

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE QUELQUES CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET HYGIÉNIQUES DES EAUX USÉES ISSUES DE REJETS DE CERTAINES LOCALITÉS DE LA CUVETTE DE OUARGLA (SAHARA SEPTENTRIONAL EST ALGÉRIEN): IMPACT SUR LE MILIEU RÉCEPTEUR

HAMDI Wassila*, YOUCEFI Mustapha, TOUIL Youcef., BOUGRINAT Radia,
FERHI Naziha, et OULD EL HADJ Mohamed Didi
Université Kasdi Merbah-Ouargla
Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi-aride
Ouargla 3000 Algérie Email : mohameddidid@yahoo.fr

Résumé- La cuvette de Ouargla a connu durant ses dernières décennies, une urbanisation galopante se traduisant, par un accroissement accru en rejets d'eaux usées domestiques et industrielles avec toutes leurs conséquences sur le milieu récepteur aride. La présente étude sur terrain, laisse apparaître que les réseaux d'assainissement de la cuvette, jouent un rôle de transporteur des eaux usées brutes d'une partie de la ville vers une autre, bien que habitée. Les analyses physico-chimiques de ces eaux montrent qu'elles ont un pH qui ne semble pas varier d'une manière significative dans les différents échantillons d'eau. Mais la conductivité électrique varie suivant les sites. Cette variation va du simple au double. A Ouargla, l'origine des eaux d'alimentation a une influence sur la conductivité électrique. Les températures des différents échantillons d'eaux usées sont très proches d'une zone de prélèvement à l'autre, se situent entre 18,8°C à 23,9°C durant la période d'étude. Les matières en suspension sont d'origine minérale à savoir sable, limon, argile, etc., ou organique représentant des produits de la décomposition des matières végétales ou animales, acides humiques ou fulviques par exemple. La demande chimique affiche une variation allant, de 460 mg O₂/l pour les eaux usées de l'hôpital à 7584 mg O₂/l pour les eaux usées du Ksar. Pour la demande biologique en oxygène des eaux usées analysées, elle diffère entre les eaux usées domestiques et industrielles. Mais le rapport DCO/DBO₅ reste faible. Ces eaux usées sont caractérisées par un taux de sels ammoniacaux NH₄⁺ plus élevé que celles préconisées par les normes françaises. Les caractéristiques hygiéniques de nos échantillons révèlent l'existence de différentes espèces bactériennes avec une dominance de coliformes totaux, de coliformes fécaux et de clostridium sulfite-réducteurs. Ce dernier demeure responsable de la corrosion au niveau des canalisations. Mais au cours des différentes analyses hygiéniques, il est noté l'absence de Salmonella.

Mots clés: Eau usée, Ouargla, hygiène, chimie, domestique, industrie, Sahara.

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF SOME PHYSICAL AND CHEMICAL AND HYGIENIC CHARACTERISTIC OF WASTEWATER DISCHARGE FROM CERTAIN LOCALITIES OF THE BASIN OF OUARGLA (NORTH EAST ALGERIAN SAHARA): IMPACT ON THE ENVIRONMENT RECEIVER

Abstract-The basin of Ouargla has experienced during his last decades, resulting in rapid urbanization, increased by an increase in discharges of domestic sewage and industrial with all their consequences on the receiving environment dry. This field study, reveals that the sewerage of the basin, play a role of carrier of raw sewage a part of town to another, although inhabited. The physico-chemical analyzes of these waters indicate that they have a pH that does not appear to vary significantly in different water samples. But the electrical conductivity varies from site to site. This variation is a factor of two. In Ouargla, origin of water supplies has influenced one of the electrical conductivity. The temperatures of the different wastewater samples are very close to a picking area to another are between 18.8°C to 23.9°C during the study period. Suspended solids are of mineral origin namely sand, silt, clay, etc., Representative or organic products of decaying plant or animal matter, humic or fulvic acids, for example. The chemical demand shows a variation ranging from 460 mg O₂/l for wastewater from hospital to 7584 mg O₂/l for wastewater Ksar. For biological oxygen demand of wastewater analyzed, it differs between the domestic and industrial wastewater. But the report DCO/DBO₅ remains low. These wastewaters are characterized by a rate of NH₄⁺ ammonium salts higher than those recommended by French standards. The hygienic characteristics of our samples revealed the existence of different bacterial species with a dominance of total coliforms, fecal coliforms and Clostridium sulfite-reducers. The latter remains responsible for the corrosion in the pipes. But during various hygienic analyzes, noted the absence of Salmonella.

