

ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE DE LA STATION D'EPURATION DE MEDEA (ALGERIE)

STUDY OF PERFORMANCE INDICATORS OF SEWAGE TREATMENT PLANT OF MEDEA (ALGERIA)

**KAREF Salah⁽¹⁾; KETTAB Ahmed⁽¹⁾ & NAKIB Maamar⁽¹⁾ & BENMAMAR Saâdia⁽¹⁾
& BENZIADA Salim⁽¹⁾ & Bouguerra Khaled⁽²⁾**

(1) Laboratory Research Sciences of Water - LRS-EAU

10, Av. Hacene badi, BP182; El-Harrach-Alger -Algeria

(2) Company of Industrial Maintenance, Engineering and testing (CIMET)

E – Mail : kettab@yahoo.fr ; karef_salah@yahoo.fr

RÉSUMÉ. En Algérie, peu d'importance est accordée aux services d'assainissement comparés aux services d'approvisionnement en eau potable. De la collecte à l'épuration, cet itinéraire d'eau usée mérite d'être diagnostiqué afin de maîtriser le système d'assainissement et optimiser ses faciès, par la prospection et la recherche des indicateurs de performances qui permettent d'identifier les insuffisances et de proposer des solutions techniques pour une meilleure gestion des eaux usées. Cette étude définit les valeurs de concentrations moyennes, les ratios et les gammes de variations associées, caractéristiques des eaux usées. Par la suite, nous avons calculé des ratios indicateurs de pollution qui doivent nous permettre de mettre en évidence les optimisations nécessaires à la station d'épuration de Médéa.

ABSTRACT. In Algeria, little importance is given to sanitation services compared to drinking water services. From collection to treatment, the waste water route deserves to be diagnosed order to master the sanitation system and optimize its facies by prospecting and research performance indicators that identify gaps and to propose technical solutions for better wastewater management. This study defines the values of mean concentrations, ratios and ranges of variations associated wastewater characteristics. Subsequently, we calculated the ratios of pollution indicators that should enable us to highlight the optimizations necessary to the wastewater treatment plant of Médéa.

MOTS-CLÉS : Assainissement, épuration, ratios, optimisation, performances.

KEYWORDS: Sanitation, purification, ratios, optimization, performance.

1. INTRODUCTION

Dans le cadre d'une approche globale de maîtrise du système d'assainissement, nous avons cherché à obtenir et à valoriser le maximum de données disponibles concernant l'hydraulique et le suivi des principaux paramètres physico-chimiques de pollution. Les résultats doivent permettre d'identifier les insuffisances et de proposer des solutions techniques pour une meilleure gestion et amélioration du rendement des installations d'évacuation et de traitement des eaux usées de la ville de Médéa.

2. MATERIEL ET METHODES

Les méthodes et le matériel utilisés dans l'analyse des eaux de la STEP de Médéa sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 1. Matériel et Méthodes d'analyses

Paramètre	Méthode d'analyse	Matériel utilisé
MES	Filtration- Centrifugation	Centrifugeuse Hermle Z300 - Etuve à 105°C
DCO	Oxydation par $K_2Cr_2O_7$	Bloc chauffant Marque Behr-Labor Technik
DBO ₅	Respirométrie	Flacons oxitop IS12, WTW - enceinte 20 °C
NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻	Spectrométrie	Spectrophotomètre HACH DR/4000 V

3. RESULTATS EXPERIMENTAUX ET INTERPRETATIONS

3.1.Évolution de la charge hydraulique

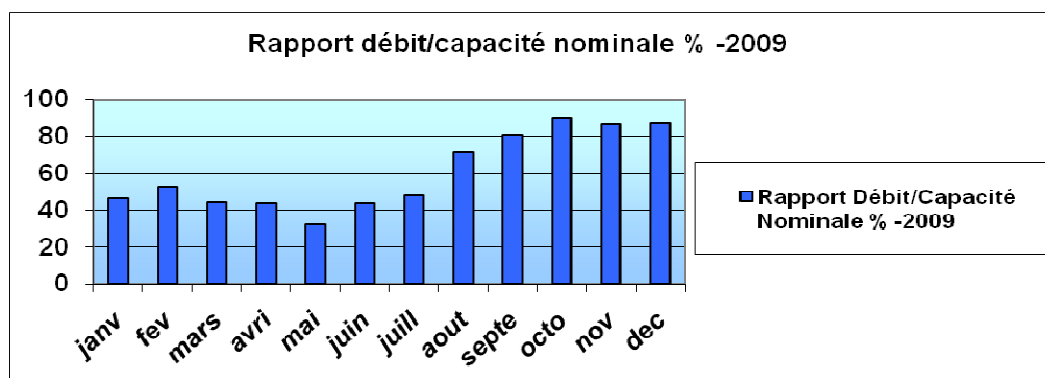
Le débit nominal de la station d'épuration est de 26000 m³/j.

