

## Caractérisation physico-chimique des eaux usées de la ville d'Azilal -Maroc-

### [ Physico-chemical characterization of wastewater from Azilal city -Morocco- ]

*Youssef Azami Idrissi, Ali Alemad, Saad Aboubaker, Hajar Daifi, Khadija Elkharrim, and Driss Belghyti*

Laboratoire d'Environnements et Energies Renouvelables,  
Faculté Des Sciences, Université Ibn Tofail de Kénitra, Maroc

Copyright © 2015 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:** Environmental concern assumes some basic dynamism to safeguarding ecosystems against all types of pollution and better management of the environment.

The objective of this work is to determine the degree of pollution of wastewater Azilal, based on the results obtained by physicochemical analyzes of samples taken from a collector of the city during the period between the months spread August 2013 and May 2014.

The temperature varies between 12.9 ° C and 22.7 ° C, the pH near neutral to slightly 6.96 to 7.5. The electrical conductivity of 3360 to 3800 $\mu$ S / cm redox potential between 5mV and -25mV, salinity from 1.6 to 1,93mg / l, the turbidity at 276 588NTU COD Avg = 1120.1 mg / l, BOD5 Avg = 433.9 mg / l and the MES Avg = 559.38 mg / l. Although these wastewater has a high organic load BOD5 / COD = 0.39, TSS / BOD5 = 1.29, they have satisfactory biodegradability.

Examination of COD / BOD5 = 2.58 clearly emphasizes the biodegradable nature of these waters to which biological treatment seems entirely appropriate. However, one must take into account domestic sewage mixed with the effluent from the municipal slaughterhouse and effluent from the regional hospital. Analyzes obtained show that there is a fluctuation more or less important for certain parameter.

The values obtained are higher than the discharge standards wastewater recommended by OMS. After this research, it was found that wastewater from the city of Azilal are of poor quality, very bad.

**KEYWORDS:** Wastewater, physicochemical analysis, Azilal.

**RESUME:** La préoccupation environnementale suppose un certain dynamisme de base visant la sauvegarde des écosystèmes contre tout type de pollution et une meilleure gestion de l'environnement.

L'objectif de notre travail est de déterminer le degré de pollution des eaux usées d'Azilal, en se basant sur des résultats obtenue par les analyses physicochimique des échantillons prélevés à partir d'un collecteur de la ville durant la période étalé entre les mois aout 2013 et mai 2014.

La température varie entre 12,9°C et 22,7°C, le pH à peu près neutre de 6,96 à 7,5. La conductivité électrique de 3360 à 3800 $\mu$ S/cm, le potentiel redox entre 5mV et -25mV, la salinité de 1,6 à 1,93mg/l, la turbidité de 276 à 588NTU, DCO Moy= 1120,1 mg/l, DBO5 Moy= 433,9 mg/l et la MES Moy= 559,38 mg/l. Malgré que ces eaux usées présentent une charge organique élevée DBO5/DCO = 0,39, MES/DBO5 = 1,29, elles présentent une biodégradabilité satisfaisante.

L'examen de DCO/DBO5 = 2,58 souligne bien le caractère biodégradable de ces eaux auxquelles un traitement biologique paraît tout à fait convenable. Cependant, il faut tenir compte les eaux usées domestiques mélangées avec les effluents de l'abattoir municipal et les effluent de l'hôpital régional. Les analyses obtenues montrent qu'il y a une fluctuation plus au moins importante de certain paramètre.

Les valeurs obtenues sont supérieures aux normes de rejet des eaux usées recommandées par l'OMS. Au terme de ce travail de recherche, il s'est avéré que les eaux usées de la ville d'Azilal sont de qualité mauvaise à très mauvaise.

**MOTS-CLEFS:** Eaux usées, analyse physico-chimique, Azilal.

## 1 INTRODUCTION

Les accroissements démographiques, économiques et urbains sont à l'origine de différentes sources de pollution environnementale, surtout dans les pays en voie de développement moins préoccupés et moins sensibilisés par les risques sanitaires. Parmi ces sources de pollution, la production des eaux usées qui sont souvent rejetées dans le milieu naturel sans traitement préalable. Cette pollution génère de nombreuses maladies hydriques qui peuvent être à l'origine de certaines épidémies.

La ville d'Azilal n'échappe pas à cette règle. En effet, cette ville a connu pendant les dernières années un grand développement démographique ce qui a poussé la municipalité de la ville à entreprendre des travaux de réhabilitation de l'ancien réseau ainsi que son élargissement. Ce qui a permis l'augmentation du taux de branchement au réseau existant et par conséquent l'élévation du débit des eaux usées. D'où la nécessité de la réalisation d'une station d'épuration.

Le présent travail a pour objectif de déterminer à travers les résultats obtenus des analyses des différents paramètres physico-chimiques les degrés de pollutions des eaux usées de la ville d'Azilal.

## 2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

### 2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La ville d'Azilal est située au niveau de la chaîne du haut Atlas, au Sud de la ville de Béni Mellal. Elle est liée au réseau routier national par la route secondaire 508, reliant la ville de Marrakech à celle de Béni Mellal, dont elle est éloignée respectivement de 160 et 80 km (figure 1). Les projections démographiques retenues par l'étude d'assainissement du centre au stade de l'APD ont estimé la population de la ville à 28 634 en 2005. Cette population serait de l'ordre de 41 466 en 2020.

Elle est alimentée en eau potable à partir de 04 forages situés au Nord de la ville produisant un débit exploitable de 75 l/s: puits IRE 535/45, 576/45, 578/45, et 962/45.

