



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي

Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle
Département de Sécurité Industrielle et Environnement

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sécurité Industrielle

Spécialité : Prévention et Intervention

Thème

**Étude du procédé de traitement des
eaux usée d'une station d'épuration**

Présenté et soutenu publiquement par :

Belacel Tadj Eddine et Arkoun Yassine Samir

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Chahmana Safia	MCB	Université Oran 2	Présidente
Aoumeur Nabila	MAB	Université Oran 2	Encadreur
Moulessehoul Atika	MAB	Université Oran 2	Examinatrice

Année 2020/2021

REMERCIEMENTS

On dit souvent que le trajet est aussi important que la destination. Les cinq années de maîtrise nous ont permis de bien comprendre la signification de cette phrase toute simple. Ce parcours, en effet, ne s'est pas réalisé sans défis et sans soulever de nombreuses questions pour lesquelles les réponses nécessitent de longues heures de travail.

Avant tout nous remercions ALLAH tout puissant pour la volonté, et la puissance qu'il nous a accordées durant toutes ces années d'études.

Nous remercions nos parents qui nous ont guidés pendant notre vie, ils nous ont encouragés, ils nous ont soutenus afin d'être ici, à la veille de la fin de nos études universitaires.

Au terme de ce projet de fin d'étude nous tenons à remercier vivement notre encadreur DR **AOUMEUR NABILA** Maitre Assistante Classe B, pour tout le temps qu'elle nous a consacré, sa générosité et de la qualité de son suivi, ainsi que pour tous ce qu'il a mis à notre disposition, qui a été très utile durant notre recherche.

De même Nous tenant à remercier chaleureusement Madame la présidente du jury **CHAHMANA SAFIA** Maitre de Conférence Classe B ainsi que l'examinatrice **MOULESSEHOUL ATIKA** Maitre Assistante Classe B qui, par leurs remarques et la complémentarité de leurs jugements, nous donnent encore confiance et intérêt pour apprendre toujours et l'honneur qu'ils font pour juger et apprécier notre travail.

Nous remercions, toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de notre projet de fin d'études.

Dédicace

Au terme de ce modeste travail je remercie dieu le tout puissant de m'avoir accordé volonté et courage, donné la force et la patience pour accomplir ce travail.

Je tiens sincèrement a dédié ce modeste travail aux personnes qui me sont les plus chers au monde

Ma très chère **Mère**, qui m'a tant donné et à qui je ne me rendrais jamais assez Celle qui a tant prié pour moi. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me porter depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Mon cher **Père**, pour son soutien et sa présence à tout moment et a toute Situation, à qui j'ai tout le respect.

Mes très chères **Grands-Pères et Mères**, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

Mes chères sœurs **Dihya** et **Sarah**, merci de partager mes délires, merci de me soutenir, Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite, je vous exprime à travers ce travail mes sentiments de fraternité et d'amour.

Mes chers neveux **Mustapha** et **Mohamed Anes** Ma vie ne serait pas aussi magique sans votre présence et votre amour.

Mes chères amis **Mustapha**, **Mohamed**, **Karim** et **Kader** qui me soutiennent et m'encouragent sans cesse, je vous remercie du fond du cœur pour votre soutien moral.

Tous mes cousins et cousines pour leurs soutiens.

Mon binôme **Tadj Eddine**, merci de m'accompagner durant cette aventure je te souhaite plein de succès et de réussite dans ta vie.

Toutes les personnes qui d'une manière ou d'une autre, ont participé à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à Travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle Gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de Privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Mes frères **Nadir, Mohamed**, et ma sœur **Asma** qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Mon cher neveu **islam et** ma nièce **Sarah** ma vie ne serait pas aussi magique sans ta présence et ton amour.

Tous mes **cousins (Djilali, Khalil, Abdalilah, Radouane)** pour leurs soutiens.

Mes chers amis **Abdelkader, Mohammed, Moustapha, Abdelkrim et Abdelbaki, Sofien** qui me soutiennent et m'encouragent sans cesse, je vous remercie du fond du cœur pour votre soutien moral.

Mon binôme et mon ami **Yacine**, merci de m'accompagner durant cette aventure je te souhaite plein de succès et de réussite dans ta vie.

Toutes les personnes qui d'une manière ou d'une autre, ont participé à la réalisation de ce travail.

Résumé

Les eaux usées sont susceptibles de renfermer et véhiculer une grande variété d'un polluant organique et d'agent pathogène pour l'homme. Les organismes pathogènes présents dans les eaux usées d'une collectivité en reflètent l'état sanitaire. Le traitement d'une eau usée a pour but principal d'éliminer ou détruire ces polluants et ces microorganismes.

Le présent travail consiste à faire une description de la station d'épuration d'El Kerma – Oran, qui joue un rôle important dans le traitement des eaux usées de la ville d'Oran.

Les rejets des effluents résiduaires urbains et industriels qui se jetaient directement et sans traitement préalable dans la grande sebkha d'Oran génèrent une pollution importante ; c'est pour mettre un terme à cette pollution que la station d'épuration d'El Kerma a été érigée.

Un aperçu des principales étapes de l'ensemble des traitements des eaux usées nous dévoile les risques auxquels est exposé le personnel intervenant sur le site d'une station d'épuration.

La dernière partie de ce travail retranscrit les différentes mesures de prévention visant à minimiser ces risques. Elles concernent à la fois la conception et l'entretien des équipements et des installations, le personnel (campagnes de vaccinations, mesures d'hygiène et de sécurité...) et l'organisation du travail.

Mots clés : Pollution, traitement, station d'épuration (STEP), eaux usées, hygiène et de sécurité, risque, prévention.

Abstract

Wastewater is likely to contain and carry a wide variety of organic pollutants and human pathogens. The pathogenic organisms present in the wastewater of a community reflect its sanitary condition. The main purpose of wastewater treatment is to eliminate or destroy these pollutants and microorganisms.

The present work consists in making a description of the treatment plant of El Kerma - Oran, which plays an important role in the treatment of wastewater of the city of Oran.

The discharges of urban and industrial wastewater, which were directly, and without prior treatment in the great Sebkhah of Oran generated an important pollution; it is to put an end to this pollution that the treatment plant of El Kerma was built.

An overview of the main stages of the wastewater treatment process reveals the risks to which the personnel intervening on the site of a wastewater treatment plant is exposed.

The last part of this work describes the various preventive measures aimed at minimizing these risks, which consists of the design, maintenance of equipment, installations, the personnel (vaccination campaigns, hygiene and safety measures, etc.) and the organization of work.

Keywords: Pollution, treatment, wastewater treatment plant (STEP), wastewater, health and safety, risk, prevention.

Liste des tableaux

Tableau I-1 Normes de rejets pour l'irrigation (Normes Algériennes).....	17
Tableau II-1 les valeurs maximales à ne pas dépasser pour les eaux de sortie.	23
Tableau II-2 Caractéristiques et capacité de la station d'épuration d'El karma	23
Tableau II-3 La charge massique de différentes paramétrées physico-chimiques.	24
Tableau II-4 Les dimensions d'une grille.	27
Tableau II-5 les dimensions du déssableur- déshuileur.....	29
Tableau II-6 Dimensions d'un décanteur primaire.	30
Tableau II-7 Dimensions d'un décanteur secondaire.	31
Tableau II-8 dimensions d'un bassin d'aération.	33
Tableau II-9 Dimensions du bassin de désinfection	35
Tableau II-10 Dimensions de l'épaississeur primaire.....	36
Tableau II-11Dimensions des digesteurs.....	39
Tableau II-12 Caractéristiques du gazomètre	43

Liste des figures

Figure I-1 Vue microscopique des bactéries	9
Figure I-2 Vue microscopique des virus.....	10
Figure I-3 vue microscopique des protozoaires	11
Figure I-4 Vue microscopique des virus.....	11
Figure I-5 Principales chaînes de traitement des eaux usées	18
Figure II-1: Carte de localisation de la station d'épuration des eaux usées (STEP) D'El karma -ORAN	22
Figure II-2 Les installations du procédé de fonctionnement de la Station d'épuration d'El Kerma-Oran	25
Figure II-3 Déversoir d'orage où by pass général.....	26
Figure II-4 Les 4 dégrilleurs fins mécaniques.	27
Figure II-5 Les 4 dégrilleurs fins mécaniques.	28
Figure II-6 déssableur – déshuileur	29
Figure II-7 déssableur – déshuileur	30
Figure II-8 un décanteur primaire	31
Figure II-9 Décanteur secondaire	32
Figure II-10 Décanteur secondaire	32
Figure II-11 Bassin d'aération	34
Figure II-12 Bassin de désinfection.	35
Figure II-13 Vis d'Archimède.	36
Figure II-14 Epaisseur primaire de la STEP.....	37
Figure II-15 Schéma de recirculation de la boue en excès.	37
Figure II-16 Bassin d'homogénéisation.....	38
Figure II-17 Bassin d'homogénéisation.....	38
Figure II-18 Digesteur anaérobie.....	40
Figure II-19 Digesteur anaérobie.....	40
Figure II-20 Table d'égouttage	41
Figure II-21 tapie déshydratation mécanique des boues	41
Figure II-22 Transport des boues.....	42
Figure II-23 Les silos de boues	43

Figure II-24 Gazomètre	44
Figure III-1 Danger	47
Figure III-2 poste de lavage chimique d'air	58
Figure III-3 salle de stockage des tanks	59
Figure III-4 extracteur	59
Figure III-5 appareil pour lavage du chlore	59
Figure III-6 Signalisation de protection	60
Figure III-7 Armoire électrique	64
Figure III-8 Torchère	65
Figure III-9 Exemples d'affiche d'information diffusée sur le site de la station d'épuration d'EL KERMA Oran.	67
Figure III-10 combinaison de protection	68
Figure III-11 Masque à gaz	68

Liste des abréviations

STEP : Station d'Épuration des eaux usées.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

ADE : Algérienne des Eaux

SEOR : Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Oran

ONA : Office National de l'Assainissement.

MES : Matière en suspension.

DBO : Demande Biologique en Oxygène.

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène (mg/l).

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

PH : Potentiel d'Hydrogène

T : Température

NO₂⁻ : Nitrite.

NO₃⁻ : Nitrate.

NH₄⁺ : Ammonium

ISO : Organisation internationale de normalisation

OAP : l'œdème aigu pulmonaire

Ppm : La partie par million

IgG, IgA : L'immunoglobuline est une des protéines du système immunitaire.

BCG : (Bacille Calmette et Guérin) est le seul moyen de se protéger contre la tuberculose

Ohsas : Séries d'évaluations de la Santé et d'a Sécurité au travail

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	4
I. CHAPITRE I : Généralités sur les eaux usées et leurs traitements	6
I.1 INTRODUCTION	6
I.2 Sources des eaux usées	6
I.2.1 Eaux usées domestiques	6
I.2.2 Eaux usées industrielles	7
I.2.3 Eaux usées agricoles.....	7
I.2.4 Eaux pluviales et de ruissèlement	8
I.3 Composition et caractéristiques des eaux usées	8
I.3.1 Microorganismes	9
I.3.2 Matières en suspension (MES).....	11
I.3.3 Éléments traces, minéraux ou organiques	12
I.4 Les caractéristiques physiques et chimiques	13
I.4.1 Caractéristiques physiques	13
I.4.2 Caractéristique chimique.....	14
I.5 La pollution des eaux usées	15
I.5.1 Classification de la pollution des eaux	15
I.5.2 Normes de rejet appliquées en Algérie	16
I.6 Les filières de traitement des eaux usées.....	17
I.7 Les principaux procédés de traitement biologiques	18
I.7.1 Les Bio filtres :	18
I.7.2 Les Lits bactériens :	19
I.7.3 Les Disques biologiques :	19
I.7.4 Les Boues activées :	19

I.7.5	Le lagunage naturel :	19
I.8	Conclusion	20
II. CHAPITRE II : Description de la procédure de traitement de la Station d'épuration d'El Kerma-Oran.....21		
II.1	Introduction :	21
II.2	Présentation de la Station d'épuration d'El Kerma-Oran :	21
II.2.1	Objectif de la Station d'épuration d'El Kerma-Oran :	22
II.2.2	Les données de base de la Station d'épuration d'El Kerma-Oran :	23
II.2.3	Le fonctionnement de la station d'épuration d'El Kerma d'Oran	24
II.3	Description de la procédure de traitement de la partie eaux usée	25
II.3.1	By- pass (déversoirs d'orage) :	26
II.3.2	Le dégrillage :	26
II.3.3	Le dessablage et déshuilage :	28
II.3.4	Décantation primaire (4 bassin de décantation) :	30
II.3.5	Décantation secondaire :	31
II.3.6	Traitement biologique :	32
II.3.7	Chloration et désinfection des eaux épurées	34
II.4	Description de différentes installations de la station de la partie boue :	36
II.4.1	Recirculation et extraction des boues :	36
II.4.2	Epaississement des boues primaires :	36
I.	Epaississement des boues secondaires :	37
II.4.3	Digestion anaérobie des boues :	39
II.4.4	Déshydratation mécanique des boues	40
II.4.5	Installations de transport ; de stockage et de stabilisation des boues.....	42
II.4.6	Production de gaz :	43
III. Chapitre 3 Risque et prévention au niveau d'une station d'épuration.....45		
III.1	Introduction.....	45

III.2	Les différents risques	45
III.2.1	Risques accidentels.....	45
III.3	Risques chimiques	52
III.4	Risques infectieux.....	53
III.4.1	Etude des germes pathogènes	53
III.4.2	Principaux germes pathogènes rencontrés et les troubles qu'ils occasionnent	54
III.4.3	Modes de contamination.....	56
III.5	Etude globale sur la sécurité de la Station d'Épuration d'EL Kerma Oran.....	57
III.5.1	Aspect sécuritaire et lutte antipollution	57
III.5.2	Aspect et organisation de la sécurité préventive	60
III.5.3	Les conséquences sur le système et l'environnement	61
III.6	Prévention	61
III.6.1	Mesures de prévention concernant la conception et l'entretien des installations et des équipements.....	62
III.6.2	Mesures de prévention concernant le personnel :.....	65
III.7	Conclusion :	69
CONCLUSION GENERALE		70
BIBLIOGRAPHIE.....		72

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est la vie sur la terre. Donc, l'eau est quelque chose de spécial. Chaque chose vivante sur terre (micro-organismes, plantes, animaux, êtres humains et même notre cerveau) consiste principalement en eau. Le monde contient aussi beaucoup d'eau. Plus que 70% de la totalité de l'eau contenue sur terre, seulement une petite partie qui est convenable pour la consommation humaine ou l'usage agricole (approximativement 0.5% de toute l'eau dans le monde). [1]

L'eau est un bien précieux qui subit diverses pollutions et dégradations : les écosystèmes et la santé des personnes en sont directement impactés. Les pollutions présentes dans l'eau sont d'origines diverses : industrielle, domestique ou agricole . [2]

Les chiffres publiés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 2004 révèlent que chaque année 1.8 million de personnes dont 90% d'enfants de moins de cinq ans, vivants pour la plupart dans les pays en voie de développement, meurent de maladies diarrhéiques. Or, à l'échelle mondiale, 88% des maladies diarrhéiques sont imputables à la mauvaise qualité de l'eau de boisson et à un assainissement insuffisant des eaux usées. L'eau est devenue un enjeu stratégique mondial dont la gestion doit impérativement s'intégrer dans une perspective politique de développement durable. Certains affirment en effet qu'elle sera, au troisième millénaire, un enjeu de guerres comme le pétrole l'a été et l'est encore aujourd'hui. [3]

Avec moins de 600 m³ par habitant et par an, l'Algérie (43.9 millions d'habitants en 2020) se situe dans la catégorie des pays pauvres en ressources hydriques, au regard du seuil de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m³ par habitant et par an. D'une superficie de 2,4 millions de km², le territoire se compose d'une diversité géographique et climatique, du nord au sud, des régions côtières et littorales, une vaste étendue de hautes plaines semi-arides et un immense ensemble saharien au climat aride et hyper aride. La répartition très inégale de la population implique par ailleurs des pressions extrêmement disparates sur les ressources.

Des facteurs structurels et économiques liés au développement des secteurs agricole et industriel viennent encore accroître la demande et les besoins en eau. [4]

Face aux pénuries d'eau dans les dernières décennies et afin de préserver les ressources en eau ,encore saines , et la protection de l'environnement ainsi que la santé publique ,l'Algérie a adopté un programme riche en termes de traitement des eaux usées par la mise en service à la fin 2010,de plus d'une centaine de stations d'épuration, qui ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme de résidus appelés boues, valorisable en agriculture et de rejeter une eau épurée

répondant à des normes bien précises, qui trouve quant-à-elle, une réutilisation dans l'irrigation, l'industrie et les usages municipaux. [5]

L'épuration des eaux usées s'est donc imposée pour préserver la qualité des milieux naturels et notamment les eaux de surface et souterraines. L'eau épurée est actuellement en majorité rejetée. La généralisation de la réutilisation de ces eaux peut donc contribuer à combler en partie le déficit d'eau de première main. Le recyclage de l'eau dans les industries et l'utilisation de l'eau pour l'arrosage des espaces récréatifs peuvent par conséquent contribuer à diminuer la pression exercée sur les ressources naturelles de bonne qualité.

En ce qui concerne l'étude du procédé de traitement des eaux usées d'une station d'épuration, on a choisi la STEP-EL karma, comme exemple dans le cadre de notre projet de fin d'étude

Notre travail d'étude qui a été axé dans ce cadre se présente en trois chapitres :

Le premier chapitre est consacré d'une part aux généralités sur les eaux usées (sources, composition et caractéristiques des eaux usées) et d'une autre part aux filières de leurs traitements.

Le deuxième chapitre expose les divers procédés de traitement que doivent subir les eaux usées avant d'être rejetées en milieu naturel, les différents usages possibles des eaux usées traitées et enfin l'état général de l'épuration en Algérie qui présente la zone d'étude et les calculs de dimensionnement de STEP pour les communes d'El kerma située dans la willaya d'Oran. Dans lequel on a fait une présentation de la zone d'étude, ainsi que des conditions climatiques qui influent sur le bon fonctionnement des systèmes d'épuration (lagunage et boues activées).

