



## **Etude de la problématique de la présence de l'H<sub>2</sub>S dans le réseau d'assainissement de la ville basse de la ville de Mohammedia (Study of the problems related to the presence of Hydrogen Sulfide (H<sub>2</sub>S) in the sewer system in the lower district of the city of Mohammedia)**

**A. Taleb<sup>1</sup>, I. Kanbouchi<sup>1</sup>, S. Souabi<sup>1</sup>, A. Chtaini<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Laboratoire de Génie de l'Eau et de l'Environnement, faculté des Sciences et Techniques,  
BP 146, Mohammedia, Maroc*

<sup>2</sup> *Laboratoire de Géochimie Appliquée et Environnement Département de Géologie Faculté des Sciences  
Ben M'Sik Casablanca, Maroc.*

Received 2 Feb 2015, Revised 15 June 2015, Accepted 15 June 2015,

\*Corresponding author: E-mail: [talebabdeslam@gmail.com](mailto:talebabdeslam@gmail.com) Tél : (+212668633995)

### **Abstract**

In this study, we evaluated the production of Hydrogen Sulfide (H<sub>2</sub>S) from a wastewater collection pond of a tannery company in the city of Mohammedia. We also examined the effects of untreated wastewater which was drained directly into the sea. The results showed that the quality of the wastewater changes considerably over time (April and May 2009). The analysis of the wastewater from the collection pond showed that the level of H<sub>2</sub>S pollution varies over time. The levels of COD from the tannery company's collection pond reach 28 g/l while sulfate concentration was at maximum values of 6876.9 mg / L. Furthermore, concentration of sulfides varied between 26.6 - 39.6 mg / L which was well over standard levels (0.1 - 10 mg / L). Concentrations of Hydrogen Sulfide from samples taken from different points varied depending on the site and also over time. A maximum concentration of about 50 mg / l was observed from the sampling points at Farhat Hachad and Port Street and 30 - 160 mg / L from the collection pond at the tannery company in Mohammedia. Furthermore, during the summer H<sub>2</sub>S concentrations detected from several sampling points often reached 200 mg / L. This showed that the conversion of H<sub>2</sub>S to sulfate in the sewerage system favored an anaerobic environment which facilitates the release of bad odors. During the case study, the sulfide concentrations varied from one point to the other and also over time. The methane content from different wastewater supplies was high at the sample point located close to a delicatessen compared to other sampling points which were related to the anaerobic state in the sewer.

*Key words:* Industrial Wastewater, characterization, tannery, sulphides, impact.

### **Résumé**

Dans ce travail, nous avons évalué la production de H<sub>2</sub>S dans les eaux usées au niveau du bassin de collecte de tout type d'eau de la société de tannerie de la ville de Mohammedia au cours du temps ainsi que dans les eaux usées drainées par les réseaux d'assainissement sans traitement vers la mer. Les résultats obtenus ont montré que la qualité des eaux usées varie considérablement au cours du temps (avril et mai 2009). L'analyse des eaux usées au niveau du bassin de la collecte de la tannerie a montré une charge polluante en H<sub>2</sub>S variables avec le temps. Les teneurs en DCO au niveau du bassin de collecte de la société de tannerie atteignent 28 g/L alors que la concentration en sulfates admet comme valeurs maximale de 6876,9 mg/L. Par ailleurs, la concentration en sulfures varient entre 26,6 et 39,6 mg/L ce qui dépasse largement les normes (0,1 – 10 mg/L). Les concentrations de H<sub>2</sub>S observées au niveau des différents points de prélèvements varient d'un point à l'autre et au cours du temps. La concentration maximale varie autour de 50 mg/L au niveau du point de prélèvement de Farhat hachad et rue de port et 30 et 160 mg/L au niveau du collecteur de la tannerie de Mohammedia. Par ailleurs, durant l'été les concentrations de H<sub>2</sub>S détectées dans plusieurs points de prélèvement atteint souvent 200 mg/L. Ceci montre que la transformation des sulfates en H<sub>2</sub>S dans le réseau d'assainissement est favorisée pour le milieu anaérobie ce qui facilite le dégagement de mauvaise odeur. Durant la période d'étude les concentrations en sulfures varient d'un point à l'autre et au cours du temps. Les teneurs en méthane de point du diversement de ces eaux usées, sont élevées au point de mesure situé près de l'industrie charcuterie comparées aux autres points de prélèvement ce qui est en relation avec l'état anaérobie au niveau du réseau d'assainissement.

*Mots clés :* Eaux usées, caractérisation, tannerie, sulfures, impact.

## I. Introduction

L'accroissement de la population entraîne l'extension des surfaces cultivables qui, en corrélation avec l'existence d'un tissu industriel dense, augmentent la quantité d'eau consommée. Il en résulte une augmentation des volumes d'eau rejetées et une détérioration de l'environnement, plus par la pollution des sources d'eau inexistantes que par l'insuffisance de leur nombre. C'est pourquoi il existe d'une part une crise d'eau et d'autre part les eaux usées rejetées dans le milieu récepteur provoquent une menace considérable pour les écosystèmes. Au Maroc, le volume des eaux usées a été estimé à 500 Mm<sup>3</sup> en l'an 2000 et devrait atteindre 900 Mm<sup>3</sup> en l'an 2020, dont 74% sont véhiculées au niveau des réseaux d'assainissement [1]. Le parc industriel de Mohammedia est d'une importance vitale pour l'économie nationale et contribue en grande partie à la création de l'emploi dans la région. Cependant, la production industrielle est devenue de plus en plus source de pollution et de nuisances pour l'environnement et la santé des populations de la ville [2]. En dépit des carences en matières de l'étude approfondie et de données fiables sur la quantité et la nature des différents rejets industriels de la ville dans la mer ou dans l'air, il est certain que les matières organiques, minérales et les métaux lourds ont des indices négatifs sur les conditions et les équilibres écologiques et affectent, par conséquent, la santé des citoyens.

