



Contribution à l'amélioration d'épuration des eaux usées dans une step Contribution to the improvement of wastewater in a WWTP

T. Mahdad, A. Lacherai*

Laboratoire de Biotechnologie et Valorisation des Ressources Naturelles
Université Ibn Zohr, Faculté des Sciences, BP 8106, 80000 Agadir Maroc

Received 7 Dec 2013, Revised 16 July 2014, Accepted 17 July 2014

*Corresponding author. E mail: a.lacherai@uiz.ac.ma tel : (212)528220957 Fax (212)528220100

Résumé

L'influence du mode d'alimentation, la durée de service, la température et le temps de séjours, d'une part, sur les volumes des boues décantées et d'autre part sur les paramètres de pollution (DCO, MES et DBO₅) a été élucidée et mis en évidence par une série de mesures effectuée aux niveaux des décanteurs de la station d'épuration de M'zar de la ville d'Agadir (Maroc). L'effet de la disposition et du nombre de lamelles, placées à l'intérieur de décanteur, sur la quantité décantée, a été aussi étudiée en réalisant des essais au laboratoire avec un décanteur prototype conçu pour cette raison.

Mots clés : Traitement des eaux. Paramètres de pollution. Décanteur. Environnement.

Abstract

The influence of supply mode, length of service, temperature and residence time, on the volume of the elutriated mud on the one hand, and on the other, on the parameters of pollution (COD, TSS and BOD₅) has been clarified and highlighted by series of measurements taken at the decaners of the station of purification of M'zar of the city of Agadir (Morocco). The effect of the number of plates placed inside the decanter and their layout on the elutriated quantity was also studied by carrying out tests at the laboratory with a prototype decanter designed for this reason.

Keywords: Water treatment, Wastewater, Pollution parameters, Decanter, Environment.

Introduction

L'eau est soumise, d'une part à une pollution énorme qui continue de s'aggraver et à se diversifier de plus en plus et d'autre part à un gaspillage difficile à contrôler. Pour diminuer les impacts néfastes qui en résultent, il a fallu trouver des solutions permettant de décroître la gravité de problème. Dans cette optique, et pour faire face à cette situation assez critique, la ville d'Agadir a conçu la station d'épuration de M'zar qui traite les eaux usées et les rendent prêtes à la réutilisation.

Les eaux usées de la ville d'Agadir sont d'origines urbaine (domestiques, pluviales, ...) et industrielle. En ce qui concerne cette dernière, le parc industriel du grand Agadir, avec un effectif de 14693 industries reposant essentiellement sur les activités agroalimentaires contribue énormément à une forte production des eaux usées [1]. Les rejets des unités des conserveries en représentent 88 % [2]. Pour faire face à ce flux considérable de rejets ce travail fut fixé l'objectif de contribuer à une amélioration de la décantation anaérobie au sein de la station d'épuration et traitement des eaux usées de M'zar et celle de la qualité des eaux épurées, et aussi minimiser le problème de colmatage des filtres par la diminution de la concentration de la matière en suspension à la sortie du décanteur.

2. Matériels et méthodes

2.1. La Station d'épuration de M'ZAR

La station d'épuration des eaux usées de M'Zar est située à l'intérieur du parc National Souss-Massa à environ 5 km du centre-ville d'Agadir sur la rive gauche de l'Oued Souss (Maroc). Elle est conçue pour recevoir un débit nominal de 50000 m³ des eaux usées par jour.

La station de M'zar comprend 13 bassins de décantation, 24 filtres à sable et un poste de traitement tertiaire d'une capacité de traitement de 30 000m³/j. Elle dispose aussi d'une filière de pompage. Seulement huit décanteurs fonctionnent et les autres sont réservés pour l'opération de nettoyage.

Trois décanteurs de la station, de mêmes caractéristiques techniques, sont concernés par cette étude.