Le troisième chapitre expose les risques liés au fonctionnement de la Station d'Épuration d'EL Kerma Oran. Le but de notre travail est de définir ces risques et de faire une étude globale sur la sécurité de la Station. Nous nous intéresserons enfin aux différentes mesures de prévention appliquées au sein de cette Station.

I. CHAPITRE I : Généralités sur les eaux usées et leurs traitements

I.1 INTRODUCTION

Une eau usée, appelée encore eau résiduaire ou effluent est une eau qui a subi une détérioration après usage. La pollution des eaux dans son sens le plus large est définie comme «< Tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimique) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines >>. [6]

L'aspect des eaux résiduaires fraîches est celui d'un liquide brun gris avec une odeur typique, mais faible durant leur transport, ces eaux se modifiant d'autant plus vite que la température est élevée ; elles deviennent noires et dégagent une odeur d'œufs pourris, signe de la présence d'hydrogène sulfureux (H₂S), dangereuse pour les égoutiers et corrosifs pour le béton et les aciers des égouts. Environ un tiers des matières contenues est en suspension, le reste est en solution. [7]

I.2 Sources des eaux usées

Les eaux usées proviennent de différentes combinaisons d'activités domestiques, industrielles, commerciales ou agricoles, du ruissellement de surface (eau de ruissellement) et de toute entrée d'égout ou infiltration d'égout. Les types d'eaux usées peuvent commodément être regroupées en eaux usées domestiques (des ménages), en eaux usées municipales (des communautés), en eaux usées agricoles et en eaux usées industrielles. Certaines eaux usées prennent des noms techniques qui précisent leur provenance (eaux grises, eaux-vannes, eaux noires, eau blanche de papeterie, eaux blanches de laiterie, etc.) [8]

I.2.1 Eaux usées domestiques

Les eaux usées d'origine domestique sont issues de l'utilisation de l'eau (potable dans la majorité des cas) par les particuliers pour satisfaire tous usages ménagers.

Lorsque les habitations sont en zone d'assainissement collectif, les eaux domestiques se retrouvent dans les égouts. [9]

Les sources d'eaux usées comprennent les activités domestiques ou ménagères suivantes :

- **Eaux grises** : ce sont des eaux peu chargées en matières toxiques ou à haut-risque du point de vue sanitaire, par exemple des eaux d'origine domestique, résultant du lavage de la vaisselle, des lessives, du lavage des mains, des bains ou des douches) ;
- **Eaux-vannes ou eaux noires** : elles contiennent des matières polluantes ou plus difficiles à éliminer tels que des matières fécales, des produits cosmétiques, ou tout type de sous-

produit industriel mélangé à l'eau ; dans les eaux noires (appelées ainsi si collectées dans les toilettes à chasse d'eau), se retrouvent les excréments humains (matières fécales, urine, sang et autres fluides corporels) souvent mélangés avec du papier toilette usagé ou des lingettes humides ; [10]

Liquides manufacturés en surplus provenant de sources domestiques (boissons, huiles de cuisine, pesticides, huile lubrifiante, peinture, détergents de nettoyage, etc.). [10]

I.2.2 Eaux usées industrielles

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestiques sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activité artisanales ou commerciales : blanchisserie, restaurant, laboratoire d'analyses médicales, etc.

Les rejets industriels peuvent donc suivre trois voies d'assainissement :

- Soit ils sont directement rejetés dans le réseau domestique ;
- Soit ils sont prétraités puis rejetés dans le réseau domestique ;
- Soit ils sont entièrement traités sur place et rejetés dans le milieu naturel. Ce dernier cas ne nous intéresse pas dans le cadre de la réutilisation des eaux usées épurées.

Dans le cas d'un rejet dans les réseaux domestique, avec ou sans prétraitement, l'effluent industriels peuvent fortement modifier la composition des eaux usées. Cette modification est très étroitement liée à l'activité industrielle concernée et peut prendre des formes innombrables. [9]

I.2.3 Eaux usées agricoles

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation) ;
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,). [11]

Donc ces eaux sont l'issus :

- Des apports directs dus aux traitements des milieux aquatiques et semi-aquatiques tels que le désherbage des plans d'eau, des zones inondables (faucardage chimique) et des fossés, ainsi que la démolition des plans d'eau et des zones inondables (étangs et marais).
- Des apports indirects dus en particulier à l'entraînement par ruissellement, aux eaux de rinçage des appareils de traitement, aux résidus présents dans des emballages non correctement rincés ou détruits, aux eaux résiduaire des usines de fabrication et de conditionnement. [11]

I.2.4 Eaux pluviales et de ruissèlement

Les eaux usées ruissellement comprennent les eaux de pluies, eaux de lavages et eaux de drainage. Ces eaux sont polluées par les matières qu'elles entraînent en provenance des trottoirs et des chaussées (huiles, mazoutes, graisse, sables...etc.). Elles contiennent également de zinc, plomb, et cuivre [12]

Les eaux pluviales peuvent, elles aussi, constituer une source de pollution importante des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielle). Puis, en ruisselant, elle entraîne des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants résidus de pneus et métaux lourds...). [12]

Les eaux de pluie qui ruissellent sur les surfaces imperméabilisées, en général en zone urbaine, sont collectées par un réseau qui peut-être le même que celui qui collecte les eaux usées, on non.

On distingue :

- **Les réseaux unitaires** : un seul collecteur assure le transport des eaux usées et des eaux pluviales. La qualité et le volume des eaux qui arrivent alors à la station d'épuration sont très variables. Pour éviter qu'un débit supérieur à sa capacité n'arrive à la station d'épuration, des ouvrages de déviation (réservoirs et déversoirs d'orage) sont répartis sur les réseaux. [12]
- **Les réseaux séparatifs** : deux réseaux sont mis en place, L'un pour collecter les eaux usées, l'autre pour les eaux de ruissellement. En principe, seules les eaux usées arrivent à la station d'épuration pour traitement, c'est -à -dire que les eaux de pluie ne sont pas traitées mais rejetées directement. la station ne doit donc théoriquement recevoir qu'un effluent brut de qualité relativement régulières et de débit relativement bien déterminé. [12]

I.3 Composition et caractéristiques des eaux usées

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leurs origines (industrielle, domestique, etc...). Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro -organismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques,

biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, Ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les microorganismes, les matières en suspension, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives. [9]

I.3.1 Microorganismes

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes.

L'ensemble de ces organismes peut être classée en quatre groupes : les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes. [13]

I.3.1.1 Les bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0.1 et 10 μm le taux moyen de bactéries dans les fèces est d'environ 10^{12} bactérie/g. [14] les bactéries sont les microorganismes les plus communément rencontre dans les eaux usées. [15] les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 a 10^7 bactéries/100ml dont la plupart sont des porteuse et des entérobactéries ;a streptocoques et a clostridium. la concentration en bactéries pathogènes est de l'ordre de germes/l.parmi les plus détectées sont retrouvés , les salmonelles, dont celles responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux .les coliformes thermo tolérants sont des germes témoins de contamination fécale communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau . [13]

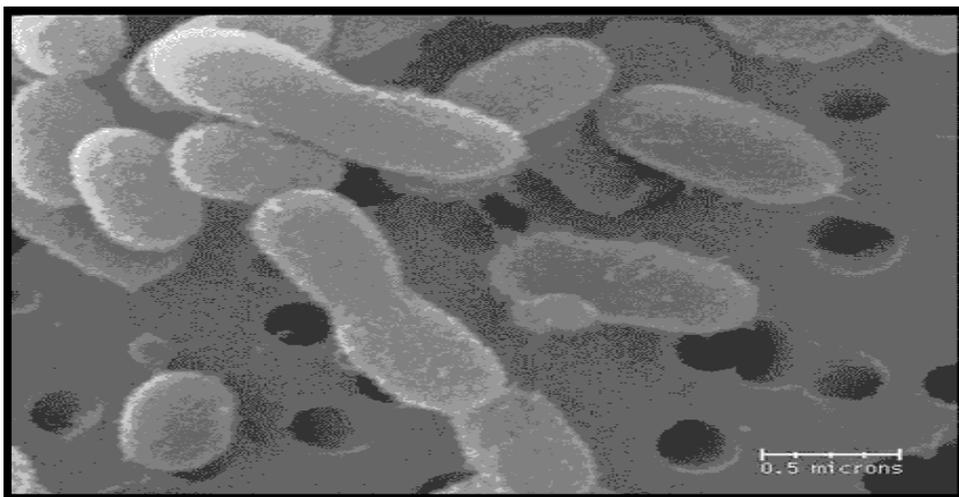


Figure I-1 Vue microscopique des bactéries

I.3.1.2 Les virus

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple). Soit chez un individu infecté accidentellement [9]. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10^3 et 10^4 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées restent difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel. Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal. Parmi les virus entériques humains les plus nombreux, nous citerons les entérovirus (exemple : polio), les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'hépatite A. Il semble que les virus soient plus résistants dans l'environnement que les bactéries. [16]



Figure I-2 Vue microscopique des virus

I.3.1.3 Les protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle vital une forme de résistance, appelée kyste qui peut être véhiculé par les eaux résiduaires. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées. [9] Ainsi, selon les conditions du milieu, ces organismes peuvent survivre plusieurs semaines voire même plusieurs années. En revanche, 10 à 30 kystes, est, une dose suffisante pour causer des troubles sanitaires. [17]

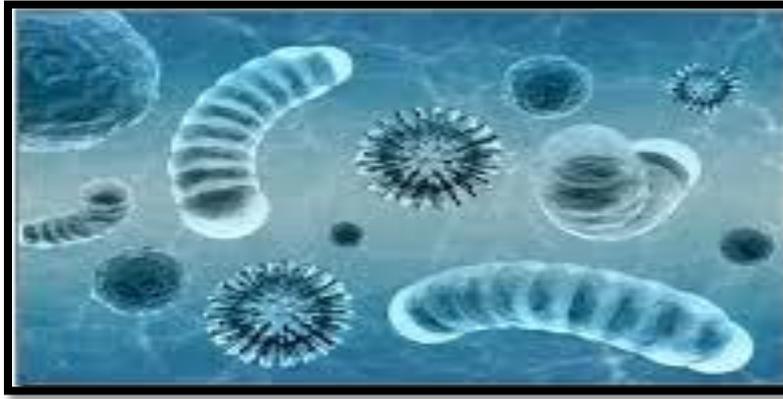


Figure I-3vue microscopique des protozoaires

I.3.1.4 Les helminthes

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites rencontrés dans les eaux résiduaires. Le nombre d'œufs d'helminthes peut être évalué 10^1 et 10^3 germes/l. [18] Le stade infectieux de certains helminthes est l'organisme adulte ou larve, alors que pour d'autres, ce sont les œufs. Les œufs et les larves sont résistants dans l'environnement et le risque lié à leur présence est à considérer pour le traitement et la réutilisation des eaux résiduaires. En effet, la persistance de ces organismes à différentes conditions environnementales ainsi que leur résistance à la désinfection permettent leur reproduction, ce qui constitue leur risque potentiel. [17] Les helminthes pathogènes rencontrés dans les eaux usées sont : *Ascaris lombricidés*, *Oxyures vermiculaires*, *Tricheurs tricheraei*, *Tænia saginata*. L'analyse des risques sanitaires liés aux agents pathogènes susceptibles d'être transportés par les eaux usées est le fondement des recommandations proposées par l'organisation Mondiale de la santé en 1989. [19]

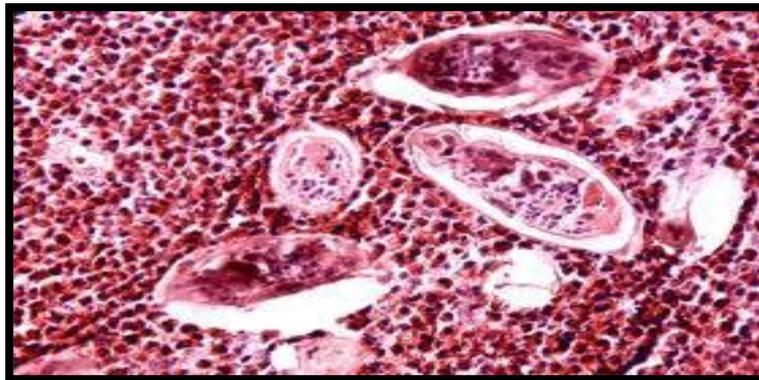


Figure I-4Vue microscopique des helminthes

I.3.2 Matières en suspension (MES)

Ce sont des matières biodégradables pour la plupart. Les micro-organismes sont le plus souvent adsorbés à leur surface et sont ainsi « transportés » par les MES. Elles donnent également à l'eau

une apparence trouble, une mauvaise odeur. Cependant, elles œuvrent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures [9]. Les particules en suspension peuvent, par définition, être éliminées par décantations. C'est une étape simple et efficace pour réduire la charge organique et la teneur en germes pathogènes des eaux usées. Toutefois, un traitement beaucoup plus poussé est généralement requis pour faire face aux risques sanitaires. [13]

I.3.3 Éléments traces, minéraux ou organiques

Les micropolluants organiques et non organiques résultent d'une pollution multiple et complexe. Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées. La voie de contamination principale, dans le cas d'une réutilisation des eaux usées épurées, est l'ingestion. C'est la contamination par voie indirecte qui est généralement préoccupante. Ainsi, certains micropolluants comme les métaux lourds ou les pesticides, peuvent s'accumuler dans les tissus des êtres vivants, et notamment dans les plantes cultivées.

Il peut donc y avoir une contamination de la chaîne alimentaire et une concentration de ces polluants dans les organismes. La crispation actuelle de l'opinion publique à leur sujet, et le manque de connaissances sur leurs effets à long terme incite à analyser avec soin la nature et la présence de ces micropolluants dans les eaux usées. [9]

a) Les métaux lourds

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux (de l'ordre de quelques $\mu\text{g/l}$). Les plus abondants sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb. Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) sont présents à l'état de traces. Leur origine est multiple : Ils proviennent << des produits consommés au sens large par la population, de la corrosion des matériaux des réseaux de distribution d'eau d'assainissement, des eaux pluviales dans le cas de réseaux unitaire, des activités de service (santé, automobiles) et éventuellement de rejets industriels >>. [20]. Les éléments cités dans la littérature comme étant les plus dangereux sont le plomb (Pb), l'arsenic (AS), le mercure (HG), le cadmium (Cd) et le nickel (Ni). [21]

I.3.3.1 Les éléments toxiques organiques

Les micropolluants d'origine organique sont extrêmement nombreux et variés, ce qui rend difficile l'appréciation de leur dangerosité. Ils proviennent de l'utilisation domestique, des rejets industriels et des eaux de ruissellement sur les terres agricoles, sur le réseau routier etc.... Parmi ces composés chimiques toxiques très persistants et qui ont une grande lipophilicité, on peut citer les

hydrocarbures polycycliques aromatiques, les alkyl phénols, chlorophénols, phtalates, les pesticides et les résidus pharmaceutiques actifs.

Certains composés ont un pouvoir de perturber le système endocrinien tel que les hydrocarbures polycycliques aromatiques et les alkyl phénols. [22]

En effet plusieurs environnements aquatiques ont été pollués par ces composés en plus des autres substances pharmaceutiques dont la principale source est les eaux usées [23]. Il s'est avéré que les stations d'épuration sont des sources potentielles de ces produits toxiques [22]. Cependant, en raison de la faible solubilité de ces éléments organiques, on les retrouvera concentrés dans les boues plutôt que dans les eaux résiduaires. [24]

I.4 Les caractéristiques physiques et chimiques

I.4.1 Caractéristiques physiques

a) Couleur

Les eaux d'usée domestiques fraîches sont *grises*, ressemblant en quelque sorte à une solution faible de savon. Au fil du temps, pendant que la putréfaction commence, elles commencent à devenir noires. La couleur des eaux d'usée septiques est plus ou moins noire ou foncée.

La couleur des eaux usées industrielle dépend du procédé chimique utilisé dans les industries. Les eaux résiduaires industrielles, une fois mélangées aux eaux d'usée domestiques, peuvent également altérer la couleur. [25]

I.4.1.1 Odeur

Les eaux d'usée fraîches normales ont une odeur de moisi qui n'est normalement pas gênante, mais après un délai de 3 ou 4 heures, tout l'oxygène dissous présent dans les eaux d'usée est épuisé et il commence à se dégager une mauvaise odeur dus au sulfure d'hydrogène et à d'autres composés de soufre produits par les micro-organismes anaérobies. [26]

I.4.1.2 Température

Généralement, la température des eaux usées est plus élevée que celles des eaux potables, en raison de l'ajout d'eaux chaudes des ménages et des industries.

Le changement de température affecte l'eau usée des manières suivantes :

a) Quand la température augmente, la viscosité augmente ce qui a pour conséquence de précipiter les matières en suspensions. Les températures extrêmement basses affectent défavorablement l'efficacité de la sédimentation.

b) L'activité bactérienne augmente avec l'augmentation de la température, jusqu'à environ 60°C, après cette température, elle retombe. Cette caractéristique a pour effet d'affecter la conception des stations de traitements et leur efficacité.

c) La solubilité des gaz dans les eaux usées diminue avec l'augmentation de la température. Ceci conduit au dégagement de l'oxygène dissous et d'autres gaz de ces derniers, et la réduction, de ce fait, du pouvoir d'autoépuration des rejets et l'augmentation de la croissance bactérienne. [27]

I.4.1.3 Turbidité

La turbidité des eaux usées dépend de la quantité des matières en suspensions. L'essai de turbidité est employé pour indiquer la qualité de matière colloïdale. La turbidité dépend de la concentration des eaux d'égout ou des eaux résiduaires. Plus forte est sa concentration, plus grande est sa turbidité. [28]

I.4.2 Caractéristique chimique

Les eaux usées contiennent différents produits chimiques sous diverses formes, comme indiqué ci-dessous.

a) La demande chimique en oxygène (DCO)

Elle représentative de la quantité de matières organiques oxydables par voie chimique. En d'autres termes, elle correspond effectivement à la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder dans des conditions opératoires définies, les matières organiques présentes dans un échantillon donné.