Vu la non application effective des textes juridiques et réglementaires, il devient de plus en plus urgent de renforcer les capacités en matière de recherches et d'études en vue de déterminer les vraies causes de la pollution industrielle, et d'élaborer une stratégie locale, tenant compte des spécificités environnementales et écologiques de la région. L'efficacité et l'application des textes législatifs et réglementaires relatifs aux exploitations industrielles,

La composition et les conditions de collecte d'un effluent urbain ou industriel dans un réseau d'assainissement et ses ouvrages annexes peuvent être à l'origine de la production de sulfures et donc d'hydrogène sulfuré. Ces derniers sont encore bien souvent à l'origine de nuisances olfactives, de dégradation du patrimoine, de perturbations du fonctionnement des stations d'épuration, voire même d'intoxication d'agents d'exploitation. Bien que largement étudiées dans les années 1980, les préoccupations liées aux sulfures restent malgré tout un sujet d'actualité. En effet, il persiste une réelle difficulté pour le recensement des systèmes de collecte concernés par les nuisances liées aux sulfures, le diagnostic des causes et la mise en place de traitements efficaces en particulier l'aération.

La présente étude se fixe pour objectif de dresser un diagnostic de la situation, de caractériser les rejets au niveau des réseaux d'assainissement de la ville de Mohammedia. De même, il s'agit de faire des analyses physico-chimiques par la détermination de certains paramètres majeurs et globaux de la pollution des eaux usées (comme la conductivité électrique, la charge dissoute totale, le pH et l'oxygène dissous), ainsi qu'une description des risques de production de sulfures et leurs impacts.

## 2. Matériels et Méthodes

### 2.1. Situation géographique de la ville de Mohammedia

La ville de Mohammedia s'étend sur une superficie de 34 km<sup>2</sup>. Elle est limitée au Nord par l'Océan Atlantique, à l'Est et au Sud par la province de Ben Slimane et l'Ouest par la préfecture de Bernoussi - Zenata. Elle est située sur la côte Atlantique à 15 km de Casablanca, et reliée à Casablanca par la route côtière 111 et la route secondaire 107 en plus de l'autoroute Casablanca-Rabat et liaison ferroviaire à double voie. Elle atteint une superficie de 3320 ha grâce à ses agrandissements successifs [2]. La ville de Mohammedia est scindée en deux parties par la voie ferrée, ce qui occasionne deux quartiers principaux d'aménagement distingués six entités urbaines, le secteur ouest (1080 ha), (le port de Mohammedia (56ha), la zone industrielle des crêtes (183 ha), la ville basse (561 ha), L'Alia (1030 ha), le secteur du littoral (408 ha).

### 2.2. Description du réseau d'assainissement

Le réseau d'assainissement de la ville de Mohammedia est composé des ouvrages suivants : deux stations de pompage, quatre déversoirs d'orage, 210 km de réseau. Le volume rejeté des eaux usées est de 20000 m<sup>3</sup>/j.

Le réseau d'assainissement existant de la ville de Mohammedia dessert une superficie d'environ 1900 ha soit 75% de la superficie totale de la municipalité, d'une superficie non couverte aux alentours de 630 ha ; et d'un taux de branchement au réseau de 60%. Généralement les réseaux d'assainissement de Mohammedia de qualité moyenne, en béton armé avec un âge moyen supérieur à 20 ans et des diamètres  $\geq 100$  cm, le réseau principal a une longueur de 12 km.

Le réseau actuel souffre du sous dimensionnement des collecteurs principaux (réseau unitaire avec de petits

diamètres), responsable de la mauvaise évacuation des eaux usées et des eaux pluviales ainsi que des problèmes d'écoulements dus au manque d'entretien des réseaux d'assainissement. La partie haute de la ville est assainie par un réseau unitaire (les eaux pluviales et les eaux usées sont évacuées dans le même collecteur).

### 2.3. Période de l'étude

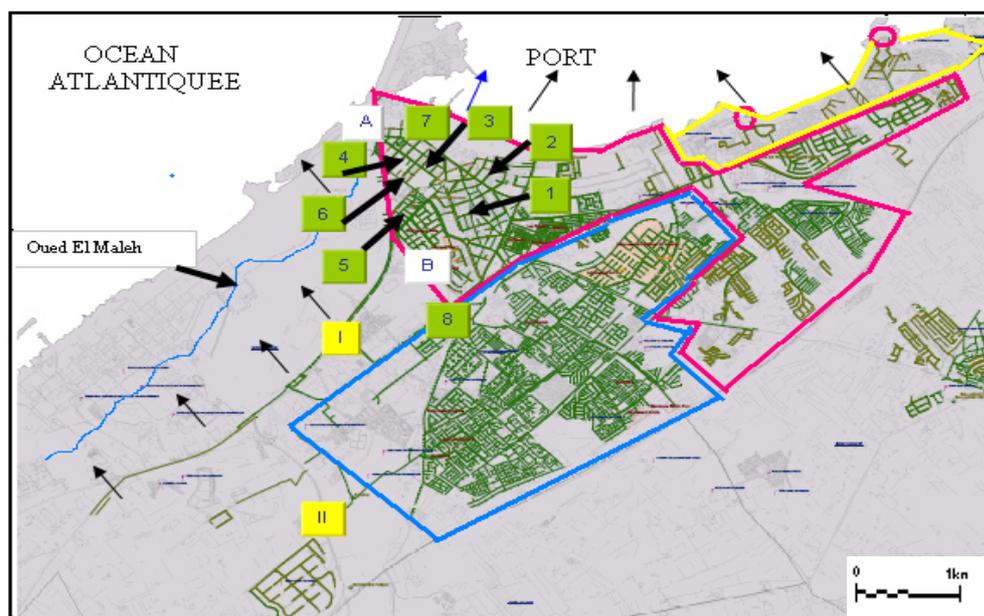
L'étude a été réalisée durant l'année 2008-2009 dans le cadre de l'étude d'impact des rejets industriels de la ville basse de Mohammedia sur le réseau d'assainissement. Suite à des réclamations faites par les habitants et les propriétaires des restaurants situés à la ville basse, une inspection a été faite dans certains points, afin de cibler les problématiques incontestables des gaz inodorants sur le réseau d'assainissement.

### 2.4. Présentation des points de prélèvement

Dans ce travail la localisation des points de nuisances permanentes a été décidée en collaboration avec Lydec. Le réseau des eaux usées qui desserve les avenues de Farhat Hachad, rue Mauritanie, Bd Abdel Moumen, rue Ibnou Khaldoune, rue Al Ghazali et qui fonctionnait normalement jusqu'à 1982 en drainant les eaux usées vers une station de pompage située au port de commerce de Mohammedia, a été renforcé par un collecteur D400 et des trop-pleins au Bd Abdel Moumen au niveau des embranchements : rue de Oued Zem et Av Farhat Hachad - rue de port et rue de Fès - Av Abdel Moumen entre l'ancien collecteur crée afin de changer le sens d'écoulement vers la station Yaakoub El Mansour. Depuis la prise en charge de la gestion du réseau nous avons constaté que l'écoulement était relativement stagnant.