2.2. Échantillonnage et méthode d'échantillonnage

Les prélèvements sont faits dans des points qui représentent une homogénéité dynamique et permanente de l'effluent et dans des points représentatifs en l'occurrence le canal d'entrée de décanteur (point 1) et celui de sortie de décanteur (point 2)

La méthode d'échantillonnage choisie pour la mesure de différent paramètre est celle d'échantillon instantané et ponctuel. Les échantillons sont prélevés manuellement. Après avoir mesuré le pH, la température, la conductivité, le volume prélevé est partagé en deux flacons l'un de 500 ml pour les analyses des paramètres de pollution et l'autre de 1500 ml destinés aux essais de décantation. Les deux flacons sont placés dans une glacière.

2.3. Essai de décantation

Les essais de décantation des eaux usées sont réalisés dans les cônes Imhof après un temps prédéterminé de décantation (90 min).

2.4. Mesures des parametres.

2.4.1. Mesure de Débit

Le débit est mesuré en utilisant un débitmètre portable *mainstream IV* qui se compose de deux parties. Une partie introduite dans l'eau et l'autre enregistre les résultats et les envoie, sous forme de document Excel, à l'ordinateur programmé pour fonctionner de façon combinatoire avec le débitmètre,

2.4.2. Mesure de la demande biologique en oxygène DBO₅

Dans un flacon on met 94 ml d'eaux chargées, puis on ajoute trois gouttes d'hydroxyde de potassium KOH (45%) afin de piéger le dioxyde de carbone CO₂ libéré. Le flacon est fermé soigneusement et placé dans un incubateur sous l'agitation magnétique à 20 °C pendant 5 jours.

2.4.3. Mesure de la demande chimique en oxygène DCO

On utilise des tubes prédosés qui permettent de réaliser les mesures de la (DCO) en trois étapes.

2.4.4. Mesure de la matière en suspension

On introduit 500mL d'échantillon dans un bêcher et on agite pendant 2 minutes. Les mesures se font par un spectrophotomètre étalonné à une longueur d'onde $\lambda = 810\text{nm}$.

2.4.5. Mesure de la conductivité, du pH, de la température et de la turbidité.

La conductivité de l'eau est mesurée par un conductimètre 3310 WTW. Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre 3310 WTW étalonné qui donne aussi la température. La turbidité est mesurée à l'aide d'un turbidimètre *micro 950* étalonné.

3. Résultats et discussion

3.1. Effet de la température

Afin de mettre en évidence l'effet de la température au stade du traitement primaire, nous avons effectué trois essais de décantation pour des prélèvements réalisés à l'entrée et à la sortie de trois décanteurs dans des conditions de températures différentes.

* T= 25,6°C qui correspond à la température moyenne de l'effluent mesurée pendant la semaine de (8/5/2012 jusqu'au 12/5/2012). La température moyenne enregistrée au niveau de la station pendant cette semaine, qui a connu une vague de chaleur forte sur Agadir, est environ 40 °C

* T=21°C correspondant à la température moyenne de l'effluent mesurée pendant la semaine de (16/4/2012 jusqu'au 21/4/2012).

Le volume moyen des boues décanté (V_m) après 90 minutes et les paramètres de pollution ont été déterminés pour chaque prélèvement et pour différentes températures.

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Volumes moyens des particules décantés et les paramètres de pollution à 21 et à 25,7°C

Température	V _m (ml) Entrée	V _m (ml) Sortie	MES (mg/l) sortie	DBO ₅ (mg/l) sortie	DCO (mg/l) sortie	Conductivité (µs/cm) sortie	pH sortie
25.6°C	6.5	10	884	500	1290	3420	7.3
21°C	6.73	4.13	306	228	980	3350	7.25

D'après les résultats obtenus, on constate que :

- ✓ la quantité des particules décantées diminue avec la température.
- ✓ les paramètres de pollution à la sortie des décanteurs augmentent d'une façon variable avec la température.

En effet à une température de 25,6 °C, on constate une forte augmentation des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO₅). Par contre la valeur de la conductivité présente une légère augmentation.

Ainsi, nous pouvons conclure que la température présente une nette influence sur le rendement d'un décanteur. Cette influence peut s'expliquer d'une part, par l'augmentation de l'activité bactérienne qui entraîne une augmentation de l'émission des gaz et qui provoque un entrainement des matières en suspension plus fine, et d'autre part, par la mort des micro-organismes provoquée par l'augmentation de la température (la lyse bactérienne), ce qui entraîne l'augmentation des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO₅) [3].