Keywords: Wastewater, Ouargla, hygiene, chemistry, domestic, industry, Sahara.

Introduction

Le développement démographique et la croissance industrielle de notre ère, conditionnent notre environnement et notre mode de vie. Certes la croissance industrielle comporte des avantages sur le plan économique et social, et apporte une certaine amélioration de niveau social [1]. Le développement de l'industrie et la poussée démographique entraînent une demande en eau toujours croissante et par conséquent, un déversement quotidien d'un flux de polluants [2]. Les eaux usées sont généralement en croissance avec la taille de l'agglomération suite à une certaine habitude de vie et une plus grande activité du secteur industriel.

La cuvette de Ouargla se développe de nos jours d'une manière anarchique. Cet accroissement entraîne un flux de populations rurales et interurbaines qui sont en liaison directe avec une surexploitation des ressources hydriques. Tenant compte de la topographie de la cuvette, elle se heurte à des problèmes d'évacuation des eaux usées urbaines dont les volumes ne cessent de s'amplifier. Le problème majeur auquel doit faire face Ouargla demeure le manque d'un exutoire capable de drainer les volumes d'eaux usées déversés par jour et dont les quantités ne cessent d'augmenter dans le temps. Un tiers seulement de la cuvette de Ouargla est dépourvu de réseaux d'assainissement d'où la réalisation des fosses perdues sur un sol à structure sablonneuse sur un support gypseux. Face à ce constat, il est entrepris une étude de l'impact des eaux usées dans la cuvette de Ouargla. L'objectif s'articule autour de deux points à savoir l'action des eaux usées sur la cuvette mais aussi leur qualité hygiénique et physico-chimiques.

1.- Méthodologie de travail

1.1.- Enquête

Le réseau d'assainissement de la ville de Ouargla, a un rôle de transporteur des eaux usées brutes d'une partie de la ville de Ouargla vers l'exutoire principale d'Oum Raneb, avec tous les risques d'hygiéniques possibles. La situation de continentalité de la ville de Ouargla ne permet pas une évacuation des eaux usées en dehors de la cuvette.

1.2.- Investigations sur terrain

Malgré les faibles précipitations, Ouargla dispose d'un réservoir hydrique souterrain important par rapport aux autres zones du Sahara algérien. Ces eaux ont des provenances diverses à savoir des eaux usées provenant des zones industrielles, des ménages, des hôpitaux, de l'agriculture, etc. Dans la cuvette de Ouargla l'industrie est caractérisée par un hôpital, un abattoir, des stations de lavage, des petites industries dont la plupart est localisée dans la zone industrielle comme par exemple l'unité de maintenance profonde ou l'unité de montage industriel, etc.

1.3.- Choix des sites

Le choix des sites d'étude est orienté par les caractéristiques des eaux usées de la cuvette de Ouargla mais aussi en fonction de leur provenance. Vu les caractéristiques et les différents paramètres des eaux usées de la cuvette de Ouargla le choix a porté sur les eaux usées de l'abattoir, de l'unité de montage, de l'hôpital, du Ksar et de la maintenance industriel et de l'unité de maintenance de la société algérienne de transport routier (SNTV) de Ouargla.

1.4.- Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques concernent le pH, la conductivité électrique, les matières en suspension, la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène (DBO5) et le dosage des sels ammoniacaux (NH_4^+).

1.5.- Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques portent sur la recherche des coliformes totaux, les coliformes fécaux, les clostridium sulfito-réducteurs et les salmonellas.

