

Etude des performances épuratoires de la technique de Lagunage naturel de la station d'épuration des eaux usées domestique de la ville d'Azilal -MAROC-

[Study of the treatment performance of the technique of Natural lagoons of the treatment plant for domestic wastewater of the city Azilal -MAROC-]

Youssef Azami Idrissi¹, Nabil Darwesh¹, Isslam Belhaili¹, Abdellah Lachheb ACHHEB², Ali Alemad¹, Khadija Elkharrim¹, and Driss Belghyti¹

¹Laboratoire d'Environnements et Energies Renouvelables,
Faculté Des Sciences,
Université Ibn Tofail de Kénitra, Maroc

²Laboratoire de Procédés de Séparation, Département de chimie,
Faculté des Sciences,
Université Ibn Tofail– 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: In Morocco, like in all developing countries, sanitation and sewage treatment are one of the biggest environmental problems. The lack of public network for waste water treatment, the absence of control and of environmental sensitivity contribute to spreading diseases, degrading landscapes and contaminating surface as well as underground water. Wastewater is considered their main polluting factor.

In Morocco, the treatment of wastewater by the natural lagoon is probably the most efficient solution both in economic terms and in terms of performance. The objective of this work is to study the physical, chemical and bacteriological parameters of raw and treated water from the station.

For this, we opted carried out a series of measures: For the physicochemical parameters as temperature, pH, salinity, turbidity, the redox potential, electrical conductivity (EC), biochemical oxygen demand BOD₅, chemical oxygen demand (COD), suspended solids SS, and O₂ dissolved oxygen and bacteriological parameters as fecal coliforms (FC) and total coliforms (CT). Data analysis showed that the treatment efficiency of the station reached respectively 15,86%, 55,34%, 55,58% of the SS, COD and BOD₅ which does not meet the discharge standards. The bacteriological analysis showed faecal pollution of human origin and performance of abatement of fecal germs can be deduced that the treatment adopted by facultative ponds far beyond the values required by Moroccan or European standards.

KEYWORDS: Natural lagoons, raw sewage, SS, COD, BOD₅, bacteriological parameters, Azilal.

RÉSUMÉ: Au Maroc, comme dans tous les pays en développement, l'assainissement et le traitement des eaux usées constituent certainement l'un des plus grands problèmes environnementaux. L'absence de réseau public, le manque de stations d'épuration, l'absence de contrôle et de sensibilisation à l'environnement contribuent à la propagation des maladies, à la dégradation du paysage et à la contamination des eaux superficielles et souterraines. Les eaux usées sont considérées comme les principales sources de pollution pour les eaux souterraines et de surface.

Au Maroc, le traitement des eaux usées domestiques par lagunage naturel présente l'une des solutions efficace au niveau des performances et économiquement attrayante. L'objectif de ce travail est d'étudier les paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux brutes et épurées de la station. Pour cela, nous avons opté à réaliser un ensemble de mesures: Pour les paramètres physicochimiques la température, pH, turbidité, potentiel redox, salinité, conductivité électrique (CE),

demande biochimique en oxygène (DBO₅), demande chimique en oxygène (DCO), les matières en suspension (MES), et l'oxygène dissous O₂ et pour les paramètres bactériologiques les coliformes fécaux (CF) et les coliformes totaux (CT). L'analyse des données a montré que le rendement épuratoire de la station a atteint respectivement 15,86 %, 55,34 %, 55,58% de la MES, DCO et DBO₅, ce qui n'est pas conforme aux normes de rejet.

L'analyse bactériologique montre une pollution fécale d'origine humaine et le rendement d'abattement des germes fécaux nous permet de déduire que le traitement adopté par les bassins facultatifs dépasse largement les valeurs exigées par les normes marocaines ou européennes.

MOTS-CLEFS: Lagunage naturel, Station d'épuration, MES, DCO, DBO₅, paramètres bactériologiques, Azilal.

1 INTRODUCTION

Au Maroc, les ressources naturelles en eau encore disponibles sont limitées et en même temps des quantités importantes des eaux usées des principales agglomérations urbaines sont rejetées dans le milieu naturel sans traitement. Donc une pollution étendue, massive et plus variée ce qui constitue un risque pour le milieu récepteur. Cette situation a imposé la prise en compte des eaux usées comme partie intégrante du patrimoine hydraulique au Maroc.

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. En effet, durant 2011 la ville s'est dotée d'une station d'épuration du type lagunage naturel (Fig.1). Et dans le but d'appliquer les normes marocaines, d'augmenter le degré d'épuration et de valoriser les eaux épurées, Après avoir réalisé l'étude de la caractérisation des eaux brutes de la ville d'Azilal et qui nous a conduit à cerner la nature des eaux usées domestiques [1], le présent travail s'inscrit dans la même optique à savoir l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées brutes et épurées ce qui nous permettra d'évaluer la performance de la station d'épuration type lagunage naturel.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

La nouvelle station d'épuration des eaux usées de la ville d'Azilal est destinée à l'assainissement collectif des eaux usées de la ville. Elle est située à 2,5 kilomètres au Sud Est de la ville, ces coordonnées sont GPS : Long= -6.61823943°, Lat= 31.93372120°, ces coordonnées Lambert moyennes sont : X=384666.216 m ; Y=149486.917 m. La station est dimensionnée pour recevoir un débit nominal de 2611 m³/j à l'horizon de l'année 2015 et traiter une charge polluante de l'ordre de 3460 kg de DBO₅/j [2]. Elle comporte au total 6 bassins en premier tranche :- un dégrilleur et d'un dessableur, 3 bassins anaérobies et 3 bassins facultatifs.