3.2. Effet du mode d'alimentation

L'alimentation des décanteurs à la STEP de M'zar se fait par trois entrées distantes de 12,5 m. Pour changer le mode d'alimentation, nous avons fermé l'alimentation du milieu.

Après trois jours, nous avons établi trois essais de décantation et d'analyse des paramètres de pollution pour des prélèvements effectués à l'entrée et à la sortie du décanteur .

Les résultats obtenus montrent une augmentation de pourcentage des particules éliminées dans le cas d'une alimentation avec deux entrées (60%) par rapport à celui avec trois entrées (40%).

Les résultats des analyses des paramètres de pollution pour les différents modes d'alimentation étudiés sont rassemblés dans les tableaux 2 et 3 suivants :

Tableau 2: Paramètres de pollution de décanteur avec deux entrées.

Mode d'alimentation	2 alimentations			
Paramètre de pollution	DBO ₅ (mg/l)	DCO (mg/l)	Conductivité (µs/cm)	pH
Entré du décanteur	513	1380	3170	7,75
sortie du décanteur	228	980	4570	7,55
Taux d'abattement (%)	56	29		

Tableau 3: Paramètres de pollution de décanteur avec trois entrées

Mode d'alimentation	3 alimentations			
Paramètre de pollution	DBO ₅ (mg/l)	DCO (mg/l)	Conductivité (µs/cm)	pH
Entré du décanteur	736	950	3100	7,69
sortie du décanteur	289	340	3070	7,45
Taux d'abattement (%)	60	64		

Nous pouvons en constater que :

- ✓ Pour les deux modes d'alimentation qu'il s'agit d'un effluent à dominance domestique puisque le pH est compris entre 7,5 et 8,5 [4].
- ✓ Le pH des eaux prélevées n'est pas dans la zone optimum des bactéries méthanogènes [4,5].
- ✓ Une légère diminution de pH entre la sortie et l'entrée pour les deux modes qui peut être provoquée au cours de la phase de l'acidogenèse [4].
- ✓ les valeurs de la DBO₅ et la DCO pour les deux modes d'alimentation ne sont pas les mêmes à l'entrée des décanteurs. Cela s'explique par la nature des eaux usées. En effet les eaux usées changent souvent de charge polluante, vu les différentes utilisations des consommateurs (domestique, industrielle).
- ✓ Si les taux d'abattement de la DBO₅ pour les deux modes, sont presque les mêmes alors le taux d'abattement de la DCO du mode d'alimentation avec deux entrées est plus grand que celui à trois entrées.
- ✓ La valeur de la conductivité subit une augmentation importante entre l'entrée et la sortie de décanteur qui fonctionne avec trois entrées. Par contre, dans le cas d'une alimentation avec deux entrées, cette valeur est plus ou moins constante.

À partir de ces résultats, nous constatons, d'une façon générale, qu'une alimentation avec deux entrées conduit à une efficacité meilleure de décantation que celle engendrée dans le cas de trois entrées. Toute fois, la différence de la nature des rejets pourra influencer le rendement épuratoire du décanteur.

3.3. Effet de la durée de service

Pour estimer l'influence de la durée de service du décanteur sur les taux d'abattement des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO₅) et les volumes des boues décantées, nous avons fixé le même débit à l'entrée de chaque décanteur. Nous avons ensuite effectué des essais de décantation et d'analyse des paramètres de pollution.

Deux décanteurs sont impliqués dans cette étude, le premier mis en fonctionnement du 07/02/2012 jusqu'au 06 /7/2012 et le second du 03/01/2011 jusqu'au 06 /7/2012

Nous avons déterminé dans un premier temps, pour les deux décanteurs, le pourcentage des particules éliminées (ρ) en utilisant la formule suivante :

$$\rho = \frac{V_{em} - V_{sm}}{V_{sm}}$$

Avec V_{em} : Volume de la matière décantée à l'entrée
 V_{sm} : Volume de la matière décantée à la sortie.

