



Article original

CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX USÉES BRUTES DE LA VILLE D'OUJDA (MAROC)

PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF RAW SEWAGE IN OUJDA (MOROCCO)

A.Rassam¹, A. Chaouch¹, B. Bourkhiss¹, M. Ouhssine¹, T. Lakhli², M. Bourkhiss³ et L. El Watik⁴

¹Laboratoire de Biotechnologie, environnement et qualité, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, B.P 133 14 000 Kénitra, Maroc.

²Département de Chimie, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail BP 4010 Béni M'hamed, 50 000 Meknès, Maroc.

³Département de Physique-Chimie, Centre Régional des Métiers de l'Education et de la Formation (CRMEF), BP 255 Meknes 50 000, Maroc.

⁴Laboratoire de chimie, environnement et santé, Faculté des Sciences et techniques, BP 509, 509, Boutalamine, Errachidia, Maroc

Résumé :

L'objectif de ce travail est de caractériser les eaux usées brutes de la ville d'Oujda (Maroc) et d'évaluer sa pollution en relation avec le profil démographique et socio-économique des populations raccordées au réseau d'assainissement afin de prévenir la possibilité d'utilisation en irrigation. La caractérisation physico-chimique des eaux usées brutes a révélé que ce rejet liquide est très chargé en matière organique en termes de DCO (Moy. = 1104mg/L \pm 52,2) soit une charge de 44160Kg/j, en DBO₅ (Moy. = 540,1mg/L \pm 31,1) avec une charge d'environ 21604 Kg/j, en MES (Moy. = 568,4mg/L \pm 222) soit une charge de l'ordre de 22736 Kg/j, et en matière minérale exprimée en terme de Conductivité électrique (Moy. = 3280 μ S/cm \pm 1120), avec un pH de 7,96 (\pm 0,8). Les teneurs moyennes en NTK et en Orthophosphates respectivement de l'ordre de 88,02mg/L (\pm 2,8) et 16,76mg/L (\pm 1,1). Malgré que ces eaux usées présentent une charge organique élevée (DBO₅/DCO = 0,5 et MES/DBO₅ = 1,05), elles présentent une biodégradabilité satisfaisante. L'examen de rapport DCO/DBO₅ = 2,07 souligne bien le caractère biodégradable auxquelles un traitement biologique paraît tout à fait convenable.

Mots-clés : Eaux usées, DCO, DBO₅, biodégradabilité, Oujda.

Abstract:

The goal of this study is to characterize the effluent of the city of Oujda (Morocco) and to evaluate its pollution in relation to the demographic and socio-economic profile of the population connected to the sewerage in order to make the possibility to reuse it in irrigation. The physicochemical characterization of raw wastewater revealed that this liquid rejection is very charged out of organic matter expressed in term with COD (Avg. = 1104mg/L \pm 52,2) with a load of 44160Kg/d, in BOD₅ (Avg. = 540,1mg/L \pm 31,1) with a load of 21604 Kg/d, in Suspend Solid (Avg. = 568,4mg/L \pm 222) with a load of 22736 Kg/d, and out of mineral matter expressed in Electric Conductivity (Avg. = 3280 μ S/cm \pm 1120) with a pH of 7,96 (\pm 0,8). The average content of NTK and Orthophosphates are about 88,02mg/L (\pm 2,8) and 16,76mg/L (\pm 1,1). Although this wastewater presents a high organic load BOD₅/COD = 0,5 et SS/ BOD₅ = 1,05), they have a satisfactory biodegradation. The examination of report COD/BOD₅ = 2,07 underlines well the biodegradable character to which a biological treatment appears completely suitable.

Keywords: Waste Water, COD, BOD₅, Biodegradability, Oujda.



1. INTRODUCTION

Les changements climatiques que subit la région orientale du Maroc ces dernières années, l'accroissement démographique et le développement de l'urbanisation ont conduit à une importante baisse des réserves en eau mobilisable pour les usages domestiques et agricoles. Ce déficit, entre disponibilité et besoin en eau, augmentent la quantité d'eau consommée. Il en résulte une augmentation des volumes d'eau rejetée et une détérioration de l'environnement. Face à cette situation, le recours à la réutilisation des eaux usées, essentiellement en agriculture, en tant que ressource conventionnelle est inévitable.

Les rejets de la ville d'Oujda en eaux usées sont estimés à 40 000 de m³ par jour. Ces eaux sont réutilisées en totalité à l'échelle brute pour irriguer plus de 500 ha de terrains cultivables situés à proximité de la ville [1]. Cette pratique est adoptée par les agriculteurs de manière anarchique sans tenir compte des risques que peut entraîner l'utilisation de ces eaux pour la santé de l'homme ainsi que pour la qualité des végétaux et du sol. De ce fait, si beaucoup de composants des eaux usées (microorganismes pathogènes, métaux lourds, micropolluants, etc.) sont sources d'inconvénients, d'autres constituants (matière organique, azote, phosphates,...) contribuent à la

fertilisation des sols. Chaque projet de réutilisation doit faire l'objet d'une étude et doit tenir compte de la qualité de l'eau utilisée et du contexte de sa réutilisation [2].