Les dimensions de ces bassins sont identiques et ont 205 m de longueur, 68 m de largeur et 1,2 m de profondeur par bassin avec un volume utile de 15000 m³ chacun et un temps de séjour compris entre 17 et 29 jours.

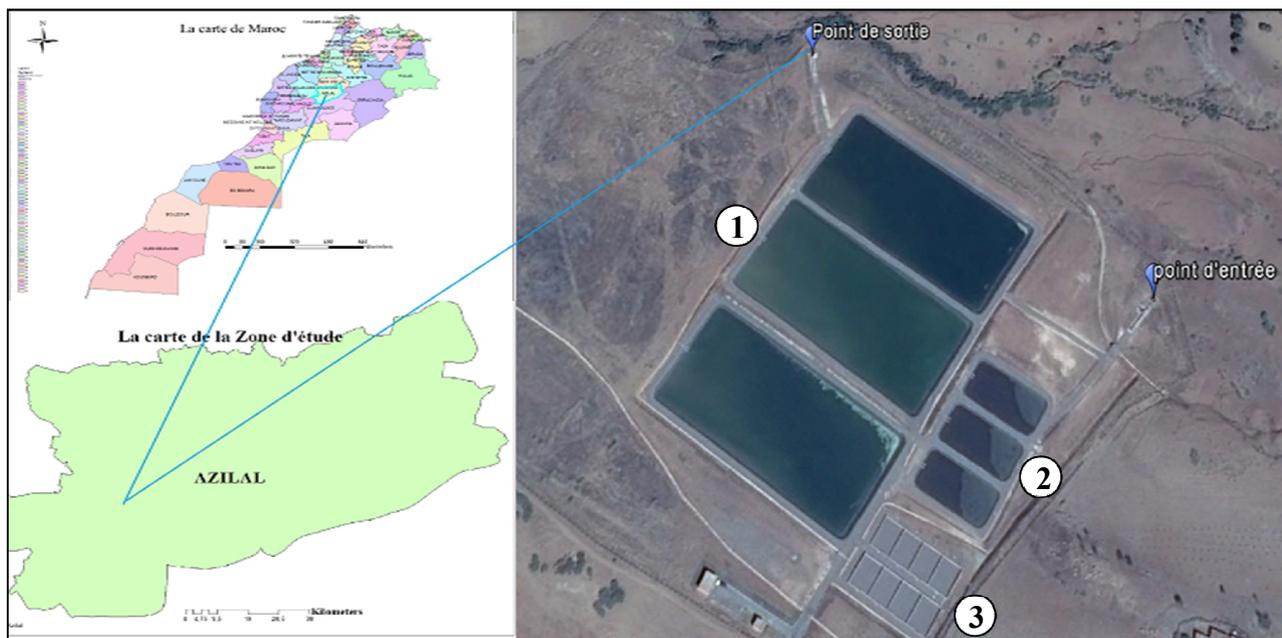


Fig. 1. Schéma synoptique de la station d'épuration des eaux usées de la ville d'Azilal

1 : bassins anaérobiques, 2 : bassins facultatifs et 3 : lits de séchage.

2.2 MATÉRIELS ET MÉTHODES UTILISÉS

Les prélèvements d'échantillons se font à l'entrée de la station (eaux brutes) et à la sortie de la station (eaux épurées), Les paramètres physico-chimiques sont déterminés à partir de prélèvements mensuels. 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 [3] et le guide de bonne pratique de l'Office National de l'Eau Potable (ONEP) [4].

Le pH, la température, la conductivité électrique, l'oxygène dissous sont déterminés à l'aide d'un multi-paramètre analyser Type CONSORT - Modèle 835. Dans le présent travail toutes les analyses et les mesures nécessaires pour quantifier les polluants organiques, azotés et phosphatés, sont normalisés (normes Deutsches Institut für Normung : DIN).

La DBO₅ est déterminée par la méthode respiratoire à l'aide d'un DBO mètre marque WTW, modèle 1020T selon la technique décrite par DIN [5], la DCO est déterminée par l'oxydation en milieu acide par l'excès de dichromate de potassium à la température de 148°C, des matières oxydables dans les conditions de l'essai en présence de sulfate d'argent comme catalyseur et de sulfate de mercure [6], les matières en suspension sont déterminées par filtration d'un volume d'eau usée sur filtre cellulose (de 0,45 µm) selon Rodier [7] et pour l'étude des paramètres bactériologiques, à savoir les coliformes fécaux (CF) et les Coliformes totaux (CT), a été effectuée selon la méthode indirecte de fermentation en tube multiple dans un bouillon lactosé, le nombre a été ensuite déduit statistiquement suivant la méthode du nombre le plus probable [8].

3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées brutes et épurées de la ville d'Azilal sont effectués pendant les mois d'août-2013 à mai-2014 et sont présentés comme suit:

1. Valeurs moyennes de Température, potentiel Hydrogène, Turbidité, Potentiel Redox, Salinité, Conductivité, DBO₅, DCO, Oxygène dissous et MES à l'entrée et à la sortie de la station (tableau 1, figures 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) ; 2. Valeurs moyennes des coliformes fécaux et totaux à la sortie de la station (tableau 2, figure 12).

