Ratios des eaux usées de la zone industrielle de Tétouan

	Moy.	Max.	Min.
DBO5/DCO	0,380985	0,556363	0,266814
DCO/DBO5	2,770509	3,747927	1,797385
MES/DBO5	1,4696977	3,747927	0,19934641

• RATIO DBO5/DCO

Le rapport DBO5/DCO est souvent utilisé pour la caractérisation de la pollution et les possibilités de traitement [9]. Dans notre cas, Il est de l'ordre de 0,38 (valeur supérieure à 0,3), donc biodégradable, compte tenu que ces rejets varient en fonction de temps et sont rejetés dans un réseau d'assainissement.

La corrélation entre la DBO5 et la DCO montre un R² équivaut à 0,25 et $y=0.084*x+4.1 e+002$ (Figure 9)

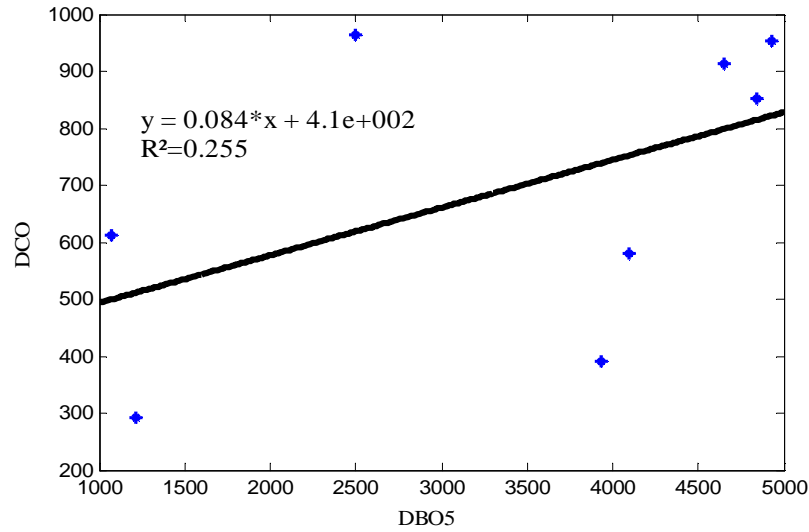


Fig. 9. Corrélation entre la DBO5 et la DCO

- **RATIO MES/DBO5**

Le passage par l'estimation de la matière organique confirme le même constat sur la biodégradabilité des rejets industriels objet de notre étude.

Par ailleurs, La corrélation entre la DBO5 et la MES montre un R^2 équivalent à 0.132 et $y = 0.045 * x + 6e+002$ (Figure 10)

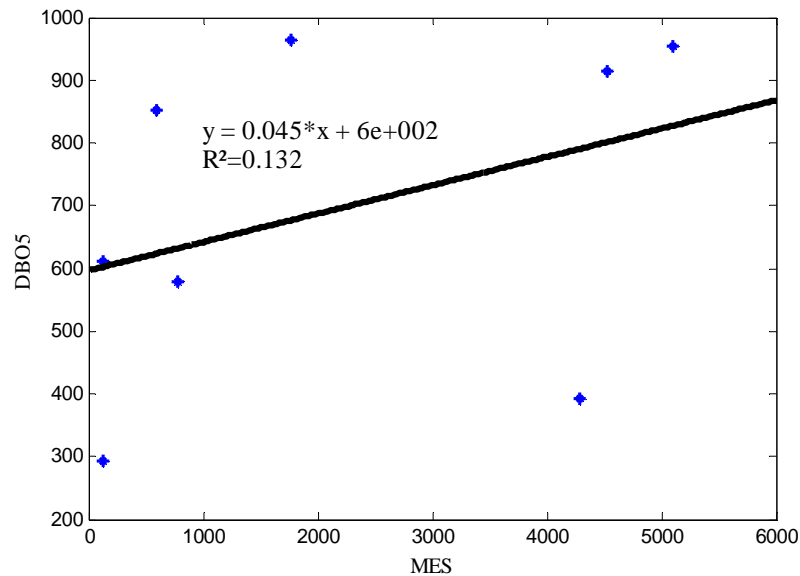


Fig. 10. Corrélation entre la DBO5 et la MES

La figure 11 montre la corrélation la MES et la DCO avec un R^2 équivalent à 0.396 et $y = 0.047 * x + 2.4e+003$

