

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



# Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du Diplôme de Master en Sciences Agronomiques

*Option : Gestion conservatoire des eaux, des sols et de l'environnement*

**Thème :**

*Traitement des eaux usées dans la ville de  
Mostaganem, état actuel et perspectives*

**Présenté par :**

Said Mohammed

**Devant les membres du jury :**

**Président : Nemmiche Saïd**

**Professeur**

**Université de Mostaganem**

**Encadreur : Benkhelifa Mohammed**

**Professeur**

**Université de Mostaganem**

**Examineur : Hennia Aïcha**

**MCA**

**Université de Mostaganem**

Année Universitaire 2018-2019

## ملخص

الماء ضروري للحياة، هو مصدر مطلوب للغاية. لذلك، فإن السلطات المحلية ملزمة بأخذ هذا المورد في الاعتبار في خططها للتطوير وتحسين مرافق التنقية الحالية.

تلوث المياه هو تدهور فيزيائي أو كيميائي أو بيولوجي أو بكتيري لصفاته الطبيعية، بسبب الإنسان وأنشطته فإنه يعطل الظروف المعيشية للنباتات والحيوانات المائية.

زيادة تصريف المياه العادمة بسبب التصنيع ورفع مستوى معيشة السكان، تعتبر قنوات التنقية الذاتية قديمة والتي تدفع الباحثين إلى تطوير العديد من التقنيات لتنقية هذه النفايات السائلة.

يعد تركيب أنظمة تنقية شبكات الصرف الصحي أحد الحلول، إن لم يكن الحل الوحيد القادر على الحفاظ على الموارد المائية. بالإضافة إلى التخلص من النفايات السائلة، تسمح هذه المرافق بتعبئة كمية كبيرة من المياه المناسبة لإعادة الاستخدام في العديد من المناطق هو مصدر مطلوب للغاية. لذلك فإن السلطات المحلية ملزمة بأخذ هذا المورد في الاعتبار في خططها للتطوير وتحسين مرافق التنقية الحالية.

الكلمات الهامة : المياه المستعملة، المعالجة تنقية.

## **Résumé**

L'eau, indispensable à la vie, est une ressource très recherchée. Dès lors, les collectivités locales sont contraintes de prendre cette ressource en compte dans leur plan d'aménagement et d'améliorer les installations d'épuration existantes.

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie, de flore et de la faune aquatique.

Les rejets des eaux usées augmentent du fait de l'industrialisation et l'élévation de niveau de vie de la population, les capacités d'auto-épuration sont jugées dépassées ce qui pousse les chercheurs à développer plusieurs techniques pour épurer ces effluents.

L'installation des systèmes d'épuration en aval des réseaux d'assainissement constitue une des solutions si non la seule capable de préserver les ressources en eau. Outre la dépollution des effluents, ces installations permettent la mobilisation d'un volume important d'eau apte à être réutilisé dans plusieurs domaines.

Les mots clés : eaux usées, traitement, épuration.

## **Summary**

Water, essential for life, is a highly sought after resource. Local authorities are therefore obliged to take this resource into account in their development plan and to improve the existing purification facilities.

Water pollution is a physical, chemical, biological or bacteriological degradation of its natural qualities, caused by man and his activities. It disrupts the living conditions, flora and aquatic fauna.

The wastewater discharges increase because of the industrialization and the raising of standard of living of the population, the capacities of self-purification are considered outdated which pushes the researchers to develop several techniques to purify these effluents.

The installation of purification systems downstream of the sewerage networks is one of the solutions if not the only one capable of preserving the water resources. In addition to effluent depollution, these facilities allow the mobilization of a large volume of water suitable for reuse in several areas.

Key words : waste water, treatment, purification



## *Dédicaces*

*Avec l'aide d'Allah le tout puissant et miséricordieux, j'ai pu achever ce modeste travail que je dédie,*

*à mon cher père **Slimane** et à ma tendre mère **Aïcha** mes plus chers êtres sur la terre pour m'avoir aidé avec leurs conseils et leur soutien moral. Je prie Allah pour leur accordé la bonne santé et la prospérité.*

*À mes frères **Ahmed** et **Brahim**, à mes sœurs à l'ensemble de mes collègues de la promotion **GCESE -2019-***

*à mes amis et tous ceux qui m'aiment.*

## **Remerciements**

Je remercie tout d'abord **Allah** le tout puissant de m'avoir donné la patience, le courage et la volonté avec amour afin de terminer ce modeste travail.

Je tiens à remercier beaucoup mon encadreur Monsieur **Benkhelifa Mohammed** pour m'avoir aidé durant la préparation de ce mémoire, je lui exprime ma plus grande gratitude pour m'avoir suivi, encouragé et surtout soutenu tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Je remercie également très sincèrement Monsieur **Nemmiche Saïd** qui a bien voulu me faire l'honneur de présider le jury de soutenance et Madame **Hennia Aïcha** qui bien voulu juger ce travail.