Tableau 1. Résultats des paramètres physicochimiques des eaux usées brutes et épurée.

Mois	Paramètres	T (°C)	pH	Turbidité NTU	P. redox (mV)	Salinité (mg/l)	Conductivité $\mu\text{S/cm}$	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	O ₂ (mg/l)	MES (mg/l)
		août-13	Entrée	18,3	7,45	276	-22	1,73	3421	385	931,78
	Sortie	19,5	8,06	140	-31	1,4	2990	241	583,34	1,19	587,3
sept-13	Entrée	22,7	7,46	331,2	-25	1,93	3800	379	985,41	1,02	610,3
	Sortie	24	8,62	204,4	-29	1,5	3020	196	511,56	1,19	723,1
oct-13	Entrée	14,6	7,50	588	-18	1,81	3429	425	1100,75	1,21	581,1
	Sortie	16,5	7,97	146	-23	1,5	3130	245	634,55	1,4	303,8
nov-13	Entrée	14,6	7,41	525	-19	1,74	3420	370	943,5	0,98	759,5
	Sortie	17	7,86	115	-22	1,5	3110	215	546,1	1,94	536,2
déc-13	Entrée	14,6	7,42	368	-19	1,61	3360	380	988,5	1,14	406,1
	Sortie	18,6	8,23	121	-23	1,5	3130	190	494,45	3,7	641,1
janv-14	Entrée	12,9	6,97	451,5	5	1,86	3650	380	984,2	1,12	612,3
	Sortie	14,5	7,12	99,75	3	1,7	3580	115	299,32	3,28	573,1
févr-14	Entrée	14,3	6,96	525	5	1,87	3570	367	973,84	1,51	384,5
	Sortie	15,4	7,56	149	3	1,6	3274	185	479,15	2,43	227,2
mars-14	Entrée	14,8	7,50	588	-18	1,7	3420	793	2038,01	1,21	500,4
	Sortie	17,6	7,74	146	-23	1,5	3130	220	565,4	1,4	453,3
avr-14	Entrée	15,1	7,41	525	-19	1,72	3424	510	1351,5	0,98	587,5
	Sortie	15,7	7,67	114,8	-22	1,5	3110	180	522,3	1,94	326,6
mai-14	Entrée	15,6	7,42	367,5	-19	1,6	3360	350	903,5	1,14	497,8
	Sortie	16,9	8,49	121,45	-23	1,5	3130	140	365,4	3,07	334,4
Moyenne	Entrée	15,75	7,35	454,52	-14,9	1,76	3485,4	433,9	1120,10	1,12	559,38
	Sortie	17,57	7,79	135,74	-19	1,52	3800	192,7	500,16	2,15	470,61

3.1 LA TEMPÉRATURE

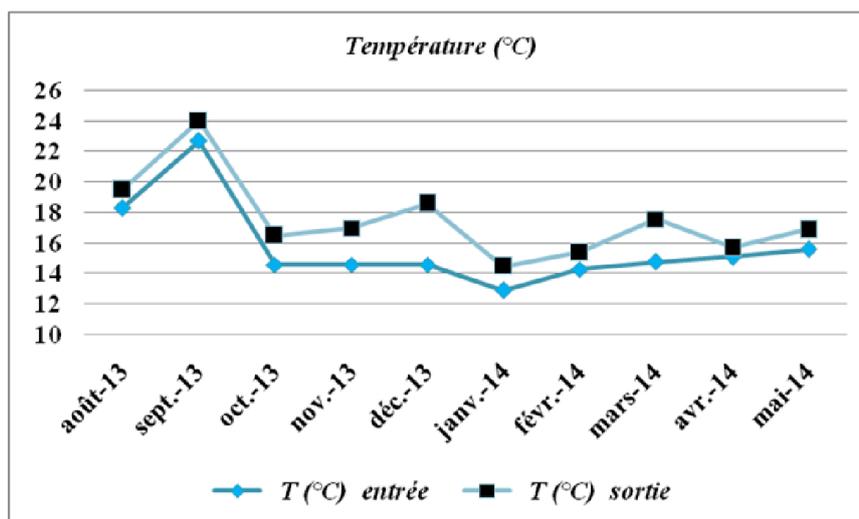


Fig. 2. Variation des valeurs moyennes de la Température

La température des eaux usées brutes de la ville d'Azilal est comprise entre 12,9 °C et 22,7 °C avec une moyenne de 15,75°C (Tableau 1), celles des eaux usées épurées à la sortie sont comprises entre 14,5°C et 24°C avec une moyenne de 17,57°C. Ces températures enregistrées sont inclus dans la fourchette des valeurs limites de rejet direct dans le milieu récepteur [9] et dans la fourchette des normes marocaines de qualité des eaux destinées à l'irrigation [10].