2.- Résultats et discussion

2.1.- Diagnostic sur terrain

Des investigations de l'impact des eaux usées dans la cuvette de Ouargla laissent apparaître une dégradation des drains d'évacuations qui parfois inexistant à cause de leur mauvais entretien. La dégradation du niveau de vie des cultivateurs entraîne un délaissement de la palmeraie ou la conversion de certaines parcelles en habitation. L'extension de la ville de Ouargla est l'un des facteurs clés de la dégradation de l'écosystème la cuvette de Ouargla. Les constructions dans la palmeraie sans tenir compte du caractère de la cuvette ayant une nappe qui affleure en surface avec une salinité élevée, ont eu des répercussions sur l'environnement socio-économique mais aussi sur la santé des populations. Cette cause naturelle émane essentiellement de la situation géographique et topographique de la palmeraie rendant le problème de drainage d'une fragilité considérable. Il n'existe pas un lieu de rejet à cela s'ajoute la difficulté d'évacuation des excédents. Ce sont les conséquences d'une zone humide. Cette zone saharienne est caractérisée par des sols sablonneux. Ces sols vu les pores d'un trop grand diamètre, les eaux usées domestiques ou industrielles ne sont pas retenues dans les couches superficielles mais s'infiltrant et gagnent les couches profondes. La composition des eaux profondes dépend de la qualité hygiénique de ces eaux; une telle qualité que l'on retrouve dans la nappe phréatique.

2.2.- Analyses physico-chimiques des eaux usées échantillonnées de la cuvette de Ouargla

Les résultats des analyses physiques et chimiques de la première et la deuxième campagne sont groupés dans le tableau I. Les valeurs du pH ne semblent pas varier d'une manière significative dans les différents échantillons d'eau. Cependant, ces eaux ont une provenance soit industrielle ou domestique. Elles sont légèrement alcalines. La valeur de pH, la plus faible est celle obtenue avec les eaux usées de l'abattoir égale à 6,91. La pollution dans cette zone d'activité est essentiellement organique. La dégradation des substances organiques entraîne une tendance générale à acidifier le milieu par suite de la fermentation rapide [3]. Selon, les normes Algériennes pour les pH des eaux usées publiés dans le journal officiel en 1993, les rejets sont admises avec des valeurs de pH comprises entre 5,5 et 8,5. Les valeurs de pH respectives pour les différents échantillons analysés dans la première campagne, au vu de normes nationales semblent sans impact sur le milieu naturel. Pour les mesures du pH de la deuxième campagne, laisse apparaître tous les échantillons soit domestiques ou industriels, de pH légèrement alcalins. Cette légère alcalinité variée de 7,13 pour le Ksar 7,13 à 7,85 pour l'hôpital 7,85. Un pH élevé peut conduire à des dépôts incrustants dans les circuits [4]. Avec 6,89, l'abattoir présente des eaux usées acides à cause de la dégradation des substances organiques comme le sang par exemple. Mais l'unité de montage et maintenance industriel avec un pH 6,35 suite à la dégradation de la matière organique existante en anaérobiose sous la suspension huileuse. Un pH inférieur à 7 peut conduire la corrosion du ciment ou des métaux de canalisations avec l'entraînement de plomb par exemple [4].

Tableau I.- Analyses physiques et chimiques des deux compagnes

Caractères	Paramètres									
	Echantillons	pH	CE ($\mu\text{s/cm}$)	T ($^{\circ}\text{C}$)	MES (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg O ₂ /l)	DCO/DBO ₅	NH ₄ ⁺ mg/l	
Premiere campagne	Eaux usées industrielles	Abattoir	6.99	5.7	19.3	704	2764	680	4.06	-
		Unité de montage	7.21	5.1	19.1	5800	>19008	1000	>19.00	-
		Unité de maintenance	7.15	5.4	19.2	1708	2150	200	10.75	-
		Station de lavage	7.32	4.4	19.1	1058	3417	520	6.57	-
	Domesti ques	Hôpital	7.34	2.6	18.8	451	460	70	6.57	-
		Ksar	6.94	3.8	19.0	6924	7584	1700	4.59	-
		Villas sahariennes	7.14	2.9	19.1	40	730	200	3.65	-
		Cite 460	7.47	4.4	19.3	89	614	170	3.61	-
Deuxieme campagne	Eaux usées industrielles	Abattoir	6.89	4.9	23.9	4254	18432	840	21.04	42
		Unité de montage	6.35	2.7	17.1	15058	>20928	>2500		203
		Unité de maintenance	7.37	5.4	21.2	2846	3360	650	5.16	42
		Station de lavage	7.35	2.5	18.3	102	1421	60	23.6	175
	Eaux usées domestiques	Hôpital	7.85	1.5	20.4	56	768	230	3.33	308
		Ksar	7.13	2.1	18.6	379	672	450	1.49	140
		Villas Sahariennes	7.33	2	22.5	139	595	340	1.75	322
		Cité 460	7.20	2.4	17.3	168	806	490	1.64	231