Cette étude a pour but d'évaluer les caractéristiques physico-chimiques des eaux usées brutes de la ville d'Oujda et de montrer la nécessité de leur traitement avant toute réutilisation en irrigation.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Site d'étude

La ville d'Oujda est située dans la plaine des Angad à une altitude moyenne de 458m, de longitude 1°56' et de latitude 34°48'. Elle est caractérisée par un climat aride à semi-aride. La température moyenne est de 12,5°C en hiver et 25°C en été. La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 238 mm. Les ressources en eau conventionnelles de la région sont principalement souterraines. Les ressources en eaux superficielles sont inexistantes. Le réseau d'assainissement est de type unitaire adapté à la topographie. Le débit total est de 463 l/s. Les points de prélèvement sont situés à 7 Km au Nord de la ville, à la proximité de l'Oued Isly.

2.2. Paramètres et méthodes analytiques

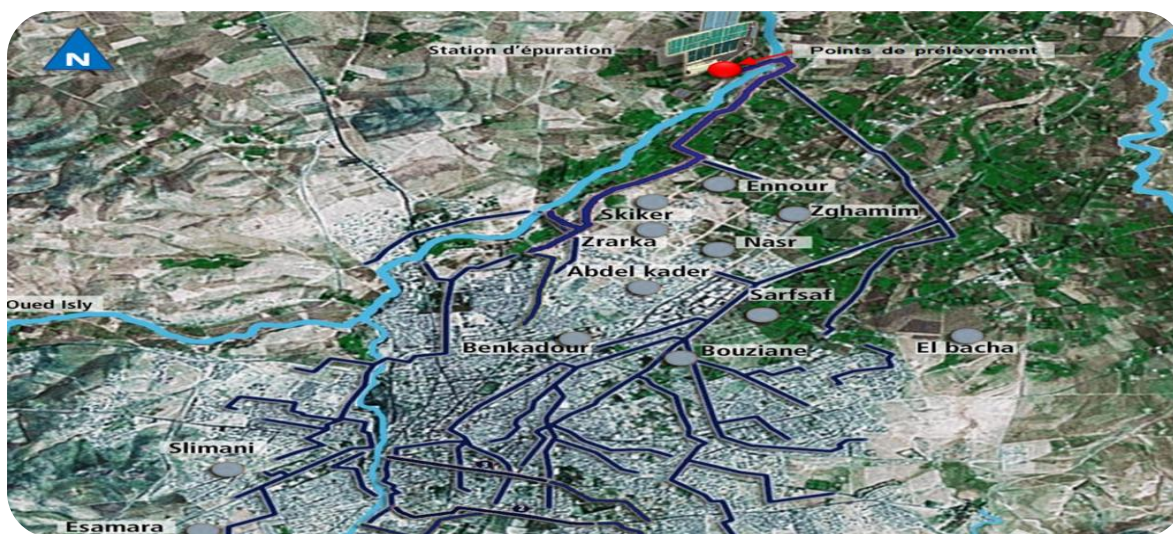


Figure1 : Réseau d'assainissement des eaux usées de la ville d'Oujda [3]



Les paramètres physico-chimiques sont déterminés à partir de prélèvements bimensuels effectués au niveau de collecteur urbain. La conservation des échantillons d’eaux usées a été faite selon le guide général pour la conservation et la manipulation des échantillons d’après ISO 5667/3 [4] et le guide de bonne pratique de l’Office National de l’Eau Potable [5]. Les échantillons d’eau, prélevés dans des flacons en polyéthylène et conservés à 4°C, sont transportés au laboratoire dans un délai ne dépassant pas 4 heures.

Le pH, la température, la conductivité électrique et l’oxygène dissous sont déterminés à l’aide d’un multi-parameter analyseur Type CONSORT – Modèle 835. Toutes les analyses et les mesures nécessaires pour quantifier les polluants organiques, azotés et phosphatés dans le présent travail, sont normalisées DIN. L’analyse des paramètres globaux tels que, la DBO₅ est déterminée par la méthode respiratoire à l’aide d’un DBO-mètre (OxiTop) et la DCO, selon DIN 38409-H52 [6] qui est déterminée par l’oxydation par l’excès de dichromate de potassium à la température de 148°C, en milieu acide et à ébullition, des matières réductrices dans les conditions de l’essai, contenues dans l’eau, en présence de sulfate d’argent (catalyseur) et de sulfate de mercure (complexant des ions

chlorures).

Les Matières en Suspension (MES) sont déterminées par filtration d’un volume d’eau usée (100ml) sur filtre cellulosique présent un diamètre de pores de l’ordre de 0,45mm le filtre et son substrat sont séchés soigneusement dans l’étuve à 105°C pendant 24h. La différence de masse avant et après séchage donne la teneur en matières en suspension, exprimé en mg/l d’eau usée.

L’analyse des composés azotés tels que les nitrites, se fait par spectrophotométrie à 540 nm, et les nitrates le dosage se fait indirectement après leur réduction en nitrites sur une colonne du cadmium recouverte par le cuivre (Cd-Cu), et le dosage de l’Ammonium se fait en milieu-alcalin (10,8<pH<11,4) [7].