En raison des nuisances permanentes créées par les odeurs nauséabondes qui dégagent du réseau d'assainissement de la zone basse de Mohammedia, une campagne de mesure a été opérée sur plusieurs points du réseau. Ces points ont été localisés comme suit (figure 1):

Angle rue Farhat Hachad et rue de Port (1), Angle rue Farhat Hachad et rue Tafilalt (2), Angle rue Farhat Hachad et rue Al Ghazali (3), Angle rue Farhat Hachad et rue Ibn Batouta (4), Angle Abdel Moumen et rue La Mauritanie (5), Angle Abdel Moumen et rue Ibnou Sina (6), Angle rue Ibnou Khaldoune et rue Al Ghazali (7), Tannerie Mohammedia (regard de façade) (8), Station Ibnou Zohr (La Bâche) (A), Station Yaakoub Al Mansour (La Bâche ou RV rue Oujda) (B), Déversoir d'orage rue de Zenata (I), Déversoir d'orage du quartier Pétrolier (II).



**Figure 1:** Localisation des points du réseau d'assainissement choisis pour l'étude de la zone basse de Mohammedia. (Eaux usées → , Eaux pluviales →)

### 2.5. Technique de prélèvement

Les prélèvements au niveau de la société de tannerie ont été réalisés au niveau du bassin de collecte de tout type d'eau durant une journée à raison de 1 litre par heure. Les échantillons ainsi prélevés ont été bien mélangés et les analyses ont été réalisées dans le mélange

Trois compagnes de mesures d'une journée (9h, 12h et 15h) ont été réalisées pour les regards durant les mois Avril et Mai (2009). Les échantillons sont placés dans un réfrigérateur à 4°C avant d'être analysés.

### 2.6. Paramètres à analyser

Différents paramètres tel que le pH, la DCO, la turbidité, la conductivité, l'oxygène dissous, le CH<sub>4</sub>, l' H<sub>2</sub>S, ... etc ont été analysés selon la méthode [3].

L'oxygène dissous, le CH<sub>4</sub>, l'H<sub>2</sub>S mesurés sur terrain ont été détectés à l'aide d'un détecteur de gaz ORION CE 0080, qui est un appareil multifonctionnel automatique portatif. Il peut associer au danger de présence de H<sub>2</sub>S, un risque d'explosion et un manque d'oxygène par des signaux sonores et lumineux rouges lorsqu'un des seuils d'alarme est atteint.

L'appareil multifonctionnel automatique a été étalonné en utilisant une eau distillée saturée en sulfite de sodium (absorbant) et deux étalons de concentration 5 et 50 mg/L.

## 3. Résultat d'analyse et discussions

### 3.1 Caractérisation des eaux usées produites par la tannerie de Mohammedia

Les eaux usées produites par différentes étapes au cours du temps présentent des caractéristiques physicochimiques ayant une fluctuation très importantes dans le temps. Les paramètres physico-chimiques analysés le long des étapes du processus (Tableau 1) varient considérablement d'une étape à une autre. Cependant, ces paramètres varient légèrement pour la même étape et au cours des trois compagnes de prélèvement.

**Tableau 1 :** Caractérisation des eaux usées collectés au niveau du bassin de tout type d'eau

temps	pH	Cond. (mS/cm)	Turb. NTU	MES (mgL <sup>-1</sup> )	DCO (gL <sup>-1</sup> )	DBO5 (mgL <sup>-1</sup> )	sulphate (mgL <sup>-1</sup> )	sulfure (mgL <sup>-1</sup> )	DBO <sub>5</sub> / DCO
T1	6,9	3,95	705	2600	5,52	-	876,9	37,17	-
T2	4,7	15,5	1150	1600	4,6	125	6825,6	38,97	0.03
T3	4,9	19,8	3100	1600	5,52	100	6876,9	39,57	0
T4	5,4	13,5	3750	9400	27,6	100	4646,2	38,27	0
T5	9,1	17,5	3800	1500	11,96	850	3620,5	31,66	0.07
T6	9,6	9,4	2450	500	11,96	750	1800,0	39,37	0.06
T7	8,3	6,0	1150	2000	5,52	200	2646,2	26,55	0.04

Les sulfures sont souvent invoqués comme responsable du mauvais fonctionnement des stations d'épuration biologique. Des dégradations importantes sont observées au niveau de canalisations d'égouts. L'utilisation du sulfure de sodium (NaHS ou Na<sub>2</sub>S) comme agent réducteur intervient dans l'oxydation des déchets organiques et contribue grandement aux concentrations de DBO et de DCO dans les eaux usées et fait que le processus d'épilage pelanage génère des eaux usées contenant des concentrations en sulfures dépassant 20 mg L<sup>-1</sup>, et en sulfates dépassant 3000 mg L<sup>-1</sup>. Ces résultats sont comparables avec ceux obtenus par Cooman et al. (2003) [4] durant l'étude menée sur le diagnostic des eaux usées d'une unité industrielle de tannerie.

Le tableau 1 représente la moyenne des résultats d'analyse des trois compagnes de prélèvements instantanés (T1, T2, T3, T4, T5, T6 et T7) à partir du bassin de collecte et pendant un suivi horaire. Ce bassin collecte l'ensemble des effluents rejetés par les différentes étapes du procédé de fabrication.

Les caractéristiques physico-chimiques des eaux usées collectées au fil du temps dans le bassin de collecte varient selon l'étape qui est en cours. Les valeurs de DCO et de DBO5 varient de 4600 à 27600 mg/L, et de 100 à 850 mg/L respectivement (Tableau 1). Ces valeurs maximales sont enregistrées au moment du rejet des eaux de l'atelier de rivière. Ces effluents sont riches en matières en suspension (valeur maximale 9400 mg/L) est observée au moment de la libération des eaux de l'épilage). Ces valeurs restent très supérieures à la DCO déterminée par Saritha and Meikandaa, 2013 [5], qui est de l'ordre de 5479 mg/L alors que les mêmes auteurs ont souligné que la DBO5 varie autour de 3480 mg/L ce qui peut aboutir à un rapport de DCO/DBO<sub>5</sub> de 1,4 montrant théoriquement que l'effluent est biodégradable.