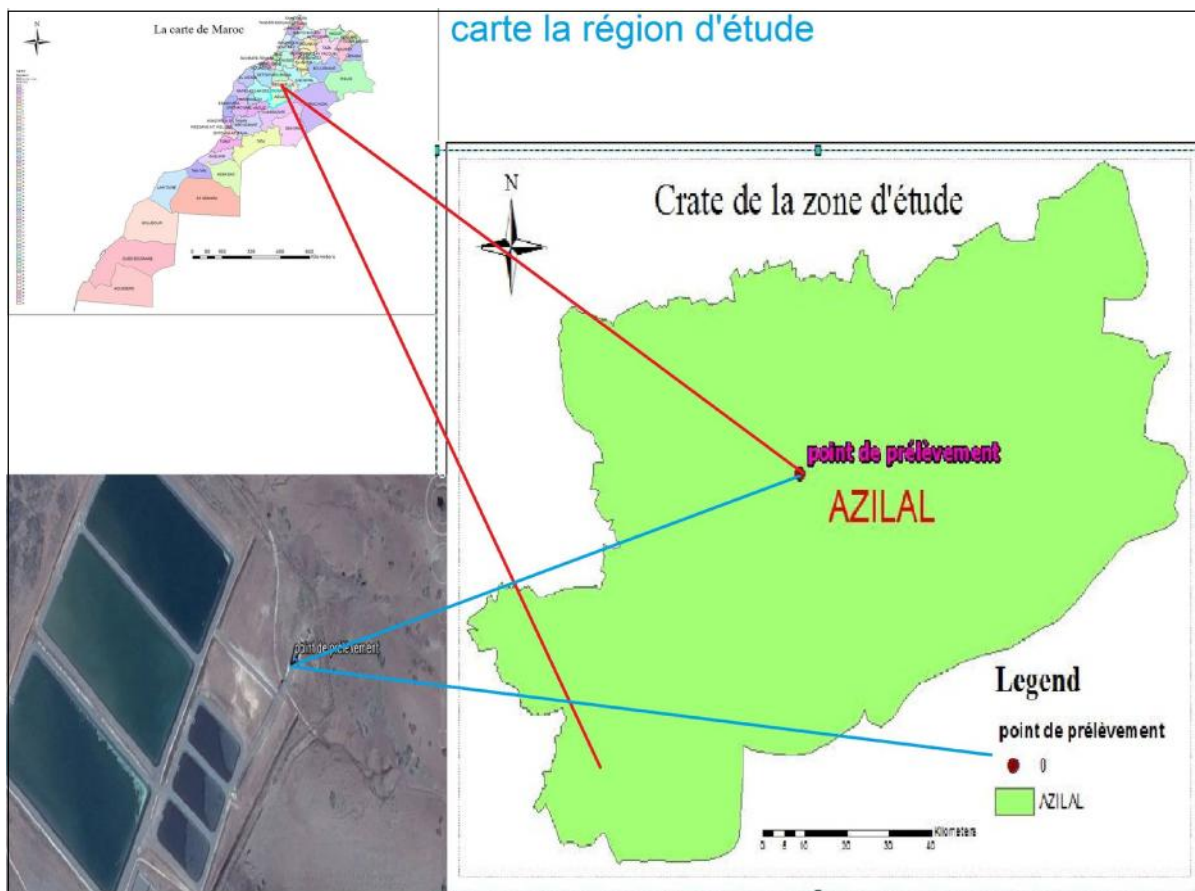


Fig. 1. Carte géographique de la ville d'AZILAL

## 2.2 PRELEVEMENT ET ANALYSE S DES EAUX USEES

L'échantillonnage des eaux usées a été effectué mensuellement, allant de Aout 2013 à Mai 2014 à partir d'un collecteur des effluents situé a la sortie de la ville vers la route du Marrakech (figure 1), Les échantillons des eaux usées destinés à l'analyse physico-chimique, ont été conservés selon le guide général pour la conservation et la manipulation des échantillons d'après ISO 5667/3 [1] et Guide de bonne pratique [2].L'analyse de la température, le pH, le Potentiel redox, la conductivité électrique, l'Oxygène dissout et la Salinité sont déterminés "in situ" à l'aide d'un analyseur multi-paramètre Modèle CONSORT 535. L'analyse de la DBO5 est déterminée par la méthode respiratoire à l'aide d'un DBO-mètre (OxiTop) et la DCO, selon DIN 38409-H52 [3] 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 présentant un diamètre de pores de l'ordre de 0,45  $\mu$  m. 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 [4].

## 3 RÉSULTAT ET DISCUSSION

Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques des eaux usées brutes de la ville d'Azilal sont effectués pendant les mois d'août-2013 à mai-2014 et sont regroupées dans le Tableau1. Avec des valeurs moyennes de T°, pH, Turbidité, Potentiel Redox, Salinité, Conductivité, Matière colloïdale, DBO5, DCO, Oxygène dissout et MES.

Tableau 1. Résultats des paramètres physicochimiques des eaux usées brutes analysées