L'oxydation est réalisée ici par un réactif ayant un pouvoir d'oxydation puissant (le permanganate de potassium à chaud en milieu acide). La quantité de réactif consommé pour l'oxydation des matières organiques présentes, rapportée en mg/l d'oxygène, correspond à la DCO. Généralement la valeur de la DCO est :

DCO = 1.5 à 2 fois DBO : pour les eaux usées urbaines ;

DCO = 1 à 10 fois DBO : pour tout l'ensemble des eaux résiduaires ;

DCO > 2.5 fois DBO : pour les eaux usées industrielles. [29]

I.4.2.1 Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

Le pH exprime le potentiel en hydrogène, indique la concentration en ion H^+ , il joue un rôle important dans :

- Les propriétés physique-chimiques (l'acidité et l'alcalinité)
- L'efficacité de certains procédés (coagulation-floculation)
- Le processus biologique. [30]

I.4.2.2 L'azote

L'azote se trouve dans l'eau usée sous forme organique ou ammoniacale dissoute. Il est souvent oxydé pour éviter une consommation d'oxygène (O_2) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous (NH_3), en équilibre avec l'ion ammoniac (NH_4^+). [31]

I.4.2.3 Le phosphore

Le phosphore peut également se trouver sous forme minérale (en provenance des lessives ou des rejets industriels) ou organique. Élément indispensable à la vie des algues, la présence de phosphore entraîne un risque d'eutrophisation du cours d'eau ou du lac, c'est à- dire que celui-ci peut se voir envahi par un développement excessif de la population algale. [31]

I.5 La pollution des eaux usées

Une eau polluée est une eau qui a subi du fait de l'activité humaine, directement ou indirectement ou sous l'action d'un effet biologique ou géologique, une modification de son état ou de sa composition qui a pour conséquence de la rendre impropre à l'utilisation à laquelle elle est destinée. [32]

I.5.1 Classification de la pollution des eaux

On peut classer qualitativement la pollution en plusieurs catégories en fonction de sa nature, de sa nocivité et de ses effets. On distingue :

a) Pollution physique

Elle est due aux agents physiques (tout élément solide entraîné par l'eau). Elle regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (réchauffement de l'eau par des usines) et la pollution atomique (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires). [33]

I.5.1.1 Pollution par les substances chimiques

On trouve aussi dans les eaux usées domestiques diverses substances chimiques plus ou moins nocives. Ces substances proviennent des différents produits que nous utilisons.

On répertorie sur le marché 100.000 substances chimiques différentes, en quantité très faible, mais en nombre de molécules important. Ces produits combinés les uns aux autres constituent de véritables « cocktail » de molécules à effets inconnus. Les seuils de toxicité définis par la réglementation s'appliquent aux substances isolées, mais ne prennent pas en compte ces effets du cocktail. [33]

I.5.1.2 Pollution microbiologique

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. [34]

I.5.1.3 Pollution par le phosphore

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les laveries industrielles des fabrications, d'engrais agroalimentaire [28]. Sa présence en abondance dans les milieux hydrauliques superficiels est une problématique. Les phosphates sont des substances nutritives, l'apport exagéré dans les eaux de surface augmente la production des algues et des plantes aquatiques. Plus il y a d'algues, moins il y'a d'oxygène dans l'eau, et les conditions de vie deviennent difficiles pour la flore et la faune des milieux aquatiques.

Ce phénomène provoque l'eutrophisation. [33]

I.5.1.4 Pollution par l'azote

L'élément azote existe principalement sous forme ionique (ammonium NH_4^+ , nitrite NO_2^- et nitrate NO_3^-) ainsi que sous forme gazeuse (N_2).

L'origine de ces polluants est par ordre décroissant :

L'utilisation massive des engrais, le développement industriel et le rejet des eaux résiduaires urbaines. Nos eaux usées contiennent de l'azote organique et de l'azote ammoniacal. Ces ions se transforment en milieu acide faible en ions nitrites qui sont toxiques pour l'organisme humain, puis en nitrates qui constituent aussi un agent fertilisant susceptible de favoriser le développement excessif des algues dans le milieu aquatique. [33]

I.5.2 Normes de rejet appliquées en Algérie

Le rejet direct des eaux usées domestiques et des eaux résiduaires industrielles dans le milieu naturel perturbent l'équilibre aquatique de surface et souterrain, et la pollution de l'environnement engendrée, menace la biodiversité de notre environnement, parfois d'une manière irréversible. [1]

L'importance de l'eau dans l'économie humaine ne cesse pas de croître, à l'heure actuelle, 70 % de toute l'eau utilisée en Algérie est consommée dans l'agriculture. [2]

Sous la pression des besoins plus en plus élevé en eau en Algérie qui connaît de sérieuses difficultés en matière irrigation agricole, l'épuration des eaux usées est devenue l'une des solutions les plus utilisés pour satisfaire ces besoins, pour la recharge de nappe et pour sa réutilisation urbaine non alimentaire et industrielle. Les eaux traitées doivent répondre aux normes hygiéniques établies dans le journal officiel Algérien. [3]

La réutilisation des eaux usées épurées ne constitue pas seulement un intérêt socio-économique mais aussi écologique. Dans ce contexte, notre travail vise à étudier l'épuration des eaux usées dans la Station d'épuration d'El Kerma-Oran, sa conformité aux normes décrites dans le journal officiel Algérien avant son exploitation dans l'irrigation agricole et son impact sur l'environnement.

Dans le cadre de la gestion des eaux usées épurées, un arsenal juridique pour protéger utilisateurs et gestionnaires a été mis en place Pour une meilleure protection de l'environnement aquatique, l'eau traitée doit satisfaire certaines normes de rejet; qui sont données dans le tableau 1 par rapport aux respects des normes d'utilisation des eaux épurées et aux risques de contamination par ces eaux épurées

Tableau I-1 Normes de rejets pour l'irrigation (Normes Algériennes)

Paramètre	Unité	Valeurs seuil
Température	°C	< 30
Ph	-	6.5 à 8.5
Oxygène dissout	(*) mg O ₂ /l	> 5
MES	mg/l	< 30
DBO5	mg/l	< 40
DCO	mg/l	< 90
Azote total	mg/l	< 50
Phosphore (PO₄)	mg/l	< 02
Huile et graisse	mg/l	< 20
Coliformes fécaux(*)	nombre de CF/100mL	< 1000 CF/100MI

I.6 Les filières de traitement des eaux usées

L'épuration des eaux usées urbaines s'inscrit dans une démarche de protection de notre environnement et de préservation de nos ressources en eau.

Le choix du procédé de traitement dépend de la nature ainsi que la quantité des eaux à épurer. La figure I-1 représente les principales chaînes de traitement.

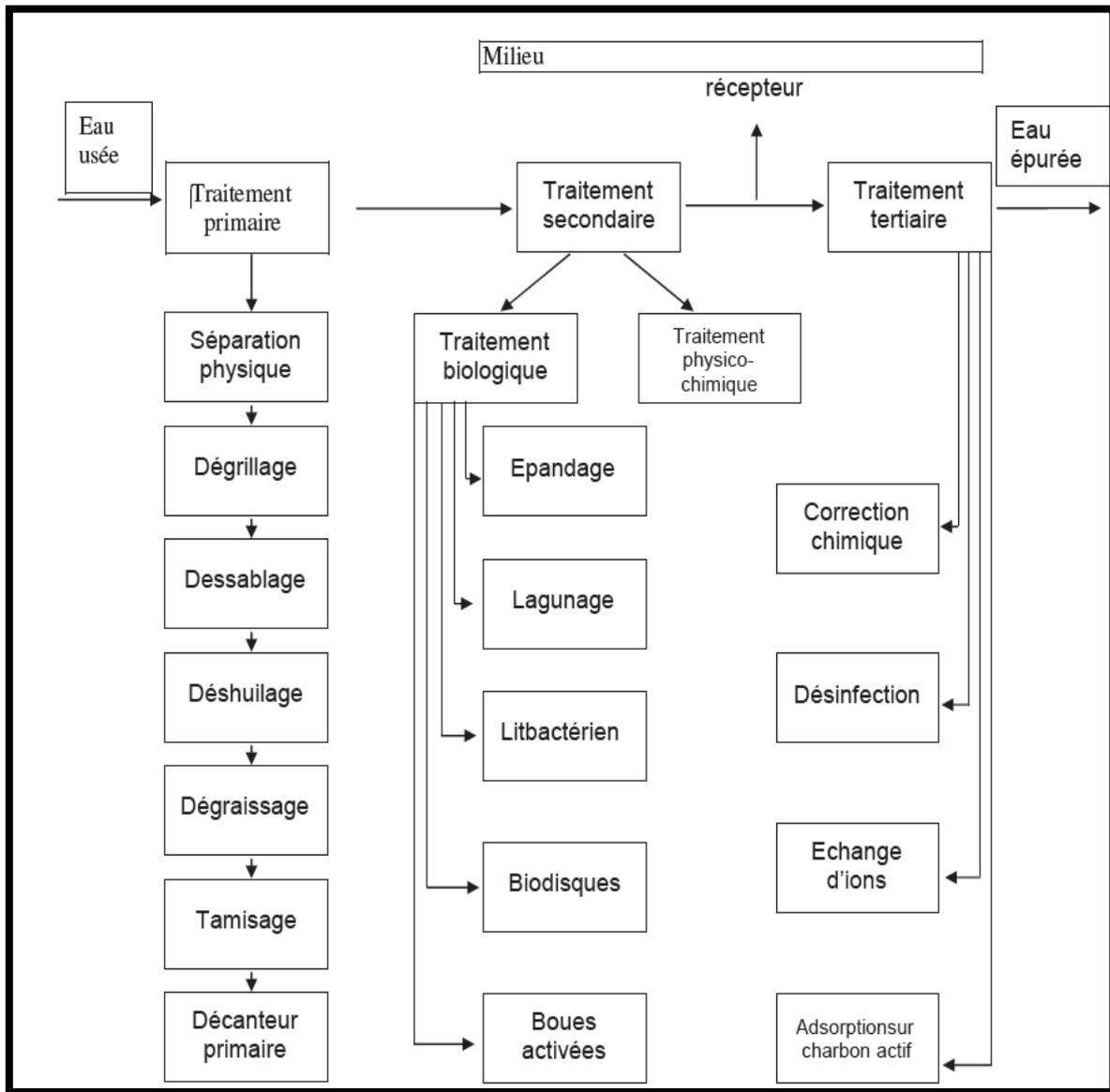


Figure I-5 Principales chaînes de traitement des eaux usées

I.7 Les principaux procédés de traitement biologiques

Les principaux procédés de traitement biologique des eaux usées sont définis comme suit :

I.7.1 Les Bio filtres :

Les eaux usées sont traitées sur un étage de bio filtre. Ce traitement consiste à faire transiter les eaux usées dans une cuve contenant un matériau filtrant immergé, support du développement d'un film

biologique. Le film biologique permet donc l'assimilation de la pollution et la filtration de la boue produite d'où le terme bio filtre. [35]

I.7.2 Les Lits bactériens :

Ce procédé consiste à alimenter en eau, préalablement décantée, un ouvrage contenant une masse de matériaux (pouzzolane ou plastique) servant de support aux microorganismes épurateurs qui y forment un film biologique responsable de l'assimilation de la pollution. L'aération naturelle se fait grâce à des ouïes d'aération. Le film biologique se décroche au fur et à mesure que l'eau percole.

En sortie du lit bactérien se trouve un mélange d'eau traitée et de biofilm. Ce dernier sera piégé dans le décanteur sous forme de boues et l'eau traitée rejoint le milieu naturel. La recirculation des boues vers le décanteur digesteur est essentielle. [36]

I.7.3 Les Disques biologiques :

L'eau usée, préalablement décantée, alimente un ouvrage dans lequel des disques fixés sur un axe sont mis en rotation à vitesse lente. Sur ces disques biologiques en plastique se développe alors un film bactérien. Lors de leur émergence, ces bactéries prélèvent l'oxygène nécessaire à leur respiration et lors de l'immersion, elles absorbent la pollution dissoute dont elles se nourrissent.

Dès que le film biologique dépasse une épaisseur de quelques millimètres, il se détache et est entraîné vers le décanteur final où il est séparé de l'eau épurée. Les boues ainsi piégées sont renvoyées par pompage périodique vers l'ouvrage de tête pour y être stockées et digérées. [37]

I.7.4 Les Boues activées :

Après prétraitements, les eaux usées sont dirigées vers un bassin d'aération où elles sont mises en contact avec une biomasse responsable de l'épuration. Dans ce réacteur, la pollution dissoute est transformée en flocon de boues par assimilation bactérienne. Les flocons peuvent alors être séparés de l'eau traitée par décantation.

La boue décantée est recirculée afin de permettre le réensemencement du bassin d'aération. Périodiquement, les boues en excès sont extraites pour rejoindre le traitement des boues. [38]

I.7.5 Le lagunage naturel :

Phénomène naturel, l'épuration par lagunage est réalisée grâce à un équilibre biologique, auquel participent des bactéries, du zooplancton, des algues et éventuellement des roseaux.

Les matières en suspension de l'eau brute décantent dans le bassin de tête. Les bactéries assimilent la pollution dissoute, et l'oxygène nécessaire à cette dépollution est fourni par les algues (photosynthèse). Le zooplancton consomme les algues.

Eventuellement, les roseaux peuvent filtrer l'eau en sortie avant rejet. L'ensemble de ces phénomènes apparaît dans deux ou trois bassins en série, ce qui autorise l'étagement des phénomènes épuratoires. [38]

I.8 Conclusion

Les eaux usées de différentes compositions et de diverses origines constituent un problème pour la nature lors du rejet sans subir de traitements au préalable. Afin de montrer l'intérêt de leur épuration, nous avons présenté dans ce chapitre d'une part, les origines et caractéristiques des eaux usées, et d'autre part, les différentes méthodes utilisées pour leur épuration.

II. CHAPITRE II : Description de la procédure de traitement de la Station d'épuration d'El

Kerma-Oran

II.1 Introduction :

Les eaux usées arrivant en station d'épuration peuvent provenir du réseau d'eau pluviale, des habitations (WC, douches, éviers...), des hôpitaux, des industries (papetière, agroalimentaire, pharmaceutique, chimique...), de la restauration, d'abattoirs, d'élevages, etc. L'eau peut donc contenir des micro-organismes d'origine environnementale, humaine, animale ou industrielle. Certains de ces micro-organismes vivent et se nourrissent en dégradant les polluants présents dans l'eau. Cette propriété est exploitée dans les stations d'épuration, En fin d'épuration, les boues sont séparées de l'eau traitée qui est rejetée dans le milieu nature [39], les différentes étapes du traitement des eaux usées et les principales tâches effectuées sont les suivantes :

- Prétraitement.
- Traitement biologique.
- Traitement tertiaire.

Plusieurs types de dysfonctionnements peuvent apparaître sur une station d'épuration à eau usée. C'est le cas notamment des problèmes biologiques qui vont souvent de pair avec les difficultés de décantation, point faible des stations à eaux usées. Dysfonctionnements entraînant une détérioration des performances et de la qualité des rejets. Par dysfonctionnement, on entend tout écart par rapport au fonctionnement normal de l'installation, que l'on peut constater sur la chaîne de traitement (mousse, flottant, gonflement de boue, etc.) ou sur l'eau traitée (turbidité, mauvais résultat d'analyse). Les dysfonctionnements rencontrés sur les stations d'épuration à eaux usées sont multiples et ont plusieurs origines. [40]

Le traitement des eaux usées, quel que soit le système choisi, fait toujours appel aux procédés de séparation liquide-solide. Cette séparation effectuée dans une station d'épuration spéciale aux traitements des eaux usées.

Une station d'épuration (STEP) est un ensemble d'installations et procédés où sont dirigées les eaux usées pour éliminer les différents polluants. [41]

II.2 Présentation de la Station d'épuration d'El Kerma-Oran :

Le site de la station d'épuration du groupement urbain d'Oran est situé 12 km de la ville d'Oran, en bordure nord-est de la grande Sebkhia entre la voie ferrée et la route nationale.