Ces teneurs importantes en DCO, DBO<sub>5</sub> et en MES observées sont comparables aux résultats de DCO obtenus par [6]. Cette charge élevée de matière organique est principalement due aux matériaux biogènes des

peaux et des produits chimiques organiques utilisés. Par ailleurs, la concentration des sulfates au cours du temps varie entre 876,9 et 6876,9 mg/L alors que la teneur en sulfures varie entre 26,55 et 39,6 mg/L dépassant largement les normes de rejets (0,1-10 mg/L). En effet, les eaux usées rejetées sans traitement dans le réseau d'assainissement riches en sulfates pourront provoquer la perturbation de l'exploitation du réseau vu que les conditions anaérobioses dans les conduites favorisent la transformation des sulfates en sulfures par des bactéries anaérobies (Bactéries sulfato-réductrices) ce qui pourra dégager des mauvaises odeurs liées aux sulfures et réclamation au niveau de la société Lydec.

### **3.2. Caractéristiques des eaux usées collectées au niveau du réseau d'assainissement**

Au cours de cette étude une caractérisation physicochimique des effluents global générés par différentes unités industrielles choisies pour l'étude à été menée afin d'évaluer la charge polluante rejetée par ces effluents dans l'environnement.

Les figures (2, 3, 4, 5) représentent les résultats d'analyses des différents prélèvements réalisés au niveau des 12 points de collecte de la ville basse de Mohammedia. Les résultats obtenus ont montré que la qualité des effluents au niveau du réseau d'assainissement varie au cours du temps et d'un point à l'autre, le même phénomène été observée pour différents auteurs (Kabdasli et al. 1993[7]; Genschow et al. 1996[8], Saritha and Meikandaa, 2013) [5]. La variation de la qualité des eaux usées du bassin de collecte est due à la nature et à la composition variable des effluents collectés le long de différentes étapes du procédé pour différentes unités industrielles.

A partir de l'analyse des effluents à différents points des réseaux (12 points) on note que le pH moyen des eaux usées analysées montre des valeurs légèrement acides proches des valeurs limites admises. Cependant, les résultats de la variation journalière du pH des eaux usées du réseau de collecte (figure 2 et 3) ont montré une fluctuation de pH entre 3 et 8 avec des pH acides dans la majorité des temps. Cette variation du pH influence fortement la qualité des eaux usées collectées, rejetées dans le réseau d'assainissement et peut provoquer la corrosion du réseau. En outre, le pH acide, favorise et facilite le dégagement des mauvaises odeurs en particuliers les sulfures d'hydrogène (Mai 2009). Des concentrations en H<sub>2</sub>S détectées le long du réseau d'assainissement ont été mesurées et peuvent dépasser 80 mg/L [9].

La conductivité électrique qui reflète la concentration ionique du milieu, montre des valeurs qui varie entre 1 et 18 mS cm<sup>-1</sup> (figure 2) à l'Angle rue Abdelmoumen et rue la Mouritanie. Ces valeurs importantes en conductivité sont dues aux ions tels que Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Cr<sup>3+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Ca<sup>2+</sup>.....etc. utilisés durant le processus de fabrication, dans les unités industrielles.

Le suivi de la variation de la turbidité au cours du temps pendant un mois montre une fluctuation importante entre 1.05 et 90 NTU. Ceci est en relation avec la qualité des effluents rejetés qui sont instables au cours du temps. Un bassin d'homogénéisation pour tout projet d'une filière de dépollution est nécessaire.

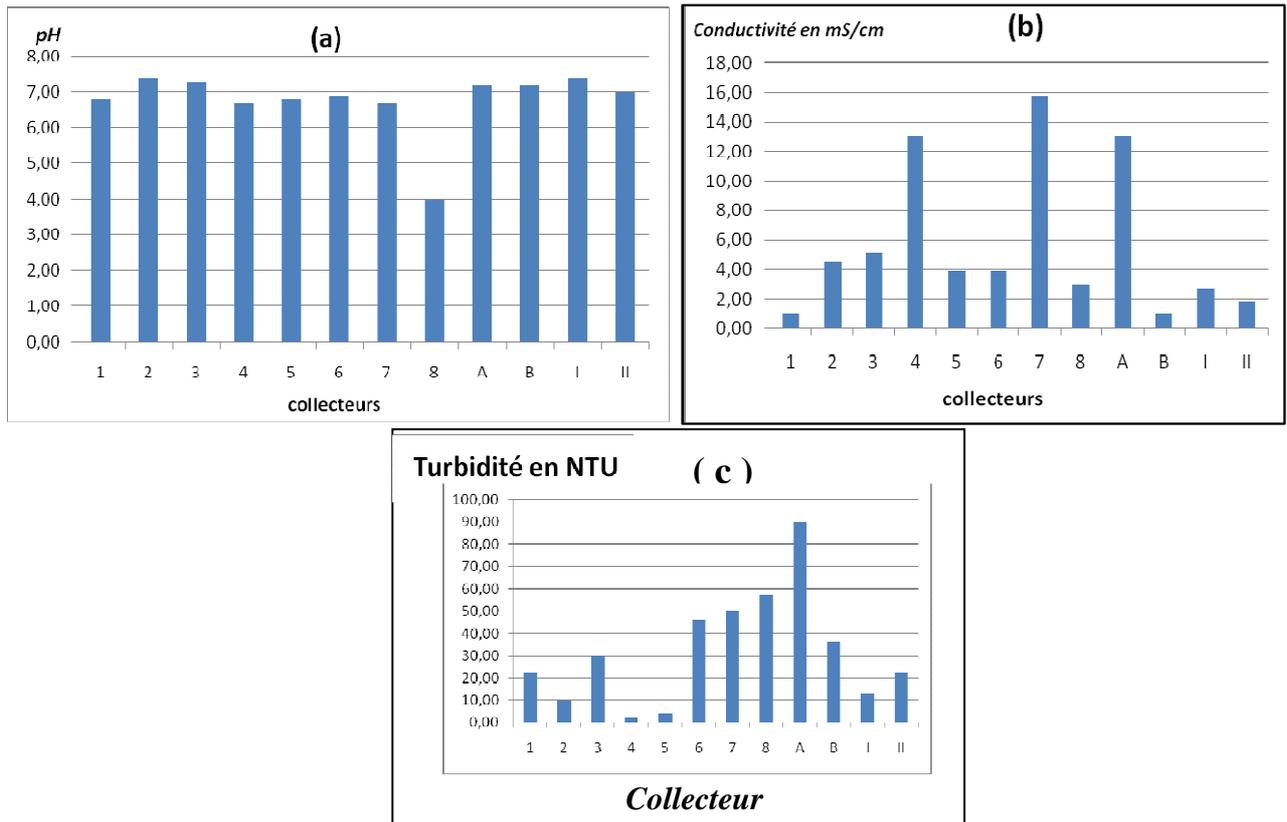
Les teneurs en DCO durant les différentes campagnes de prélèvement montrent des valeurs supérieures à la valeur limite fixée par le projet de norme marocaines pour le rejet indirect (1000 mg L<sup>-1</sup>). Cette charge élevée en matières carbonées est due principalement aux produits chimiques organiques.