L’Ammonium réagit quantitativement avec l’hypochlorite et donne une monochloramine qui forme avec du phénol, en présence de nitroprussite et un excès d’hypochlorite, du bleu d’indophénol, susceptible d’un dosage colorimétrique à la longueur d’onde de 630nm [7].

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION Paramètres physicochimiques

Les différents paramètres physicochimiques mensuels sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1: Les paramètres physicochimiques mensuels de la STEP d’Oujda

| Les mois | T en C° | pH | Conductivité Electrique en mS/cm | DCO en mg/l | MES en mg/l | O ₂ diss en mg/l | DBO ₅ en mg/l | DCO/ DBO ₅ | NTK en mg/l |
|-----------|---------|------|----------------------------------|-------------|-------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------|
| Janvier | 17,04 | 8,1 | 2,57 | 1285,0 | 988,17 | 0,09 | 639,79 | 2,00 | 79,08 |
| Février | 14,98 | 8,15 | 2,6 | 1089,52 | 720,08 | 0,09 | 510,26 | 2,13 | 72,80 |
| Mars | 20,65 | 8,02 | 2,59 | 1020,20 | 670,76 | 0,08 | 567,89 | 1,79 | 80,54 |
| Avril | 22,43 | 8,26 | 2,67 | 970,43 | 467,35 | 0,02 | 625,19 | 1,55 | 88,22 |
| Mai | 25,51 | 8,33 | 2,58 | 1020,54 | 445,54 | 0,07 | 611,82 | 1,66 | 94,40 |
| Juin | 29,33 | 7,7 | 2,50 | 961,78 | 403,08 | 0,00 | 603,40 | 1,59 | 92,07 |
| Juillet | 29,91 | 7,78 | 2,59 | 1010,61 | 404,37 | 0,01 | 520,27 | 1,94 | 86,83 |
| Août | 28,36 | 7,73 | 2,57 | 955,57 | 405,35 | 0,01 | 423,23 | 2,25 | 91,65 |
| Septembre | 28,06 | 7,77 | 2,50 | 963,93 | 408,15 | 0,01 | 424,92 | 2,26 | 98,13 |
| Octobre | 20,87 | 7,92 | 2,49 | 1145,3 | 512,67 | 0,06 | 509,42 | 2,24 | 98,07 |
| Novembre | 18,9 | 7,81 | 2,50 | 1470,44 | 523,91 | 0,30 | 543,89 | 2,7 | 98,20 |
| Décembre | 17,78 | 8 | 2,52 | 1354 | 871,7 | 0,06 | 500,59 | 2,7 | 76,25 |



L'évolution du pH des rejets de la ville d'Oujda durant la période d'étude (décembre 2010 à décembre 2011) a montré que les eaux usées brutes de la ville d'Oujda sont proches de la neutralité et acceptables pour l'irrigation avec une

valeur moyenne de 7,96. Les valeurs extrêmes sont de 7,7 et 8,33 (figure 2). Il est à signaler que les valeurs de pH inférieures à 5 ou supérieures à 8,5 affectent la croissance et la survie des micro-organismes.

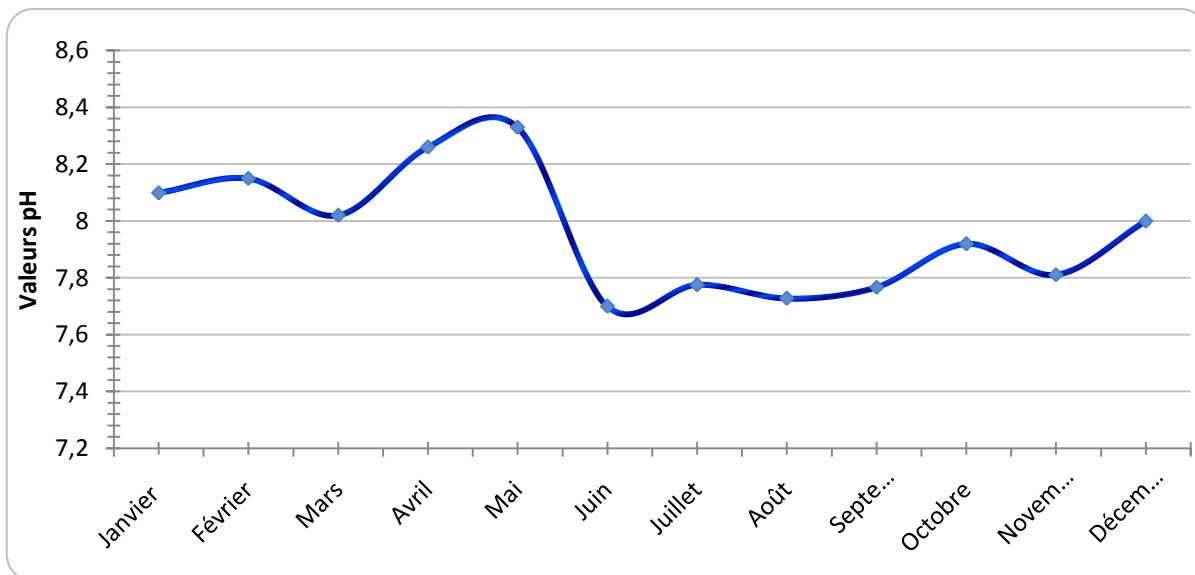


Figure 2: Variations mensuelles des valeurs de pH

Les valeurs moyennes de température enregistrées au niveau des eaux usées d'Oujda oscillent entre 14,98°C et 29,91°C (figure 3), comme valeurs moyennes extrêmes minimales et maximales. Généralement la valeur moyenne de l'ordre de, dans le milieu récepteur 22,82°C, est inférieure à

30°C considérée comme valeur limite de rejets directs de même ces valeurs sont inférieures à 35°C, considérée comme valeur limite indicative pour les eaux usées destinées à l'irrigation des cultures [8].