Mes sincères remerciements s'orientent également vers Monsieur le Directeur de l'**ANRH** (Agence National des Ressources Hydriques) d'Oran pour sa précieuse aide.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à l'ensemble des enseignants de l'université de Mostaganem qui ont contribué à ma formation et pour avoir enrichi mes connaissances scientifiques et techniques.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui de près ou de loin, scientifiquement ou socialement, ont contribué à la réalisation de ce travail.

**Merci .....**

# Table des matières

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Introduction.....	11
I.1. Les différents types des eaux usées.....	14
I.1.1. Les eaux usées domestiques.....	14
I.1.2. Les eaux pluviales.....	14
I.1.3. Les eaux usées industrielles.....	14
I.2. Composition des eaux usées.....	14
I.2.1. Les matières en suspension.....	15
I.2.2. Les micropolluants organiques et non organiques.....	15
I.2.2.1. Éléments traces.....	15
I.2.2.2. Les micropolluants organiques.....	16
I.2.2.3. Les substances nutritives.....	16
I.2.2.3.1. L'azote.....	17
I.2.2.3.2. Le phosphore.....	17
I.2.2.3.3. Le potassium (K <sup>+</sup> ).....	17
I.2.2.3.4. Chlore et sodium.....	17
I.3. Pollution de l'eau.....	18
I.3.1. L'origine de la pollution.....	18
I.3.2. Les types de la pollution.....	18
I.3.2.1. Pollution physique.....	18
I.3.2.2. Pollution chimique.....	19
I.3.2.3. Pollution microbiologique.....	20
I.4. Caractéristiques des eaux usées.....	21
I.4.1. Caractéristiques physiques.....	21
I.4.2. Caractéristiques chimiques.....	22
I.4.3. Caractéristiques microbiologiques.....	24
I.5. L'objectif d'épuration des eaux usées.....	24
I.5.1. Les déversements des eaux usées dans le milieu naturel.....	25
I.6. Épuration des eaux usées.....	25
I.6.1. Procédés d'épuration des eaux usées.....	25
I.6.1.1. Traitement préliminaire.....	25
I.6.1.1.1. Dégrillage.....	25

I.6.1.1.2. Dessablage.....	26
I.6.1.1.3. Déshuilage.....	26
I.6.1.2. Traitement primaire.....	26
I.6.1.3. Traitement secondaire (traitement biologique) .....	27
I.6.1.3.1. Boues activées.....	27
I.6.1.3.2. Lit bactérien.....	28
I.6.1.3.3. Lagunage.....	28
I.6.1.4. Traitement tertiaire.....	29

## **Chapitre II : Présentation de la zone d'étude**

II.1. Présentation de la zone d'étud : Mostaganem.....	31
II.2.1. Les reliefs.....	32
II.2.2. Littoral.....	32
II.3. Climatiques de la wilaya de Mostaganem.....	33
II.4. Économie.....	33
II.5. Ressource superficielle en eau.....	34
II.5.2. Les ressources superficielles de la Wilaya.....	34
II.5.2.1. Les Barrages.....	34
II.5.2.2. Retenues collinaires et petits Barrages.....	36
II.5.2.3. Station de dessalement de Mostaganem.....	36
II.5.3. Mobilisation des ressources en eau de la wilaya .....	37
II.5.3.1. Description du système de transfert MAO .....	38
II.5.3.2. Situation générale du projet .....	38
II.6. La ressource souterraine .....	39
II.7. Raccordement des systèmes d'AEP (KRAMIS – MAO – DESSALEMENT)...	40
II.8.1. Situation hydraulique de la wilaya de Mostaganem .....	40
II.8.2. Les différents systèmes d'adduction de la wilaya .....	40
II.8.2.1. Les eaux conventionnelles .....	40
II.8.2.2. Les eaux non conventionnelles.....	41

## **Chapitre III : Situation du traitement des eaux usées à Mostaganem**

III.1. Le Réseau d'assainissement de Mostaganem.....	43
III.1.1. Stations de relevage à travers la wilaya de Mostaganem.....	43

III.1.2. Les Systèmes Epuratoires de Mostaganem.....	48
III.1.3. Procédés d'épuration des eaux usées don la station (STEP) .....	52
III.1.3.1. Traitement préliminaire .....	52
III.1.3.2. Dégrillage.....	52
III.1.3.2.1. Un dégrillage grossier .....	52
III.1.3.2.2. Un dégrillage fin .....	53
III.1.3.3. Dessablage .....	53
III.1.3.4. Déshuilage .....	54
III.1.4. Traitements primaires .....	54
III.1.5. Traitements secondaires .....	54
III.1.5.1. Traitements biologiques .....	54
III.1.6. Nouveaux traitements : traitements tertiaires.....	55
III.1.7 Présentassions de la station STEP de Salamandre.....	56
III.1.8. Présentation de quelques scénarios de traitement des eaux usées à Mostaganem .....	57
Conclusion.....	60