Les résultats de la variation de la teneur en DCO ainsi obtenus ont montré que les teneurs en DCO varient de 2685 mg/L pour les points de prélèvement Angle rue Farhat Hachad et Ibn Batouta et le déversoir d'orage du quartier pétrolier à 17004 mg/L (figure 2). La teneur en DCO des eaux usées de la tannerie de Mohammedia riches en sulfures reçue par la Station Yaakoub el Mansour peut atteindre 20,6 g/L ce qui peut perturber le bon fonctionnement du réseau. Ces valeurs restent supérieures aux résultats obtenus par Iaconi et al. (2002) [10], Murugananthan et al. (2004) [11] et Lefebvre et al. (2005) [12] et inférieur à des valeurs trouvées par Meric et al. (2005) [13] qui ont montré des valeurs qui se situent entre 27 et 30 g L<sup>-1</sup> en DCO.

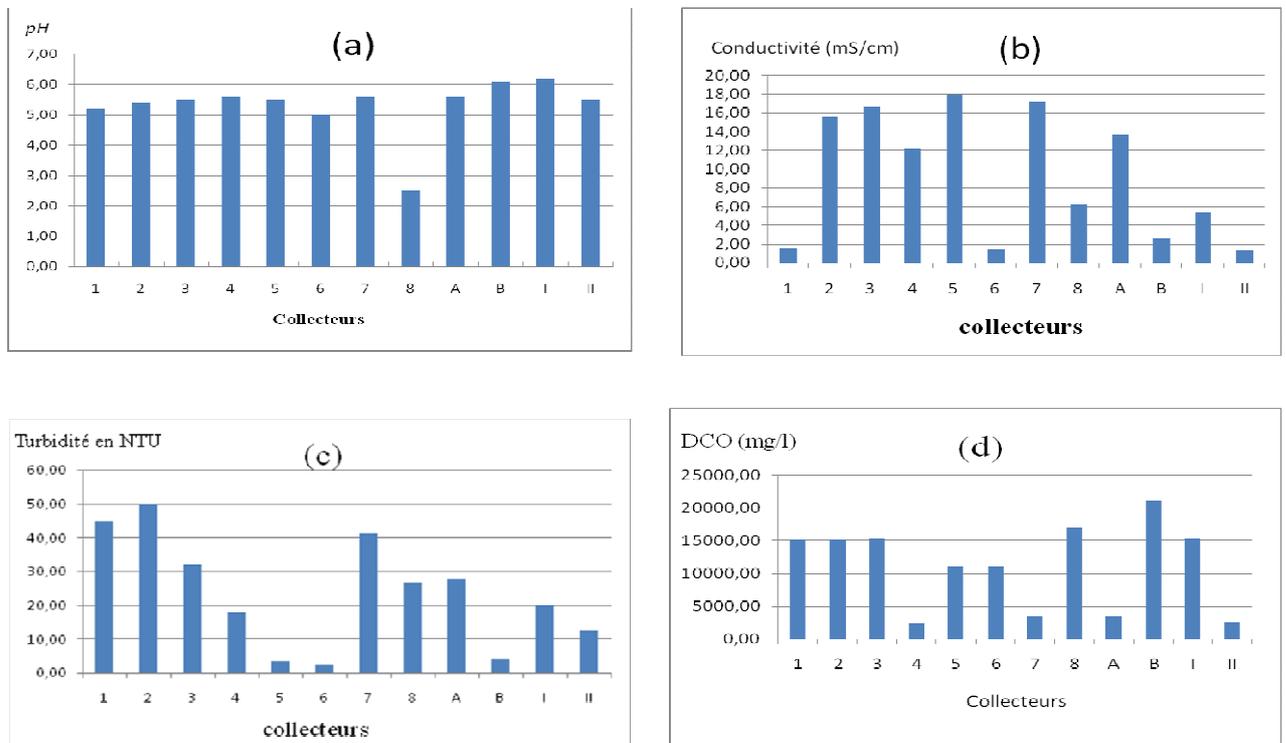
### **3.3 Quantification de la réduction de H<sub>2</sub>S dans le réseau d'assainissement**

D'après les différentes mesures effectuées le long de différents regards du réseau d'assainissement de la ville de Mohammedia, il s'est avéré que l'H<sub>2</sub>S et CH<sub>4</sub> ont des effets néfastes sur les réseaux d'assainissement de la ville basse de Mohammedia.

L'ensemble des restaurants de poisson situés principalement au Bd Farhat Hachad, provoque une odeur affligeante sur le réseau d'assainissement. La société de charcuterie (Société KOUTOUBIA) dont le méthane, gaz explosif, atteint des valeurs excessives. En outre, la tannerie de Mohammedia qui utilise des produits à base du sulfure dans l'une des étapes de son procédé de traitement du cuir et qui le déverse par la suite dans le réseau d'assainissement public.