3.2 LE PH

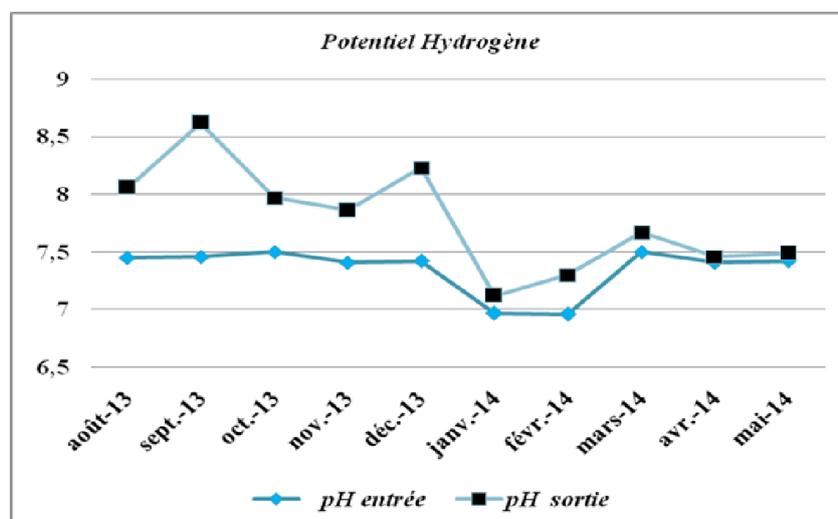


Fig. 3. Variation des valeurs moyennes pH

Le pH des eaux usées brutes à l'entrée de la station varie entre 6,96 et 7,50 (Tableau 1), ces valeurs se situent dans la fourchette des limites des rejets directs qui est comprise entre 6,5 et 8,5 [9]. L'épuration nous a conduit à des valeurs stables de pH comprises entre 7,12 et 8,62, l'élévation de ce paramètre est due au cycle photosynthétique diurne, mais ses valeurs restent dans l'intervalle limites des rejets directs [9] et se situent dans la fourchette des normes marocaines de qualité des eaux destinées à l'irrigation [10].

3.3 LA TURBIDITÉ

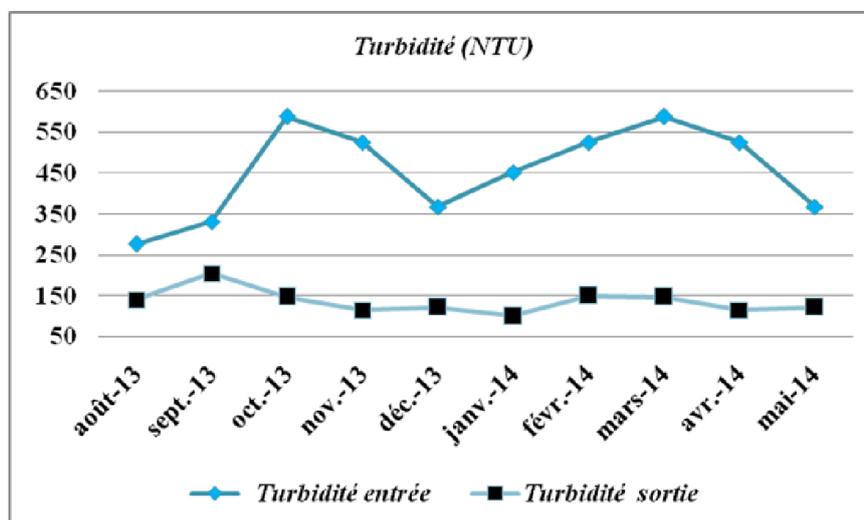


Fig. 4. Variation des valeurs moyennes de la Turbidité

La turbidité de l'eau est due à la présence des matières en suspension finement divisé et reflète la présence des particules en suspension dans l'eau (par exemple, les débris organiques, argile, des organismes microscopiques, etc.). L'évaluation de l'abondance de ces matières fournit une mesure de son degré de turbidité [11]. La turbidité sera plus faible lorsque le traitement de l'eau est plus efficace, les valeurs moyennes de la turbidité à l'entrée de la station varient entre 276 unités de turbidité néphéométrique (NTU) et 588 NTU avec une moyenne de 454,52 NTU, celles à la sortie varient entre 99,75 NTU et 204,4 NTU avec une moyenne de 135,74 NTU (Tableau 1), 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). En outre, par comparaison de ces résultats avec la Turbidité Universel Standard (UTS), nous avons conclu que ces eaux épurée a la sortie de la station est fortement troubles.

3.4 POTENTIEL REDOX

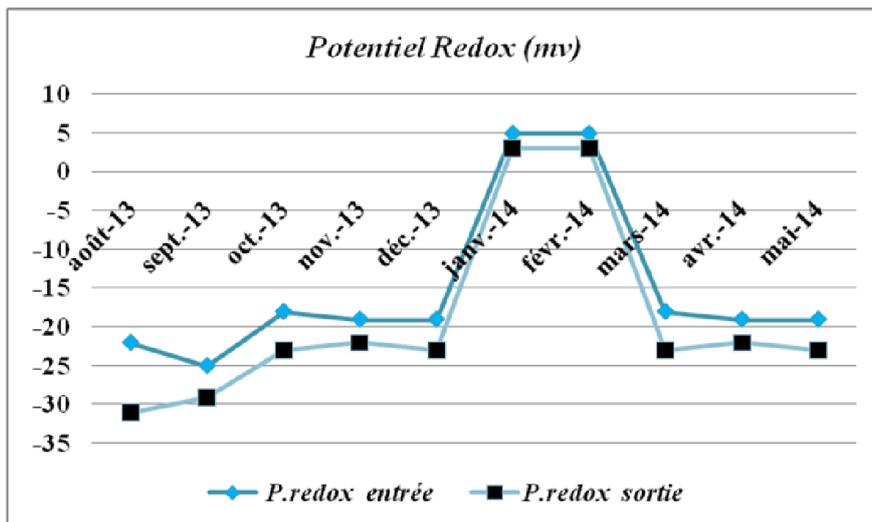


Fig. 5. Variation des valeurs moyennes de la Potentiel Redox

Lorsque le potentiel redox est positif, il révèle la faible activité électronique (pouvoir oxydant), et l'inverse se produit lorsque les valeurs de potentiel redox sont négatifs (ils absorbent les électrons). Au cours de notre étude, tous les valeurs du potentiel redox étaient presque négatifs à l'entrée de la station qui oscillent entre 5 et -25 mV avec une moyenne de -14,9 mV (Tableau 1) et celles à la sortie varient entre 3 mV et -31 mV avec une moyenne de -19 mV, Nos résultats indiquent que les eaux usées de la ville d'Azilal ont un potentiel redox négatif, une indication de sa nature oxydante, les eaux usées peuvent donc être qualifiée réductrice ou d'un environnement d'eutrophisation.