## Liste des figures

N°	Titre du Figure	Page
1	la carte administrative de la wilaya de Mostaganem	31
2	vue sur les monts du Dahra	32
3	vue sur le littoral de la wilaya de Mostaganem	33
4	barrage de KRAMIS d'une capacité 45 millions M3	35
5	barrage de CHELIF d'une capacité de 50 Millions M <sup>3</sup>	35
6	barrage de KERRADA d'une capacité de 70 millions M <sup>3</sup>	36
7	Station de dessalement de Mostaganem	37
8	Schéma global des ressources en eau de wilaya de Mostaganem	38
9	Localisation du projet MAO et des barrages (Chélif, Kerrada) à partir de l'image satellitaire.	39
10	Systèmes de raccordassions d'AEP de Mostaganem enter KRAMIS-MAO- DESSALEMENT	40
11	Chaman global des stations de relevage	44
12	Station de relevage de Ain Sefra	45
13	Vue sur la station de relevage de Sayada	45
14	Canal principal de L'oued de Ain Sefra avent aménagement	46
15	Esquisse de l'oued Aïn Safra comme prévu après aménagement	46
16	Réseau d'assainissement existants sur les deux rives de l'oued Ain Sefra	47
17	Vues sur les stations d'épuration STEP de Mostaganem	48
18	Stations d'épuration de wilaya de Mostaganem	49
19	Vue sur un grillage grossier	50
20	Vue sur trois éléments de grillage fin	50
21	Cabal d'entrée des eaux usées à la station	51
22	Vue sur l'entrée de la station des eaux usées	52
23	Vue sur les déchets dans le dégrillage grossie	52
24	Vue sur les macrodéchets du dégrillage fin	53
25	Dispositif de dessablage et de déshuilage	53
26	bassin d'aération l'oxygène	55

27	vue sur les eaux usées avant et après traitement	55
28	Vue sur les eaux usées traitées en voie d'être acheminées vers la mer	56
29	schéma global de la station d'épuration (STEP) Mostaganem	56

# Liste des tableaux

N°	Titre du tableau	Page
1	Composants majeurs typique d'eau usée domestique. (Dekhil Soror, 2012)	15
2	Quelques caractéristiques géographiques de Mostaganem	31
3	Paramètres climatologiques de le régenté de Mostaganem	33
4	Capacité des ressources en eau mobilisées à Mostaganem en 2017 (services de l'hydraulique)	35
5	Capacités des petits barrages de la wilaya de Mostaganem (2017)	36
6	Ressources souterraines de la wilaya de Mostaganem	39
7	Total des ressources en eau de souterraines à Mostaganem	39
8	Le volume global des eaux usées de la wilaya de Mostaganem	51
9	Charge hydraulique entre STEP Mostaganem	57
10	Charge de pollution prise en compte -horizon 2030	57
11	Qualité des eaux traitées	57

---

## INTRODUCTION

L'eau, indispensable à la vie, est une ressource précieuse qui n'est pas toujours renouvelable et sensible à la dégradation et au gaspillage. Elle nécessite d'être non seulement mobilisée mais aussi préservée et bien gérée.

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune et affecte l'équilibre écologique des écosystèmes. La dégradation des ressources en eau, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peuvent non seulement détériorer gravement l'environnement mais aussi entraîner des risques de pénurie, d'où la nécessité de traiter ces eaux usées avant de les rejeter dans le milieu récepteur. La pollution de l'eau peut être provoquée par les activités domestiques, industrielles ou agricoles nécessaires aux besoins quotidiens des populations et leur développement socio-économiques.

Dès lors, les institutions nationales et locales en charge de la gestion des ressources hydriques sont contraintes de mettre en œuvre des projets d'aménagement en vue de développer les moyens logistiques et techniques de traitement et d'épuration des eaux usées. Cependant, les capacités de traitement et d'épuration des eaux usées sont susceptibles de ne pouvoir encadrer dans la continuité les quantités sans cesse croissantes liées à l'accroissement démographique et le développement socio-économique. La recherche scientifique et technique est donc appelée à développer davantage les capacités et les rendements des techniques de traitement et d'épuration des eaux usées.

L'installation des systèmes de traitement et d'épuration des eaux en aval des réseaux d'assainissement constitue l'une des solutions la plus pertinente pour préserver les ressources en eau. Outre la dépollution des effluents, ces installations permettent la mobilisation d'un volume important d'eau apte à être réutilisé ou recyclé dans plusieurs domaines. Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour le recyclage des eaux résiduaires en fonction des caractéristiques de celles-ci et du degré d'épuration souhaité.

Les procédés biologiques présentent des rendements assez bons et sont très avantageux du point de vue coût, du moment qu'ils n'utilisent que la seule force épuratrice des microorganismes présents dans l'eau, l'oxygène de l'air et la température des rayons solaires.

C'est le cas du lagunage naturel, moins connu mais efficace, écologique, rustique, fiable et peu onéreux du fait de son fonctionnement non mécanisé. Avec des résultats hautement satisfaisants en matière de décontamination. Ce qui rend le lagunage particulièrement adapté pour la réutilisation des eaux épurées en agriculture.

Ce procédé se présente, grâce à sa technologie simple, sa faible consommation d'énergie, et son degré d'épuration satisfaisant, comme une technique appréciable d'épuration des eaux usées. Le lagunage est adapté à l'épuration des eaux usées urbaines ou industrielles à prédominance organique. Il repose sur la dégradation des matières organiques à l'aide des micro-organismes.