La Station d'Épuration d'EL Kerma a été réalisée par le groupement d'entreprises austrochinois Vatech Wabag-CGC, conçue pour une population de 1.526.000 EQH d'une capacité de 270.100 m³/j. Le contrôle du dossier d'exécution ainsi que le suivi des travaux ont été assurés par le groupement d'entreprise franco-suisse SGI Cabinet Merlin, et le contrôle des travaux par l'organisme national de contrôle technique de la construction CTC Ouest. Le cout des travaux était estimé à 7milliards de dinars sur terrain de 26 hectares, avec 30 mois dedélai de réalisation. Début d'exécution du projet a été septembre 2006. La réception provisoire a été faite en mai 2009 avec une exploitation de 2 ans par l'entreprise Vatech Wabag-CGC. [42]

La station a été transférée à l'entreprise SEOR est une société par actions dont les actionnaires sont l'Algérienne des Eaux « ADE » et l'Office National de l'Assainissement « ONA » le 15 mai 2011, Agbar, assurant la gestion déléguée. Les agglomérations raccordées à la STEP sont : Oran, Bir El Djir, [42]

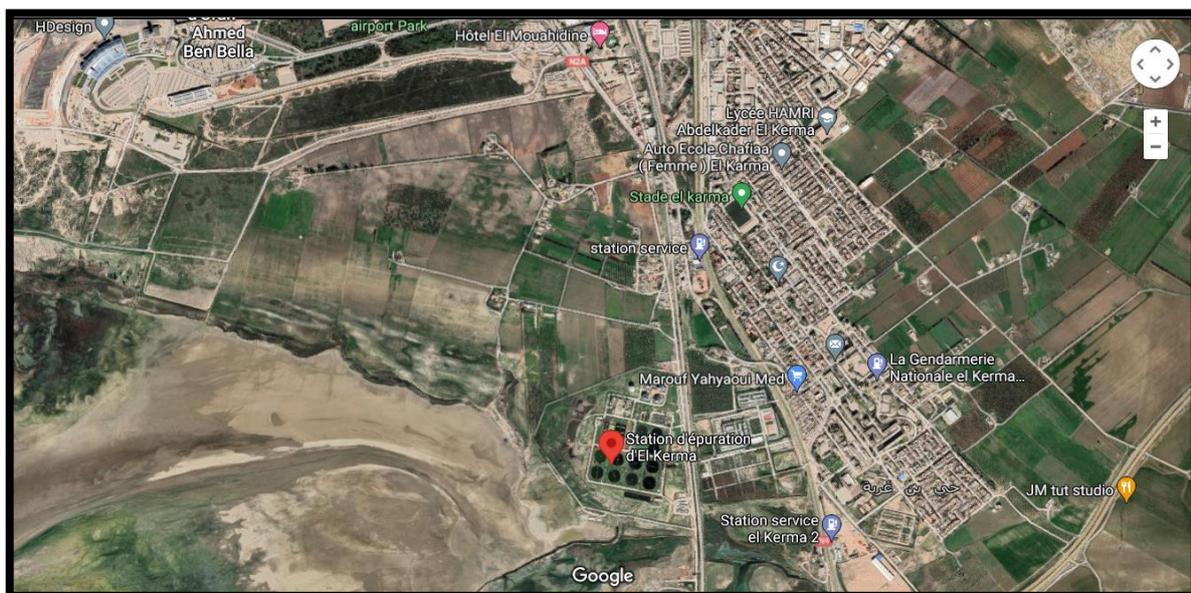


Figure II-1: Carte de localisation de la station d'épuration des eaux usées (STEP) D'El kerma -ORAN

II.2.1 Objectif de la Station d'épuration d'El Kerma-Oran :

L'épuration des eaux est un ensemble de techniques qui consistent à purifier l'eau soit pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel, soit pour transformer les eaux naturelles en eau potable, La STEP est une installation qui sert à dépolluer l'eau usée pour éviter la destruction totale des écosystèmes aquatiques et naturels due aux effluents pollués [41].

Les caractéristiques d'une station d'épuration et le degré de traitement doivent être tels que l'effluent n'altère pas l'état du milieu récepteur dans une mesure incompatible avec les exigences de l'hygiène et de la salubrité publique et d'une façon générale, avec les exigences des diverses utilisations ou activités

(alimentation en eau des hommes et des animaux, utilisation agricole ou industrielles, production piscicole ou production de coquillages, navigation, baignades et autres activités sportives). [42]

Donc une station d'épuration a plusieurs objectifs :

- Protection de santé publique ;
- Protection des sources naturelle d'eau potable ;
- Protection de system aquatique ;
- Protection des terrains adjacents. [41]

II.2.2 Les données de base de la Station d'épuration d'El Kerma-Oran :

La filière de traitement de la STEP, a été conçue et dimensionnée dans l'objectif d'assurer une qualité d'effluent traité répondant aux valeurs exprimées dans les tableaux suivants :

Tableau II-1les valeurs maximales à ne pas dépasser pour les eaux de sortie. [43]

	Moyenne sur 24 heures par temps sec
DBO(mg/l)	25
DCO(mg/l)	125
MES(mg/l)	35

Ces valeurs limites sont données dans les prescriptions techniques du contrat de management. La capacité de la population raccordée était estimée à 1.500.000 équivalents habitants environ. Soit ainsi les dotations principales suivantes pour la partie urbaine dans tableau II-2 :

II.2.2.1 Débit d'eau usée :

Tableau II-2Caractéristiques et capacité de la station d'épuration d'El karma [43]

Paramètres	Unité	Valeur
Equivalent habitant	E.H	1.526.000
Débit moyen journalier	m3/j	270.096
Débit moyen horaire –temps sec	m3/h	11 254
Débit moyen horaire nocturne	m3/h	3 751
Débit de pointe horaire – temps sec	m3/h	16 200
Débit de pointe – entrée biologique	m3/h	15400

II.2.2.2 Charge polluante :

Les charges hydrauliques d'origine urbaine ont été déterminées en se basant sur une dotation unitaire de 100 L/hab. j.

Tableau II-3 La charge massique de différentes paramétrées physico-chimiques. [44]

Désignation	Valeur du paramètre		
	Kg/j	mg/l	E.H/j
Charge massique de MES à l'entrée de la STEP	96 860	359	/
Charge massique de DBO5 à l'entrée de la STEP	93 560	339	60
Charge massique de DCO à l'entrée de la STEP	229910	848	/
Charge massique de N à l'entrée de la STEP	16 789	62	11

II.2.3 Le fonctionnement de la station d'épuration d'El Kerma d'Oran

La station d'épuration est prévue pour les eaux usées du groupement urbain d'Oran qui sont à prépondérance domestique.

Le système de traitement retenu pour l'épuration des eaux usées d'Oran est l'aération à moyenne charge.

La chaîne de traitement est composée de deux lignes : une ligne d'eau et une ligne de boue.

Le débit est divisé parallèlement sur certains ouvrages afin d'améliorer la fiabilité du traitement, les opérations de maintenance et la souplesse de fonctionnement de la station.

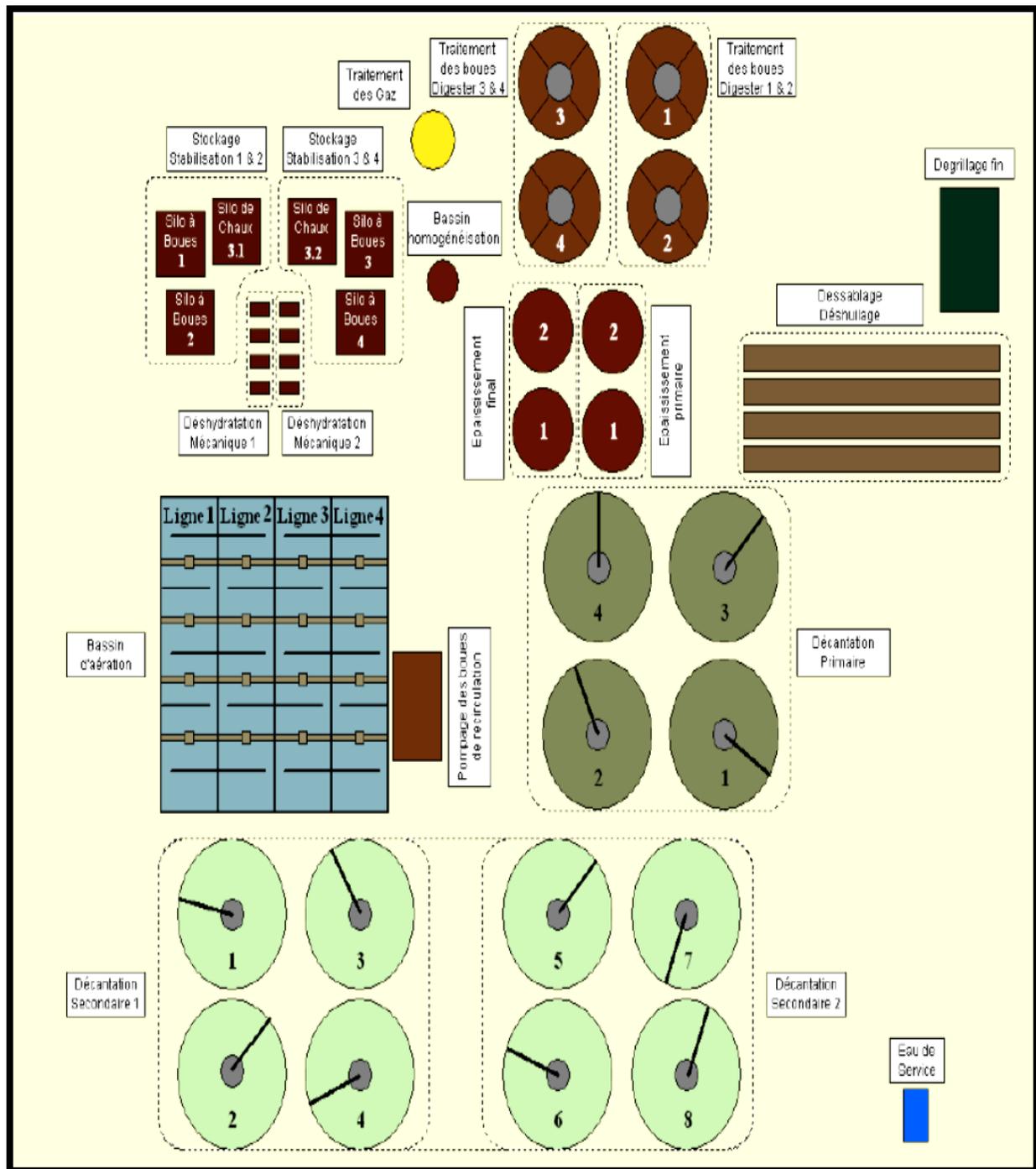


Figure II-2 Les installations du procédé de fonctionnement de la Station d'épuration d'El Kerma-Oran

II.3 Description de la procédure de traitement de la partie eaux usées :

Les villes d'Oran concernées sont raccordées à un réseau d'assainissement relié à la station de pompage (petit- lac). Cette dernière pompe les eaux usées vers la station d'El kerma.

II.3.1 By- pass (déversoirs d'orage) :

En amont du dégrillage l'ouvrage d'entrée comprend deux déversoirs qui donnent sur un puit de départ du by-pass général. Le by-pass est opérationnel quand le niveau en amont des dégrilleurs dépasse un seuil haut comme c'est montré ci-dessous figure II-3.



Figure II-3 Déversoir d'orage où by pass général

II.3.2 Le dégrillage :

Le dégrillage a pour rôle de débarrasser les eaux brutes des déchets solides, plus ou moins volumineux entraînés par les eaux s'écoulant dans les canalisations d'assainissement, et ayant échappés au dégrillage grossier et d'assurer entre autre la protection des équipements électromécaniques et réduisent les risques de colmatage des conduites mises en place dans la station d'épuration en permettant d'enlever les débris. [43]

Le dégrillage se divise en deux équipement, la première partie deux dégrilleurs grossiers avec un nettoyage manuel (espacement entre les barreaux = 5cm). Tandis que la deuxième partie est composé de 4 chenaux de dégrillage équipés des dégrilleurs fine (espacement entre les barreaux = 10mm) montré dans la figure ci-dessous Figure. Les grilles mécaniques sont inclinées de 75° offrant une grande

surface de passage, leur nettoyage s'effectue d'une manière très simple par une racle rigide qui épouse la forme des barreaux de la grille.

L'opération automatique des dégrilleurs est contrôlée par une mesure différentielle du niveau d'eau en amont et en aval du dégrillage. [43]

Cet ouvrage, comprenant les quatre canaux de dégrillage est de caractéristiques suivantes :

Tableau II-4 Les dimensions d'une grille. [44]

Dimensions	Valeur
Nombre de grille	4
Espacement entre barreaux (mm)	10
Largeur (m)	1.5
Angle d'inclinaison des dégrilleurs	75
Vitesse de passage maximale dans le canal (m/s)	1.20



Figure II-4 Les 4 dégrilleurs fins mécaniques.



Figure II-5 Les 4 dégrilleurs fins mécaniques.

II.3.3 Le dessablage et déshuilage :

Le dessalage est opération dans lequel les particules denses, dont la vitesse est inférieure à 0.3 m/s, vont pouvoir se déposer. Il s'agit principalement des sables. Il est en effet souhaitable de les récupérer en amont de la station plutôt que de les laisser s'accumuler en certains points (bassin d'aération,) où ils engendrent des désordres divers. [43]

Le déshuilage a pour objet la rétention des graisses par flottation naturelle et accélérée par injection de fines bulles. Les teneurs en graisses sont appréciées analytiquement par la mesure des MEH. Ces matières grasses sont susceptibles de nuire à la phase biologique du traitement (mousses)

Un chenal de sortie fait suivre au poste de dégrillage en amenant les eaux passées par les dégrilleurs vers quatre chenaux de dessablage -déshuilage. L'entrée de déssableur -déshuileur est équipée d'un batardeau. Chaque déssableur -déshuileur a une longueur de 50m, exécuté en béton armé de section trapézoïdal. L'ouvrage est équipé de ponts racleurs suceurs jumelées animées d'un mouvement de "va-et-vient" destiné à extraire les sables déposés aux fonds de l'ouvrage montré dans la figure II.6 ci-dessous ; qui seront transportés par la suite dans une rigole centrale qui débouche vers une fosse collectrice. Le mélange eaux et sable sera transporté vers un calibre de sable situé à côté du déssableur. Le sable est asséché puis décharger dans une benne. [43]

Tableau II-5 les dimensions du déssableur- déshuileur

Dimensions	Valeur	Dimensions	Valeur
Longueur (m)	50	Volume unitaire de la zone de dessablage	900
Largeur du canal de dessablage (m)	4.8	Volume unitaire de la zone de dessablage/ déshuilage	1039
Largeur du canal de déshuilage (m)	2	Volume utile total (m ³)	4156
Hauteur d'eau utile (m)	4.32	Surface (m ²)	336

Le temps de séjour dans le dessablage correspondant à un débit max est de 15 min. Les matières flottantes et les graisses s'accumuleront à la surface du déshuilage et seront raclées jusqu'à l'entrée d'un puits à graisses. [43]



Figure II-6 déssableur – déshuileur



Figure II-7 déssableur – déshuileur

II.3.4 Décantation primaire (4 bassin de décantation) :

La station dispose de 4 décanteurs primaires affichés ci-dessous Figure II.8,

Tableau II-6 Dimensions d'un décanteur primaire. (Notice d'exploitation STEP, 2006).

Dimensions	Valeur
Diamètre (m)	49
Hauteur d'eau utile (m)	2.56
Surface (m²)	1885
Volume unitaire (m³)	4825
Volume utile total (m³)	19300

Après avoir dessablée et déshuilée L'eau arrive par un canal ver les bassins de décantation primaires qui a un racleur qui tourne avec une vitesse 1 tour chaque 35min. dans ces bassins les matières en suspension tombe au fond du bassin. Elles constituent des boues primaires qui seront par la suite évacuées vers la filière de traitement des boues : l'épaississement primaire. [43]

- ❖ Le temps de séjour pour cet ouvrage est 2h.



Figure II-8 un décanteur primaire

II.3.5 Décantation secondaire :

Le rôle de la décantation secondaire est d'assurer une meilleure séparation de la biomasse de l'eau traitée et de permettre par ailleurs un premier épaissement des boues biologiques décantées et cela est montré dans le tableau suivant :

Tableau II-7 Dimensions d'un décanteur secondaire. (Notice d'exploitation STEP, 2006).

Dimensions	Valeur
Nombre d'ouvrage	8
Diamètre (m)	56.5

La liqueur mixte de boues activées formée ainsi dans le réacteur biologique est ensuite dirigée sur l'ouvrage de décantation secondaire. Ce dernier est alimenté par le centre à travers une conduite d'alimentation, sous le radier, débouchant à l'intérieur de la jupe de répartition. [43]

Le but de cette opération est la séparation de l'eau épurée des boues qu'elle contient.

La liqueur mixte est introduite en son centre ; l'eau clarifiée déborde en périphérie ; dans une double goulotte de reprise et les boues décantées se déposent sur le radier et seront raclées vers le centre de l'ouvrage où elles s'épaississent légèrement.

Les boues décantées seront pompées dans un puits à boues commun pour chaque ensemble de décanteurs secondaire et acheminées vers la station de pompage des boues de retour. La boue

surnageant est envoyée dans deux puits pour être également acheminée vers la déshydratation mécanique ou bien vers la station de pompage des boues de retour. [43]

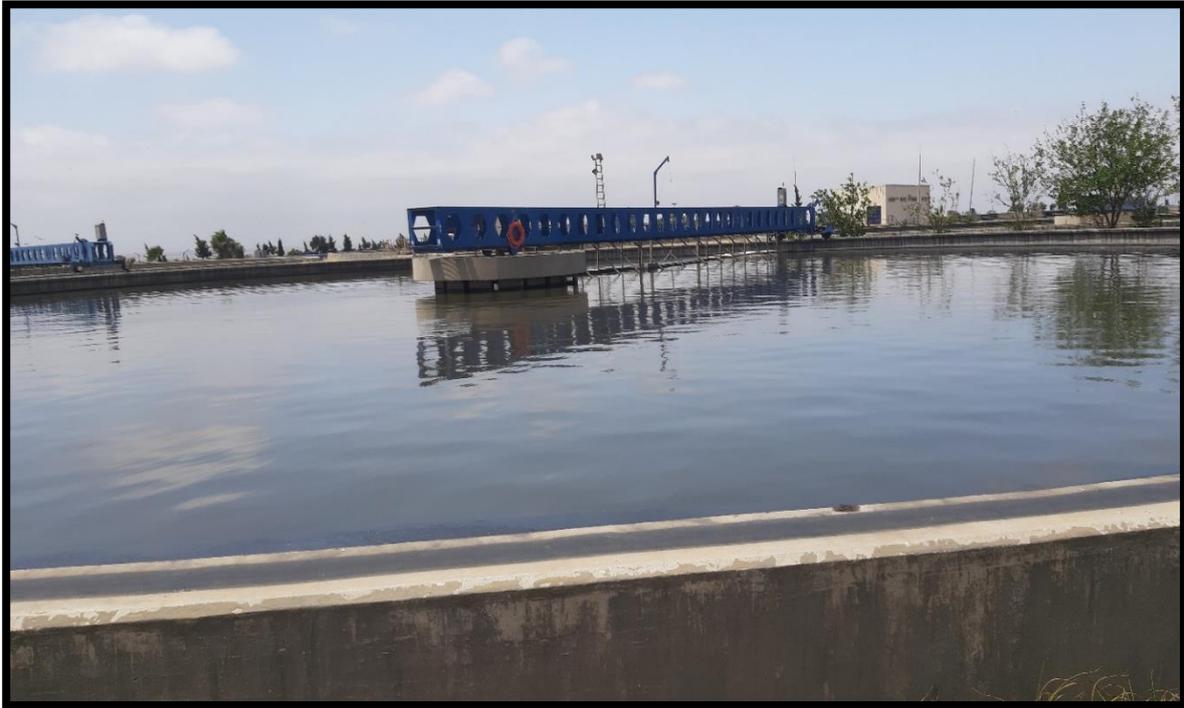


Figure II-9 Décanteur secondaire



Figure II-10 Décanteur secondaire

II.3.6 Traitement biologique :

Au niveau de la STEP, pour le traitement biologique le procédé aérobique est utilisé (boues activées) C'est l'étape du traitement biologique qui repose sur l'activité des bactéries. A cette étape, on éjecte d'air par des aérateurs de surfaces.