Le résultat obtenu montre que les deux décanteurs donnent le même pourcentage de l'ordre de 55.56.

Dans un second temps, nous avons procédé aux analyses des paramètres de pollution. Les résultats obtenus sont récapitulés dans les tableaux 4 et 5 ci-dessous :

Tableau 4 Paramètres de pollution pour le premier décanteur

Paramètres de pollution	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	conductivité (µs/cm)	pH
Entré du décanteur	2080	586	4470	7,16
Sortie du décanteur	740	245	3380	7,13
taux d'abattement (%)	64	58		

Tableau 5: Paramètres de pollution pour le second décanteur

Paramètres de pollution	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	conductivité (µs/cm)	pH
Entré du décanteur	2080	586	4470	7,16
Sortie du décanteur	1060	265	3310	7,09
taux d'abattement (%)	49	54		

Nous constatons d'après les résultats obtenus que :

✓ La variation des valeurs du pH de la conductivité et les taux d'abattement de la matière en suspension (MES) dans les deux décanteurs sont comparables

✓ Le taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) dans le premier décanteur est inférieur à celui dans le deuxième décanteur. Cela peut s'expliquer par la longue durée de fonctionnement du premier qui provoque une augmentation de la densité de la niche bactérienne responsable de la dégradation de la matière organique. Ainsi plus le décanteur est plus longtemps fonctionnel plus il est efficace en ce qui concerne ce paramètre.

3.4. Influence du temps de séjour

Pour mettre en évidence l'influence du temps de séjour sur le volume moyen décanté pour un décanteur donné, nous avons établi des essais de décantation et les analyses des paramètres de pollution du même décanteur pour deux débits d'alimentation différents.

Nous avons déterminé dans un premier temps, pour les deux temps, le pourcentage des particules éliminées (ρ). Le résultat obtenu montre que ce pourcentage est important pour un séjour supérieur à deux jours et demi (55.56% pour $t_s > 2.5j$ et 45.81 pour $t_s < 2.5j$).

Dans un second temps, nous avons procédé aux analyses des paramètres de pollution. Les résultats obtenus sont rassemblés dans les tableaux 6 et 7 suivants :

Tableau 6 : Les paramètres de pollution pour $t_s < 2,5j$.

Paramètres de pollution	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	pH
Entrée du décanteur	2080	586	4470	7,16
Sortie du décanteur	1060	265	3310	7,09
taux d'abattement (%)	49	54		

Tableau 7: Paramètres de pollution pour $t_s > 2,5$.

Paramètres de pollution	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	pH
Entrée du décanteur	2070	528	4390	7,52
Sortie du décanteur	830	370	3310	7,20
taux d'abattement	59	29		

D'après les résultats obtenus nous constatons que plus le temps de séjour est grand plus le taux d'abattement de MES est important par contre celui de la matière organique (DCO) devient faible.

L'explication qui peut être avancée est que l'augmentation du temps de séjour réduit la vitesse d'écoulement de l'eau ce qui conduit par la suite à la décantation des matières en suspension plus fine [6].

3.5. Influence de la forme intérieur de décanteur

Tirant parti de la conclusion précédente nous avons envisagé d'étudier l'influence de la forme intérieure du décanteur en jouant sur les facteurs pouvant influencer le temps de séjour et le mode d'écoulement des eaux usées dans un décanteur. Pour déterminer cet effet nous avons conçu un décanteur prototype ayant des dimensions réduites 1000 fois par rapport au décanteur réel de la station de m M'zar (le rapport *longueur/largeur* est le même pour le décanteur réel et le prototype) et avec plusieurs lamelles positionnées à l'intérieur pour faire obstacle à l'écoulement des eaux dans le décanteur.

Nous avons ensuite procédé à une série d'essais (photos 1, 2 et 3) (décanteur sans et avec 4 ou 8 lamelles) .