Le présent travail est une contribution à la connaissance de l'état de traitement et d'épuration des eaux usées dans la ville de Mostaganem et les possibilités de développement des moyens et techniques de traitement des eaux usées dans l'avenir.

# Chapitre I – Synthèse bibliographique

Les eaux usées regroupent les eaux résiduaires domestiques (les eaux vannes et les eaux Ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). Ils constituent donc un effluent pollué et sont rejetées dans un émissaire d'égout vers le milieu naturel (Baumont et al, 2004).

**I.1. Les différents types d'eaux usées :** On distingue 3 types d'eaux usées

### **I.1.1. Les eaux usées domestiques**

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales). Ces eaux contiennent des matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.), et des matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses (Vaillant, 1974).

### **I.1.2. Les eaux pluviales**

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours). Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sorte de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des déchets végétaux, etc., et toute sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...etc. (Desjardins, 1997).

### **I.1.3. Les eaux usées industrielles**

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales. Ces eaux ont une grande variété et peuvent être toxiques pour les l'homme et les animaux.

Les eaux résiduaires sont celles qui ont été utilisées dans des circuits de réfrigération, qui ont servi à nettoyer ou laver des appareils, des machines, des installations, des matières premières ou des produits d'une usine, elles peuvent contenir des substances chimiques utilisées au cours des processus de fabrication.

Les rejets industriels peuvent donc suivre trois voies d'assainissement (Baumont et *al.* 2004),

- ils sont prétraités puis rejetés dans le réseau domestique.
- ils sont entièrement traités sur place et rejetés dans le milieu naturel.

## **I.2. Composition des eaux usées**

La composition des eaux usées (Tableau1), est extrêmement variable en fonction de leur origine. Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de

## Chapitre I

---

nombreux microorganismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les matières en suspension, les micro-organismes, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives (Baumont et *al.* 2004).

Tableau 1 : Composants majeurs typiques d'eau usée domestique. (Dekhil Soror, 2012)

Constituants	Concentration (mg/l)		
	Forte	Moyenne	Faible
Solides totaux	1200	700	350
Solides dissous	850	50	250
Solides suspendus	350	200	100
Azote (en N)	85	40	20
Phosphore (en P)	20	10	6
Chlore1	100	50	30
Alcalinité (en CaCO <sub>3</sub> )	200	100	50
Graisses	150	100	50
DBO <sub>5</sub>	300	200	100

Le DBO<sub>5</sub> est la demande biochimique en oxygène à 20°C pendant 5 jours, c'est une mesure de la matière organique biodégradable dans les eaux usées. Selon Faby (1997).

### I.2.1. Les matières en suspension

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES (matières en suspension). Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur.

### I.2.2. Les micropolluants organiques et non organiques

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. (Baumont et *al.* 2004).

#### I.2.2.1. Éléments traces

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux ; les plus abondants (de l'ordre de quelques  $\mu\text{g/l}$ ) 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. (Cauchi, 1996).

Certains éléments traces, peu nombreux, sont reconnus nécessaires, en très faibles quantités, au développement des végétaux : le bore, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre et le molybdène. L'irrigation, à partir d'eaux usées épurées, va apporter ces éléments si elle est utilisée avec précaution (Faby, 1997).

### **I.2.2.2. Les micropolluants 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 de détergents, pesticides, solvants, et également des eaux pluviales : eaux de ruissellement sur les terres agricoles, sur le réseau routier, etc.

Ils peuvent aussi provenir de rejets industriels quand ceux-ci sont déversés dans les égouts ou même des traitements de désinfections des effluents par le chlore (Xanthoulis, 1993).

Les principales familles de la chimie organique de synthèse sont représentées : Hydrocarbures polycycliques aromatiques, chlorophénols, phtalates, avec une concentration de l'ordre de 1 à  $10\mu\text{g/l}$  dans les effluents. Dans le sol, ces micropolluants restent liés à la matière organique ou adsorbés sur les particules du sol. Cependant, quelques composés ioniques (pesticides organochlorés, solvants chlorés) peuvent être entraînés en profondeur. En raison de la faible solubilité de ces éléments organiques, on les retrouvera concentrés dans les boues et c'est surtout lors de l'épandage de ces dernières que leurs teneurs devront être contrôlées (Faby, 1997).

Les pesticides sont les éléments traces les plus surveillés, et une étude d'impact et de métabolisme est obligatoire avant leur mise sur le marché. Par contre, le danger représenté par tous les autres polluants organiques est encore mal apprécié actuellement. Les contrôles de routine ne permettent pas de repérer toutes les toxines (Baumont et al. 2004).

### **I.2.2.3. Les substances nutritives**

L'azote, le phosphore, le potassium, et les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre, indispensables à la vie des végétaux, se trouvent en quantités appréciables, mais en proportions très variables par rapport aux besoins de la végétation, dans les eaux usées épurées ou non. D'une façon générale, une lame d'eau résiduaire de 100 mm peut apporter à l'hectare :

- ✓ 16 à 62 kg d'azote,
- ✓ 2 à 69 kg de potassium,
- ✓ 4 à 24 kg de phosphore,
- ✓ 18 à 208 kg de calcium,
- ✓ 9 à 100 kg de magnésium,
- ✓ 27 à 182 kg de sodium (Faby, 1997).