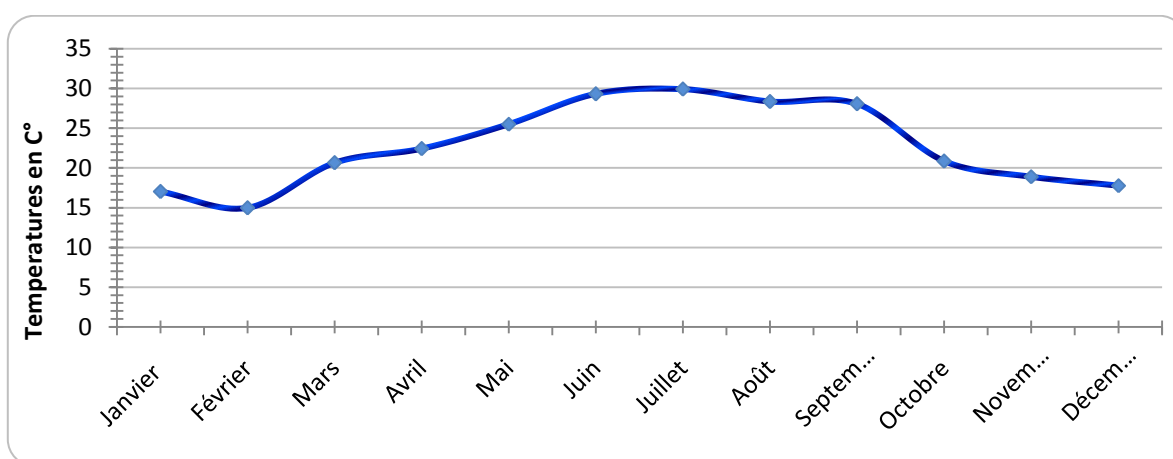


Figure 3: Variations mensuelles des températures en °C

La valeur de la conductivité électrique (CE) est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées. Les résultats obtenus (figure 4)

mettent en évidence des valeurs mensuelles moyennes plus ou moins importantes de la minéralisation des eaux usées brutes de la ville d'Oujda, la valeur maximale est de 2,67 mS/cm et



la valeur minimale est de l'ordre de 2,49 mS/cm, ces valeurs sont supérieures aux normes exigées à la fois pour les eaux destinées à l'irrigation que pour les rejets directs des eaux usées brutes dans le milieu récepteur [8]. Ces élévations de la teneur en conductivité électrique des eaux usées sont dues au fait que la teneur de la conductivité

électrique dans les eaux de forage et de l'eau potable est élevée et qui est de l'ordre de 1,82 mS/cm. Les concentrations des conductivités électriques des eaux usées d'Oujda sont comparables à celles rencontrées dans les eaux usées de la ville de Valencia [9] et supérieures à celles trouvées à Yaoundé (Cameroun) [10].

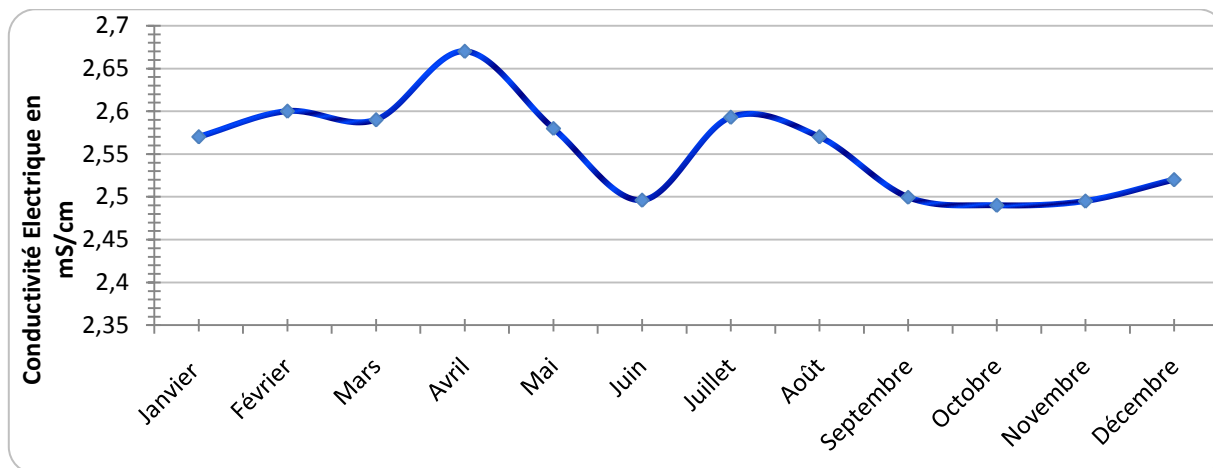


Figure 4: Variations mensuelles de la conductivité électrique mS/cm

L'analyse des résultats obtenus de l'oxygène dissout (figure 5), montre que les valeurs extrêmes minimales et maximales enregistrées, sont de 0 mg/L en mois de juin et de 0,3 mg/L en mois de novembre, avec une concentration moyenne de 0,07 mg/L. Cette valeur moyenne est inférieure à celle trouvée au niveau des eaux usées de Marrakech (Maroc) [11].