Tableau 2. Débits max enregistrés

Période	Débit max (m ³ /j)	Dépassement/Débit nominal (26000 m ³ /j)
Septembre 2009	26280	1.1 %
Octobre 2009	33540	29 %
Décembre 2009	27000	3.84 %

Les dépassements enregistrés dans le débit représentent la part des eaux de lessivage et des eaux claires parasites qui sont en nette augmentation pendant cette période. Cela se traduit par une surcharge inutile du réseau de collecteurs au détriment des rejets en amont sur le réseau, des performances et des coûts d'exploitation de la station d'épuration.

Le débit moyen représente 60% de la capacité nominale mais on rencontre des dépassements de débit en septembre, octobre et décembre 2009. Tant que la capacité nominale n'est pas atteinte, de telles pointes de charges devraient pouvoir être absorbées sans problème par l'installation.

**Figure.1.** Rapport du débit par rapport à la capacité nominale -2009

La part des eaux claires parasites est calculée en évaluant l'effet de la dilution des eaux usées par rapport aux eaux claires théoriques non diluées (par exemple la concentration théorique en DBO₅ est de 338 mg/l avec 54 gr de DBO₅/EH.J. On compte 160l/jour d'eaux usées par EH.

Tableau 3. Evolution du taux de dilution

Date	Eau Brute m3/j	Charge entrante kgDBO ₅ /J	Charge entrante (EH) 1EH=54g DBO ₅ /j	Volume EU domestique 160l/EH/j	Volume eau claire parasite m3/j	Taux de Dilution %
2 /1/2011	8330	703	13018	2083	6247	299
6/1/2011	6060	606	11222	1795	4265	237
14/1/2011	5370	215	3981	637	4733	743
2/2/2011	5620	562	10407	1665	3955	237
2/3/2011	8580	724	13407	2145	6435	300
6/3/2011	3400	340	6296	1007	2393	237
14/3/2011	3860	154	2852	456	3404	746
26/3/2011	4160	499	9241	1478	2682	181
28/3/2011	4030	443	8204	1313	2717	206
27/4/2011	4720	472	8741	1398	3322	237
22/5/2011	2550	383	7092	1134	1416	125
1/6/2011	1540	212	3923	627	913	145
6/6/2011	3330	333	6166	986	2344	237
10/9/2011	14080	563	10426	1668	12412	744

On note un taux de dilution généralement plus important pendant les événements pluvieux. Les valeurs [ecp (DBO₅)] sont estimées à partir des concentrations à l'entrée en DBO₅. On remarque que moins les concentrations mesurées sont élevées, plus la part d'eaux claires parasites est importante.

3.2.Évolution de la charge polluante

3.2.1. Suivi du traitement de l'azote

L'azote Kjeldahl NTK, est le paramètre le plus représentatif de la collecte des eaux usées. Les concentrations moyennes en azote Kjeldahl en entrée et en sortie de station sont respectivement 57.5 mg/l et 5.5 mg/l, soit 90% d'abattement.

Tableau 4. Résultats de l'azote de l'entrée à la sortie de la STEP (Nov 2009 - Oct 2011)

Paramètres	Moyenne	Max	Min
	Entrée Sortie	Entrée Sortie	Entrée Sortie
NTK mg/l	57.5	76	39
	5.5	10	4
N-NH ₄ mg/l	36.3	73	23
	2.81	6	0.4
N-NO ₃ mg/l	3.16	6.08	0.36
	15.86	22.69	8.3

Les concentrations en nitrates à l'entrée varient entre 0.36 mg/l et 6.08 mg/l avec une moyenne de 3.16 mg/l

Les teneurs en nitrate de l'effluent de sortie varient entre 8.3 mg/l et 22,69 mg/l avec une moyenne de 15,86 mg/l. Donc une augmentation de 400% de l'entrée à la sortie est due à la nitrification.