La conductivité électrique indique le degré de la salinité ou bien la concentration des sels dissous dans l'eau. Elle est utilisée pour le contrôle de la qualité de l'eau [5]. Les valeurs de la conductivité électrique variables d'un site à l'autre. Cette variation va du simple au double (Tab. I). Donc dans ses eaux les sels solubles sont faibles mais jamais nulles. Ceci peut s'expliquer par l'auto-dissociation [6]. Les valeurs de la deuxième campagne apparaissent proches les unes aux autres surtout pour l'unité de montage et maintenance industriel avec $2,7 \mu\text{s}/\text{cm}$ et, la station de lavage avec $2,5 \mu\text{s}/\text{cm}$ qui se situe dans la zone d'activité cette dernière est alimentée par deux complexes différents. Elle se trouve dans la zone de partage. L'hôpital et le Ksar présentent toujours une conductivité électrique faible. Toutefois, les valeurs de la CE pour l'abattoir, l'unité de maintenance profonde restent presque constantes. Selon RODIER (1996) dans les rejets d'eaux usées des modifications importantes de la conductivité électrique peuvent intervenir rapidement au cours de la journée [4]. Les températures des différents échantillons d'eaux usées sont très proches d'une zone de prélèvement à l'autre (Tab. I). Cependant une température supérieure à 15°C favorise le développement des micro-organismes dans les canalisations en même temps qu'elle peut intensifier les odeurs et les saveurs [4].

Les matières en suspension peuvent être d'origine minérale à savoir sable, limon, argile, etc., ou organique représentée par les produits de la décomposition des matières végétales ou animales, acides humiques ou fulviques par exemple. A ces composés s'ajoutent les micro-organismes tels que les bactéries, les planctons, les algues et les virus (tab. I). Ces substances sont responsables en particulier de la turbidité et de la couleur [3].

La demande chimique en oxygène est la teneur en O_2 consommée par les matières oxydables (réductrices) dans des conditions définies [6]. Le tableau I montre une variation considérablement des valeurs allant de $460 \text{ mg O}_2/\text{l}$ pour l'hôpital à $7584 \text{ mg O}_2/\text{l}$ pour le Ksar. Les normes algériens des rejets d'eaux usées admises sont de l'ordre de $120 \text{ mg O}_2/\text{l}$. Des nuisances du milieu récepteur sont perceptibles s'il y a un apport élevé de matières organiques dans les eaux usées, alors une prolifération importante des micro-organismes pathogènes. La représentativité de la DCO n'est plus satisfaisante pour les eaux chargées en halogénures (rejets salins par exemple) ou des teneurs en chlorures supérieurs à 2 g/l [3]. La DCO est élevée pour tous les échantillons sauf pour celui de la station de lavage du Ksar et des villas sahariennes. Cette augmentation est due à l'augmentation de la matière en suspension qui contient des matières oxydables (tab. I).

La Demande biologique en oxygène, est la quantité d'oxygène en (mg/l) consommée pour épurer biologiquement l'eau en cinq jours à 20°C et à l'obscurité [6]. Le tableau I montre pour les eaux usées analysées une différence de la DBO_5 entre les eaux usées domestiques et industrielles. Il y a également une différence entre les sites de prélèvement. Pour les eaux usées industrielles, la valeur la plus faible, est celle de l'hôpital égale à une moyenne de $70 \text{ mg O}_2/\text{l}$. Les normes algériennes fixent pour les rejets d'eaux usées la DBO_5 à $40 \text{ mg O}_2/\text{l}$. C'est au Ksar que la valeur élevée de la DBO_5 est perceptible soit $1650 \text{ mg O}_2/\text{l}$ d'eaux usées. La richesse en matière organique biodégradable diffère en fonction du mode de vie et l'utilisation des détergents. D'une manière globale les valeurs de la DBO_5 élevée durant la deuxième campagne sont dues à une activité microbienne intense pendant la période estivale.