que ces eaux usées sont de qualité très mauvaise. La signification de ce paramètre est très claire puisque la présence d'oxygène dissout conditionne les réactions de dégradation aérobie de la matière organique et plus généralement l'équilibre biologique des milieux hydriques. Dans les réseaux d'assainissement des eaux usées, sa disparition complète s'accompagne de l'apparition d' H_2S dans l'air, provenant de la réduction des composés soufrés présents dans les effluents, et corrélativement du phénomène d'attaque acide du béton des canalisations [7].

La comparaison des valeurs en oxygène dissout dans les eaux usées, analysées avec la grille de qualité des eaux de surface [8] permet de déduire

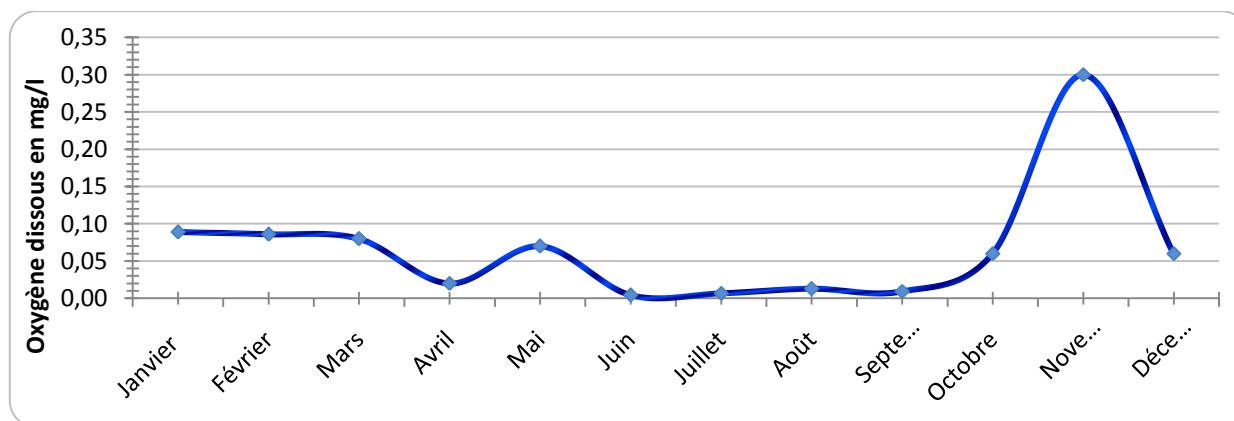


Figure 5: Variations mensuelles de l'oxygène dissout en mg/L



Les Matières en Suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées. Leurs effets sur les caractéristiques physico-chimiques de l'eau sont très néfastes (modification de la turbidité des eaux, réduction de la pénétration de la lumière donc de la photosynthèse). L'analyse des résultats (figure 6) montre que les eaux usées de la ville d'Oujda ont des concentrations oscillant entre 403 mg/L et 988 mg/L durant l'année, ces

concentrations sont assez élevées et sont comparables à celles trouvées dans la ville de Kenitra (Maroc) [7]. Ce résultat est lié souvent à la charge importante en matières organiques et minérales engendrées par la population. Ces concentrations dépassant largement la norme recommandée par l'OMS [8], peuvent entraîner le colmatage du sol dont les conséquences sont néfastes pour les cultures.