| Paramètres<br>Mois | T (°C) | pH   | Turbidité<br>NTU | P.redox<br>(mV) | Salinité<br>(mg/l) | Conductivité<br>$\mu$ S /cm | DBO5<br>(mg/l) | DCO<br>(mg/l) | O2<br>(mg/l) | MES<br>(mg/l) |
|--------------------|--------|------|------------------|-----------------|--------------------|-----------------------------|----------------|---------------|--------------|---------------|
| août-13            | 18,3   | 7,45 | 276              | -22             | 1,73               | 3421                        | 385            | 931,78        | 0,84         | 654,3         |
| sept-13            | 22,7   | 7,46 | 331,2            | -25             | 1,93               | 3800                        | 379            | 985,41        | 1,02         | 610,3         |
| oct-13             | 14,6   | 7,5  | 588              | -18             | 1,81               | 3429                        | 425            | 1100,75       | 1,21         | 581,1         |
| nov-13             | 14,6   | 7,41 | 525              | -19             | 1,74               | 3420                        | 370            | 943,5         | 0,98         | 759,5         |
| déc-13             | 14,6   | 7,42 | 368              | -19             | 1,61               | 3360                        | 380            | 988,5         | 1,14         | 406,1         |
| janv-14            | 12,9   | 6,97 | 451,5            | 5               | 1,86               | 3650                        | 380            | 984,2         | 1,12         | 612,3         |
| févr-14            | 14,3   | 6,96 | 525              | 5               | 1,87               | 3570                        | 367            | 973,84        | 1,51         | 384,5         |
| mars-14            | 14,8   | 7,5  | 588              | -18             | 1,7                | 3420                        | 793            | 2038,01       | 1,21         | 500,4         |
| avr-14             | 15,1   | 7,41 | 525              | -19             | 1,72               | 3424                        | 510            | 1351,5        | 0,98         | 587,5         |
| mai-14             | 15,6   | 7,42 | 367,5            | -19             | 1,6                | 3360                        | 350            | 903,5         | 1,14         | 497,8         |
| Moyenne            | 15,75  | 7,35 | 454,52           | -14,9           | 1,757              | 3485,4                      | 433,9          | 1120,09       | 1,115        | 559,38        |

3.1 LA TEMPERATURE

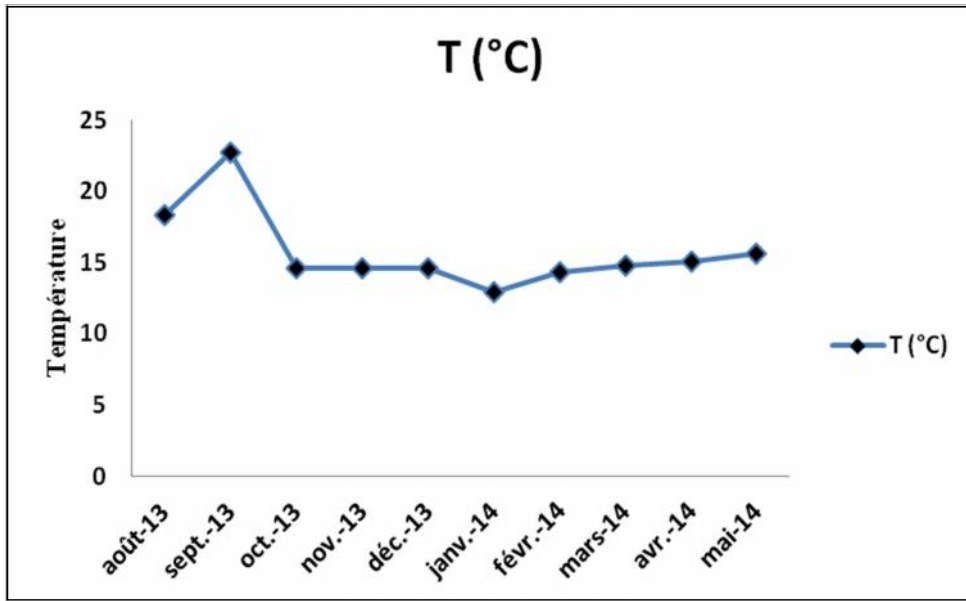


Fig. 2. Variation des valeurs moyennes de la Température

La température des eaux usées brutes de la ville d’Azilal est comprise entre 14,3 °C et 22,7 °C avec une moyenne de 15,75°C.

Ces températures enregistrées sont incluses dans la fourchette des valeurs limites de rejet direct dans le milieu récepteur [5] et dans la fourchette des normes marocaines de qualité des eaux destinées à l’irrigation [6].

3.2 LE PH

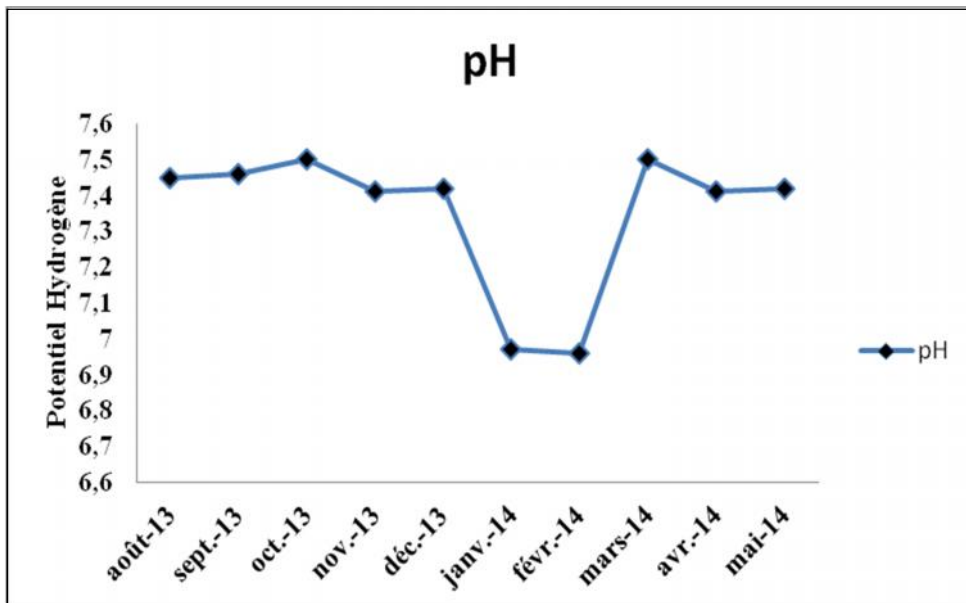


Fig. 3. Variation des valeurs moyennes pH

Les valeurs de pH des eaux usées brutes mesurées oscillent entre 6,96 et 7,46. Les pH des eaux usées objectif de notre travail tendent vers la neutralité et restent tout de même proches l’une de l’autre et se situent dans l’intervalle des normes

marocaines de qualité des eaux destinées à l'irrigation [6] et dans l'intervalle des limites des rejets directs qui est compris entre 6,5 et 8,5 [5].