Le rapport DCO/DBO_5 est l'indice de la biodégradabilité en milieu liquide d'un effluent. Il caractérise son aptitude à un traitement biologique. En moyenne le rapport DCO/DBO des effluents bruts domestiques et agroalimentaires, varie de 2 à $2,5 \text{ mg O}_2/\text{l}$ [7]. Plus le rapport est faible plus l'effluent est biodégradable. Le rapport DCO/DBO pour la première campagne est compris entre 3.61 et 4.59 pour les eaux usées domestiques. Il y a une tendance vers une

dégradation des produits chimiques comme les détergents pour les eaux usées industrielles. Un rapport DCO/DBO₅ situé entre 6.57 et 10.75, mais ces valeurs sont très loin du rapport standard des effluents résiduaires urbaines donc la biodégradabilité est mauvaise. Pour la deuxième campagne les eaux usées domestiques, le rapport DCO/DBO₅ va de 1.49 à 1.75. C'est le fait que l'eau est fraîche et ne subit pas encore une biodégradabilité. Tandis que les eaux usées industrielles ont une mauvaise biodégradabilité à cause de l'existence de certains produits inhibiteurs de ce phénomène tels que les huiles, les graisses, les phénols, ou une charge importante en matière organique. Pour les sels ammoniacaux NH₄⁺ les valeurs obtenues de l'abattoir à l'unité de maintenance profonde. La valeur maximale est de 322 mg/l dans les villas sahariennes par dégradation de l'azote organique. En comparant avec les normes françaises des eaux urbaines marquées par une variation de valeurs entre 20-80 mg/l de NH₄⁺ [3]. Les eaux usées des différents échantillons, sont caractérisées par un taux de sels ammoniacaux NH₄⁺ plus élevé que celles de la France. Les sels ammoniacaux n'ont pas un effet appréciable sur la santé de l'homme. Leur présence est un indicateur de pollution. Il permet à certaines bactéries de proliférer dans les réseaux. Il s'agit essentiellement de la prolifération de mauvaises odeurs dans le cas de conditions anaérobies [3]. L'entraînement par percolation à travers le sol ou par ruissellement apporte une pollution non négligeable des eaux souterraines et superficielles particulièrement dans le cas de l'azote et des micropolluants minéraux [3].

2.3.- Paramètres bactériologiques

Les analyses hygiéniques des différents échantillons montrent l'existence de différentes espèces microbiennes, sont groupées dans le tableau II. Dans les échantillons des eaux usées, la nature de la population bactérienne est très variée [3]. Le nombre de coliformes totaux apparaît plus ou moins constant dans ces eaux usées. Il est en moyenne égale à 14.10^4 germes /ml dans tous les échantillons sauf dans celui de l'unité de maintenance où le nombre chute jusqu'à 25.10^2 germes /ml. Pour les coliformes fécaux, le nombre est de même égale à celui des coliformes totaux 14.10^4 germes /ml, une exception pour l'unité de maintenance avec $2.5.10^2$ germes /ml. A l'abattoir, ils sont de 11.10^4 germes /ml et la station de lavage seulement 25 germes /ml. Cette variation de concentration des germes est due à la nature des rejets. Pour RODIER (1996) ces germes vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et constituent des indicateurs fécaux de la première importance [4]. Le nombre de streptocoques et de streptocoques fécaux est égale à 14.10^4 germes /ml pour l'abattoir et l'unité de maintenance d'une part et à l'hôpital et ksar d'autre part respectivement 65.10^3 germes /ml et 2.10^4 germes /ml. La présence des staphylocoques est remarquable pour l'abattoir, l'unité de montage, l'unité de maintenance, et la cité 460. Ce groupe de bactéries est presque absent dans les autres échantillons. Pour les salmonella les résultats laissent apparaître une absence totale dans tous les échantillons. Les résultats obtenus montrent que les eaux usées de quelle nature que soit sont colonisées par les clostridium sulfite-réducteurs. Ils sont responsables de mauvaises odeurs et peut être à l'origine de la corrosion au niveau des conduits. Les bactéries sont dites pathogènes quant elles sont capables de proliférer dans un organisme pluricellulaire en provoquant chez ce dernier des troubles de santé plus ou moins graves quand les conditions de milieu leur sont favorables et pénètrent par accident dans une voie biologique inhabituelle par ex: colibacilles dans le sang [3]. En présence de NH₄⁺ dans les eaux usées des bactéries nitrifiantes peuvent développer une nitrification acidifiante [3], ce qui justifie des pH de l'unité de montage acide ou il a été constaté une valeur de NH₄⁺ importante soit 203 mg/l.