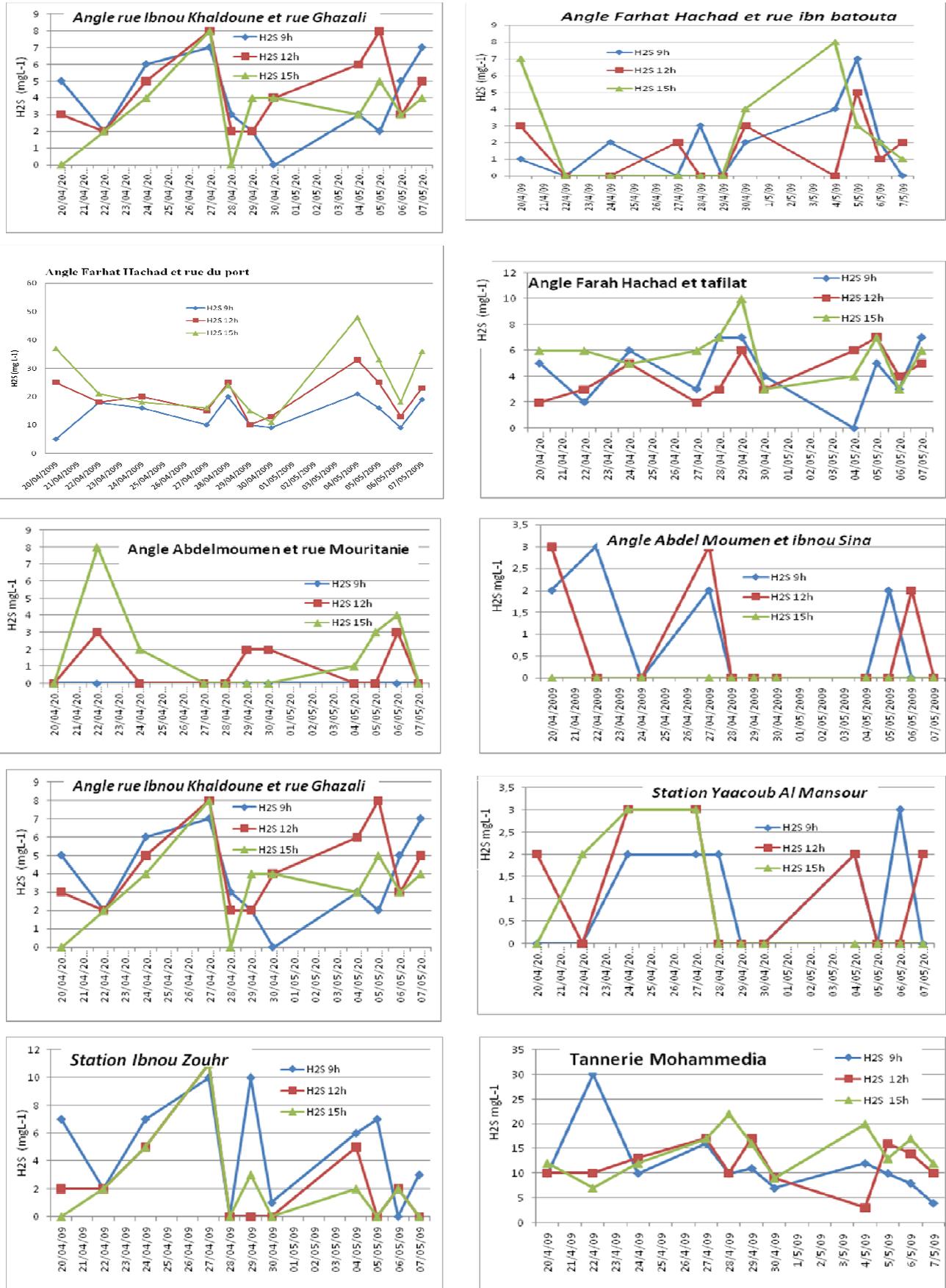


**Figure 2:** Caractérisation physico-chimique des eaux usées des différents points du collecteur Mesure de pH (a), Conductivité (b), Turbidité (c) Avril 2009.



**Figure 3:** Caractérisation physico-chimique des eaux usées des différents points du collecteur Mesure de pH (a), Conductivité (b), Turbidité (c) et DCO (d) Mai 2009.

Les résultats de l'analyse comparative des concentrations moyennes en H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub> pour les 12 points de prélèvement (9H, 12h, 15H) sont représentés sur les figures 4 et 5.



**Figure 4:** Evaluation spatio temporelle de la composition des eaux usées des points du réseau étudiés en H<sub>2</sub>S (mg.L<sup>-1</sup>) en différents points choisis pour l'étude.

Les résultats obtenus pour H<sub>2</sub>S mesuré pour les différents points du réseau d'assainissement sont illustrés sur la figure 4 alors que la figure 5 représente les résultats du méthane analysés dans les douze points de prélèvements.



**Figure 5:** Evaluation spatio temporelle de la composition des eaux usées des points du réseau étudiés en CH<sub>4</sub> (mg.L-1) en différents collecteurs choisis pour l'étude.

Ces résultats montrent que la teneur en H<sub>2</sub>S varie entre 0 et 200 mg/L. Les fortes charges en H<sub>2</sub>S (200 mg/L) sont enregistrées vers 15h au niveau du regard de la société de tannerie temps durant lequel les bassins de stockage reçoivent des eaux chargées en sulfures (Eau pilage et pilinage). Pour les autres points choisis pour l'étude on observe une fluctuation de la teneur en H<sub>2</sub>S. Il est à souligner que les habitants de la ville ont souvent manifesté le dégagement des mauvaises odeurs.

La ville basse de Mohammedia est réputée pour ces restaurants de spécialités de fruits de mers et de poissons. Pratiquement une dizaine des restaurants sont concentrés autour du port, mais malgré ses bonnes réputations, ces restaurants souffrent d'une odeur forte dégagée par les réseaux d'assainissement. Les causes de l'émanation de mauvaises odeurs peuvent être dues :

\* Soit à la nature des effluents rejetés par ces restaurants qui sont chargées de graisse, des huiles et de matière organique. L'activité métabolique des bactéries sulfato-réductrices prolifèrent, catabolisent les composés soufrés organiques, réduisent les ions sulfates en sulfures ce qui peut provoquer des odeurs désagréables. Ces bactéries se développent principalement dans la partie anaérobie du biofilm recouvrant les parois immergées des ouvrages d'assainissement et dans les matières en suspension.

\* Soit au réseau, dont la structure favorise les fermentations (Temps de séjour supérieur à 3 heures en refoulement, dépôts importants de matières fermentescibles, refoulement en cascade) qui seront d'autant plus importants que la température sera élevée et que la charge organique est forte [14].

En effet à l'angle Bd Farhat Hachad et rue du port, on note une valeur de H<sub>2</sub>S de 47 ppm ce qui peut provoquer une irritation des muqueuses oculaires et respiratoires OMS IPCS (1981) [15] et [16]]. Par ailleurs la valeur de méthane atteint 19 mg/L avec une diminution faible de la valeur d'oxygène dessous.