On peut considérer que la nitrification ne fonctionne bien que si la concentration d'azote ammoniacal dans l'eau traitée est inférieure à 1 mg N-NH₄/l. Inversement, si la concentration d'azote nitrique dans l'eau traitée dépasse, par temps sec, 3 à 5 mg N-NO₃/l (Gromaire et al. 2001). Pour la STEP de Médéa il y a lieu de diminuer la durée journalière d'aération.

3.2.2. Suivi du traitement du phosphore

A l'entrée de la STEP les phosphates oscillent entre 1 mg/l et 4.28 mg/l avec une moyenne de 2.33 mg/l. A la sortie, les teneurs résiduelles moyennes en orthophosphates sont de 1.31 mg/l. Ces valeurs sont très élevées par rapport à la limite tolérable de 0.1mg/l en phosphore total pour le rejet d'effluents dans un milieu sensible à l'eutrophisation (Ayers et Wescot, 1985). Par contre elles sont inférieures à 10 mg/l en ortho phosphates, comme étant une valeur limite acceptable d'un rejet direct dans le milieu récepteur (Joradp, 1996). Le niveau d'élimination du phosphore est instable et faible avec un rendement d'élimination moyen de 43 % .

3.2.3. Équilibre nutritionnel

Le métabolisme bactérien s'accompagne de besoins azotés sous forme d'azote ammoniacal et de besoins phosphorés sous forme d'orthophosphates dans les proportions suivantes : DBO₅/N-NH₄/P-PO₄ : (100/5/1).

Pour une DBO₅ moyenne de 390 mg/l et pour respecter ce ratio théorique, les concentrations en N-NH₄ et P- PO₄ doivent être respectivement de 19.5 mg/l et 3.9 mg/l. Or les valeurs moyennes enregistrées (36.3 mg/l en N-NH₄ et 2.33 mg/l de P-PO₄) indiquent un déficit de 40% pour P-PO₄ et une hausse de 86% pour N-NH₄ par rapport aux ratios théoriques respectifs. Ce déséquilibre en nutriments peut constituer un handicap au niveau du traitement biologique.

3.2.4. Suivi du traitement des charges organiques

Les MES représente 158% de la valeur nominale, avec une fréquence de dépassement de 83%, et un rendement de 96.44%.

Tableau 5. Résultats des paramètres globaux des eaux usées brutes et épurées (Nov 2009 - Oct 2011)

Paramètres	Moyenne		Max		Min		Valeur nominale
	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	
MES mg/l	695.5	23.87	1109	99	358	12	438
DCO mg/l	603	74.79	929	135	442	45	675
DBO ₅ mg/l	390	11.54	709	28	227	4	338

La DBO₅ égale à 115% de la valeur nominale, une fréquence de dépassement de 70% , et un rendement de 96.9%.

La DCO est d'un rendement de 87%. La valeur maximale est en hausse de 54% par rapport à la concentration moyenne.

La charge moyenne annuelle en DBO₅, représente en 2011, 916,86 tonnes, en diminution de 42% par rapport à 2010 (1597,41tonnes/an). Malgré cette importante diminution de charge, le flux rejeté dans le cours d'eau (36 tonnes de DBO₅/an) est en très légère diminution de 2.7% par rapport à 2010 (37 tonnes/an), cela est relié au taux moyen d'élimination de DBO₅ de 96%, en baisse de 1.65 % par rapport à 2010 (97.65%).

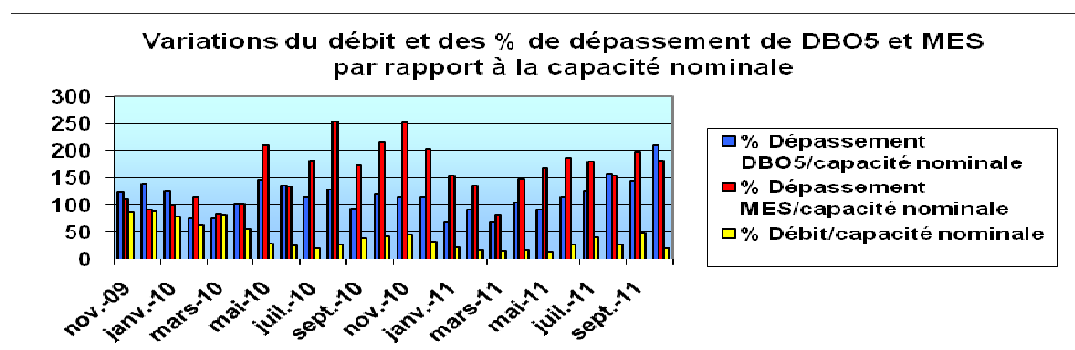


Figure.2. Variations du débit et des % de dépassement de DBO₅ et MES par rapport à la capacité nominale