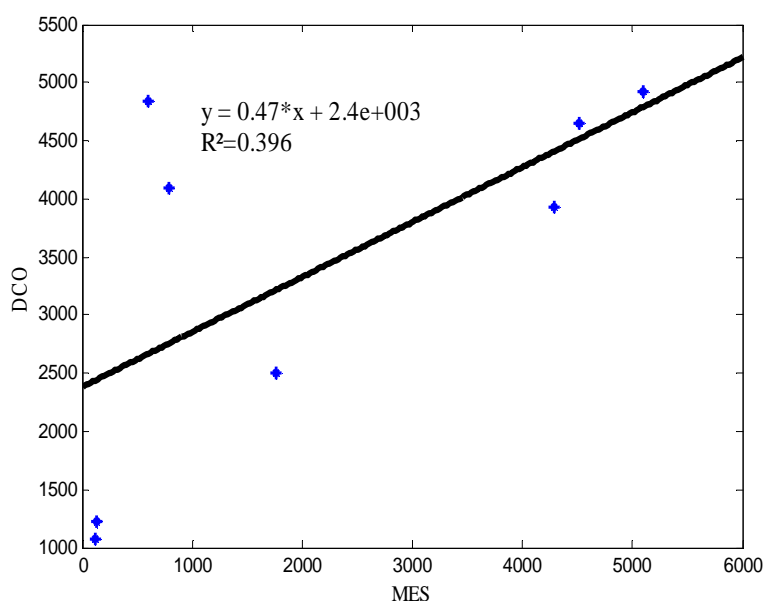


Fig. 11. Corrélation entre les MES et la DCO

4 CONCLUSION

Les eaux résiduaires rejetées par la zone industrielle de Tétouan présentent une pollution organique très importante avec des valeurs de paramètres physico-chimiques dépassant largement les valeurs limites générales de rejets directs et indirects dans le milieu récepteur, d'où la nécessité d'installation des ouvrages individuels allant du prétraitement au traitement adéquat des rejets à la sortie des unités de productions industrielles pour atténuer l'impact sur l'environnement et les infrastructures en place, à savoir le réseau de collecte posé en béton armé à environ 56%, les stations de pompage, la station de prétraitement qui nécessite une extension vers un traitement biologique et en fin le milieu récepteur marin.

Des études complémentaires sur ces rejets sont fortement souhaitées particulièrement pour les métaux lourds, qui en cas de présence finiront dans un milieu marin très fragile.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, notamment : M. Abdelkader YOULAL de la chambre du commerce et d'industrie de Tétouan, M. Youssef ABDELLAOUI de la coopérative laitière de Tétouan, Le laboratoire Assainissement et le service Patrimoine d'Amendis Tétouan.

REFERENCES

- [1] Royaume du Maroc, Haut-commissariat au plan, Monographie provinciale de Tétouan, Décembre
- [2] <https://www.bing.com/mapspreview>.
- [3] Revue Stratégique du Programme National d'Assainissement, Royaume du Maroc, rapport n°, année 2009
- [4] Chambre de commerce de l'industrie et de services de Tétouan. Rapport interne, 2009
- [5] Royaume Du Maroc, Ministère De L'intérieur Région-Tanger-Tétouan-Alhocima, Province De Tétouan, Municipalité de Tétouan, Amendis-Tétouan, Service gros clients, 2015
- [6] Royaume Du Maroc, Ministère De L'intérieur Région-Tanger-Tétouan-Alhocima, Province De Tétouan, Municipalité de Tétouan, Amendis-Tétouan, Service patrimoine, 2015
- [7] J. Rodier, B. Legube, N. Merlet, « L'analyse de l'eau », 9^e édition, Dunod, 2009.
- [8] Degrémont, « Memento technique de l'eau », 10^e édition, Lavoisier, 2005
- [9] Belghyti D., Elguamri Y., Ztit G., My Ouahidi L., My brahim J., Harchrass A., Amghar H, Bouchouata O., El kharrim K., Bounouira H. « Caractérisation physico-chimique des eaux usées d'abattoir en vue de la mise en œuvre d'un traitement adéquat : cas de Kenitra au Maroc », Afrique Science 05(2), pp 153 – 216, 2009.