### I.2.2.3.1. 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<sub>2</sub>) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous (NH<sub>3</sub>), en équilibre avec l'ion ammoniac (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (Martin, 1979).

La nitrification est une transformation chimique de l'azote organique par l'intermédiaire de bactéries et passe par les étapes :

- ✓ N organique à NH<sub>4</sub><sup>+</sup> : ammonification
- ✓ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> NO<sub>2</sub><sup>-</sup> : nitratisation par Nitrosomonas
- ✓ NO<sub>2</sub><sup>-</sup> NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : nitratisation par Nitrobacter (Chellé et *al.* 2005).

### I.2.2.3.2. Le phosphore

La concentration en phosphore dans les effluents secondaires varie de 6 à 15 mg/l (soit 15 à 35 mg/l en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Cette quantité est en général trop faible pour modifier le rendement (FAO, 2003). Mais s'il y a excès, il est pour l'essentiel retenu dans le sol par des réactions d'adsorption et de précipitation. Cette rétention est d'autant plus effective que le sol contient des oxydes de fer, d'aluminium ou du calcium en quantités importantes. On ne rencontre pas en général de problèmes liés à un excès de phosphore (Asano, 1998).

### I.2.2.3.3. Le potassium (K<sup>+</sup>)

Le potassium est présent dans les effluents secondaires à hauteur de 10 à 30 mg/l (12 à 36 mg/l de K<sub>2</sub>O) et permet donc de répondre partiellement aux besoins des cultures (Faby, 1997).

### I.2.2.3.4. Chlore et sodium

Leur origine est :

- ✓ Naturelle (mer : 27g/l Na Cl, et terrains salés)
- ✓ Humaine (10à 15g/l Na Cl dans les urines/j).

- ✓ Industrielle (potasse, industrie pétrolière, galvanoplastie, agroalimentaire) (Gaujous, 1995). Les chlorures et le sodium peuvent également poser problème, notamment en bord de mer, quand les réseaux d'égout drainent des eaux phréatiques saumâtres (Faby, 1997)

### I.3. Pollution de l'eau

#### I.3.1. L'origine de la pollution

La pollution de l'eau connaît différentes origines : naturelle, domestique, industrielle et agricole. L'origine naturelle implique un phénomène tel que la pluie, lorsque par exemple l'eau de ruissellement passe à travers des terrains riches en métaux lourds ou encore lorsque les précipitations entraînent les polluants de l'atmosphère vers le sol.

L'origine domestique concerne les eaux usées ménagères (salle de bains, cuisine, ...etc.), les eaux vannes (WC...etc.), ainsi que les eaux rejetées par les hôpitaux, commerces...etc.

Quant à l'origine agricole et industrielle, elle concerne par exemple les eaux surchargées par des produits issus de l'épandage (engrais, pesticides) ou encore les eaux contaminées par des résidus de traitement métallurgique, et de manière plus générale, par des produits chimiques tels que les métaux lourds, les hydrocarbures...etc. (Afir et Mezaoua, 1984).

#### I.3.2. Les types de la pollution

##### I.3.2.1. Pollution physique

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 (Baumont et *al.*, 2004).

##### a. Pollution mécanique

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES (Galaf., 2003).

##### b. Pollution thermique

La pollution thermique découle des eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries...). L'élévation de température qu'elle induit diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération des germes. Il se trouve qu'à charge égale, un accroissement de température favorise les effets néfastes de la pollution (Galaf., 2003).

### c. Pollution radioactive

La pollution des eaux par des substances radioactive pose un problème de plus en plus grave, a un effet direct sur les peuplements aquatiques en raison de la toxicité propre de ses éléments et des propriétés cancérigènes et mutagènes de ses rayonnements.

#### I.3.2.2. Pollution chimique

La pollution chimique résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle, domestique et agricole. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories :

- ✓ Organique (hydrocarbures, pesticides, détergents.).
- ✓ Minérale (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...).

#### a. Pollution organique

La pollution organique provient des effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...), et par les effluents domestique (déjections humaines, graisses, etc.). La première conséquence de cette pollution consommation d'oxygène dissous de ces eaux. Les polluants organiques ce sont principalement les détergents, les pesticides et les hydrocarbures.

##### ➤ Les détergents

Sont des composés tensioactifs synthétiques dont la présence dans les eaux est due aux rejets d'effluent urbains et industriels.

- Les nuisances engendrées par l'utilisation des détergents sont :
- L'apparition de goût de savon.
- La formation de mousse qui freine le processus d'épuration naturelle ou artificielle.
- Le ralentissement du transfert et de la dissolution de l'oxygène dans l'eau.

##### ➤ Les pesticides

On désigne généralement comme des produits utilisés en agriculture les conséquences néfastes dues aux pesticides sont liées aux caractères suivants :

- Rémanence et stabilité chimique conduisant à une accumulation dans les chaînes alimentaire.
- Rupture de l'équilibre naturel.