3.2.5. Les ratios

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 6. Relation entre les paramètres de pollution

RATIO	Moyenne	MAX	MIN
MES/DBO ₅	1,85	2,96	0,84
DCO/MES	0,87	1,39	0,5
MES/DCO	1,16	1,98	0,72
DCO/DBO (eau brute)	1,55	2,21	1,18
DCO/DBO (eau épurée)	8,42	18,5	1,8
DBO ₅ /DCO	0,64	0,84	0,45
DBO ₅ /NTK	6,77	7,6	6,18
DBO ₅ /MES	0,6	1,18	0,33
NH ₄ /NTK	0,63	0,76	0,6
NTK/DBO ₅	0,15	0,16	0,13
DCO/NTK	9,92	14,15	7,3
NH ₄ /DCO	0,06	0,08	0,03

DCO/DBO₅ (E. brute): trouvé de 1.55, est caractéristique d'un effluent domestique. Une valeur inférieure à 2 confirme la biodégradabilité de ces eaux usées.

DCO/DBO₅ (E. épurée) : trouvé de 8.42, montre une diminution de la part de matières organiques oxydables durant le processus de traitement.

DBO₅/DCO: indication sur l'origine d'une pollution, ses possibilités de traitement. Le rapport DBO₅/DCO de 0.64 confirme que ces eaux sont chargées en matières organiques (64%), et en matières inorganiques (36%). La charge organique rend ces eaux instables, elles évoluent vite vers des formes « digérées » avec le risque de dégagement d'odeur (dans un milieu anaérobie).

DCO/NTK: $8.8 < 9.92 < 12$, indique la mixité de l'effluent. Pour permettre une dénitrification dans de bonnes conditions le ratio DCO/N-Oxydé doit être supérieur à 2.9, il est de 4.71. Nous pouvons déjà conclure sur la base de ces observations que l'apport de carbone est théoriquement suffisant pour assurer une bonne nitrification de l'effluent avec un

rapport largement supérieur à 5, mais des ratios DCO/NTK trop élevés risquent de perturber cette fonction.

NH₄/NTK : 0.63, indique un degré d'ammonification satisfaisant. Traduisant ainsi un écoulement de ces eaux brutes au sein d'un réseau long, avec élimination d'une éventuelle situation septique.

NH₄/DCO: $0.06 < 1$, cette valeur peut être considérée comme caractéristique des eaux usées domestiques.

MES/DCO : $1,16 > 1$. Ceci s'explique par une production des MES qui mettent en évidence les phénomènes de sédimentation - érosion dans le réseau.

MES/DBO₅: Indique la répartition de la pollution particulaire et de la pollution dissoute. La valeur moyenne de 1.85 indique que la pollution est plutôt granulaire que dissoute, ce qui caractérise un réseau essentiellement unitaire. Ces valeurs sont en accord avec les résultats publiés par Gromaire et al, (2001) Les variations enregistrées peuvent être attribuées au phénomène de sédimentation -érosion au sein du réseau.

DBO₅/NTK : trouvé de 6.77 dépasse légèrement celles usuellement rencontrées (4 à 5). Il influence le pourcentage de nitrification et montre bien le degré d'abattement de l'azote.

DBO₅/MES: trouvé de 0.60, comparable à 0.78 trouvé par Gromaire, (1998). Les valeurs extrêmes de ce ratio varient entre 0.33 et 1.18 et sont imputables au phénomène sédimentation- érosion dans le réseau.

DCO/MES: ce ratio varie de 0.5 à 1.39 avec une moyenne de 0.87, inférieure à 1.64 trouvé par Gromaire, (1998). Ça représente la teneur de la DCO dans les particules.

NTK/DBO₅ : évolue entre 0.13 et 0.16 avec une valeur moyenne de 0.15, La cinétique de dénitrification dépend de ce ratio.

3.3. Énergie électrique consommée

La valeur moyenne de l'énergie électrique consommée est de 3446,62 kWh/j. La masse de pollution éliminée en termes de DBO₅ et de DCO s'élève respectivement à 4198 et 5709,08 kg/j.