Le processus de tannage consiste en la transformation de la peau animale en cuir. La peau animale est soumise aux différents processus pour éliminer la viande, les lipides et les poils dans lesquels différents produits chimiques tel que l'hydroxyde de sodium, l'hypochlorite de sodium, les enzymes, la chaux, les chlorures, l'acide sulfurique, l'acide formique, les sels d'ammonium, le kérosène, le chlorobenzène, les tensioactifs, et autres composés sont utilisés. La peau obtenue est ensuite traitée par Cr<sup>3+</sup> ou par les tannins, les sels minéraux et les colorants pour obtenir le cuir. Les industries de tanneries, à cause de la complexité de la transformation de la peau animale en cuir, sont des industries qui utilisent un grand nombre d'agents chimiques et produisent d'énormes volumes d'eau résiduaires et de déchets solides [17].

Plusieurs réclamations ont été faites à cause du dégagement d'odeurs nauséabondes dont le facteur essentiel est la formation des sulfures d'hydrogènes. Ces derniers seraient injectés dans le réseau d'assainissement public par la tannerie de Mohammedia qui utilise le sulfure de sodium dans le procédé de tannage. La teneur en H<sub>2</sub>S dégagée par ces effluents peut atteindre 200 mg/L.

De ce fait plusieurs lettres ont été adressées aux responsables de la tannerie de même que des réunions ont été effectuées entre des responsables de la tannerie, des responsables du service eaux assainissement de la Lydec et des responsables gouvernementaux afin de trouver une solution pour un traitement adéquat des effluents contenant de l'H<sub>2</sub>S.

Malgré tous les modes de traitement proposés à la tannerie, le problème des odeurs nauséabondes persiste encore à cause de l'injection insuffisante du chlorure ferrique et des dispositifs onéreux pour le traitement des eaux. En outre, la technique d'aération que nous avons testé au niveau de l'unité de tannerie de Mohammedia a permis de réduire la concentration jusqu'à 80 %. Toutefois, la situation du bassin utilisé pour la collecte de tous types d'eaux usées rend difficile l'application pratique au niveau des bassins de stockage des effluents. Il a été souligné par Muruganathan et al. (2004) [18] que les effluents de tanneries présentent une charge organique élevée, des concentrations importantes en H<sub>2</sub>S et en méthane et ammonium.

L'industrie de tannerie consomme de grandes quantités d'eau et génère des eaux usées chargées en matières en suspension; chaux, débris organiques et poils. Elles renferment également des substances en solution ; des sulfures, des protéines, matières organiques, métaux lourds en particulier les sels du chrome et de sulfites (Cassano et al., 1999 [19]; Cassano et al., 2003 [20],[4].

Les résultats obtenus (figure 4, 5) ont montré que la qualité des eaux résiduaires de tannerie de Mohammedia varie d'un prélèvement à l'autre. Les teneurs en H<sub>2</sub>S varient entre 0.7 et 200 ppm et sont comparables aux résultats obtenus par Genschow et al. (1996) [8] et [21]. Une forte charge polluante du rejet acide (pH= 3.5) avec une valeur de DCO de 17400 mg/l et une faible concentration de méthane (CH<sub>4</sub> = 2 ppm) a été observée. Ces concentrations peuvent être attribuées à l'utilisation non rationnelle des produits chimiques dans le processus de fabrication et aux substances organiques relarguées [22].

Comme le débit des eaux usées est faible, de même la pente du collecteur, l'autocurage n'est pas assuré et l'accumulation des déchets organiques ne fait que favoriser la génération de l' $H_2S$  par fermentation des boues qui s'accumulent dans le réseau. En effet, dans l'industrie de tannerie de Mohammedia différents effluents de caractéristiques physicochimiques variables sont générés au cours temps [9].

Les teneurs élevées en  $H_2S$  détectées dans les rejets de tannerie de Mohammedia sont dues notamment à l'utilisation du sulfate de chrome utilisé comme agent de tannage et le sulfate d'aluminium et des sulfures de sodium employé lors de l'étape de déchaulage. Le sulfate contenu dans les effluents représente un danger certain puisque les ions  $SO_4^{2-}$  conduisent à la formation de  $H_2S$  dans les réseaux d'assainissement pauvres en oxygène. L'élévation de  $H_2S$  peut provoquer, irritation oculaire, perte de l'odorat après 2 à 5 minutes, conjonctivite, irritation importante des voies respiratoires (Pouilleute 1996 [16], OMS IPCS 1981) [15]. L'impact négatif de rejet de ses effluents à l'état brut sur l'environnement est incontestable et largement documenté (Muruganathan et al., 2004a) [11]. Les effluents des industries de tannerie nécessitent un traitement préalable avant leur rejet dans le milieu récepteur (Song et al., 2000, [23], Aboulhassan et al., 2008) [9].

Par ailleurs, le rejet industriel agro-alimentaire de la charcuterie (Société KOUTOUBIA) présente une couleur blanche et des teneurs en méthane remarquables. D'après les études réalisées on note que ces eaux usées sont acides (pH= 6.10) caractérisées par une très forte charge polluante en DCO avec une valeur de 4474 mg/l, l' $H_2S$  atteint une valeur de 8 ppm ce qui provoque une odeur modérée facilement détectable et début d'irritation oculaire. Par ailleurs,, on note une valeur très importante pour le méthane qui atteint 100 ppm(Angle Farhat Hachad) indiquant une possibilité d'explosion.

En outre, lorsqu'il est présent à des faibles concentrations dans l'atmosphère, le méthane peut provoquer des effets narcotiques. Les symptômes peuvent être des étourdissements, des maux de tête, des nausées, une perte de coordination.

Dans les réseaux d'assainissement, la présence de  $CH_4$  induit des risques d'incendie ou d'explosion. Le méthane est explosif lorsque sa concentration dans l'air se situe entre 5 et 15%.

La durabilité du béton armé dans les réseaux d'assainissement de la ville de Mohammedia est principalement affectée par les effluents riches en composés soufrés (effluent de tannerie, d'agro-alimentaire, textile,...) qui déclenchent une attaque acide sur les liants hydrauliques [24]. Le dégagement d'hydrogène sulfuré qui se produit dans les réseaux d'assainissement a pour origine la décomposition en milieu anaérobie des composés du soufre contenus dans les effluents brassés ou circulant dans les ouvrages [25]. Les composés soufrés proviennent des sulfates et des produits organiques de type protéines végétales et animales ou de type sulfonates contenus dans les produits détergents. La réduction de ces composés est due à l'action de bactéries anaérobies sulfato-réductrices et nécessite un milieu pauvre en oxygène (cas du réseau de refoulement de Mohammedia).