3.5 LA CONDUCTIVITÉ

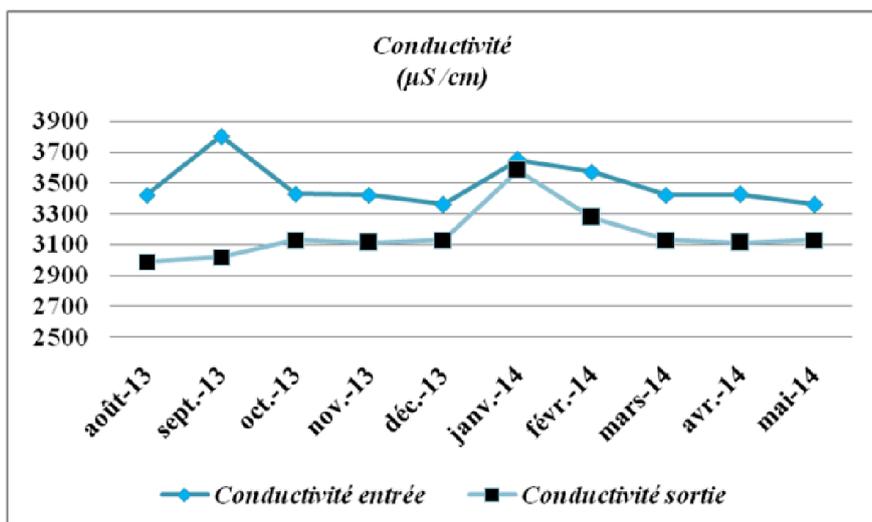


Fig. 6. Variation des valeurs moyennes de la conductivité

La conductivité 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), les eaux usées épurées présentent des valeurs de conductivité stable par rapport à ceux d’entrée, elles sont comprises entre 2990 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et 3580 avec une moyenne de 3160,4 $\mu\text{s}/\text{cm}$, 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 [8], et supérieur à la valeur maximale 3000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ des eaux destinées à l’irrigation [10].

3.6 LA SALINITÉ

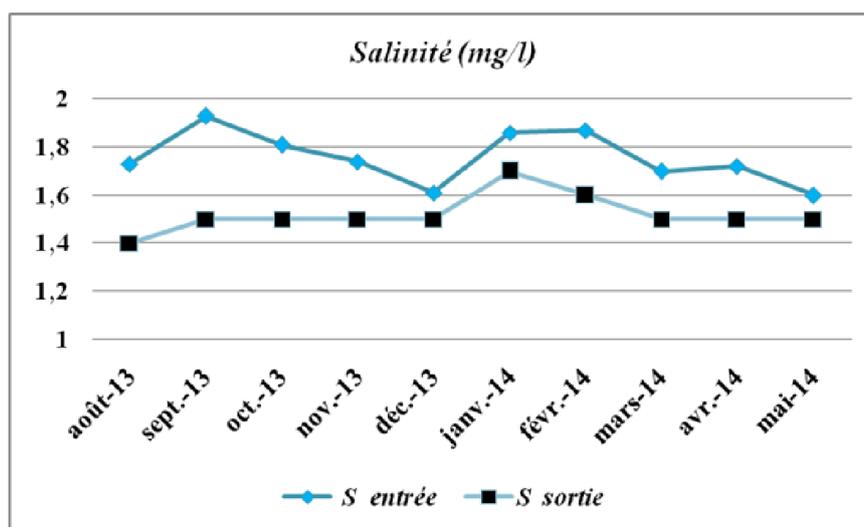


Fig. 7. Variation des valeurs moyennes de la salinité

En générale, la salinité suit les mêmes tendances que la conductivité électrique, les résultats obtenus montrent que les valeurs à l’entrée de la station oscillent entre 1,6 mg /l et 1,93 mg /l avec une moyenne de 1,76 mg /l, celles à la sortie oscillent entre 1,4 mg/l et 1,7 avec une moyenne de 1,52 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’OXYGÈNE DISSOUS