Tableau II.- Analyses bactériologiques

Echantillons	Germes Coliformes (Nombre/ml)	Coliformes fécaux (nombre/ml)	Streptocoques (nombre/ml)	Streptocoques fécaux (nombre/ ml)	Staphylocoques (Présence ou absence)	Salmonella (Présence ou absence)	Clostridium sulfito- réductrices
Abattoir	14.10^4	11.10^4	14.10^4	14.10^4	+	-	Envahissement
Unité de montage	14.10^4	14.10^4	14.10^4	14.10^4	+	-	Envahissement
Unité de maintenance	25.10^2	$2.5.10^3$	0	0	+	-	Envahissement
Station de lavage	14.10^4	25	0	0	-	-	Envahissement
Hôpital	14.10^4	14.10^4	$6.5.10^3$	$6.5.10^3$	-	-	Envahissement
Ksar	14.10^4	14.10^4	2.10^4	2.10^4	-	-	Envahissement
Villas sahariennes	14.10^4	14.10^4	$3.5.10^3$	3.10^2	-	-	Envahissement
Cité 460	14.10^4	14.10^4	14.10^4	25.10^3	+	-	Envahissement

3.- Conclusion

Les réseaux d'assainissement dans cette bande aride, jouent un rôle de transport des eaux usées brutes d'une partie de la ville à une autre partie habitée, avec tous les risques d'hygiéniques possibles. Les eaux usées qui s'y déversent, s'infiltrent et peuvent regagner la nappe phréatique avec toutes les conséquences hygiéniques. L'extension de la ville de Ouargla est l'un des facteurs clés de la dégradation de l'écosystème la cuvette de Ouargla. Les analyses physiques et chimiques de quelques échantillons d'eaux usées prélevées à différents points laissent apparaître des valeurs du pH qui ne semblent pas varier d'une manière significative dans les différents échantillons d'eau. La conductivité électrique varie du simple au double. Les matières en suspension peuvent être d'origine minérale. Les sels ammoniacaux NH_4^+ les eaux usées de nos échantillons sont caractérisées par un taux plus élevé que celles de la France.

Les analyses hygiéniques des échantillons montrent que les eaux usées de la cuvette de Ouargla, sont caractérisées bactériologiquement par l'absence de salmonelles, une dominance de coliformes totaux, de coliformes fécaux et de clostridium sulfito-réducteurs qui provoquent la corrosion de canalisation.

Références bibliographiques

- [1].- Gaid A., 1984. Epuration des eaux usées urbaines. Ed. Office de Publication Universitaire (T1), Ben Aknoun, Alger: 5-7.
- [2].- Anonyme, 2001. Maîtrise de la croissance urbaine de la métropole de Ouargla. ANAT, Ouargla: 2-15.
- [3].- Brault J. L., 1989. Mémento Technique de l'eau. Ed. Technique et Documentation, Paris: 3-119.
- [4].- Rodier J., 1996. L'analyse de l'eau. Ed. DOIN, 8^{ème} édition, Paris: 644-1047.
- [5].- Satin M, Selmi B., 1999. Guide technique de l'assainissement. Ed. Le Moniteur, 2^{ème} édition, Paris: 37-86.
- [6].- Ouali M. S., 2001. Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux. Office des publications universitaires, Ben Aknoun, Alger: 10-15.
- [7].- Mustin M., 1989. Le compost gestion de la matière organique. Ed. François Dubux, Paris: 266-269.