### 3.3 LA TURBIDITE

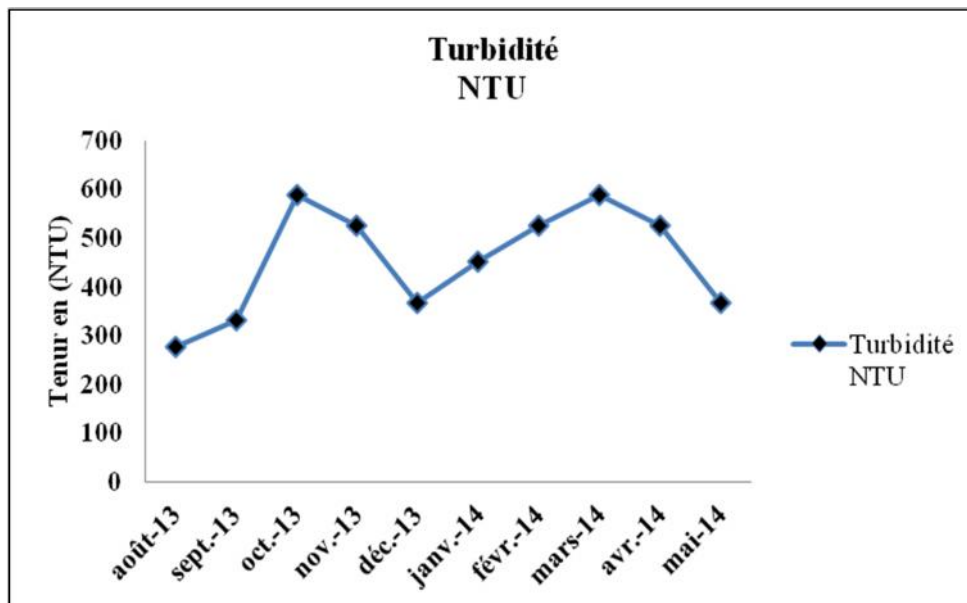


Fig. 4. Variation des valeurs moyennes de la Turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées: argile, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité [7]. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. Les valeurs de la turbidité varient entre 331,2 NTU et 588 NTU, ceci permet de conclure que les eaux usées de la ville d'Azilal dépassent les normes de rejets marocains qui sont comprise entre 5 et 30 (normes de rejets) c.à.d. que ces eaux usées sont fortement troubles.

### 3.4 LE POTENTIEL REDOX

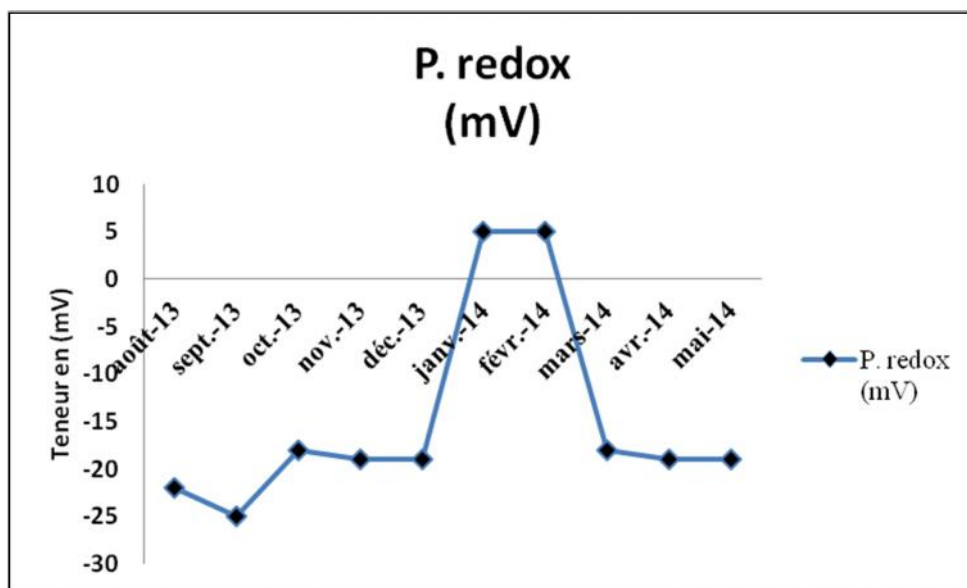


Fig. 5. Variation des valeurs moyennes du Potentiel Redox

Le potentiel redox est une grandeur de mesure permettant de quantifier la présence d'oxydant dans un fluide dans certaines conditions. Lorsqu'il est positif il traduit une activité électronique faible, donc une capacité à prendre des électrons (pouvoir oxydant), inversement quand les valeurs du potentiel redox sont négatives (ils absorbent des électrons), il entend une capacité importante à prendre les électrons. Durant notre étude, presque toutes les valeurs du potentiel redox sont négatives, avec des valeurs moyennes qui oscillent entre 5 et -25mV. D'après les résultats obtenus, on constate que les eaux usées de la ville ont un potentiel redox négatifs on peut alors les caractériser de réductrice ou de milieu eutrophe.