- ##### ➤ Les hydrocarbures
- Provenant des industries pétrolières et des transports, qui sont des substances peu solubles dans l'eau et difficilement biodégradables, leur densité inférieure à l'eau les fait surnager. En surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère (Encyclopédie., 1995).

### **b. Pollution minérale**

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou trouble physiologique chez les animaux. Le polluant minéral ce sont principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs (Mayet., 1994).

#### ➤ **Les métaux lourds**

Sont essentiellement le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le plomb l'argent (Ag), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni) et le zinc (Zn). Ces éléments, bien qu'ils puissent avoir une origine naturelle (roches du sous-sol, minerais), proviennent essentiellement de la contamination des eaux par des rejets d'activités industrielles diverses. Ils ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants ainsi que dans la chaîne trophique (Kecket al, 2000).

#### ➤ **Les éléments minéraux nutritifs**

(Nitrates et phosphates) : provenant pour l'essentiel de l'agriculture et des effluents domestiques (Mayet., 1994), il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques.

### **I.3.2.3. 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 (Baumont et al. 2004).

#### ➤ **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. L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation (CSHPF, 1995).

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10<sup>3</sup> et 10<sup>4</sup> particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont 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 importants, il faut citer les entérovirus (exemple : polio), les rotavirus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A (Asano, 1998).

### ➤ Les bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10  $\mu\text{m}$ . La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ  $10^{12}$  bactéries/g (Asano, 1998).

Les eaux usées urbaines contiennent environ  $10^6$  à  $10^7$  bactéries/100 ml dont  $10^5$  proteus et entérobactéries,  $10^3$  à  $10^4$  streptocoques et  $10^2$  à  $10^3$  clostridium. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonelles dont on connaît plusieurs centaines de sérotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau ce sont les coliformes thermo tolérants (Faby, 1997).

### ➤ 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 de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées (Baumont et al, 2004). Parmi les protozoaires les plus importants du point de vue sanitaire, il faut citer *Entamoebahistolytica*, responsable de la dysenterie amibienne et *giardialambliia* (Asano, 1998).

## I.4. Caractéristiques des eaux usées

### I.4.1. Caractéristiques physiques

#### ➤ Température

La température est un facteur écologique important du milieu. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision, en effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. Elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau (Rodier et al. 1996).

### ➤ **Conductivité**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

### ➤ **La turbidité**

Représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence des matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les grains de silice et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence des matières colloïdales d'origine organiques ou minérale (Rejsek., 2005).

### ➤ **Matières en suspension (MES)**

Les MES représentent les matières qui ne sont ni à l'état dissous ni à l'état colloïdales, donc filtrable. Elles sont organiques et/ou minérales et permettent une bonne évaluation du degré de pollution d'une eau.

### ➤ **Matières décantables**

De nombreuses particules peuvent constituer des impuretés d'une eau. Les techniques analytiques nécessaires à leurs déterminations dépendent des dimensions de ces particules. Les impuretés présentes dans l'eau ont pour origine soit des substances minérales, végétales ou animales.

Les matières décantables sont les matières des grandes tailles, entre 40 micromètres et 5 millimètres et qui se déposent sans traitement physique et chimique.

## **I.4.2. Caractéristiques chimiques**

### ➤ **PH**

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau.

### ➤ **Oxygène dissous**

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse.

Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène (torrent), alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux microorganismes de se développer tout en consommant de l'oxygène.

### ➤ **Demande biologique en oxygène (DBO5)**

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques présentes dans les eaux usées par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées (Xanthoulis., 1993).

### ➤ **Demande chimique en oxygène (DCO)**

C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. Elles représentent la plus part des composés organiques (détergents, matières fécales).

### ➤ **Carbone organique total (COT)**

Le carbone organique est constitué d'une grande diversité de composés organiques à plusieurs états d'oxydation, dont certains sont susceptibles d'être oxydés par des procédés chimiques ou biologiques.

Ces fractions sont caractérisées par la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO).

Certaines matières organiques échappent à ces mesures ; dans ce cas, le dosage du COT est mieux adapté. Il est indépendant de l'état d'oxydation de la matière organique et ne mesure pas les éléments inorganiques tels que l'azote et l'hydrogène qui peuvent être pris en compte par la DCO et la DBO.

La détermination porte sur les composés organiques fixés ou volatils, naturels ou synthétiques, présents dans les eaux résiduaires (celluloses, sucres, huiles, etc.). Suivant que l'eau a été préalablement filtrée ou non, on obtiendra le carbone dissous (DCO) ou le carbone organique total (COT).

Cette mesure permet de faciliter l'estimation de la demande en oxygène liée aux rejets, et d'établir éventuellement une corrélation avec la DBO et la DCO. (Tarmoul.2007).