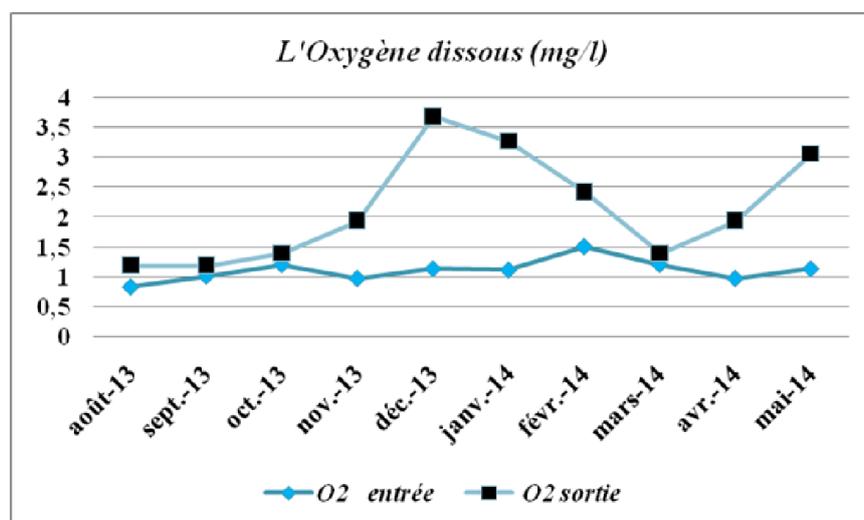


Fig. 8. Variation des valeurs moyennes de l’oxygène dissous

L'analyse des résultats obtenus de l'oxygène dissous (Tableau I), montre que les valeurs extrêmes minimales et maximales enregistrées à l'entrée de la station, sont de 0,84 mg/l et de 1,51 mg/l avec une concentration moyenne de 1,12 mg/l, celles de la sortie varient entre 1,19 mg/l et 3,7mg /l avec une concentration moyenne de 2,15 mg/l Cette valeur moyenne est supérieure à celle trouvée à Marrakech [12] et aussi supérieure à celle trouvée par Naji [13] mais elle est inférieure à celle trouvée à Errachidia par Chaouki [14]. La comparaison des valeurs en oxygène dissous dans les eaux usées, analysées avec la grille de qualité des eaux de surface, [15] permet de déduire que ces eaux usées sont de qualité mauvaise à très mauvaise. La signification de ce paramètre est très claire puisque la présence d'oxygène dissous 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 généralement de l'apparition d' H_2S dans l'air, provenant de la réduction des composés soufrés présents dans les effluents, et corrélativement des phénomènes d'attaque acide du béton des canalisations [16]. 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 MATIÈRES EN SUSPENSION MES

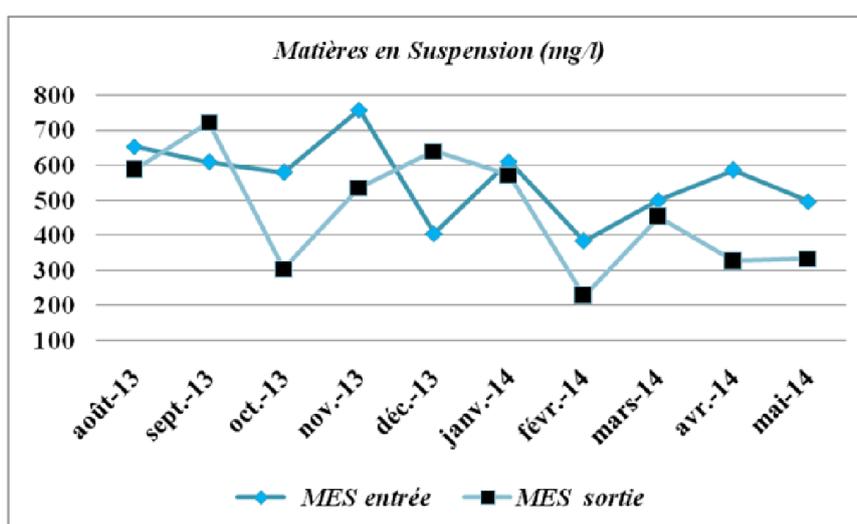


Fig. 9. Variation des valeurs moyennes des MES

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées. 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). 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 à l'entrée varie entre 384,5 mg/l et 759,5 mg/l avec une moyenne assez élevée de 559,38 mg/l (Tableau 1), celle à la sortie varie entre 227,2 mg/l et 723,1 mg/l avec une moyenne de 470,61 mg/l. Ces résultats sont liés souvent à la charge importante en matières organiques et minérales engendrées par la population des quartiers, drainées par les collecteurs d'assainissement branché avec la station. De même, ces valeurs sont proches de celles données par El Krati [17] à Sidi Bennour. Ces concentrations moyennes dépassent largement la concentration limite de rejet direct (50 mg/l) selon les normes du Comité Normes et Standards du Maroc [15], ainsi que le rendement d'abattement ne dépassent pas 15,86 %.