Ces bactéries se nourrissent des matières organiques, c'est-à-dire de transformer naturellement la pollution organique et diminuent le carbone, l'azote, et le phosphore contenu dans l'eau. Afin d'assurer les objectifs de traitement, il a été prévu un traitement par boues activées à moyenne charge. La règle de base dans le dimensionnement est de respecter la charge massique. Cette charge est calculée sur la masse totale de boues présentes dans le bassin d'aération est permet de parvenir aux objectifs de rejet dont la réduction de la pollution azotée en période d'été par la mise en place de la nitrification. [43]

Le traitement à boues activées sera composé de quatre bassins en béton avec des dimensions présentés dans le tableau.

Tableau II-8 dimensions d'un bassin d'aération. [44]

Dimensions	Valeur
Nombre de bassin	4
Longueur au plan d'eau (m)	89.8
Largeur au plan d'eau (m)	22.5
Hauteur d'eau (m)	5.25
Volume net unitaire (m³)	10584
Volume net total (m³)	42336

L'alimentation des bassins d'aération sera réalisée par une conduite en béton débouchant dans un canal de répartition situé en amont. Dans le cas où un bassin est hors service, les eaux seront distribuées vers les trois autres bassins en service.

Pour la vidange éventuelle des bassins d'aération, deux pompes sont prévues à la sortie des bassins. Le bassin d'aération sera conçu pour assurer un brassage homogène de la boue, éviter les dépôts de matières en suspension et l'érosion du fond ou des parois de l'ouvrage.

Les bassins d'aération seront équipés d'aérateur de surface de type à axe vertical et à vitesse de rotation lente. Chaque aérateur est monté sur une passerelle en béton armée avec garde-corps. Les passerelles reposent sur quatre poteaux en béton armée voir la figure II-11.

Un compartiment de dégazage sera accolé à chaque bassin à boues activées, équipé d'un dispositif de rabattement des mousses. Les mousses peuvent être au besoin récupérées dans un puits de pompage

d'où la mousse sera dirigée vers la déshydratation mécanique ou vers le puisard d'aspiration de la station de pompage de la boue de retour.

Afin de pouvoir adapter l'apport en oxygène par les aérateurs, les bassins seront munis de lames de débordement réglables. Celles-ci permettront de changer la profondeur d'immersion des aérateurs de surface.

Pour que la capacité d'aération puisse être adaptée au besoin réel, les aérateurs de surface sont équipés de variateurs de vitesse. La variation de vitesse des aérateurs sera tributaire de deux mesures d'oxygène dissous. L'émission d'aérosols est réduite par des jupes souples conçues en outre pour réduire la formation de mousses flottantes. Les moteurs des turbines seront capotés pour limiter les nuisances sonores. [43]

- ❖ Le temps de séjour est de 2h30min.



Figure II-11 Bassin d'aération

II.3.7 Chloration et désinfection des eaux épurées

La désinfection des effluents a pour objectif principal d'améliorer la qualité bactériologique de l'effluent épuré afin de protéger la zone de rejet. Sur la base d'un temps de séjour de 30 min pour le débit de pointe du temps de pluie, le bassin de contact présente un volume utile de 7700 m³.

Le bassin de contact sera de type à chicanes (voir la figure II.12) et aura les dimensions présentées dans le tableau [43]



Figure II-12 Bassin de désinfection.

Tableau II-9 Dimensions du bassin de désinfection

Dimensions	Valeur
Nombre d'ouvrage	2
Longueur (m)	100
Largeur (m)	10
Hauteur d'eau (m)	4.05

Avant leur évacuation, les eaux traitées doivent être désinfectées pour éviter tout risque de contamination. A cette fin, les eaux épurées de la station subiront un traitement de désinfection par le chlore gazeux.

Le chlore est un oxydant puissant et un bactéricide utilisé pour la destruction de composés tels que les germes ; étant un gaz dangereux, le bâtiment abrite également une installation de sécurité qui en cas de fuite peut neutraliser une quantité importante de chlore. Le système de chloration est conçu pour l'utilisation de tanks de chlore et pour permettre un dosage équivalent à 5 mg/l. les eaux épurées à la sortie de la station d'épuration seront rejetées dans la grande sebkha.

II.4 Description de différentes installations de la station de la partie boue :

II.4.1 Recirculation et extraction des boues :

Le but de la recirculation des boues ou des décanteurs secondaires vers le réacteur biologique est d'y maintenir une concentration constante et correcte de la liqueur mixte permettant de respecter une charge massique de fonctionnement considérée ou, ce qui revient au même, de limiter le temps de séjour dans les décanteurs pour garantir une bonne qualité et un âge de boue bien défini et d'éviter conséquemment l'accumulation et le débordement du lit de boue dans les décanteurs. Cette extraction est faite par une vis d'Archimède montré dans la figure ci-dessous dont la station est équipée de 4 vis (3 en fonction et 1 en réserve).



Figure II-13 Vis d'Archimède.

II.4.2 Epaissement des boues primaires :

Les boues primaires proviennent des décanteurs primaires. Elles sont à la fois riches en matières minérales (micro-sables, terre, etc.) et contiennent des matières organiques. La boue sera acheminée vers l'épaisseur primaire montré dans la figure II-14.

Tableau II-10 Dimensions de l'épaisseur primaire

Dimensions	Valeur	Dimensions	Valeur
Nombre des épaisseurs	4	Surface (m ²)	491
Diamètres (m)	25	Volume net unitaire (m ³)	2376
Hauteur de boue (m)	4.84	Volume net total (m ³)	4752

Le temps de séjour des boues sont au maximum de quatre jours. Le mode de gestion de ces ouvrages prévoit que l'eau surnageant qui a l'appellation des eaux troubles soit évacuée de retour vers le décanteur primaire.



Figure II-14 Epaisseur primaire de la STEP.

I. Epaisseur des boues secondaires :

La station d'épuration produit en permanence des boues activées biologiques dont l'excès doit être évacuée à intervalles réguliers pour garantir un bon fonctionnement du système. En effet, l'extraction comme s'est présenté dans la figure II.16 permet de maintenir une quantité de MS nécessaire et suffisante afin d'assurer le maintien du métabolisme microbien.

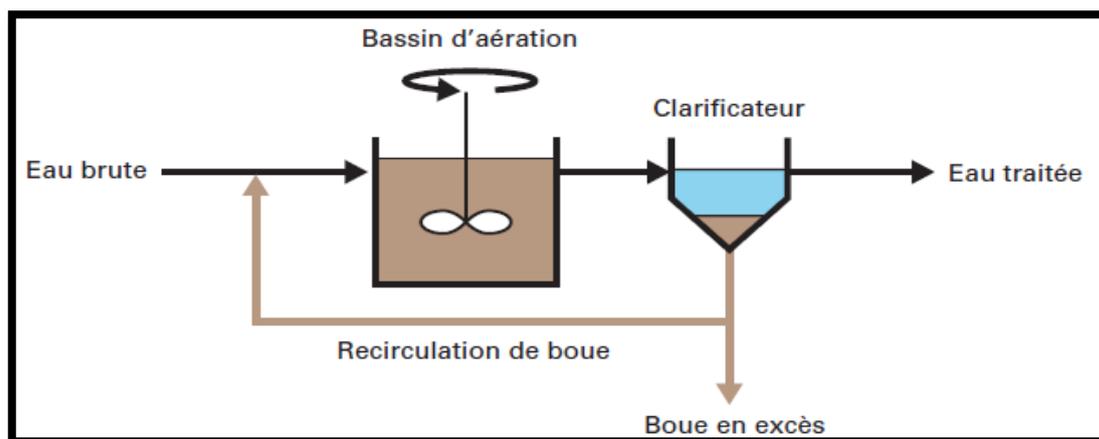


Figure II-15 Schéma de recirculation de la boue en excès. [46]

Le but de cette installation est d'augmenter la teneur des boues activées excédentaires à une valeur minimale de 5% telle que leur volume soit réduit d'au moins 5 fois. Les boues en excès ainsi épaissies

passés par les deux épaisseurs restants, puis sont pompées vers le bassin d'homogénéisation pour être mélangées avec la boue primaire et ensuite renvoyées vers la digestion anaérobie. [13]

Le bassin d'homogénéisation montré dans la figure est d'un volume 200m³, ce bassin permet de former une boue brute à partir des boues primaires et les boues en excès puis les boues sont transportées vers le digesteur. [45]



Figure II-16 Bassin d'homogénéisation



Figure II-17 Bassin d'homogénéisation

II.4.3 Digestion anaérobique des boues :

La digestion est un procédé microbiologique transformant la boue organique chimiquement complexe en méthane, dioxyde de carbone et en un matériau non toxique semblable à de l'humus. Les réactions se déroulent dans le digesteur dans des conditions anaérobies, c'est-à-dire en l'absence d'oxygène. La transformation s'effectue au cours d'une série de réactions. Tout d'abord la matière solide est rendue soluble par des enzymes, en suite le produit est fermenté par un groupe de bactéries acidifiantes, procédé qui le réduit à des acides organiques simples, tels que l'acide acétique. Les acides organiques sont alors transformés par les bactéries en méthane et en dioxyde de carbone. La boue épaisse est chauffée et versée le plus régulièrement possible dans le digesteur montré dans la figure II.16 où elle séjourne entre 10 et 30 jours pour y être décomposée. Par la digestion, on atteint une réduction de la matière organique de 45 à 60%. Les digesteurs comportent un volume dans leur partie haute où les boues à digérer sont introduites par pompage. Ces digesteurs possèdent les caractéristiques de fonctionnement présentées dans le tableau II.11 [43]

Tableau II-11 Dimensions des digesteurs

Dimensions	Valeur
Nombre des digesteurs	4
Volume net unitaire (m³)	9605
Volume net total (m³)	38420
Charge massique spécifique de la digestion (kg M.S/ m³ xj)	2.57
Temps de séjour des boues dans les digesteurs	20

La digestion anaérobie permet en fin de compte de : [45]

- Rendre la déshydratation plus facile. En effet, la digestion réduit la teneur en matière volatiles, colloïdales et hydrophiles des boues.
- De réduire les quantités de boues à déshydrater, la consommation d'électricité, de polymères, de sels de fer ou de chaux.
- De réduire les odeurs dans l'atelier de déshydratation, améliorer le confort de travail.



Figure II-18 Digesteur anaérobie



Figure II-19 Digesteur anaérobie

II.4.4 Déshydratation mécanique des boues

La station d'épuration produit en permanence des boues dont l'excès doit être évacuée à intervalles réguliers pour garantir un bon fonctionnement du système. En effet, l'extraction permet de maintenir une quantité de MS nécessaire et suffisante afin d'obtenir une qualité d'épuration optimale. Ces boues, principalement constituées d'eau (>97%, le plus souvent) représente des volumes importants que la filière de traitement des boues va s'attacher à réduire autant que faire se peut, afin d'abaisser les coûts d'évacuations de ces sous-produits de l'épuration. L'utilisation du polymère : Le polymère engendre

la floculation de la boue permettant ainsi une séparation boue eau dans les filtres à bondes. Ce produit est préparé dans une installation prévue pour cet effet.

La production de boue est directement liée à la quantité de pollution retenue. Il s'en suit une augmentation de la biomasse dans le système, ce qui induit un accroissement des concentrations en MS.

Le produit fini peut être utilisé aisément en agriculture comme excellent amendement des sols, ou être versé en décharge publique. Cette siccité sera environ 20%. [43]



Figure II-20 Table d'égouttage



Figure II-21 tapis déshydratation mécanique des boues

II.4.5 Installations de transport ; de stockage et de stabilisation des boues

Déshydratées

Le système de transport et/ou stockage des boues déshydratées comprend deux lignes identiques et indépendantes dont chacune est associée à une ligne de déshydratation mécanique des boues.

Selon les besoins de l'exploitation de la ligne boues, il est possible pour le gestionnaire de la station (chef de station) de choisir, par sélection au niveau de la supervision, pour chaque ligne de stockage et transport, d'une des deux options suivantes, soit :

- Le transport et le déchargement direct de la boue déshydratée dans les bennes des camions pour leur évacuation à l'extérieur du site, où :
- Le stockage et la stabilisation de la boue déshydratée dans les Silos de stockage de boues montré dans la figure pour une future évacuation dans le lieu de décharge. [45]



Figure II-22 Transport des boues



Figure II-23 Les silos de boues

II.4.6 Production de gaz :

Le biogaz produit par la digestion anaérobie sera récupéré dans une conduite installée au sommet de chaque digesteur, et dont la pression maximale de service est 50mbar, jusqu'au local des filtres à graviers. Ces derniers sont conçus pour séparer les particules et le condensat du biogaz et ils jouent également le rôle de dispositif de sécurité contre le retour de flamme.

Le biogaz filtré et dépourvu d'humidité, sera acheminé jusqu'au Gazomètre. [45]

Ce Gazomètre sans pression montré dans la figure II.24, composé d'un silo métallique cylindrique et d'une membrane, à l'intérieur de laquelle le ballon à gaz est suspendu. Il a pour fonction d'amortir les différences de volume de gaz entre la production et la consommation de gaz.

Les caractéristiques du gazomètre présenté dans le tableau [43]

Tableau II-12 Caractéristiques du gazomètre

Dimensions	Valeur	Dimensions	Valeur
Diamètre de plaque inférieure (m)	22	Hauteur du cône (m)	6.9
Diamètre extérieur (m)	21.32	Hauteur totale (m)	26.44
Hauteur du cylindre (m)	19.42	Volume de stockage (m ³)	6800



Figure II-24 Gazomètre

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons fourni une description détaillée de la station de traitement des eaux usées La Station d'épuration d'El Kerma-Oran est l'une des stations qui traitent les eaux usées domestiques dans la ville d'Oran. Elle élimine la quasi-totalité des agents polluants. L'eau peut être jeté ou il peut être utilisé à d'autres fins par exemple : on peut irriguer des terres d'agriculture par les eaux traitées mais malheureusement ces eaux se dirigent travers un canal et évacuées vers la <<Sebkha>> d'Oran

III. Chapitre 3 Risque et prévention au niveau d'une station d'épuration

III.1 Introduction

Certains établissements mettent en jeu, dans le cadre de leurs activités, des matières chimiques ou des mécanismes dangereux pour la nature, l'homme et les biens. Ces manipulations présentent, généralement, un risque constant pour leur environnement et peuvent entraîner des accidents naturels ou industriels aux effets graves et immédiats. De manière générale, les risques industriels sont à probabilité faible, mais à gravité importante.

Cependant, La meilleure des préventions est la prise en compte des conditions de travail des agents dès la conception des installations et l'adoption, le plus en amont possible, d'une démarche générale de prévention des risques en matière d'hygiène, de sécurité et de conditions de travail.

III.2 Les différents risques

III.2.1 Risques accidentels

La procédure utilisée pour recenser les risques potentiels de la STEP est :

- Identifier les dangers pour le personnel intervenant, et les aspects environnementaux.
- Évaluer les dommages au personnel, et impacts environnementaux.
- Sélectionner les risques qui sont potentiels pour en évaluer leur niveau de maîtrise.
- Établir un classement des risques potentiels par ordre de priorité d'amélioration de leur maîtrise.

Ces risques sont liés à la conception de l'installation (bassin, passerelles...) et à la nature des équipements (mécaniques, électriques...)

III.2.1.1 Risques de chute du personnel

La notion de travail en hauteur ne concernait que les postes de travail situés à plus de 3 mètres. En effet, des mesures adaptées (en fonction de la hauteur, du type d'intervention...) doivent être définies quelle que soit la hauteur de travail. [48]

Les chutes sont parmi les accidents les plus fréquents, puisqu'elles représentent 30 % des accidents. Elles surviennent lors du déplacement du personnel de la station. Elles peuvent être dues à l'absence de balustrades en bordure de bassins, à l'étroitesse des abords de ces bassins, à l'absence de plinthes sur les passerelles, à des sols rendus glissants par l'eau et la boue, à l'éclairage insuffisant ou à des ouvertures au sol souvent mal signalées. [49]

Les chutes se divisent en deux groupes :

III.2.1.1.1 Chute de plain-pied

Il existe différents facteurs de risques pouvant entraîner la chute de plain-pied d'un agent pendant son service :

- Etat du sol (dénivelé, trou, gravier, herbe...);
- Etat des escaliers ou marches des passerelles;
- Climat (pluie, gel, neige...);
- Encombrement du sol (présence de tuyau, outils...);
- Composition du sol (géo-membrane). [50]

III.2.1.1.2 Les chutes dans les bassins

Le travail au bord de l'eau présente de nombreux dangers, dont le plus important est la noyade. C'est parmi les accidents les plus fréquents. Elles sont particulièrement dangereuses, si les bassins sont des bassins d'aération ou à boues non recouverts.

Pour ce qui est des bassins à boues non recouverts (concentrateurs.), le risque vient du fait que la boue pénètre dans les orifices vitaux de l'individu (nez, bouche, oreilles). La victime est alors prise au piège et ne peut survivre sans l'intervention d'une tierce personne. [51]

III.2.1.2 Risques de coupure ou de contusion

Les agents effectuent régulièrement des manutentions manuelles (port et déplacement de potence des puits de relevage, pompes défectueuses, tampons...).