La simulation du fonctionnement de ce décanteur prototype a été effectuée en utilisant un mélange d'eaux avec de l'argile ou avec de la boue (de concentration 1g/l). Le débit est maintenu constant. Des mesures de la turbidité à l'entrée et à la sortie du décanteur ont été effectuées. Quatre échantillons ont été prélevés à des intervalles de temps différents puis ont été analysés par le turbidimètre.

Les résultats du rendement du décanteur prototype en fonction du nombre de lamelles utilisées sont rassemblés dans le tableau 8 ci-dessous.

Tableau 8 : Rendement du décanteur prototype en fonction du nombre de lamelles

Nombre de lamelles rendement (%)	0	4	8
Eau +argile	73%	73%	68%
Eau+ boue	70%	71%	69%

D'après ces résultats, nous constatons que le nombre de lamelles n'a pas d'influence remarquable sur le rendement du décanteur. Cela peut être dû vraisemblablement à la constitution et la nature de l'eau étudiée d'une part, et d'autre part à l'absence du phénomène de fermentation (émission du gaz), suite à la non-utilisation des eaux usées riches en bactéries ayant une importante influence sur la décantation dans les STEP.



Photo 1 : Décanteur sans lamelle

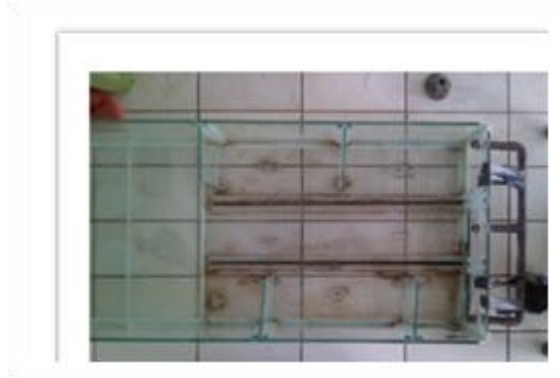


Photo 2: Décanteur avec quatre lamelles



Photo 3: Décanteur avec huit lamelles

Conclusion

Dans ce travail, nous avons effectué une série de mesures aux niveaux des décanteurs de la station de M'zar afin de déterminer l'influence de certains facteurs, en l'occurrence le mode d'alimentation, la durée de service, la température et le temps de séjours, d'une part sur les volumes des boues décantées et d'autre par sur les paramètres de pollution (DCO, MES et DBO5). A partir des résultats obtenus nous avons conclu que :

- l'augmentation de la température diminue le rendement du décanteur
- plus le temps de séjour des eaux usées est grand plus l'efficacité de décanteur est importante.
- le changement du mode d'alimentation du décanteur a une influence positive sur la décantation.
- plus la durée de service du décanteur est grande, plus le taux d'abattement des matières organiques est élevé.

Enfin, des essais réalisés en utilisant un décanteur prototype ont permis de conclure que l'influence de la disposition et le nombre de lamelles, placées à l'intérieur de décanteur, sur la quantité décantée est non significative dans les conditions opératoires du laboratoire.

Remerciements

Nous remercions Mr M. Houari de la Régie Autonome Multiservice d'Agadir pour son aide.

Références bibliographiques

1. Bureau d'études E.A.U GLOBE « la prévention de la pollution industriel du grand d'Agadir » (2002-2004)
2. Jaakou A.. Mémoire de fin d'étude de master spécialisé MISEAD. ENSA .Agadir Maroc (2011)11.
3. « libération d'acide nucléique par les cellules bactériennes sous l'action de la chaleur » disponible sur le lien : [http://whqlibdoc.who.int/bulletin/1952/Vol6/Vol6-No1-2/bulletin_1952_6\(1-2\)_19-34.pdf](http://whqlibdoc.who.int/bulletin/1952/Vol6/Vol6-No1-2/bulletin_1952_6(1-2)_19-34.pdf), consulté le 22/11/2012
4. .Ghrabi. A. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II. France (1994).
5. EFFEBI K.R. Thèse de Doctorat Université de Liège Campus d'ARLON Belgique (2009):
6. « étude d'un réservoir de sédimentation » disponible sur le lien http://www.sciencelib.fr/IMG/pdf/Etude_du.pdf consulté le 20/11/2012.