3.9 LA DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE DCO

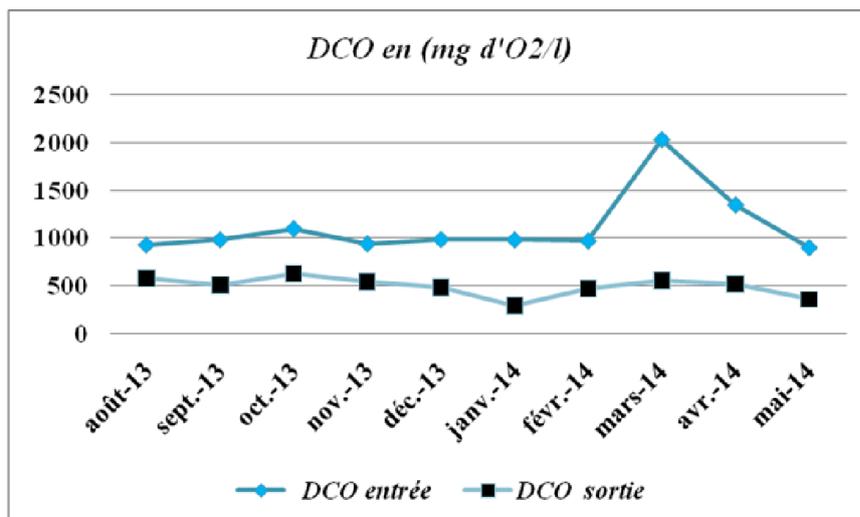


Fig. 10. Variation des valeurs moyennes de DCO en mg d'O₂/l

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 [18]. Les valeurs de la DCO à l'entrée varient entre 903,5 mg d'O₂/l et 2038,01 mg d'O₂/l avec une moyenne de 1120,10 mg d'O₂/l (Tableau 1), celles à la sortie varient entre 299,32 mg d'O₂/l et 634,55 mg d'O₂/l avec une moyenne de 500,16 mg d'O₂/l. Ces valeurs à la sortie nous montrent un moyen abattement des bassins facultatifs vis-à-vis de la pollution carbonée, cet abattement atteint 55,34%. D'autre part ces valeurs enregistrées ne sont pas conformes aux valeurs limites spécifiques de rejet domestique [19].

3.10 LA DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE DBO5

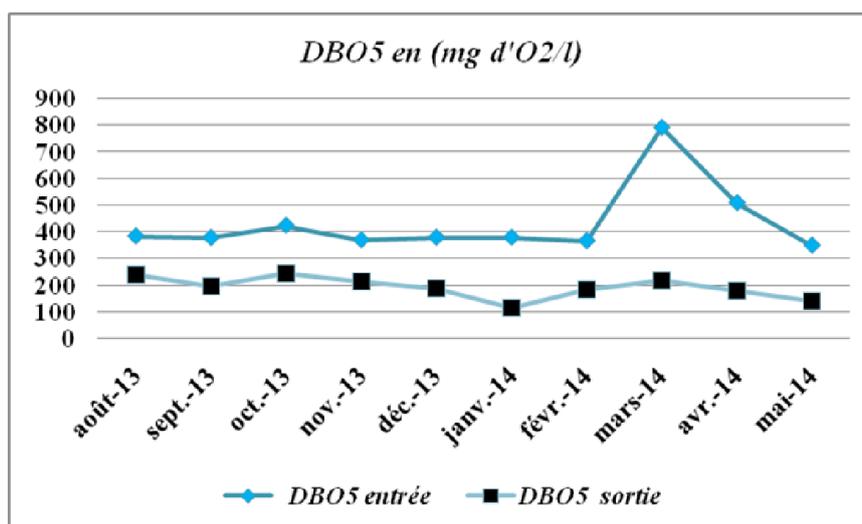


Fig. 11. variation des valeurs moyennes de DBO5 en mg/l

La DBO₅ est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques [18]. Les concentrations de la DBO₅ à l'entrée varient entre 350 mg d'O₂/l et 793 mg/l avec une moyenne de 433,9 mg d'O₂/l (Tableau 1), celles de la sortie varient entre 115 mg d'O₂/l et 245 mg d'O₂/l avec une moyenne de 192,7 mg d'O₂/l. Ces valeurs à la sortie nous renseignent sur le taux d'abattement des

bassins facultatif vis-à-vis de la pollution carbonée est dont les valeurs peuvent atteindre 55,58%. D'autre part ces valeurs enregistrées de la DBO₅ à la sortie aussi ne sont pas conformes aux valeurs limites spécifiques de rejet domestique [19].

3.11 LES COLIFORMES FECAUX ET TOTAUX

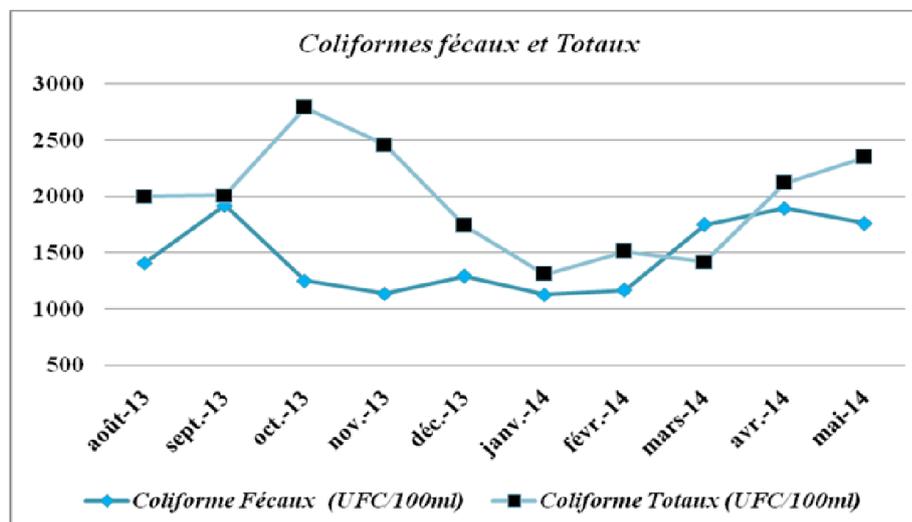


Fig. 12. variation de valeurs moyennes des coliformes totaux et fécaux à la sortie de la station

Les résultats des analyses bactériologiques à l'entrée de la station d'épuration révèlent la présence des germes indicateurs de contamination fécale ainsi que certains germes pathogènes. La charge moyenne en coliformes totaux (CT) est de l'ordre de 3,2 10⁷ germes par 100 ml. Pour les coliformes fécaux (CF) les valeurs moyennes sont de 4,9 10⁶ germes par 100 ml, D'après la figure ci-dessus et le tableau 2 on remarque que les coliformes totaux à la sortie de la station varient entre 1306 et 2790 UFC/100 ml avec une moyenne de 2048 UFC/100 ml alors que les coliformes fécaux varient entre 1126 et 1920 UFC/100 ml avec une moyenne de 1523 UFC/100 ml, ce qui nous permet de déduire que le traitement adopté par les bassins facultatifs dépasse largement les valeurs exigées par les normes de qualité des eaux destinées à l' irrigation (1000 UFC/100 ml) [10].