Ce risque ne représente pas l'accident le plus grave, mais le caractère septique de l'eau rend toute blessure suspecte. Un suivi de cette blessure est important afin d'éviter toute infection (risques infectieux). [48]

Les coupures et les contusions sont fréquentes lors d'exercices de démontage et de remontage des matériels, lors d'opérations de levage, lors de manœuvres sur les organes mobiles des installations. Les coupures peuvent également se produire lorsque le personnel effectue des contrôles directement sur l'installation, en utilisant du matériel en verre. [50]

III.2.1.3 Risques d'incendie et d'explosion au niveau de la ZONE ATEX

Dans La Station d'Épuration d'EL Kerma Oran il existe une variété de risques mais le plus potentiel est le risque d'incendie ou d'explosion dont l'origine est la production du biogaz (méthane)

Le système à étudier est la « ZONE ATEX » qui est une zone dont une fuite de gaz, ou une fuite de liquide inflammable ou encore des nuages de poussières créent en mélange avec l'air des atmosphères explosives dites ATEX. Parfois il ne suffit que d'une énergie extrêmement faible pour enflammer une telle atmosphère. [49]

III.2.1.3.1 Risques d'incendie

Un risque d'incendie est une combustion, c'est à dire une réaction chimique exothermique d'oxydation d'un combustible par un comburant sous l'effet d'une énergie d'activation.

III.2.1.3.1.1 Un combustible

C'est la matière dont la combustion dégage de l'énergie calorifique. Il se trouve sous trois formes : solides, liquide ou gazeux (fioul, huile, gasoil, bois, chiffon...).

III.2.1.3.1.2 Un comburant

C'est une substance qui oxyde une autre substance, il favorise ma combustion (oxygène...).

III.2.1.3.1.3 Une source d'énergie

C'est la source d'énergie qui déclenche la réaction de combustion

Ces trois composants peuvent être symbolisés par le triangle du feu :

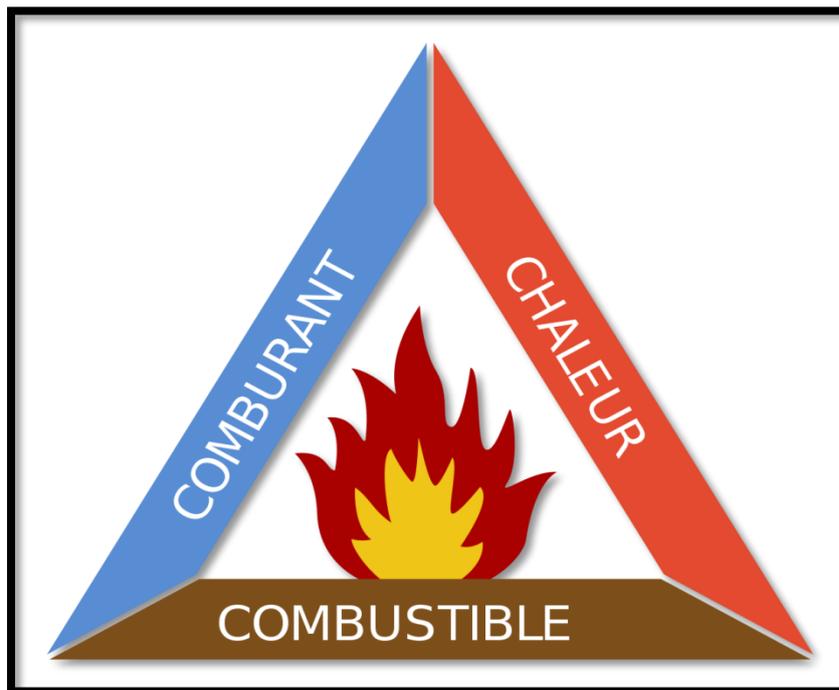


Figure III-1 Danger

III.2.1.3.2 Risques d'explosion

Ils sont principalement liés à la Station d'Épuration d'EL Kerma Oran, à la fermentation anaérobie de matières organiques ; cette fermentation conduit à la formation de méthane, d'hydrogène sulfuré et d'hydrogène arsénié, inflammables et explosifs, quand ils sont mélangés avec l'air dans certaines

proportions. Cette fermentation peut se produire de façon accidentelle, par manque d'entretien dans les canalisations, ou de façon intentionnelle dans les digesteurs de boues.

Une mention particulière est à porter sur le risque explosif dû aux rejets par des laboratoires ou des industries de solvants organiques ou d'essence, pouvant être à l'origine de vapeurs explosives. [50]

III.2.1.4 Risques d'intoxication, d'asphyxie

Avant de détailler les produits étant à l'origine d'intoxications ou d'asphyxies, il est bon de rappeler certaines notions.

Tout d'abord, une atmosphère est rendue dangereuse par la diminution de la concentration en oxygène ou par la présence d'un élément extérieur (gaz, vapeur) apportant des risques : d'asphyxie, d'intoxication, d'explosion. [48]

Le risque d'asphyxie apparaît quand la quantité d'oxygène dans l'atmosphère Respirée devient insuffisante (17% contre 20,9 %) [52], l'intoxication correspond à un empoisonnement par inhalation d'un gaz dangereux.

III.2.1.4.1 Les différents gaz rencontrés sur une station d'épuration

Les gaz qui proviennent pour la plupart de la fermentation anaérobie des matières organiques se retrouvent au débouché du réseau, dans la bêche de relèvement, dans les puits à boues, dans les digesteurs. [53]

III.2.1.4.2 Quelques notions concernant les gaz

III.2.1.4.2.1 Limite inférieure d'explosivité (LIE)

- Limite inférieure d'explosivité(LIE) d'un gaz, de vapeurs ou de poussières dans l'air est la concentration minimale dans le mélange au-dessus de laquelle celui-ci peut exploser

III.2.1.4.2.2 Limite Supérieure d'explosivité (LSE) :

- Concentration maximale du gaz, vapeurs ou de poussières inflammables dans l'air au-dessous de laquelle il peut exploser

III.2.1.4.2.3 Valeur Moyenne d'Exposition (VME)

- Valeur de concentration d'un produit dans l'atmosphère que peut respirer une personne pendant une durée de 8 heures (journée de travail), sans risque d'altération de sa santé même si des modifications physiologiques réversibles sont parfois tolérées.

III.2.1.4.2.4 Valeur Limite d'Exposition (VLE)

- Valeur à ne jamais dépasser afin de ne pas exposer les salariés à des risques d'altération de la santé. Le prélèvement servant à la mesure de concentration doit être d'une durée inférieure à 15 mn

III.2.1.4.3 Le gaz carbonique (CO₂)

Il ne représente pas réellement un risque à lui seul en station d'épuration, car il n'atteint que très rarement des concentrations suffisantes ; cependant, des cas d'accidents ont été rapportés. Nous analyserons donc ses caractéristiques et les différents troubles qu'il peut engendrer.

- **Caractéristiques**

C'est un gaz incolore, inodore, aux conditions normales de température et de pression. Il est plus lourd que l'air et s'accumule donc au niveau du sol ($d = 1,5$).

- **Toxicologie**

Il est irritant à fortes concentrations (effet local).

Des concentrations de 3 à 5 % entraînent une hyperventilation. Des concentrations supérieures, de l'ordre de 8 à 15 % sont à l'origine de céphalées, somnolence, nausées, vomissements. C'est un agent vasodilatateur. A forte dose il provoque une insuffisance circulatoire rapide avec coma et mort. [51]

III.2.1.4.4 L'oxyde de carbone(CO)

Peu fréquent, mais rencontré quelquefois, mélangé à d'autres gaz. [52]

- **Caractéristiques**

C'est un gaz incolore, inodore, non irritant, de densité proche de l'air et extrêmement inflammable (sa limite inférieure d'explosivité (LIE) est de 12,5 % et sa limite supérieure d'explosivité (LSE) est de 74,2 %).

- **Toxicologie**

Agit au niveau des voies respiratoires. Par intoxication massive, on assiste à une inhibition brutale de la respiration. L'intoxication aigue entraîne des vertiges, des céphalées, des vomissements. L'exposition chronique provoque des céphalées, des vertiges et une asthénie. [54]

III.2.1.4.5 L'hydrogène sulfuré(H₂S)

Encore nommé sulfure d'hydrogène, c'est le gaz le plus fréquemment rencontré. [52]

- **Caractéristiques**

C'est un gaz incolore, inflammable, explosif (LIE = 4,5 % et LSE = 45,5 %) ; il présente une odeur putride caractéristique (œuf pourri). C'est un gaz lourd ($d = 1,19$) qui s'accumule dans les parties basses mal ventilées.

- **Toxicologie**

C'est un puissant irritant oculaire, ORL et respiratoire, entraînant un œdème aigu du poumon (OAP) et surtout une inhibition brutale de la respiration cellulaire par blocage du processus d'oxydo-réduction des 500 ppm.

A faible dose (100 ppm), il provoque conjonctivite, rhinite, dyspnée, voire un OAP retardé, avec céphalées, nausées...

Des concentrations de l'ordre de 500 à 700 ppm peuvent entraîner des Intoxications mortelles.

Le véritable danger apparaît pour des concentrations élevées (1000 ppm) : il entraîne une paralysie du nerf olfactif, conduisant rapidement au décès. [55]

III.2.1.4.6 Le méthane(CH₄)

C'est un gaz explosif, inflammable et aussi asphyxiant. C'est un gaz plus léger que l'air. A ciel ouvert, le gaz se dissipe dans l'atmosphère. Cependant, dans un espace restreint, le gaz est piégé et l'atmosphère devient plus dangereuse. Il est donc nécessaire de surveiller l'atmosphère. Son risque principal est l'explosion.

(LIE = 5 % et LSE = 15,4 %).

Due à la nature asphyxiant et inflammable du sulfure d'hydrogène, le personnel ne doit pas être exposé à des quantités de méthane gazeux qui pourraient lui être néfastes.

- **Caractéristiques**

C'est un gaz incolore, sans odeur à l'état pur ; sa densité est voisine de 0,50. Se forme par un processus naturel lors de la décomposition anaérobie de matière organique contenue dans la boue et se trouve communément dans les égouts.

- **Toxicologie**

Le méthane remplace l'oxygène dans l'air et empêche le corps humain de fonctionner correctement (asphyxie). Son inhalation est à l'origine de troubles respiratoires, nausées, vomissements, perte de connaissance, convulsions. Il est asphyxiant en agissant, en diminuant la teneur en oxygène de l'air. [53]

III.2.1.4.7 Le chlore gazeux

Longtemps utilisé dans les procédés de désinfection des eaux résiduaires, il se voit peu à peu remplacé par d'autres procédés : rayonnement ultra-violet, ozone ou dérivés oxygénés du chlore.

Il représente un des risques potentiels majeurs pour la santé du personnel. [48]

- **Caractéristiques**

C'est un gaz jaune verdâtre, d'odeur âcre, suffocant, plus dense que l'air (densité égale à 2,48). Il est stocké sous forme liquéfiée dans des cylindres en acier. [49]

- **Toxicologie**

Au contact de l'humidité de la peau, des muqueuses, des voies respiratoires, il possède une action irritante et destructrice sur les tissus, par formation d'acide chlorhydrique (HCl).

Ses effets se manifestent dès la concentration de 0,5 ppm.

Des concentrations supérieures à 30 ppm entraînent immédiatement des sensations de suffocation, douleur rétro sternale, toux, puis de détresse respiratoire et cyanose. Une exposition sévère (40 à 60 ppm) conduit à un œdème aigu du poumon.

Une exposition à 1000 ppm est rapidement fatale.

Une fuite de chlore gazeux peut survenir lors de la mise en place d'une nouvelle bouteille : c'est un accident grave, qui peut cependant être évité, en respectant la conception de l'installation (stockage à l'air libre), en limitant la quantité stockée, en contrôlant les récipients. [56]

III.2.1.5 Risques mécaniques

On entend par risques mécaniques, tous les risques qui peuvent exister lors d'une installation défectueuse de machines, lors du mauvais fonctionnement d'un appareil de dégrillage automatique, de vis sans fin, de ponts racleurs, de filtres presses, rouleaux biologiques... Ces appareils, dont la plupart des pièces sont mobiles et dont le fonctionnement est le plus souvent automatique, peuvent présenter un danger permanent pour l'ensemble du personnel qui les utilise. [49]

Il est indispensable de prévoir des systèmes de protection et une information du personnel nécessaires à toute manutention ou maintenance de ces appareils.

De plus les agents doivent baliser la zone de travail et signaler l'interdiction d'y accéder (signalisation, barrières, refermer les tampons...).

Un plan de circulation doit être mis en place dans la station d'épuration afin de réguler les véhicules étrangers au service qui y circulent et les agents (exemple : circulation des tracteurs venant chercher des boues pour fertiliser les cultures). [57]

III.2.1.6 Risques électriques

Les agents effectuent régulièrement des travaux d'ordre électrique (intervention sur les tableaux électriques de commande de l'installation...) ou non électrique (changement d'ampoule, ré-enclenchement de disjoncteur...). [48]

Ces risques dépendent en grande partie des matériaux utilisés pour les différentes installations et de la conception de ces installations. En effet, ceux-ci doivent être adaptés à l'environnement (présence d'eau, d'humidité). [49]

Le réseau électrique doit répondre à des normes parfaitement définies.

Le risque d'électrocution devrait être minime si les normes étaient parfaitement respectées ; or, il s'avère que ce n'est pas réellement le cas. Nous assistons souvent à la modification du réseau électrique initial, par des "bricolages" successifs effectués par un personnel pas toujours qualifié. [50]

Ils doivent donc suivre une formation après laquelle l'autorité territoriale pourra leur délivrer un titre écrit d'habilitation électrique. Ils devront également suivre un recyclage au bout de trois ans lorsque les agents travaillent hors tension et d'un an s'ils travaillent sous tension. [57]

III.2.1.7 Nuisances diverses

Ces nuisances ne peuvent être considérées comme étant des accidents, mais elles sont souvent à l'origine de nombreuses plaintes du personnel. Elles sont représentées par le bruit et les odeurs.

Le bruit n'est pas perçu de façon continu et n'atteint le personnel qu'à des endroits localisés (aérateurs de surface, supprimeurs).

Si l'entretien s'effectue régulièrement, aucune odeur ne devrait gêner le personnel. En réalité, il existe parfois des odeurs plus soutenues au niveau de l'incinération des résidus de dégrillage ou de graisse, et au niveau des traitements de boues à haute température, qui libèrent des composés sulfurés et azotés. [50]

III.3 Risques chimiques

L'activité de traitement des eaux usées est le siège de nombreuses réactions chimiques (fermentation, oxydoréduction...) qui sont d'émanations gazeuses. Tous les produits chimiques sont susceptibles de présenter des risques.

C'est un risque d'intoxication, d'infection, d'allergie, de brûlure...par inhalation, ingestion ou contact cutané de produits mis en œuvre ou émis sous forme de gaz, de particules solides ou liquides. Dans certaines conditions, il peut en résulter des maladies professionnelles.

Tous les produits chimiques sont susceptibles de présenter des risques. Ces Risques sont multiples

- ❑ La soude peut conduire à la cécité (amaurose)
- ❑ Les vapeurs de certains solvants attaquent le cerveau
- ❑ Certains produits sont cancérigènes

Nous ne développerons pas dans cette partie les produits chimiques générés par fermentation, mais nous nous limiterons aux produits stockés et utilisés par le personnel dans le cadre du traitement des eaux usées en station d'épuration.

Les maladies provoquées sont de nature très différente selon l'organe atteint et le mécanisme d'action du produit, On distingue :

- Les toxiques, nocifs, corrosifs et irritants, qui peuvent perturber le fonctionnement de l'organe ou du tissu, ou même entraîner sa destruction
- Les allergisants (ou sensibilisants), dont le simple contact peut déclencher des réactions de défense excessive de l'organisme (eczéma- asthme) ;
- Les cancérogènes, qui peuvent perturber le mécanisme de reproduction des cellules, ce qui conduit aux cancers. [56]

III.4 Risques infectieux

Il est vrai que les eaux usées renferment une quantité importante de microbes, mais l'ensemble des traitements qui leur est appliqué a pour but, entre autres, l'élimination de la plus grande partie des germes présents. [58]

Ce risque, par rapport à ceux précédemment évoqués, s'applique non seulement aux personnels travaillant, mais aussi aux résidents voisins de la station. En effet, de nombreuses études portent aujourd'hui sur la dissémination des aérosols et sur les dangers qu'ils impliquent [59]

III.4.1 Etude des germes pathogènes

L'analyse des eaux usées, avant traitement et au-cours des différents traitements, nous révèle la présence d'une population microbienne importante. [60]

Il est judicieux d'évoquer le fait que certaines populations de micro-organismes sont dans l'incapacité de se multiplier, de survivre dans les eaux résiduaires ou autres milieux rencontrés sur une station. Certains, par contre, s'adaptent aux milieux défavorables dans lesquels ils se trouvent, grâce à leur forme de survie, telle que kystes, spores... [61]

III.4.2 Principaux germes pathogènes rencontrés et les troubles qu'ils occasionnent

Les tableaux I, II, III, IV, nous donnent un aperçu des différents germes que nous sommes susceptibles de découvrir lors d'analyses effectuées sur la station. Ces tableaux ne sont en aucun cas exhaustifs.

Nous développerons les maladies inscrites au tableau des maladies professionnelles et celles pour lesquelles on note une recrudescence en Algérie

Tableau III-1 Bactéries susceptibles d'être transmises par les eaux résiduaires.

Agent Maladie	Réservoir	Mode de transmission
Escherichia coli Gastroentérite	Home Animaux domestiques	Voie digestive (manu portée)
Salmonella sp fièvre typhoïde et salmonellose	homme (porteurs sains) bétail infecte - animaux infectes - Oiseaux	voie digestive
Shigella sp Gastroentérite (dysenterie) bacillaire	homme animaux domestiques	voie digestive
Bruce/la sp Brucellose	bétail infecte	contact direct avec l'eau
Leptospira ictero-hémorragie Leptospirose	urine des rats infects	Morsures de rats contact avec les eaux ou les sols souillés d'urine de rats
Mycobacterium tuberculoses Tuberculose	homme bétail infecte	voies orale et cutanée
Clostridium tetani Tétanos	Excréments d'animaux sols-eaux souillés...	plaie, écorchure, piqure
Bacterium anthracis Charbon	betail infecte	contact avec l'eau
Vibrio cholera Cholera	Homme	voie digestive

Tableau III-2 Virus susceptibles d'être transmis par les eaux résiduaires.