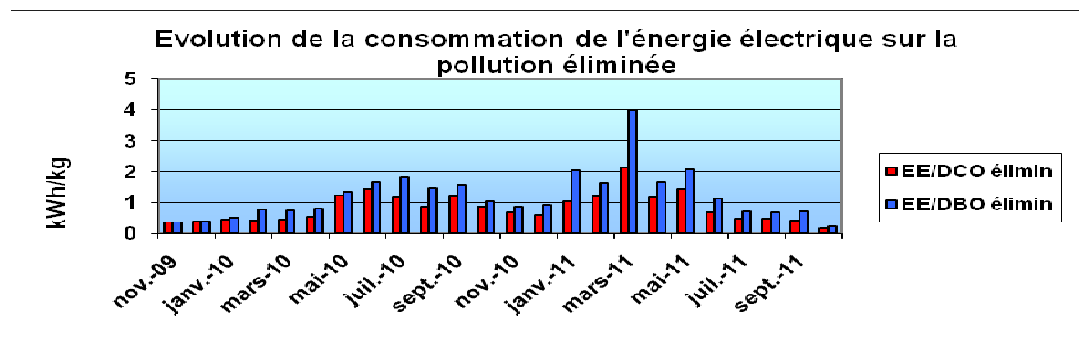


Figure.3. Variations des rapports EE/DBO₅ éliminée et EE/DCO éliminée

La quantité d'énergie nécessaire pour éliminer la pollution s'élève à 0.82 kWh/kg de DBO₅, par contre elle est de 0.60 kWh/kg de DCO. La valeur maximale du rapport EE/DBO₅-éliminée (Énergie Électrique /DBO₅ éliminée) de 3.98 enregistrée durant le mois de mars 2011, et les valeurs de 2.04 et 2.06 enregistrées respectivement pendant les mois de janvier et mai 2011 sont excessives pour la filière Boue activée et dépassent les valeurs usuelles (≤ 2

kWh/kg DBO₅ éliminée) (OIE, 2001). Il est recommandé, à cause de ces consommations spécifiques élevées, d'effectuer une analyse diagnostic énergétique de l'installation.

Conclusion

Les dépassements en eaux claires parasites et des taux de dilution élevés des eaux usées, nécessitent une prise en charge conséquente au niveau du réseau d'assainissement de la ville de Médéa, ce qui permet d'améliorer les performances et de réduire les frais d'exploitation. La bonne gestion des STEP doit donc passer à l'avenir par une meilleure connaissance et maîtrise du réseau d'évacuation des eaux.

A fin de tempérer les nitrates à la sortie de la STEP de Médéa, il y a lieu de diminuer la durée journalière d'aération, en augmentant la durée de dénitrification en anoxie.

Les ratios MES/DBO₅ et MES/DCO sont élevées, traduisant une pollution à caractère particulière. Une étude quantitative serait souhaitable pour compléter ces résultats, notamment pour évaluer l'influence des réseaux de collecte sur la qualité des eaux usées domestiques brutes.

Les valeurs maximales enregistrées de l'énergie électrique nécessaire pour l'élimination de pollution, provoquant des dépassements en consommation spécifique énergétique de l'installation nécessitent d'effectuer une analyse diagnostic.

RÉFÉRENCES

- Catherine B., Alain H., Jean-M H., 2009. Technologies d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées (REUT). Rapport final, Convention de partenariat ONEMA- Cemagref, 100p.
- Gromaire – METZ MC., 1998. *La pollution des eaux pluviales urbaines en réseau d'assainissement unitaire ; Caractéristiques et origines*. Thèse de doctorat, Ecole nationale des Ponts et chaussée, 506 p.
- Gromaire et al., 2001. *Impact des rejets urbains de temps de pluie (RUTP) sur les milieux aquatiques*. Revue des Sciences de l'eau / Journal of Water Science., 20 : 229 – 239.
- Joradp., 1996. Journal officiel de la République Algérienne. *Normes de rejets dans le milieu récepteur.*, 46 : 7-12.
- Kettab A., 2000. *Les ressources en eau en Algérie : stratégies, enjeux et vision*. Conférence sur les stratégies de dessalement dans les pays du Sud méditerranéen, Djerba, pp 25-33.
- Kettab A., Metiche R., Bennacar N., 2008. *De l'eau pour un développement durable : enjeux et stratégies*, *Science de l'Eau.*, 21 : 247-256.
- OIE., 2001. Office International de l'Eau. Procèdes extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités, 44p.
- Rodier J., Legube B., Merlet N et coll., 2009. *L'analyse de l'eau*, Paris, Edition Dunod, pp. 965-1071.