La présence de  $H_2S$  au niveau d'une station est révélatrice d'une zone d'anoxie dans le réseau d'assainissement ou dans la station elle-même. Cette substance est très corrosive pour le génie civil, c'est pourquoi il est intéressant de trouver une solution éliminant ces gaz directement au niveau des canalisations. La technique utilisée est l'injection d'oxygène dans l'effluent au niveau des postes de relevage. Si l'injection dans le réseau n'est pas techniquement possible, il faut employer des coagulants tels que le chlorure ferrique ou oxydants qui peut oxyder  $H_2S$  en  $H_2SO_4$  en utilisant l'aération.

Les valeurs mesurées de l'oxygène dissous aux différents points d'étude sont situés entre 1 et 1,5 mg/L. À l'intérieur des regards, l'hydrogène sulfuré gazeux se condense sur les parois humides de la partie émergée du réseau d'assainissement. Il en résulte une baisse du pH, favorable au développement d'une microflore bactérienne susceptible de transformer la solution d'hydrogène sulfuré en acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) en présence d'oxygène [26].

## Conclusion

Au terme de cette évaluation de degré de pollution physico-chimique, on peut constater que la concentration de  $H_2S$  se situent les eaux usées de collecteurs de la ville basse de Mohammedia dans la tranche de concentration moyenne à élevée. Ceci est lié à la concentration des unités industrielles dans la partie basse de la ville qui déversent leurs effluents directement dans les réseaux d'assainissement sans aucun prétraitement à la source. Il en résulte une augmentation importante de la charge polluante. Les eaux usées rejetées par la tannerie de Mohammedia est fortement chargées en  $H_2S$  (30 mg/L) au niveau du collecteur à la sortie de l'usine. En effet,

les eaux rejetées au moment du vidange des eaux usées de pelage-pelange dépasse souvent 200 mg/L alors que la concentration en sulfates dépasse 6800 mg/L. En milieu anaérobie ce dernier provoque le dégagement de H<sub>2</sub>S. La comparaison des résultats des eaux usées dans différents collecteurs de la ville basse de Mohammédia, montre des valeurs très élevées en matière organique ainsi qu'en H<sub>2</sub>S et qui sont liés à trois activités industrielles représentées par l'ensemble des restaurants du poisson, la tannerie de Mohammédia ainsi que l'industrie agro-alimentaire de la charcuterie de Koutoubia. Le problème de l'hydrogène sulfuré peut se révéler sérieux et atteint un seuil alarmant, la concentration de H<sub>2</sub>S dépassant localement 200 ppm dans certains points du réseau. Il est à l'origine des gênes olfactives pour les habitations avoisinantes.

Le rejet des eaux usées dans les collecteurs (industrielles et domestiques) sans traitement préalable, peut avoir un impact considérable. Ces eaux usées entraînant la contamination des cours d'eau récepteurs et par voie de conséquence, causent des nuisances importantes pour les riverains, les usagers et les ressources faunistiques. Donc, une gestion rationnelle des ressources en eau et le traitement préliminaire des effluents industriels au sein de l'industrie vont minimiser les risques environnementaux liés au rejet de ces eaux usées à l'état brut, dans les réseaux d'assainissement.

### Références

1. CSEC : *Cons. Sup. Eau et Climat Maroc*. (1994).
2. ONEM : *Obs Nat Env Maroc* (2001).
3. AFNOR. *Env. Ed.* (1999).
4. Cooman K., Gajardo M., Nieto J., Bornhardt C., Vidal G. *Environ. Toxicol. Chem.* 17 (2003) .
5. Saritha Banuraman Meikandaan. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)* 3 (2013) 119.
6. Kongjao, S., S. damronglerd and M Hunson., *Korean J. Chem. Eng.*, 25 (2008) 703.
7. Kabadasil I., Tünay O., Orhon D. *Water Sci. Technol.* 40 (1999) 261.
8. Genschow E., Hegemann W., Aschke C. *Wat. Res.* 30 (1996) 2072.
9. Aboulhassan et al. *J. Water Science*, 21 (2008) 463.
10. Iaconi C.D, Lopez A., Ramadori R., Di Pinto A.C., Passino R. *Wat. Res.* 36 (2002) 2205.
11. Murugananthan M., Bhaskar Raju G., Prabhakar S. *Separation and Purification Technology* 40 (2004) 69.
12. Lefebvre O., Vasudevan N., Torrijosz M., Thanasekaran K., Moletta R. *Halophilic. Wat. Res.* 39 (2005) 14716
13. Meric S., De Nicola E., Iaccarino M., Gallo M., Di Gennaro A., Morrone G., Warnau M., Belgiorno V., Pagano G. *Chemosphere* 61 (2005) 208.
14. Bocquet P., Dervile A., Sennelier Y, *Tech. Cerv. Municip.*, (1992) 11.
15. *OMS IPCS* . 19 (1981).
16. Pouilleute E. *Mém. D.U. "Eau et Environnement", D.E.P., univ. Picardie, Amiens*, (1996) 54.
17. Dantas Neto A.A., de Castro Dantas T.N., Alencar Moura M.C.P, *J. Haz. Mat.* B114 (2004) 115.
18. Murugananthan M., Bhaskar Raju G., Prabhakar S. *J of Haz Mat* B109 (2004b) 37.
19. Cassano A., Molinari R., Drioli E, *Wat. Sci. Tech.* 40 (1999) 443.450
20. Cassano A., Adzet J., Molinari R., Buono.menna M.G., Roig J. and Drioli E. *Wat. Res.* 37 (2003) 2426.
21. Boshoff G., Duncan J., Rose P.D. , *Wat Rese* 38 (2004) 2651–2658
22. Cassano A., Drioli A., Moilnari R. *J Soc Leather Technol Chem.* 82 (1998) 130.
23. Song Z., Williams C.J., Edyvean R.G.J., *Wat. Res.* 34 (2000) 2171
24. Mathieu, *ENPC.ACI*, 19.20 septembre (1990).
25. Cochet C., Derangere D, *Cahiers du CSTB*, 2382, (1990).
26. Jarssier A., Musquere P., Rrinbold M., *Tech. Eau et Ass*, 437 (1983) 9.

(2015) ; <http://www.jmaterenvirosnci.com>