Agent Maladie	Réservoir	Mode de transmission
Entérovirus (sf poliovirus) Gastroentérite, troubles cardiaques...	homme petits animaux	voie digestive
Poliovirus Poliomyélite	homme	voie digestive
Virus de l'hépatite A, E Hépatites	homme et autres primates	voie digestive
Rota virus Gastroentérite	homme animaux domestiques	voie digestive (fécale/oral)
Adénovirus Maladies respiratoires, conjonctivales	homme et autres primates	voie aérienne (contact direct)

Tableau III-3 Parasites susceptibles d'être transmis par les eaux résiduaires.

Agent Maladie	Réservoir	Mode de transmission
Protozoaires Entamoeba histolytica Amibiase	Homme	voie digestive
Giardia lamblia Giardiose	Homme, bétail, Animaux domestiques	voie digestive
Helminthes (ronds) Ascaris duodénale Ascaris lombricoïdes Ascariodiose	Homme	voie digestive
Ankylostome duodénale ankylostomiase	Homme	Voie digestive
Strongyloides vermicularis Strongylose anguillulose	Homme – chien	voie digestive

Tableau III-4 Champignons susceptibles d'être transmis par les eaux résiduaires.

Agent Maladie	Réservoir	Mode de transmission
Candida albicans Candidose	Homme	Voie cutanée, digestive...
Cryptococcus neoformans Cryptococcose	Sols-débris organiques	voie aérienne (poussière) fiente de pigeons
Aspergillus sp Aspergillose	Saprophyte du sol Homme (arbre broncho- pulmonaire)	voie aérienne

III.4.3 Modes de contamination

Tous les travaux effectués sur une station peuvent être source de contamination par des germes pathogènes.

Cette contamination peut effectivement se faire par contacts directs (projection d'eau, contage manu porte...) ou par contacts indirects (aérosols). [62]

Il y a trois types de contamination possible :

➤ **Voie cutanéomuqueuse :**

Elle sous-entend un contact direct entre l'élément souillé et la peau ou une muqueuse (l'œil). Celle-ci est favorisée par l'existence d'une blessure préalable [63]. Cependant, un passage transcutané peut être possible avec certains germes (brucellose, leptospirose). Cette voie entraîne des pathologies plus souvent locales, que générales, de type : dermatite, eczéma allergique, surinfection de plaies, irritation, infection oculaire (conjonctivites...). [60]

➤ **Voie respiratoire :** De nombreuses études s'intéressent actuellement aux aérosols comme vecteurs de maladies. En effet, certaines techniques utilisées dans le traitement des eaux peuvent engendrer la formation d'aérosols : techniques d'aération... [64]

Elle peut être une voie de contamination par inhalation d'aérosols. Cette contamination peut atteindre les différentes parties de l'arbre respiratoire et être à l'origine de sinusite, rhinite, aspergillose pulmonaire. [59]

Elle associe accès aigus de fièvre avec malaise et frissons ; il peut exister également une conjonctivite purulente, des manifestations cutanées et une diarrhée. On ne note pas de manifestation

respiratoire sur le plan clinique. La biologie révèle un taux d'IgG et IgA supérieur aux normes, une hyperleucocytose et un taux élevé de protéine C réactive [65]

➤ **Voie digestive :** Elle se fait par contact direct (mains souillées portées à la bouche, chute dans un bassin, "absorption" de gouttelettes d'eaux usées lors d'une discussion) ou de façon indirecte par l'intermédiaire d'un élément souillé : cigarette, aliments.

Une contamination par cette voie peut aboutir à des troubles digestifs, type gastro-entérite, ou à des infections généralisées. [66]

III.5 Etude globale sur la sécurité de la Station d'Épuration d'EL Kerma Oran

La sécurité est un état idéal, certes inaccessible mais vers lequel il faut tendre. La prévention permet d'approcher au mieux la sécurité (qui en fait, une asymptote). L'accident est le sous-produit éventuel de l'industriel humain, que la fonction sécurité tente d'éviter en organisant rationnellement les divers éléments qui composent cette industrie.

Parmi les conditions de réussite dans la sécurité, une gestion efficace de la prévention des risques professionnels suppose :

Une direction consciente par la mise en place d'un système de gestion de la sécurité aussi bien sur le plan économique que sur le plan social, acquise aux techniques de management et déterminée à les appliquer et à les faire appliquer par tous.

III.5.1 Aspect sécuritaire et lutte antipollution

La direction est consciente de l'engagement social que représente la gestion des ressources naturelles et pour cette raison, elle considère que la participation à cette gestion doit contribuer à la qualité de vie des personnes et permettre de générer de la valeur ajoutée pour les groupes d'intérêt.

SEOR aspire à être considérée comme une organisation de référence dans les sphères d'activités, auxquelles elle participe en appliquant pour cela une méthodologie orientée vers l'amélioration continue. Pour atteindre ces buts, on a développé un modèle de gestion qui injecte de la valeur ajoutée dans l'organisation et intègre les systèmes suivants :

- ✓ Gestion de la qualité, selon ISO 9001
- ✓ Prévention des risques professionnels, selon OHSAS 18001
- ✓ Gestion environnementale, selon ISO 14001
- ✓ Gestion technique des laboratoires selon 170251

Au niveau de la STEP d'EL KERMA, sur le plan environnemental sont consentis avec :

III.5.1.1 Lavage chimique d'air

Dans la salle de déshydratation des boues il y'a émanation de l'hydrogène sulfuré H₂S, donc pour protéger l'atmosphère, ils ont mis en place un système d'extraction qui permet d'extraire le H₂S continu dans cette salle et le dirige vers un appareil qui permet d'effectuer cette opération (comme le montre sur la figure), qui à la sortie on aura un gaz traité.

Le but à atteindre est le transfert des polluants de la phase gazeuse vers la phase li Cette absorption est souvent accélérée par une réaction chimique du gaz dissous avec constituant de la phase liquide.

Ce lavage chimique d'air se fait grâce aux trois produits suivants :

- ✓ Acide sulfurique H₂SO₄
- ✓ Soude caustique NaOH
- ✓ Peroxyde d'hydrogène H₂O₂



Figure III-2 poste de lavage chimique d'air

III.5.1.2 Lavage du chlore

Même aussi au niveau de la salle où sont stockés les tanks (grandes bouteilles contenant du chlore), en cas d'excès de chlore important, les capteurs et la ventilation se déclenchent en même temps pour qu'il y'a suffisamment d'air.



*Figure III-3 salle de stockage
des tanks*

Cette présence d'air permet à l'extracteur d'extraire le chlore et le dirige vers l'appareil qui permet de faire le lavage du chlore avant son rejet dans l'atmosphère.



Figure III-4 extracteur



*Figure III-5 appareil pour lavage
du chlore*

III.5.2 Aspect et organisation de la sécurité préventive

Puisque les travailleurs de la STEP sont exposés à des risques biologiques, le SEOR a mis en place

Un comité d'hygiène et de sécurité (CHS) : qui contribue à la protection des travailleurs et à l'amélioration des conditions de travail, ce comité est composé de :

- ✓ Médecin du travail de la SEOR
- ✓ Chef de département de HSE
- ✓ Représentant de la direction
- ✓ Représentant des travailleurs

Au niveau de la ZONE ATEX :

- ✓ Explosimètre
- ✓ Ventilation
- ✓ Signalisation
- ✓ Détecteur de gaz dans la salle de chaufferie
- ✓ Alarme

Au niveau du poste de lavage chimique d'air :

- ✓ Un extincteur CO₂
- ✓ Douche rince-œil

Au niveau du laboratoire :

- ✓ Deux extincteurs CO₂
- ✓ Douche en cas de pénétration des produits chimiques par voie cutanée

Au niveau des décanteurs :

- ✓ Des bouées de sauvetages sur le pont de chaque décanteur.



Figure III-6 Signalisation de protection

III.5.3 Les conséquences sur le système et l'environnement

III.5.3.1 Les aspects environnementaux potentiels associés à cette situation sont

- Génération ou déversement des résiduels dangereux et non dangereux (restes, cendres...).
- Génération des gaz toxiques ou dangereux.
- Génération des mauvaises odeurs et émission de sulfhydrique et méthane par fermentation, dû à un arrêt d'équipement.
- Panne des équipements et des installations d'assainissement et/ou épuration, en produisant un déchet d'eau résiduelle sans épurer ou un mal fonctionnement du processus de l'épuration.
- Déversement des produits contaminants.

III.5.3.2 Les impacts environnementaux potentiels associés à un incendie sont

- Dommages aux personnes.
- Pollution atmosphérique dérivée des émissions atmosphériques toxiques ou dangereuses (en dépendant des produits chimiques et les substances stockées).
- Contamination des sols (par les possibles déversements des produits chimiques, ou autres produits dangereux comme les huiles, combustibles..., par les déchets des eaux résiduelles ou les fanges sur un terrain perméable).
- Contamination des eaux (par le déchet des résiduels, les déversements des produits chimiques ou des eaux résiduelles sans épurer).

III.6 Prévention

La direction de cette STEP a mis en place des moyens de prévention afin de combattre ce risque à la source. Cette prévention s'oriente selon trois axes :

- mesures de prévention concernant la conception et l'entretien des installations et des équipements ;
- mesures de prévention concernant le personnel ;
- mesures de prévention concernant les méthodes et l'organisation du travail.

III.6.1 Mesures de prévention concernant la conception et l'entretien des installations et des équipements

III.6.1.1 Risques liés à la circulation

III.6.1.1.1 Chute de hauteur

Toute zone de circulation pouvant être à l'origine d'une chute de plus de 50 cm doit être munie de garde-corps et d'une plinthe.

Les accès en hauteur doivent se faire au moyen d'escaliers munis de rampes, d'échelles fixes. Si les échelles font plus de trois mètres, elles seront munies de crinoline (accès aux postes de dégrillage-dessablage...).

Chaque ouverture au sol recevra des barrières signalées ; si toutefois l'orifice présente un diamètre supérieur à 50 cm, un garde-corps ou un obturateur sera ajouté.

Il faut prévoir un niveau d'éclairage suffisant, permettant l'exécution d'un travail sans difficulté.

Tous les bassins sont équipés de filins, sur toute la périphérie et d'échelons scelles permettant une sortie aisée. La présence de bouées et de perches est fortement recommandée.

Lorsque des dispositifs de protection collective ne peuvent être mis en œuvre, la protection des travailleurs doit être assurée au moyen d'un système d'arrêt de chute approprié ne permettant pas une chute libre de plus d'un mètre ou limitant dans les mêmes conditions les effets d'une chute de plus d'une grande hauteur. Lorsqu'il est fait usage d'un tel équipement de protection individuelle, un travailleur ne doit jamais rester seul afin de pouvoir être secouru dans un temps compatible avec la préservation de la santé. [49]

Moyens de prévention à mettre en place :

- a. **Premièrement : protection intégrée** : c'est-à-dire dès la conception ;
- b. **Deuxièmement : protection collective** : c'est-à-dire modification des installations afin de protéger l'ensemble des agents ;
- c. **Troisièmement : protection individuelle** : c'est-à-dire utilisation d'un dispositif antichute avec présence obligatoire d'un deuxième agent ;
- d. Formation et information des agents à l'utilisation des moyens de prévention. [67]

III.6.1.1.2 Sols et circulation :

Les voies de circulation doivent être larges, dégagées de tout obstacle.

Lors des interventions sur la voie publique une signalisation temporaire de chantier doit être mise en place. Celle-ci ne se caractérise en 2 points :

- Signalisation du chantier par des panneaux (signalisation d'approche, de position et de fin de prescription) ;
- Signalisation des véhicules.

Les sols doivent être adaptés d'une part à supporter de lourdes charges, d'autre part à recevoir une quantité d'eau (de pluie, de lavage, de projection...) ou de boue importante (prévoir des sols antidérapants, facilement nettoyables).

Il est également judicieux de prévoir au sein de la station, des règles de circulation (respectant le code de la route), et des dispositifs d'évacuation d'urgence. [68]

III.6.1.2 Risques liés aux installations mécaniques, électriques et diverses :

III.6.1.2.1 Installations mécaniques :

Dans le cas des installations mécaniques, les risques les plus importants sont des cisaillements ou des chocs provoqués par des organes en mouvement. La principale protection est alors d'éviter que le personnel puisse entrer en contact avec ces organes, par l'utilisation de systèmes de grilles ou d'écran, difficilement démontables.

De plus, chaque appareil devra être muni d'un système d'arrêt d'urgence, dès la plus petite ouverture de l'écran ou de la grille.

Les agents doivent baliser la zone de travail et signaler l'interdiction d'y accéder (signalisation, barrières, refermer les tampons...).

Un plan de circulation doit être mis en place dans les stations d'épuration afin de réguler les véhicules étrangers au service qui y circulent et les agents (exemple : circulation des tracteurs venant chercher des boues pour fertiliser les cultures).

Pour toutes les machines à fonctionnement automatique, les panneaux de signalisation de danger doivent être parfaitement visibles, ainsi que les boutons d'arrêt d'urgence.

Pour les opérations d'entretien, il conviendra de s'assurer que le personnel ne soit pas obligé de faire des acrobaties, qu'il puisse bien stopper le fonctionnement des machines et qu'il ne porte pas de vêtements trop amples sur des machines munies de système de rotation. [69]

III.6.1.2.2 Installations électriques :

Les installations électriques doivent répondre à certaines normes : les locaux inondables ou humides impliquent l'utilisation de la très basse tension. Il faut que les armoires électriques soient isolées de toute humidité et que les moteurs soient étanches aux gaz explosifs.

De plus, il est bon de rappeler que tout agent intervenant sur les installations électriques doit posséder un titre d'habilitation, afin de pouvoir vérifier et entretenir les différents réseaux, de façon régulière.

Toutes les installations électriques doivent être vérifiées annuellement par un organisme certifié.
[67]



Figure III-7 Armoire électrique

III.6.1.2.3 Installations particulières

Les digesteurs de boues avec récupération des gaz de fermentation, présentent un certain danger en ce qui concerne les variations de pression.

Ces appareils doivent posséder des systèmes de sécurité (torchères) susceptibles de bruler, en cas de problème, toute la quantité de gaz, sans provoquer d'incendie.

De même, si la flamme existante s'arrête, un système de sécurité doit interrompre immédiatement l'alimentation en gaz.

Les canalisations de gaz devront être résistantes à la corrosion et parfaitement signalées. Les locaux possédant des canalisations devront disposer d'un système de ventilation. [49]



*Figure III-8
Torchère*

III.6.1.3 Risques d'incendie, d'explosion, d'intoxication

La direction de cette STEP a mis en place des moyens de prévention afin de combattre ce risque à la source et après l'étude du risque d'incendie et d'explosion au niveau de la ZONE ATEX.

Tous les produits chimiques stockés sur une station, devront l'être dans des cuves spéciales, construites en matériaux adaptés à l'agressivité du produit. Les produits incompatibles entre eux devront être stockés à distance. Des panneaux signalant les dangers devront être parfaitement lisibles et visibles.

Les locaux renfermant de tels produits devront être parfaitement ventilés. La manipulation de ces éléments devra se faire avec prudence et selon des règles précises (ne pas agiter certains produits...) ; le personnel sera tenu de porter un équipement de protection.

Le réseau incendie il a été conçu pour la zone explosive, ce réseau doit être maillé équipé des pompes (une électrique (jockey) pour maintenir la pression dans la ligne incendie à 6 bars). [69]

III.6.2 Mesures de prévention concernant le personnel :

Elles sont de différentes natures : information, habillement, hygiène...

III.6.2.1 Formations et informations

La loi Algérienne prévoit l'installation dans chaque établissement d'un Comité d'Hygiène et de Sécurité, dirigé par un agent spécialisé dans ce domaine (conseiller en hygiène, sécurité et conditions de travail), dont le rôle est notamment d'informer et de former le personnel. [68]

Lors de l'embauche d'un nouvel agent, lors d'un changement de poste, chaque risque auquel l'agent pourra être exposé sera parfaitement défini ; les consignes de sécurité que cela implique seront expliquées.

Cette formation comprend une partie théorique, avec éventuellement distribution d'un carnet ou seront précisés la nature des dangers et les moyens de les prévenir, et une partie pratique, permettant au personnel de s'exercer.

Cependant, lorsque le poste occupé présente des risques trop importants, le nouvel agent travaillera pendant un certain temps en compagnie d'un ouvrier ayant une parfaite connaissance du geste à accomplir.

Chaque poste de travail aura une fiche ou seront détaillés les risques qu'il présente, les moyens d'y remédier ou d'y faire face et les gestes qu'il est nécessaire d'accomplir en cas d'accident.

Dès qu'un nouvel appareil ou qu'une nouvelle technique fait son apparition sur la station, le personnel suivra une formation adaptée. Lorsqu'une modification survient sur un poste déjà

Si toutefois, un accident survenait, certains membres du personnel doivent être aptes à porter secours ; ainsi, sur un poste réputé dangereux, on doit pouvoir trouver au moins un ouvrier-sauveteur-secouriste du travail ; ce dernier suivra de façon régulière une mise à jour de ses connaissances en la matière. Nous rappellerons de façon succincte, les grandes lignes de conduite à respecter en cas d'accident [70]:

- alerter les sauveteurs extérieurs (SAMU, pompiers...) rapidement (d'où la nécessité d'installer de façon régulière sur l'ensemble de la station des systèmes de communication (téléphone, radiotéléphone...)). Toujours faire preuve de sang-froid et donner un message d'alerte précis (position de l'accidenté, nature de l'accident...) pour faciliter l'intervention des secours.

- protéger l'accidenté et empêcher tout nouvel accident de se produire (couper le courant, éloigner la victime des matériaux toxiques...)

- secourir l'accidenté (l'apprentissage de sauveteur-secouriste prend ici toute son importance). [67]

III.6.2.1.1 Les moyens utilisés au sein de la station pour informer le personnel sont de plusieurs sortes

- ✓ Diffusion de brochures sur la sécurité dans les services d'eau et d'assainissement,
- ✓ Communiqués mensuels sur les accidents du travail survenus dans l'établissement,
- ✓ Conférences avec supports pédagogiques tels que diapositives, films, photos prises sur le terrain, concernant des situations dangereuses affiche, campagnes de sécurité.