### 3.5 LA CONDUCTIVITE

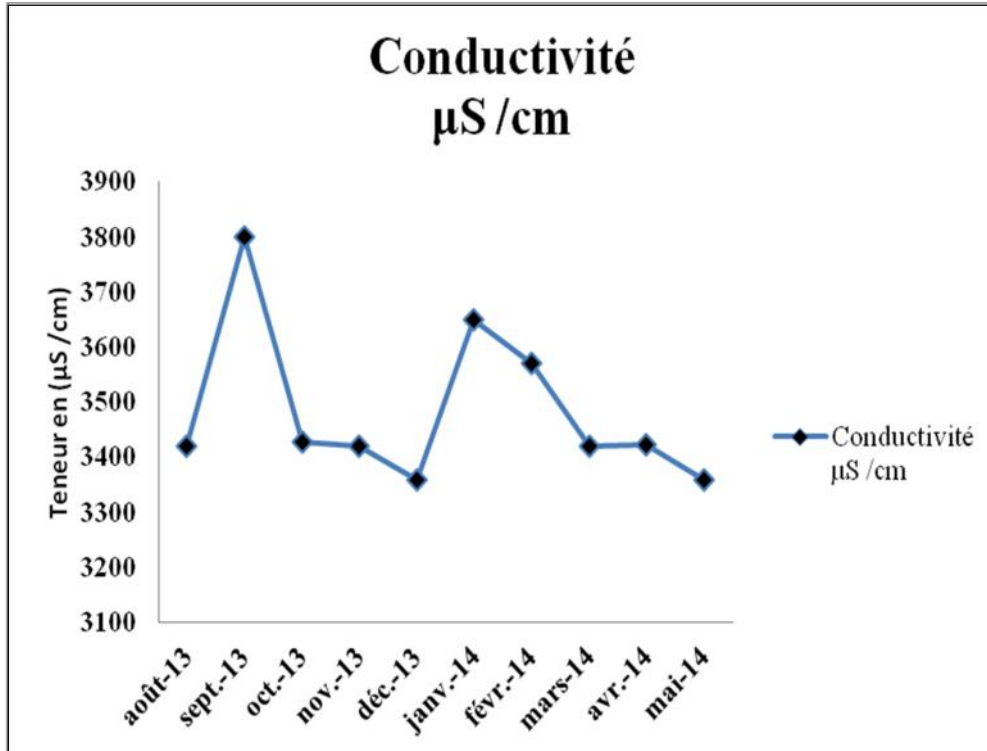


Fig. 6. Variation des valeurs moyennes de la conductivité

La conductivité électrique est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées. Elle traduit le degré de minéralisation globale, elle nous renseigne sur le taux de salinité. Les valeurs de la conductivité enregistrées au niveau des eaux usées brutes de la ville d'Azilal varient entre 3360  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 3800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . avec une moyenne de 3485,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Tableau 1), Ces valeurs de conductivité sont un peu élevées, ceci pourrait être expliqué par le rejet des eaux usées résiduelles des petites unités industrielles connectées au réseau d'assainissement, mais cette moyenne de conductivité reste proche des valeurs limites de rejets directs [5], et supérieure à la valeur maximale 3000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  des eaux destinées à l'irrigation. [6]

3.6 LA SALINITE

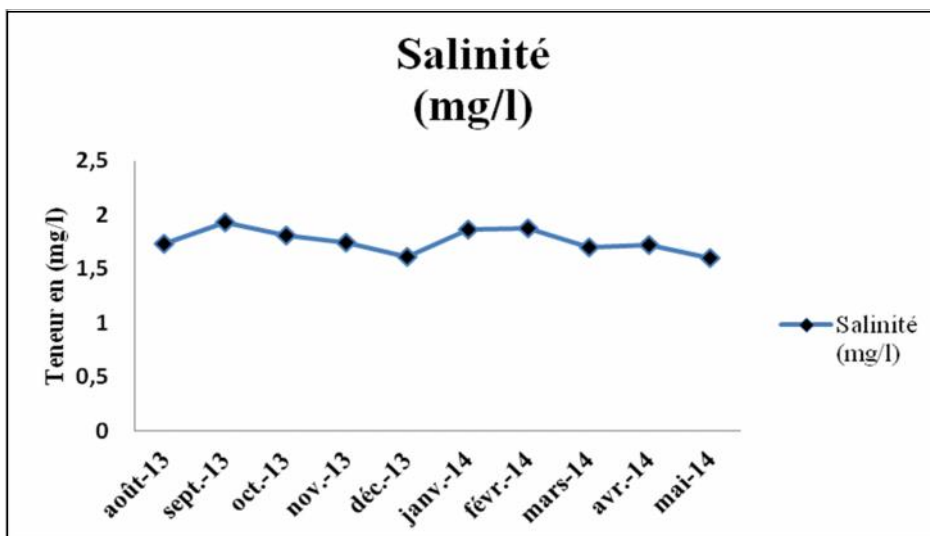


Fig. 7. Variation des valeurs moyennes de la Salinité

En générale, la salinité suit les mêmes tendances que la conductivité électrique. Les résultats obtenus montrent que les valeurs oscilles entre 1,6 mg /l et 1,93 mg /l. La valeur moyenne de la salinité est 1,76 mg /l. La comparaison de ces valeurs avec la grille norme de rejet permet de dire que les eaux usées brutes de la ville d'Azilal sont de qualité mauvaise.