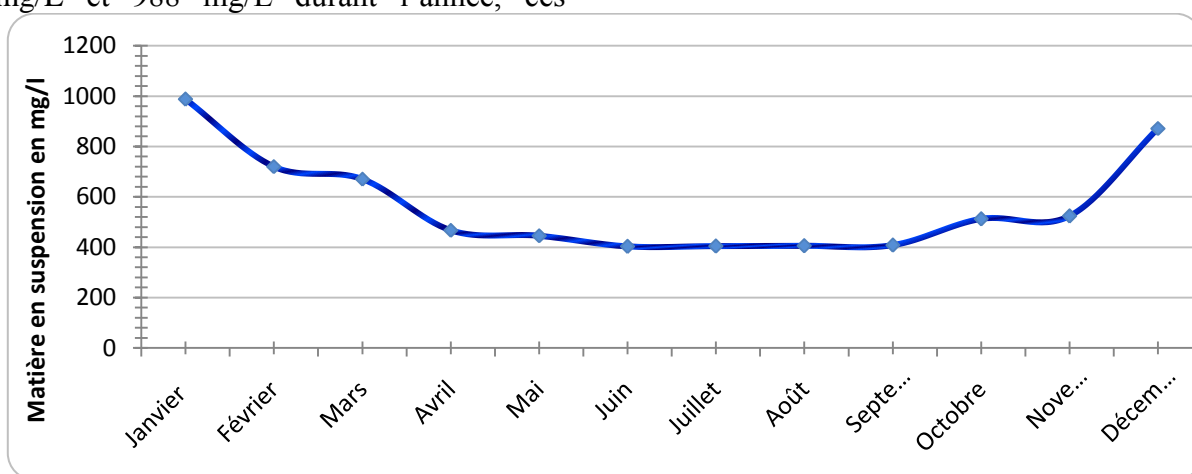


Figure 6: Variations mensuelles de valeurs de la matière en suspension en mg/L

Les valeurs de la concentration de la DCO varient entre 955 mg/L comme valeur minimale enregistrée au mois d'Aout et la valeur maximale de 1470 mg/L enregistrée au mois de Novembre (figure 7), ces valeurs sont inférieures à celles

trouvées à Marrakech (Maroc) (2983 mg/L) [11]. En revanche, elles sont supérieures à celles trouvées dans d'autres stations marocaines : Ouarzazate (571 mg/L) [10], Kenitra (501 mg/L) [7], et Souk Elarba du Gharb (235 mg/L) [13].

Ces concentrations sont inférieures aux normes de réutilisation des eaux destinées à

l'irrigation et aux normes de rejet direct (500 mg/L) [8].

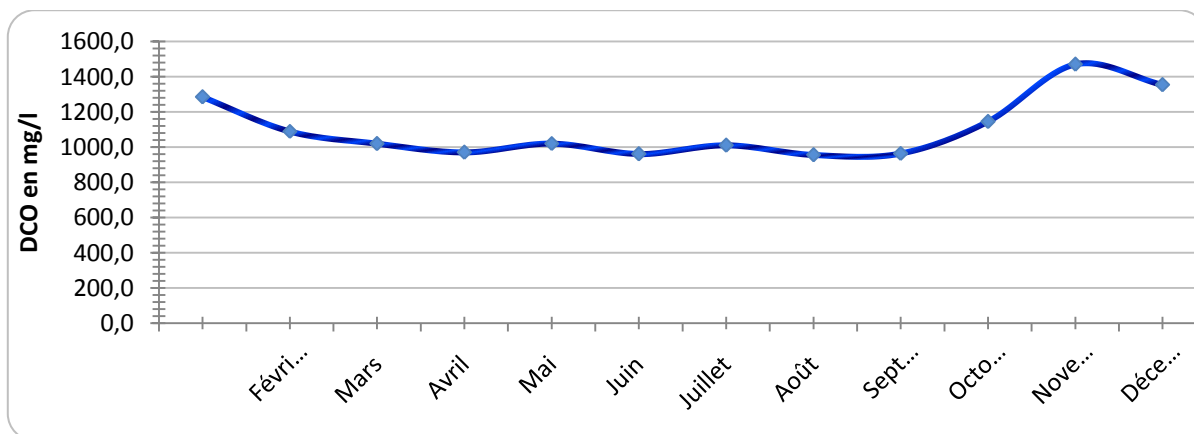


Figure 7: Variations mensuelles des concentrations de la DCO en mg/L



Les teneurs de la DBO₅ des eaux usées brutes de la ville d'Oujda oscillent entre 423 mg/L et 640 mg/L avec une moyenne de 540 mg/l (figure 8). Cette concentration est supérieure à celle trouvée à Marrakech (240 mg/L) [11], et à Souk Elarba du Gharb (162 mg/L) [13] et à Kenitra (335 mg/L) [7].

Ces teneurs sont largement supérieures aux normes de rejet marocaines directes et celles des eaux destinées à l'irrigation [8]. La présence de la matière organique dans les eaux usées ne constitue pas un obstacle à la réutilisation de ces eaux, bien au contraire, il contribue à la fertilité des sols.

La moyenne du rapport DCO/DBO₅ est l'ordre de 2,07, ce résultat permet de conclure que ces effluents sont à caractère dominant domestique. En outre, les valeurs du rapport MES/DBO₅ obtenues (1,06) sont faibles en comparaison avec celles du rapport habituel et qui sont comprises entre 1,2 à 1,5 [4]. Les valeurs obtenues pourraient être expliquées par le fait que les matières en suspension sédimentent rapidement à l'amont des points de rejets provoquant ainsi une diminution de leur teneur dans l'effluent, cette diminution est d'autant plus grande que le débit du rejet est faible.