4 CONCLUSION

L'évaluation des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées brutes et épurées de la station d'épuration d'Azilal montre que la MES, la DCO et la DBO₅ situent ces eaux usées dans la tranche de concentration élevée [20].

Ceci est lié à la faible dilution de la matière organique en raison de la consommation plus ou moins limitée d'eau par habitant en comparaison avec les pays développés. Le suivi des paramètres physico chimiques et bactériologiques des eaux usées brutes et épurées de la station d'épuration d'Azilal nous a permis de déduire que:

- ✓ Les rendements épuratoires ont atteint des valeurs de 55,58%, 55,34% et 15,86 % respectivement pour la DBO₅, DCO et MES ;
- ✓ Les rendements épuratoires bactériologiques des coliformes totaux et fécaux dépassent largement les valeurs exigées par la norme marocaine ;
- ✓ La qualité des eaux épurées de la station ne conforme pas aux valeurs limites spécifiques de rejet domestique [19].

Ces valeurs montrent une mauvaise performance épuratoire de la station, due au dimensionnement des bassins et des systèmes d'adaptation des micro-organismes biodégradeurs de la matière organique, la qualité des effluents produits les rend inaptes à une réutilisation pour l'irrigation des terres d'agriculture.

RÉFÉRENCES

- [1] Y. Azami Idrissi et Alemad Ali, "Caractérisation physicochimique des eaux usées de La ville d'Azilal-Maroc," *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324 Vol. 11 N°. 3, pp. 556-566, Jun. 2015.
- [2] ONEP, Office National de l'Eau Potable, "Evaluation environnementale du projet d'assainissement de la ville d'Azilal," 07 juin 2007.
- [3] ISO 5667/3, Qualité de l'eau - échantillonnage - Guide pour la conservation et la Manipulation des échantillons, 1994.
- [4] ONEP, Caractérisation quantitative et qualitative des eaux usées, Guide de bonne Pratique, Direction Laboratoire de la Qualité des Eaux, ONEP, Rabat, 1999.
- [5] DIN, Détermination de la Demande Biologique en Oxygène (DBO) selon DIN Laboratoire National de l'Environnement. Ministère de l'environnement, Rabat, Maroc, 1992a.
- [6] DIN, Détermination de la Demande Chimique en Oxygène (DCO) selon DIN 38409-H52 : Laboratoire National de l'Environnement Ministère de l'environnement, Rabat, Maroc, 1992b.
- [7] J. RODIER, L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème Edition, Denod, Paris, pp. 1383, 1996.
- [8] F. Bigonnesse, "Techniques de prélèvement des échantillons pour l'analyse microbiologique des aliments et de l'eau," 01-D-540, 2012.
- [9] Valeurs limites des rejets directs et indirects du Maroc.
- [10] Ministère de l'Environnement du Maroc « Bulletin Normes marocaines, Bulletin officiel du Maroc », N° 5062 du 30 ramadan, 1423 (5 décembre 2002) portant fixation des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation. Rabat, 2002.
- [11] 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.
- [12] L. Bouarab, N. Ourzzani, B. Oudra, J. Darley, Picot B. et J. Bontoux, "Evolution des formes d'azote dans la station expérimentale de lagunage naturel de Marrakech," Actes Quatrième Conférence Internationale des Limnologues d'Expression Française. Marrakech, Tome II (25-28 Avril 1994), 1994.
- [13] S. Naji, Institut sucrier d'étude de recherche et de formation les eaux du circuit hydrique de SUBM. Rapport interne, 1989.
- [14] H. Chaouki et L. El watik, "étude des performances épuratoires de la technique du lagunage aérée de la station d'épuration de la ville d'Errachidia- Maroc," ScienceLib Editions Mersenne : Volume 6, N ° 140101 ISSN 2111-4706, 2014.
- [15] Comité Normes et Standards, (CNS), Ministère de l'environnement du Maroc. Rabat, 1994.
- [16] O. Thomas, Métrologie des eaux résiduaires, Ed. Cebedoc / Tec. et Doc. 11, Liège -75384, Paris, 1995.
- [17] M. El Krati, "Etat de l'environnement de la ville d'El Jadida. Etude de la traitabilité des rejets liquides de textiles," Thèse d'Etat, Faculté des Sciences. El Jadida, 2000.
- [18] J. RODIER, L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème Edition, Denod, Paris,1, pp. 1383, 1996.
- [19] Bulletin Officiel, n° 5448 du Jeudi 17 Août 2006, portant fixation des valeurs limites spécifiques de rejet domestique, 2006.
- [20] Metcalf et Eddy, H. P., Wastewater engineering: Treatment, Disposal and Reuse. 3ème Edition Library of Congress cataloging in publication data, TD, 645, T34, 1991.