3.7 L'OXYGENE DISSOUS

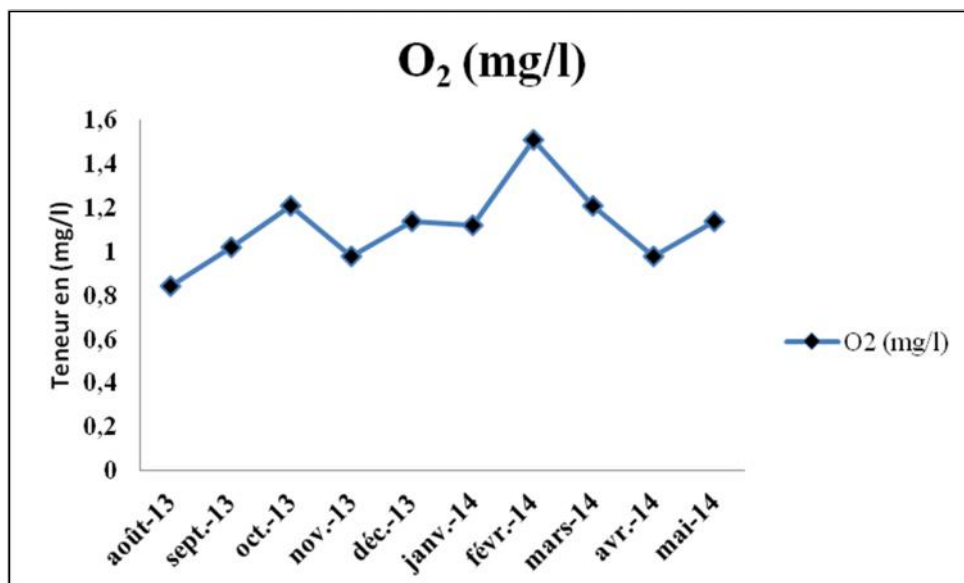


Fig. 8. Variation des valeurs moyennes de l'oxygène dissous

La concentration de l'oxygène dissous est varié entre 0,84 et 1,51 mg/l, se qui traduit par la forte charge organique dans les eaux usées brutes, et la valeur moyenne ne dépasse pas 1,71 mg/l Ce qui rend les eaux usées de la ville d'Azilal sous saturées en oxygène qui accentue la fermentation anaérobie et le dégagement des mauvaises odeurs.

3.8 LES MATIERES EN SUSPENSION MES

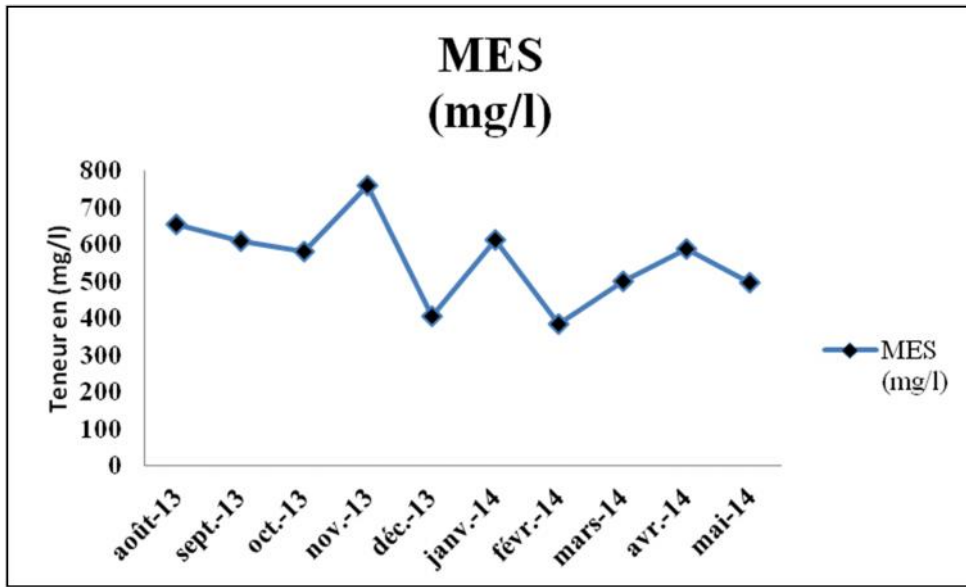


Fig. 9. Variation des valeurs moyennes des MES

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées. La connaissance de la concentration des éléments colloïdaux dans les eaux usées est nécessaire dans l'évaluation de l'impact de la pollution sur le milieu aquatique. La quantité de la matière en suspension varie entre 384,5 mg/l et 759,5 mg/l, avec une moyenne de 559,38 mg/l, ces valeurs trouvées sont élevées à 50 mg/l considérée comme normes des eaux usées destinées aux rejets directs [6]. Nos résultats, sont inférieurs à ceux trouvés à Sanaa (Yémen) (813,5 mg/l) [8] et supérieures à ceux rencontrés à Marrakech (194,34 mg/l) [9], et à Souk Elarba du Gharb (224,25 mg/l) [10] et plus ou moins similaire avec ceux trouvés à Kénitra [11].

3.9 LA DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE DBO5 ET LA DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE DCO

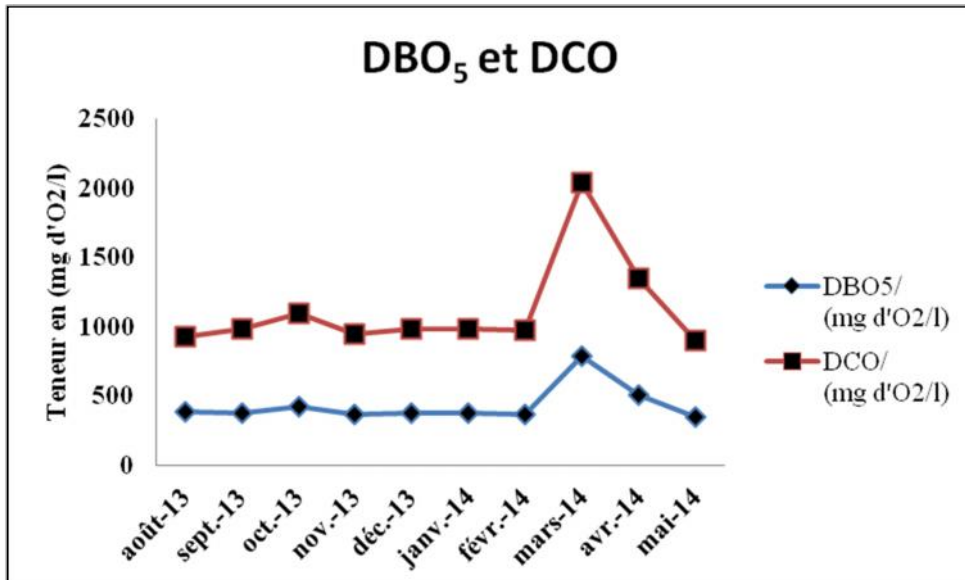


Fig. 10. Variation des valeurs moyennes de DBO5 et la DCO



La demande biologique en Oxygène exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement de microorganismes, dans des conditions données (5 jours à 20°C, à l'abri de la lumière et de l'air) on parle alors de la DBO5.