### ➤ **Azote**

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et ammoniacale, on le dose par mesure du N-NTK (Azote Totale Kjeldahl) et la mesure du N-NH<sub>4</sub>. Azote Kjeldahl = Azote ammoniacal + Azote organique (Gaujous. 1995). L'azote organique, composant majeur des protéines, est recyclé en continu par les plantes et les animaux. L'azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac NH<sub>3</sub> et l'ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, dont les proportions relatives dépendent du pH et de la température. L'ammonium est

souvent dominant ; c'est pourquoi, ce terme est employé pour désigner l'azote ammoniacal ; en milieu oxydant, l'ammonium se transforme en nitrites puis en nitrates ; ce qui induit une consommation d'oxygène (Tarmoul., 2007).

### ➤ Nitrites (NO<sub>2</sub>-)

Les ions nitrites (NO<sub>2</sub>-) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) et les ions nitrates (NO<sub>3</sub>-). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites. Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène, est la nitratisation.

Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification. Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température (Rodier., 2009).

### ➤ Nitrates (NO<sub>3</sub>-)

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates.

Les nitrates ne sont pas toxiques , mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates (Rodier., 2009).

### I.4.3. Caractéristiques microbiologiques

La détermination de la flore aérobie mésophile totale, des coliformes totaux, coliformes fécaux, staphylocoque, streptocoque, salmonelles et les shigelles, ainsi que certains pathogènes peuvent donner une indication sur les risques liés à l'utilisation de certains types d'eaux (Baumont et *al.* 2004)

### I.5. L'objectif d'épuration des eaux usées

L'objectif d'épuration des eaux usées est l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejets édictés par la législation, et pouvant par suite être évacuée sans danger du point de vue du risque pour la santé humaine et l'environnement.

Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des eaux résiduaires en fonction des caractéristiques de celles-ci et du degré d'épuration désiré.

Au cours de ce chapitre nous nous sommes intéressés à l'étude des paramètres de la pollution des eaux usées évacuées par les agglomérations urbaines à l'exutoire, et les différents procédés d'épuration de ces effluents avant de les rejeter dans le milieu naturel.

### **I.5.1. Les déversements des eaux usées dans le milieu naturel**

Le rejet direct des eaux usées domestiques dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute forme de vie. Il faut retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible (Chellé et al. 2005).

Quand les eaux usées ou les eaux résiduaires industrielles ne sont pas épurées avant le rejet dans le milieu naturel, l'altération de ce dernier et les déséquilibres qui s'y produisent ont non seulement des effets immédiats sur les utilisations de l'eau, mais aussi des effets à long terme, parfois irréversibles dans le domaine de la vie humaine (Vaillant, 1974).

### **I.6. Épuration des eaux usées**

L'épuration des eaux usées la plus appropriée est celle qui fournit, avec certitude, des effluents de qualité chimique et microbiologique exigée pour un certain usage spécifique, à bas prix et des besoins d'opération et d'entretien minimaux. Les stations d'épuration des eaux résiduaires, indépendamment du type de traitement, réduisent la charge organique et les solides en suspension et enlèvent les constituants chimiques des eaux usées qui peuvent être toxiques aux récoltes ainsi que les constituants biologiques (microbes pathogènes) qui concernent la santé publique en général.

Les différents degrés de traitements conventionnels sont :

#### **I.6.1. Procédés d'épuration des eaux usées**

##### **I.6.1.1. Traitement préliminaire**

Enlèvement des solides grossiers et d'autres grands fragments de l'eau usée brute (FAO, 2003). En tête d'une station d'épuration, ces procédés permettent de retenir les matières volumineuses grâce à des grilles (dégrillage), les sables (dessablage), les matières flottantes grossières (écumage) et les liquides moins denses que l'eau (désuilage). Les déchets solides peuvent être déchiquetés (dilacération) par des « pompes dilacératrices », cette opération facilitant leur dispersion (Desjardins, 1997).

##### **I.6.1.1.1. Dégrillage**

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques, etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées.

Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage, et aussi pour éviter le dysfonctionnement de la pompe (dans les cas où il y aurait un système de pompage).

### ➤ Un dégrillage grossier

L'eau brute passe à travers une première grille qui permet l'élimination des matières de diamètre supérieur à 50mm.

### ➤ Un dégrillage fin

Après le relevage il passe par deux grilles à câble composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux est de 20mm, la vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s (Legube., 1996).

#### **I.6.1.1.2. Dessablage**

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, sables et autre particules minérales de diamètres supérieures à 0,2 mm contenus dans les eaux usées, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion. L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « dessableur » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables extraits peuvent être lavés avant d'être mis en décharge, afin de limiter le pourcentage de matières organiques, sa dégradation provoquant des odeurs et une instabilité mécanique du matériau (Degrément., 1972).

#### **I.6.1.1.3. Déshuilage**

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface. Il est important de limiter au maximum la quantité de graisse dans les ouvrages en aval pour éviter par exemple un encrassement des ouvrages, notamment des canalisations (Bonnin., 1977).

#### **I.6.1.2. Traitement primaire**

Enlèvement des solides organiques et inorganiques sédimentables ainsi que les matériaux flottants (FAO, 2003).