- [10] Fathallah. Z, Elkharrim. K, Fathallah. R, et coll, " Etude physico-chimique des eaux usées de l'Unité Industrielle Papetière (CDM) à Sidi Yahia El Gharb (Maroc) », Larhyss Journal n° 20, pp 57-69, 2014
- [11] Boutayeb. M, Bousidi. A, Fekhaoui. M, Etude 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 de la Vie, 34(2), pp 145-150, 2012.
- [12] Benyakhelef. M, Naji. D, Belghiti. D, "Caractérisation des Rejets liquides d'une conserverie de poisson », Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 146, pp 225-234,2007
- [13] S. Dhimni, A. Qlihaa, F. Melrhaka, D. Chebabe, A. Dermaj, N. Hajjaji, « Caractérisation des rejets liquide d'une industrie d'emballage en carton », J. Mater. Environ. Sci, 6(11), pp 3179-3206, 2015
- [14] S. Hazourli, M. Ziati, L. Boudiba, D. Fedouai, « Pollution Characterization of Waste Water of an Industrial Zone Example of a Dairy Water Clarification, Lebaness Science Journal, 10(2), pp 17-31, 2009
- [15] E. M. Hassoune, A. Bouzidi, Y. Khoulali, D. Hadarbach, « Effet des rejets liquides domestiques et industriels sur la qualité des eaux souterraines au nord de la ville de Settat (Maroc), Bulletin de l'institut Scientifique, Rabat, section de la Vie,23, pp 61-71, 2006.
- [16] ONEP. Approche de la typologie des eaux usées urbaines au Maroc. ONEP et GTZ Rabat, 1998
- [17] Ahmed EL GHAMMAT, Khalid RIFFI TEMSAMANI, « Génération des Sous Produits de l'Épuration: Cas de la Station de Prétraitement de Tétouan, The International Workshop on Waste&Energy, 15-17 Octobre, Tétouan, 2014
- [18] ONEP. Pollution des Eaux Douces : Epuration des Eaux Usée, 24-Janvier, 2007
- [19] J. P. Bechac, P. Boutin, B. Mercier, P. Nuer, « Traitement des Eaux Usées, Eyrolles, 1984
- [20] Touria HACHI, Maryama HACHI, Hassan ECH-CHAFAY, Mouhcine ELGHABASSI, Hicham ETTAYEA, Khadija ELKHARRIM, Abderrazzak KHADMAOUI, and DRISS BELGHYTI, Caractéristiques physicochimiques des eaux usées de la ville de M'irt, (Maroc), International Journal of Innovation and Applied Studies, Vol. 17 No. 3 Aug. 2016, pp. 791-803
- [21] F. JEDDI, H. BOUSSALWA, A. EL HARFI, S. Sadek, and D. BASSIR, Analyses Physico-Chimique Et Biologique Des Eaux Usees Rejetees Par La Societe Surac Dar Gueddari (Maroc), International Journal of Innovation and Applied Studies, Vol. 13 No. 2 Oct. 2015, pp. 274-280
- [22] R. S. Ramalho, Tratamiento des Aguas Residuales, Editorial Reverté, S. A.
- [23] Royaume du Maroc. Secrétariat d'Etat chargé de l'eau st de l'environnement, « Recueil des lois relatives à la protection de l'environnement ». 2012
- [24] Metcalf, Eddy, « Waste water engineering: Treatment/ Diposal/ Reuse, 3rd ed, Montreal: McGraw-Hill Book company, p 1334, 1991.
- [25] A. Stoddard, J. B. Harcum, J. T. Simpson, J. R. Pagenkopf, R. K. Bastian, "Municipal Wastewater treatment: Evaluting improvements in National Water Quality, Jhon Wiley & Sons, Inc, 2002
- [26] Udo Wlesmann , In Su Choi, Eva. Maria Dombrowski, "Fundamentals of Biological Wastewater Treatment", Wiley, 2007
- [27] C.P. Leslie Grady, JR. Glent T. Daigger , Henry C. Lim, "Biological Waste water Treatment", Marcel Dekker, Inc, 1999
- [28] Frank R. Spellman, "Handbook of Water and Wastewater Plant Operation", Lewis Publishers, 2003
- [29] Boelin J.C, "Pollution industrielle de l'eau : Caractérisation, Classification, Mesure », Techniques de l'ingénieur, Traite de Génie des procédés, G1201, pp 1-12, 1999
- [30] Molleta R, Torrijos M, « Impact Environnemental de la filière laitière, Techniques de l'ingénieur, Traite de Génie des procédés, F1500, pp 1-9, 1999
- [31] Hydraulique urbaine : Hydrologie, Captage et traitement des eaux, p 264, 1981