Les valeurs enregistrées de la DBO5 elles sont comprises entre 350 mg/l d'O2 et 793 mg/l d'O2, avec une valeur moyenne de 433,9 mg/l d'O2, La valeur moyenne supérieure à celle trouvée à Marrakech (240 mg d'O2/l) [9], (137 mg d'O2/l), Souk Elarba du Gharb (162,08 mg d'O2/l) [10] et à Kénitra (335,5 mg d'O2/l) [11]. En revanche, elle est inférieure à celle trouvée à Sanaa (Yémen) (1137 mg d'O2/l) [8]. La valeur moyenne de la DBO5 est supérieure à 100 mg d'O2/l considérée comme valeur limite de rejets direct [6]. Ces eaux usées sont classées comme de très mauvaises suivant les normes de qualité des eaux de surface [6].

La DCO 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 [4]

Les valeurs de la DCO varient entre 903,5 mg/L et 2038 mg/L avec une valeur moyenne de 1120 mg/l La valeur moyenne des eaux usées brute de la ville d'Azilal est supérieure à 500 mg d'O2/l considérée comme valeur limite de rejets direct [6]. Par ailleurs, ces eaux usées sont de très mauvaise qualité (> 80mg/l) selon les normes de qualité des eaux de surface [6].

La valeur moyenne de DCO enregistrées est inférieure à celles trouvées à Sanaa (Yémen) (1888,53 mg d'O2/l) [8] et à Marrakech (2983 mg d'O2/l) [9]. En revanche, elles sont supérieures à celle d'Ouarzazate (571,3 mg d'O2/l) [12], et à celles trouvées à Kénitra (500,7 mg d'O2/l) [11], et à Souk Elarba du Gharb (235,2 mg d'O2/l) [10].

### 3.10 EVALUATION DE LA POLLUTION ORGANIQUE DES EAUX USEES

Pour une meilleure appréciation de l'origine des eaux usées de la ville d'Azilal, le calcul des rapports DCO/DBO5, DBO5/DCO, MES/DBO5 et l'estimation de la Matière Oxydable (MO) présente des intérêts très importants. L'utilisation de ces paramètres de caractérisation constitue un bon moyen pour donner une image du degré de pollution des effluents bruts et aussi pour optimiser les paramètres physico-chimiques de ces eaux usées afin de proposer un mode de traitement convenable.

**Tableau 2. Rations des eaux usées brutes de la ville d'Azilal**

|                                | Moyenne | min  | Max  | Ecart type |
|--------------------------------|---------|------|------|------------|
| <b>DCO/DBO5</b>                | 2,58    | 2,42 | 2,65 | 0,06       |
| <b>DBO5/DCO</b>                | 0,39    | 0,38 | 0,41 | 0,01       |
| <b>MES/DBO5</b>                | 1,29    | 0,63 | 2,05 | 0,41       |
| <b>Matière oxydable (mg/l)</b> | 520,68  | 420  | 951  | 160,82     |

### 3.11 RATIO DCO/DBO5

Le rapport DCO/DBO5 a une importance pour la définition de la chaîne d'épuration d'un effluent. En effet, une valeur faible du rapport DCO/DBO5 implique la présence d'une grande proportion de matières biodégradables et permet d'envisager un traitement biologique. Inversement, une valeur importante de ce rapport indique qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable et, dans ce cas, il est préférable d'envisager un traitement physico-chimique. Le rapport DCO/DBO5 permet de déduire si les eaux usées rejetées directement dans le milieu récepteur ont des caractéristiques des eaux usées domestiques (rapport DCO/DBO5 inférieur à 3) [6]. Les résultats de ce rapport constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables.

La valeur moyenne du rapport DCO/DBO5 est de 2,58 conforme avec celui des eaux usées présentant un rapport DCO/DBO5 inférieur à 3 [6]. Donc, on peut conclure que même si les eaux usées urbain présentent une charge organique élevée, elles sont facilement biodégradables. L'examen de ce rapport souligne bien le caractère biodégradable des eaux usées mélangées avec les rejets d'abattoir municipal et les rejets de l'hôpital régional de la ville auxquelles un traitement biologique paraît tout à fait convenable. Ces résultats concordent avec celles reportés par Gnagne et Brissaud (2003) [12] et Zerhouni (2003) [13].

### 3.12 RATIO DBO5/DCO

Pour caractériser une pollution industrielle, on considère souvent le rapport DBO5/DCO, qui donne des indications très intéressantes sur l'origine d'une pollution des eaux usées et ses possibilités de traitement. Pour notre étude, ce rapport est relativement moyen de l'ordre de 0,39. C'est le cas général pour les rejets chargés en matière organique. Cette charge organique rend ces eaux usées assez instables, c'est à dire qu'elles évolueront vite vers des formes "digérées" avec le risque de dégagement d'odeurs. En effet, Ce type des eaux usées sont à dominante organique.

### 3.13 RATIO MES/DBO5 ET MATIERES OXYDABLES (MO)

Pour les eaux usées brute de la ville d'Azilal, le rapport moyen de DBO5/DCO est de l'ordre de (0,39), ce qui confirme que ces eaux usées sont fortement chargées en matières organiques (Tableau 2). Ce résultat obtenu est confirmé par l'estimation de la Matière Oxydable, qui est de l'ordre de 520,68 mg/L avec un rapport moyen de MES/DBO5 de 1,29. Par ailleurs, le rapport moyen de DCO/DBO5 est faible (2,58), ce qui nous permet de déduire que la charge en matières organiques dans les eaux usées de la ville est facilement biodégradable selon Henze et al. [14].