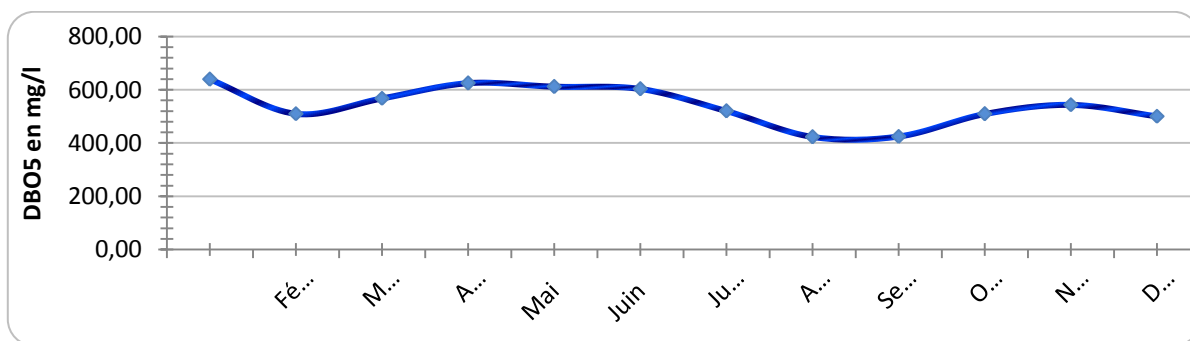


Figure 8: Variations mensuelles des concentrations de la DBO₅ en mg/L

La teneur des NTK des eaux usées brutes d'Oujda est de l'ordre 88 mg/L avec une valeur minimale de l'ordre de 72,8 mg/L enregistrée au mois de Février et la concentration maximale de 98,2 mg/L trouvée au mois de Novembre, ces valeurs sont extrêmement supérieures à celles trouvées à Kenitra [7]. Cette teneur moyenne est légèrement supérieure à la norme marocaine des

rejets directs [8]. La quantité d'azote excédentaire peut avoir des impacts néfastes sur l'environnement. En effet, l'azote en quantité excessive peut, d'une part, provoquer dans un sol très perméable la contamination des eaux souterraines et, d'autre part, retarder la maturation de certaines cultures et accentuer la tendance à la verse pour les céréales.

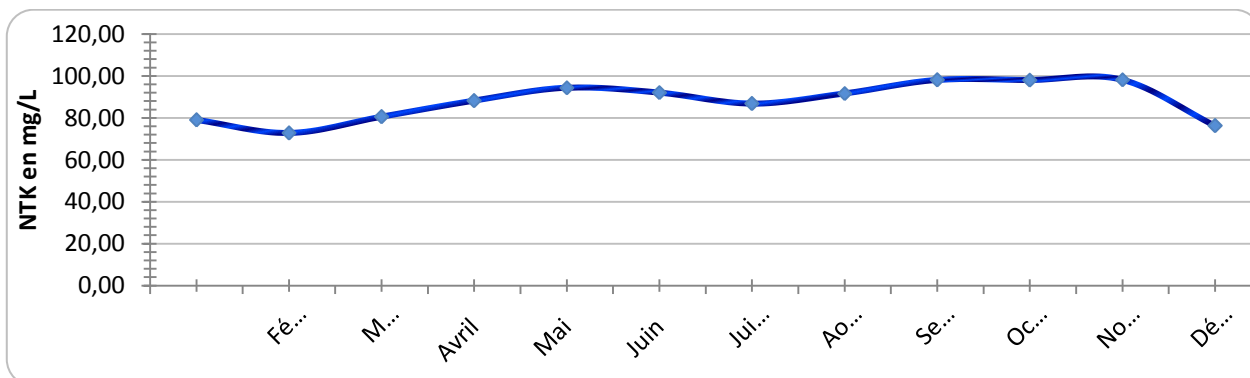


Figure 9: Variations mensuelles des teneurs de la NTK en mg/L



L'évolution mensuelle des concentrations en Orthophosphate et phosphate total dans les effluents d'Oujda a montré que ces derniers sont plus concentrés avec une teneur moyenne de 16,76 mg/L, et des valeurs extrêmes de 13,5

mg/L à 17,92 mg/L. Ces valeurs dépassent la norme marocaine des rejets directs dans le milieu récepteur [8]. Cette augmentation des teneurs des phosphates est due à une minéralisation très poussée de la matière organique.