Figure III-9 Exemples d'affiche d'information diffusée sur le site de la station d'épuration d'EL KERMA Oran.

III.6.2.2 Vêtements de travail et protection individuelle

Au-delà des consignes de sécurité, l'ensemble du personnel sera doté de vêtements de travail et de moyens de protection individuelle adaptés. Ces précautions seront fixées par le directeur de l'établissement et l'entretien des vêtements sera pris en charge par l'employeur. [71]

En ce qui concerne le matériel fourni au personnel pour sa sécurité, ce dernier devra en faire bon usage et devra en prendre le plus grand soin. Aucun vêtement et matériel prêté ne devra sortir de l'enceinte de la station afin d'éviter une quelconque contamination. [69]

Parmi les vêtements, sont nécessaires :

- pantalons, combinaisons, dont la matière est adaptée aux conditions de travail (matière difficilement inflammable, tabliers antiacides...),
- chaussures de sécurité à semelle antidérapante,
- gants de protection (adaptés pour certains à la manutention, pour d'autres aux travaux d'entretien...),
- protections respiratoires,
- lunettes pour éviter toute projection oculaire,

- casque antibruit (nécessaire notamment dans les locaux des compresseurs),
- harnais de sécurité pour les travaux effectués au bord d'un bassin, d'une cuve,
- gilet de sauvetage pour des opérations exceptionnelles), gilets utilisés dans l'industrie [72]



Figure III-10 combinaison de protection



Figure III-11 Masque à gaz

III.7 Conclusion :

Notre travail nous a permis dans un premier temps de répertorier les différents risques occasionnels par le travail en station d'épuration (risques accidentels, chimiques et infectieux)

Cependant, s'organise une véritable politique de prévention, visant à réduire au maximum les risques pouvant être rencontrés en station d'épuration.

Toutes les installations présentant un risque, devront avoir à proximité des éléments permettant de porter les premiers secours à une victime : en cas de projection oculaire (lave-œil, point d'eau permettant de se rincer, trousse à pharmacie...).

Tous les appareils et les installations devront être vérifiés aussi souvent que nécessaire, par un personnel qualifié (ENACT (entreprise nationale algérienne de contrôle technique)). Chaque entretien, vérification, démontage sera signalé sur des fiches propres aux appareils. Le personnel devra y noter toutes les démarches qu'il a faites, le nombre de fois où il est intervenu.

CONCLUSION GENERALE

Le traitement des eaux usées est l'un des plus importants processus de protection de l'environnement à encourager au niveau mondial. Ses installations sont conçues pour garantir que les eaux usées sont traitées avant de pouvoir être rejetées dans l'environnement local. Il est illégal de rejeter des eaux usées non traitées dans des rivières, des lacs, des océans ou dans l'environnement et, si elles sont jugées coupables, elles peuvent faire l'objet de poursuites.

L'objectif de notre travail est d'étudier la fiabilité de la Station d'Épuration d'EL Kerma Oran pour traiter les eaux usées ainsi protégé l'environnement avoisinant

La présente étude a abordé la problématique de traitement des eaux usées dans la région d'Oran, qui comporte d'importantes unités industrielles dont les besoins en eau sont de plus en plus importants, face à une dégradation de cette ressource liée à la pollution de l'environnement.

Les résultats présentent des rendements épuratoires satisfaisants pour l'élimination des matières en suspension en accord avec les normes de rejet des effluents par le Journal Officiel de la République Algérienne.

La mise en marche des digesteurs nous a paru se dérouler d'une manière convenable, et les paramètres de contrôle siccité répondent sensiblement aux valeurs générales attendues dans ce type de procédé.

Quant aux bactéries, les eaux traitées issues de la STEP-E1 Kerma sont chargées en coliformes totaux et *Escherichia coli*. Par conséquent, les effluents traités répondaient aux recommandations de l'O.M.S. quant à leur réutilisation pour l'arrosage d'espaces verts.

Dans la possibilité de réutilisation de l'eau épurée de la station dans l'irrigation des terres agricoles avoisinantes, et surtout dans le cas où l'eau potable se raréfie de plus en plus, il faut exiger une excellente qualité d'eau de rejet de la part de cette station en respectant les normes de rejets algériennes.

Par ailleurs, le contrôle des paramètres du fonctionnement de la station a révélé que :

- La station d'épuration E1 Kerma fonctionne correctement en faible charge ($C_m < 0,2 \text{ kg DBO5/kg MVS/j}$)
- La charge volumique de la STEP a observée de légères instabilités au cours process sans toutefois dépasser la limite de $0.7 \text{ kg DBO5/m}^3\text{/j}$;
- Les valeurs de l'âge des boues de la STEP sont dans la gamme de faible charge (âge des boues < 10 jours).

L'ensemble des résultats ainsi obtenus mettent en évidence les performances de fonctionnement de la STEP E1 Kerma par le procédé 'boues activée à faible charge'.

Les solutions suggérées pour que la station ait de bons résultats épuratoires :

- ✓ Interception des rejets non connecté au system d'assainissement
- ✓ Aération prolongée : temps de séjour plus important
- ✓ By-Pass des décanteurs primaires directement vers le bassin biologique
- ✓ Redimensionnement du bassin d'aération et des besoins en oxygène

Ces solutions feront en sorte que la Station fonctionnera à pleine puissance et pourra remplir ces objectifs principaux qui sont l'épuration et la production de boue pour la protection de l'environnement et la valorisation de ces dernières pour un but environnemental, économique et social

Notre travail nous a permis de répertorier les différents risques occasionnés par le travail en station d'épuration (risques accidentels, chimiques et infectieux) et parallèlement au développement des techniques de traitement des eaux, s'organise une véritable politique de prévention, visant à réduire au maximum les risques pouvant être rencontrés en station d'épuration. Le nombre peu élevé des accidents survenus ces dernières années pourrait-être le témoin d'une bonne maîtrise de ces différentes mesures de prévention.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Lindberg, C. F. Control and estimation strategies supplied to the activated sludge process. **1997**.
- [2] BASSOMPIERRE Cindy. Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote à la validation de modèles **2007**.
- [3] GARCIA-ARMISEN T. Etude de la dynamique des Escherichia coli dans les rivières du bassin de la Seine. Thèse Doctorat, Université Libre de Bruxelles. **2006**.
- [4] Le contrat de management d'Alger, un ambitieux programme sur l'eau, un partenariat public-privé réussi. Octobre **2011**.
- [5] Ministère des ressources en eau **2006**.
- [6] ANONYME 1. Dictionnaire Larousse **2004**.
- [7] MOUSSA MOUMOUNI DJERMAKOYE H. Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries. Caractérisation physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surfaces et les souterraines. Thèse Doctorat. Université de Bamako. **2005**.
- [8] Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, Ph., Zurbrügg, C., Compendium of Sanitation Systems and Technologies –, 2nd Revised, Wikipédia **2014**.
- [9] BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONI A. Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France **2005**.
- [10] La récupération des eaux noires des navires [archive], sur le site siba-bassin-arcachon.fr, consulté le 20 juin **2016**.
- [11] Grosclaude, Gérard, dir. L'eau, tome 1 : Milieu naturel et maîtrise et tome 2 : Usages et polluants. Versailles, Institut National de la recherche Agronomique **1999**.
- [12] BONTOUX. Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Edition Technique et Documentation Lavoisier **1993**.

- [13] BELAID Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax : salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques. N. **2010**.
- [14] ASANO T. Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, pp 1475 ; **1998**.
- [15] TOZE S. PCR and the detection of microbial pathogens in water and wastewaters. Water Res 33, pp 3545–3556 – **1999**.
- [16] AULICINO E A, MASTRANTONIO A, ORSINI E, BELLUCCI C, MUSCILLO M. and LAROSA G. Enteric viruses in a wastewater treatment plant in Rome. Water, Air, and Soil Pollution 91, pp 327-334. **1996**.
- [17] CAMPOS C. New perspectives on microbiological water control for wastewater reuse. Desalination. 218, pp 34–42 – **2008**.
- [18] FABY J.A et BRISSAUD F. L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau, pp76 - **1997**.
- [19] OMS. L'utilisation des eaux usées en agriculture et aquiculture : recommandation avisées sanitaires. Organisation Mondiale de la Santé, Genève, pp 17-60. **1989**.
- [20] CAUCHI, HYVRARD, NAKACHE, SCHWARTZBROD, ZAGURY, BARON, CARRE, COURTOIS, DENIS, DERNAT, LARBAIGT, DERANGERE, MARTIGNE, et SEGURET) -Dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration. Techniques, Sciences et Méthodes 2 pp 81-118. **1996**.
- [21] VILAGINES Roland. Eau environnement et santé publique – introduction à l'hydraulique. 2ème édition. Edition Tec et Doc, Paris. **2003**.
- [22] BELGIORNO V, LUIGI R, DESPO F, CLAUDIO D R, GIUSY L, NIKOLAOU A, VINCENZO N, and SUREYYA M. Review on endocrine disrupting emerging compounds in urban wastewater : occurrence and removal by photocatalysis and ultrasonic irradiation for wastewater reuse. Desalination 215, pp 166–176. **2007**.
- [23] KIMURA K., TOSHIMA S., AMY G., WATANABE Y.-Rejection of neutral endocrine disrupting compounds (EDCs) and pharmaceutical active compounds (PhACs) by RO membranes. Journal of Membrane Science 245. pp 71–78 **2004**.

- [24] FAO. L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation, pp 73 **2003**.
- [25] Guide technique de l'assainissement - quatrième édition - R.Bourrier
- [26] Cygler C. Traitement des eaux usées. Prêts pour le recyclage ? Hydroplus, 184, p. 36-42 **2008**.
- [27] Rejsek, F. Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Scéren (CRDP AQUITAINE). Coll. Biologie technique. Sciences et techniques de l'environnement. **2002**.
- [28] RODIER J. L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème Edition DUNOD technique, Paris, pp 1008-1043. **2005**.
- [29] RAKREK Zakaria, La station d'épuration de Chlef performances épuratoires et rendements, Master Hydraulique, Université de Tlemcen, **2013**.
- [30] LAKHDARI Bouazza, effet de la coagulation-floculation sur la qualité des eaux épurées de la STEP de Ain El Houtz, mémoire de Magister en chimie, Université de Tlemcen, pp 106. **2011**.
- [31] MARTIN G, Le problème de l'azote dans les eaux, Ed technique et documentation, Paris, pp 279. **1979**.
- [32] PAUL JEAN, BEADRY, chimie des eaux" le griffon d'argil, **1992**.
- [33] METAHRI Mohammed Saïd, Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes, Cas de STEP Est de ville de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pp 172. **2012**.
- [34] GOMELLA C, GUERREE H, Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées, Ed. Eyrolles, Paris, 262 p. **1978**.
- [35] Degremont, Mémento technique de l'eau, 8ème Ed. Technique et Documentation Lavoisier, p 1200 - **1978**.
- [36] Chaib A. Bioépuration par lagunage naturel. Bulletin des énergies renouvelables, N°5- **2004**.
- [37] Valiron F, La réutilisation des eaux usées. Ed. Technique et Documentation Lavoisier, **1983**.
- [38] Koller E., Traitement des pollutions industrielles, eau, air, déchets, sols, boues. Ed. DUNOD., p 424. **2004**.

- [39] Isabelle B, Véronique C, Michel C, Jirome C, Christine D, Hubert D, Philippe D, Brigitte F, Elise L, Roland R, Olivier S, Philippe S et Roland W : « Station d'épuration des eaux usées Prévention des risques biologiques », Guide 1ère édition, Institut national de recherche et de sécurité (INRS). **2013.**
- [40] El Hifnawy C : « conception d'une station d'épuration », Diplôme d'Ingénieur en Energétique Option Froid et Climatisation conservatoire nationale des arts et matières Paris, France. **2012.**
- [41] Djeddi H : « utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines », Mémoire de magister en Ecologie et Environnement Université Mentouri Constantine. **2007.**
- [42] Reporters : « Station d'épuration des eaux usées d'El Kerma : Des habitants dénoncent la pollution de l'air devenu irrespirable », <https://www.reporters.dz/station-d-epuration-des-eaux-usees-d-el-kerma-des-habitantsdenoncent-la-pollution-de-l-air-devenu-irrespirable>. **2018.**
- [43] Avenant n°5 001/2016 du 09/05/2006 approuvé par la commission nationale des marchés publics le 30/10/2005 sous le numéro 362/02. Document technique de SEOR
- [44] Notice d'exploitation STEP kerma, **2006.**
- [45] Les Entreprises groupées conjointes et solidaires VA TECH WABAG & CHINA GEO-ENGINEERING CORPORATION, Marché DHW ORAN N° 001/2006, DESCRIPTIF DE FONCTIONNEMENT ET D'EXPLOITATION DE LA STEP. Document technique de SEOR-ORAN.
- [46] Mémento, <https://www.suezwaterhandbook.fr>
- [47] SEOR (Site web https://www.seor.dz/?page_id=449) **2018.**
- [48] LUKOWSKI D. Risques et prévention dans les stations d'épuration des eaux usées urbaines. Prévention et sécurité du travail, 157, 58-76. **1988.**
- [49] DHORDAIN C. Stations d'épuration industrielle : risque et prévention. Prévention et sécurité du travail, 171, 6-20. **1991.**

- [50] BOUTIN P., BRAUD G., COENT-BECHAC M., DUTUIT Y., JAMMEY P. Hygiène et sécurité sur les stations de traitement d'eaux résiduaires urbaines. Techniques et Sciences Municipales. Eau, 75 (1), 3-14. **1980.**
- [51] COMITE REGIONAL de l'OPPBTP de Caen. Equipe des médecins des services médicaux interentreprises du bâtiment et des travaux publics. Les stations d'épuration. Revue de médecine du travail, 9 (4), 245-251. **1981.**
- [52] BISMUTH C., BAUD F., CONSO F., FREJAVILLE J.P., GARNIER R. Toxicologie clinique. 4eme ed. Flammarion Médecine-Sciences, Paris, 956 p. **1987.**
- [53] SERVICE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT. Guide pour les déversements de produits dangereux. Environnement Canada, Ottawa, 515 p. **1985.**
- [54] TESTUD F. Pathologie toxique en milieu de travail. A. Lacassagne, Lyon, 373 p. **1993.**
- [55] CLAVEL T., FALCY M., HESBERT A., JARGOT D., PROTOIS J.C., REYNIER M., SCHNEIDER O. Sulfure d'hydrogène. Fiche toxicologique n° 32, INRS, 551-554. **1991.**
- [56] GOSSELIN B., MATHIEU D., DESPREZ-NOLF M., COSSON A., GOUDEMAMAND J., HAGUENOER J.M., WATTEL F. Intoxication aigue par l'hydrogène arsénié. Nouvelle presse médicale, 11, 439-441. **1982.**
- [57] LAUWERYS R. Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles. 3eme ed. Masson, Paris, 693 p. **1992.**
- [58] CEMAGREF Risques sanitaires susceptibles d'être encourus par les personnels travaillant sur les stations de traitement d'eaux résiduaires. Bordeaux, Ministère de l'agriculture, section "Qualité des eaux", étude n° 16, 46 p. **1983.**
- [59] BIGNON J., MASSE R. Données morphologiques et biologiques sur la pénétration, la rétention et la réactivité des aérosols atmosphériques au niveau de l'appareil respiratoire.
- [60] KOWAL N.E., PAHREN H.R. Health effects associated with wastewater treatment and disposal. Journal WPCF, 51 (6), 1301-1315. **1979.**
- [61] SCHLOSSER O. ROUDOT-THORA VAL F. Exposition professionnelle aux eaux usées et risques d'hépatite virale A. Arch. mal. Prof., 56 (1), 23-27. **1995.**

- [62] ALTMEYER N., ABADIA G., SCHMITT S., LEPRINCE A. Risques microbiologiques et travail dans les stations d'épuration des eaux usées. Fiche médicoteknique n° 34, INRS, 373-388. **1990.**
- [63] CLARK C.S. Potential and actual biological related health risks of wastewater industry employment. Journal WPCF, 59 (12), 999-1008. **1987.**
- [64] DRAPEAU A.J. Quels dangers présentent les aérosols formes au-cours de l'épuration des eaux d'égout ? Sciences et techniques de l'eau, 17 (2), 183-185. **1984.**
- [65] CLARK C.S. Sewage worker's syndrome. Lancet, 1009. **1977.**
- [66] RYLANDER R., ANDERSON K., BELIN L., BERGLUND G., BERGSTROM R., HANSON L., LUNDHOLM M., MATTSBY I. Studies of human exposed to airborne sewage sludge. Schweiz. Med. Wochenschr., 107, 182-184. **1977.**
- [67] Construction et exploitation des stations d'épuration et de leurs annexes. Travail et Sécurité, R 213. **1982.**
- [68] GENUYT G. Prévention des accidents dans les services de distribution d'eau et d'assainissement. Aqua, 4, 149-153. **1983.**
- [69] Prévention des risques dans l'exploitation des stations de traitement biologique des eaux usées de l'industrie chimique. Travail et sécurité, R 340. **1990.**
- [70] GROS P., MATHIEU J.C., ULYSSE J.F. Les réseaux d'assainissement. Hygiène et sécurité des personnels d'exploitation. INRS ED 682, Paris, 71 p. **1990.**
- [71] Stations d'épuration. Annexe sécurité au cahier des clauses techniques particulières. Prévention des risques professionnels, CRAM Bretagne, 31 p, 1991-**1994.**
- [72] MAYER A., EARLIER A. Gilets de sauvetage gonflables et flottabilité permanente pour l'industrie, proposition de cahier des charges. INRS, rapport n° 1122/RE, 14 p. **1982.**
- [73] SERVICES TECHNIQUES ET MEDICAUX DE L'INRS.Trihydrure d'arsenic. Fiche toxicologique n° 53, INRS, 4p. **1987.**