Au niveau de ce rejet urbain, la charge organique est marquée par des valeurs très fortes de la DBO5, de la DCO, des matières oxydables (OM) et de faibles teneurs en oxygène dissous (Moyenne de 1,12 mg/L). on peu déduire que La pollution par les matières organiques, dégradables ou non, est essentiellement due aux rejets provenant des abattoir municipale et celle de l'hôpital régionale de la ville et des effluents venant des quartiers surplombant les collecteurs d'assainissement.

## 4 CONCLUSION

Les paramètres physico-chimiques des eaux usées de la ville d'Azilal dépassent les valeurs limites générales des rejets directs et indirects dans le milieu récepteur [6].

L'évaluation de degré de pollution organique situe les eaux usées des de la ville dans la tranche de concentration moyenne à élever.

Les eaux usées de la ville d'Azilal engendrent une charge polluante importante en se déversant sur les milieux récepteurs tel que l'estuaire de Cascade d'Ouzoud, et surtout pendant sa stagnation peut engendrer un milieu favorable pour la prolifération des moustiques vecteurs de maladies hydriques d'où la nécessité de mise d'une en place d'une station d'épuration pour un traitement adéquat afin de rendre ces eaux usées non néfastes pour le milieu récepteur et pour une réutilisation postérieur en irrigation. Au terme de l'évaluation de degré de pollution organique, on peut constater que l'ensemble des paramètres étudiés (en particulier avec la DBO5, la DCO et les MES) situent les eaux usées analysées dans la tranche a concentration moyenne à élever (Metcalf et Eddy, Inc, 1991) [15].

L'examen du rapport DCO/DBO5 souligne bien le caractère biodégradable des eaux usées de la ville d'Azilal. On peut conclure que ces eaux usées sont facilement biodégradable auxquelles un traitement biologique paraît tout à fait convenable.

Le traitement de ces eaux usées est nécessaire afin de produire un effluent qui respecte les normes de rejets directs et indirects selon le Ministère de l'Environnement du Maroc (2002). La ville d'Azilal génère une eau usée qui convient au traitement biologique en termes de DCO, DBO5, et MES, Cependant, il faut tenir compte les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des eaux usées domestiques mélangées avec les effluents de l'abattoir et de l'hôpital regional.

## REFERENCES

- [1] ISO 5667/3, Qualité de l'eau - échantillonnage - Guide pour la conservation et la Manipulation des échantillons, 1994.
- [2] ONEP, Caractérisation quantitative et qualitative des eaux usées, Guide de bonne Pratique, Direction Laboratoire de la Qualité des Eaux, ONEP, Rabat, 1999.
- [3] DIN, Détermination de la Demande Chimique DIN en Oxygène (DCO) selon DIN 38409-H52 : Laboratoire National de l'Environnement Ministère de l'environnement, Rabat, Maroc, 1992.
- [4] J. RODIER, L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème Edition, Denod, Paris, pp. 1383, 1996.
- [5] Valeurs limites des rejets directs et indirects du Maroc.
- [6] Ministère de l'Environnement du Maroc « Normes marocaines, Bulletin officiel du Maroc », N° 5062 du 30 ramadan, 1423. Rabat, 2002.

- [7] A. Jemali et A. Kefati, "Réutilisation des eaux usées au Maroc," Forum sur la gestion de la demande en eau, Mars 2002, Direction du Développement et de la Gestion D'irrigation /Madref/Rabat, 2002.
- [8] S. Raweh, D. Belghyti, A. AL Zaemey, Y. EL Guamri et K. El kharrim "Qualité physico-chimique des eaux usées de la station d'épuration de la ville de S'Anaa (Yemen)," International Journal of Biological and Chemical Sciences, Vol. 5, n°. 1, 2011.
- [9] L. Gebrati, et A. Nejmedine, "Traitement photocatalytique et biodégradabilité des effluents textiles de la ville de Marrakech," Actes du Colloque International sur l'eau dans le bassin Méditerranéen: Ressources et Développement Durable, Monastir (Tunisie), pp.330-334, 2002.
- [10] A. Kbibch, D. Belghyti, K. Elkharrim, et K. El Khokh, "Analyse de la pollution de l'oued Mda par les eaux usées domestiques de la ville de Souk Elarba du Gharb Maroc," Science Lib Editions Mersenne, Vol. 3, n °. 110203, Février 2011.
- [11] S. Oulkheir, "Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des eaux usées de la ville de Kénitra," Mémoire de 3ème cycle, Faculté des Sciences, Kénitra, pp. 79, 2002.
- [12] T. Gnagne et F. Brissaud "Etude des potentialités d'épuration d'effluents d'abattoir par infiltration sur sable en milieu tropical," Sud Sciences & Technologies, n°11, Décembre 2003.
- [13] R. A Zerhouni, "Flore algale des eaux usées de la ville de Fès et étude de la capacité de certaines espèces à éliminer la charge azotée, phosphatée et quelques métaux lourds (Chrome et Cadmium)," Thèse de Doctorat, Faculté des Science, Dhar El Mahraz, Fès, Maroc, pp. 146, 2003.
- [14] M. Henze, P. Harremoës, J. L.C Jansen and E. Avrin, "Wastewater treatment," 2nd Ed, springerverlag, Berlin, 1997.
- [15] Metcalf et Eddy, INC. 1991. Wastewater engineering: Treatment, Disposal and Reuse. 3ème Edition Library of Congress Cataloging in publication data, TD, 645, T34.