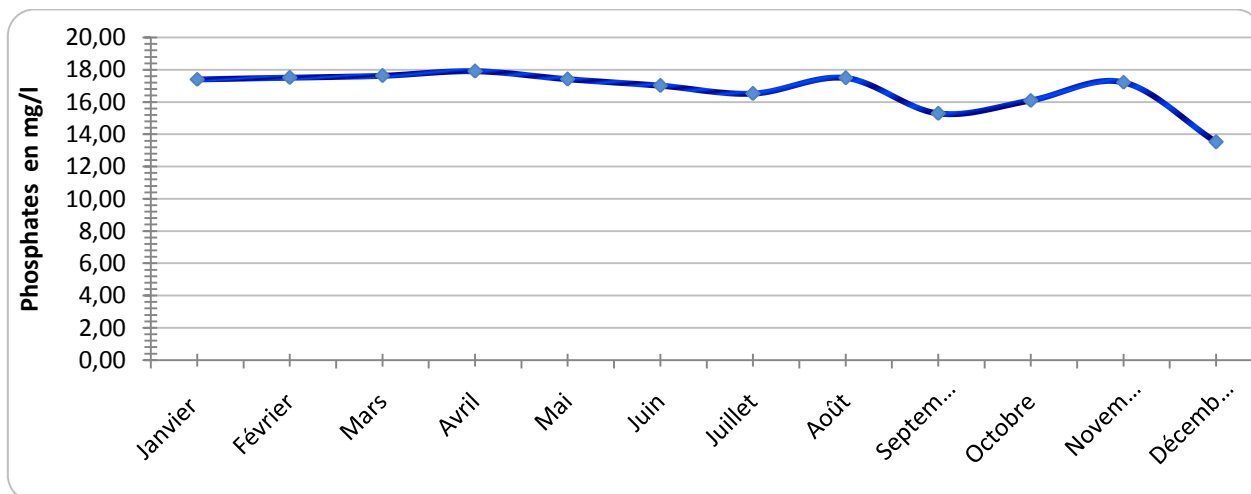


Figure 10: Variations mensuelles des concentrations moyennes des phosphates en mg/L

4. CONCLUSION

La quantité et la qualité des eaux usées urbaines dépendent essentiellement de la quantité d'eau consommée (dotation journalière par habitant), du pourcentage de cette quantité qui se retrouve à l'égout influencées par les conditions climatiques, du niveau de vie de la population raccordée au réseau d'assainissement des habitudes sociales et du type d'habitat.

Le suivi de degré de pollution physico-chimique des eaux usées urbaines de la ville d'Oujda nous a permis de dégager un ensemble de renseignements au niveau de sa qualité en tant que rejet direct dans le milieu récepteur, que pour une réutilisation ultérieure en agriculture.

Les paramètres physico-chimiques majeurs des ces eaux usées dépassent relativement les limites générales des rejets directs et indirects dans le milieu récepteur ce qui aura des influences néfastes sur la prolifération des bactéries sur les maraichères.

D'après l'évaluation de degré de pollution organique, on peut constater que l'ensemble des paramètres étudiés (DCO, DBO₅ et MES) situent les eaux usées de la ville d'Oujda dans la tranche de concentration élevée. Le rapport DCO/DBO₅ mesuré rend compte de la fraction des matières facilement biodégradables parmi toute la matière oxydable et permet de déduire que ces effluents sont à caractère dominant domestique.

Le rejet des eaux usées urbaines sans traitement préalable, peut avoir un impact environnemental considérable. Ces eaux entraînant la contamination des cours d'eau récepteurs et par voie de conséquence, causent des nuisances importantes pour les riverains, les usagers et les ressources faunistiques. Donc, une gestion rationnelle des ressources en eau et la construction d'une station d'épuration des eaux usées est indispensable pour les remettre dans les normes de rejets directs et indirects marocaines.



REFERENCES

- 1- DEM. «Rapport sur l'état de l'environnement du Maroc» Ouvrage publié à l'occasion de la 7^{ème} sessions de la conférence des parties à la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Marrakech du 29 Octobre au 9 Novembre (2001) 292
- 2- OMS. «Analyse des eaux résiduaires en vue de leur recyclage en agriculture» Manuel des techniques de laboratoire en parasitologie et bactériologie, Genève. (1997) 31
- 3- NOVEC (2005). Assainissement de la ville d'Oujda, Participation à l'assistance technique à l'unité de gestion de projet (UGP).
- 4- ISO 5667/3 (1994). Qualité de l'eau – échantillonnage – Guide pour la conservation et la manipulation des échantillons.
- 5- ONEP (1999). Caractérisation quantitative et qualitative des eaux usées. Guide de bonne pratique. Direction laboratoire de la qualité des eaux, ONEP. Rabat
- 6- DIN (1992). Détermination de la Demande Chimique en Oxygène (DCO) selon DIN 38409-H52. Laboratoire Nationale de l'Environnement. Ministère de l'environnement Rabat. Maroc
- 7- EL GUAMRI Y. et al. (2006). Etude de la qualité physico-chimique des eaux usées brutes de la commune urbaine de Saknia, rejetées dans le lac Fouarat (Kénitra, Maroc)
- 8- Ministère de l'environnement du Maroc (2002) « Normes marocaines, Bulletin officiel du Maroc », N° 5062 du 30 ramadan 1423. Rabat.
- 9- Bes-Pia A. et al. (2002). Reuse of Wastewater of the textile industry after its treatment with a combination of physic-chemical treatment and membrane technologies. Desalination 149-169-174
- 10- Endamana D. et al. (2003). Wastewater reuse for urban and periurban agriculture in Yaounde Cameroon: opportunities and constraints. International Symposium on Water, Poverty and Productive uses of Water at the Household Level, Muldersdrift, South Africa
- 11- Ouazzani N. (1998). Traitement extensif des eaux usées sous climat aride en vue d'une réutilisation en agriculture. Thèse d'Etat de l'Université Cadi Ayyad, Marrakech, 221 p.
- 12- El Hamouri B. et al. (1993), Performances de stabilisation de la station de Ouarzazate. Actes du séminaire : la recherche nationale dans le domaine Eau et Environnement, LPEE – Casa. (18-19)
- 13- Kbibch A. et al. (2011). Analyse de la pollution de l'oued Mda par les eaux usées domestiques de la ville de Souk Elarba du Gharba. Maroc. ScienceLib. Editions Mersenne : Volume N° 110203 Février.