La décantabilité des matières dans un bassin est déterminée par l'indice de Mohlman. Cet indice est déterminé chaque jour dans les stations d'épuration importantes afin de vérifier le bon fonctionnement du système. À la fin de ce traitement, la décantation de l'eau a permis de supprimer

environ 60 % des matières en suspension, environ 30 % de la demande biologique en oxygène (DBO) et 30% de la demande chimique en oxygène (DCO).

Cette part de DBO5 supprimée était induite par les matières en suspension. La charge organique restant à traiter est allégée d'autant. Les matières supprimées forment au fond du décanteur un lit de boues appelé boues primaires (Bontaux., 1994).

### **I.6.1.3. Traitement secondaire (traitement biologique)**

Enlèvement des matières organiques solubles et des matières en suspension des eaux usées traitées primaires (FAO, 2003). Les procédés d'épuration secondaire (ou biologique) comprennent des procédés biologiques, naturels ou artificiels, faisant intervenir des microorganismes aérobies pour décomposer les matières organiques dissoutes ou finement dispersées (Desjardins, 1997). La dégradation peut se réaliser par voie aérobie (en présence d'oxygène) ou anaérobie (en l'absence d'oxygène).

#### ➤ **La voie anaérobie**

Si les réactions s'effectuent à l'abri de l'air, en milieu réducteur. Le carbone organique, après dégradation, se retrouve sous forme de CO<sub>2</sub>, méthane et biomasse. Ce type de traitement appelé « digestion anaérobie » n'est utilisé que pour des effluents très concentrés en pollution carbonées, de type industriel (basserie, sucrerie, conserverie ...)

#### ➤ **La voie aérobie**

Si l'oxygène est associé aux réactions. Cette voie est celle qui s'instaure spontanément dans les eaux suffisamment aérées. Le carbone organique se retrouve sous forme de CO<sub>2</sub> et de biomasse (Degremont., 1972). L'épuration biologique des eaux usées peut être mise en œuvre dans les microorganismes se développent en suspension dans l'eau (boues activées), ou encore dans réacteurs à biomasse fixée dans lesquelles les micro-organismes se développent sur un support grossier ou sur garnissage plastique (lit bactériens), sur de disque (disques biologiques).

#### **I.6.1.3.1. Boues activées**

Les traitements réalisés en station d'épuration consistent à dégrader et séparer les polluants de l'eau (particules, substances dissoutes, microorganismes) par des procédés physiques, chimiques et biologiques pour ne restituer au milieu aquatique qu'une eau de qualité suffisante au regard du milieu récepteur.

Le résultat de ces opérations est la production de boues qui est le principal sous-produit du cycle de traitement de l'eau. Donc les boues d'épuration urbaines résultent du traitement des eaux usées domestiques qui proviennent de l'activité des particuliers et éventuellement des rejets

industriels dans les réseaux des collectivités après avoir suivi un prétraitement obligatoire (Céline PERNIN 2003). Une station de traitement par boues activées comprend dans tous les cas

- un bassin dit d'aération dans lequel l'eau à épurer est mise en contact avec la masse bactérienne épuratrice,
- un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épurée et de la culture bactérienne,
- un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération de la boue biologique récupérée dans le clarificateur.

Cela permet de maintenir dans ce bassin la quantité (ou concentration) de micro-organismes nécessaires pour assurer le niveau d'épuration recherché,

- un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès, c'est-à-dire du surplus de culture bactérienne synthétisée en permanence à partir du substrat,
- un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération,
- un dispositif de brassage de ce même bassin, afin d'assurer au mieux le contact entre les cellules bactériennes et la nourriture, (Degrément, 1972).

### I.6.1.3.2. Lit bactérien

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre-courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la DBO5 (Rodart *et al*, 1989).

### I.6.1.3.3. Lagunage

Parmi les divers procédés d'épuration des eaux usées, dont l'application dépend des caractéristiques des eaux à traiter et du degré de dépollution souhaité, figure le lagunage naturel. Moyen rustique d'épuration des eaux usées, il se distingue des autres techniques de traitement réputées intensives par de nombreux avantages. Ce procédé écologique, simple et peu onéreux se base sur les phénomènes responsables de l'autoépuration des cours d'eau.

### I.6.1.4. Traitement tertiaire

A l'issue des procédés décrits précédemment, les eaux sont normalement rejetées dans le milieu naturel. Dans le cadre d'une réutilisation des eaux usées épurées (REUE), les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les microorganismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires.

# Chapitre II – Présentation de la zone d'étude

II.1. Présentation de la zone d'étude : Mostaganem

Mostaganem est la 27ème wilaya dans l'administration territoriale Algérienne. Elle se trouve au Nord-Ouest de l'Algérie sur le littoral méditerranéen, à 350 Km à l'Ouest d'Alger et à 80 Km à l'Est d'Oran.

La wilaya de Mostaganem compte plus de 877 450 habitants (statistiques de 2018) et se compose de 32 communes, réparties sur 10 Daïras.

Les wilayas limitrophes de Mostaganem (Figure 1) à l'Est la Wilaya de Chlef, au Sud-Est la Wilaya de Relizane, à l'Ouest la Wilaya d'Oran, au Sud-Ouest la Wilaya de Mascara.

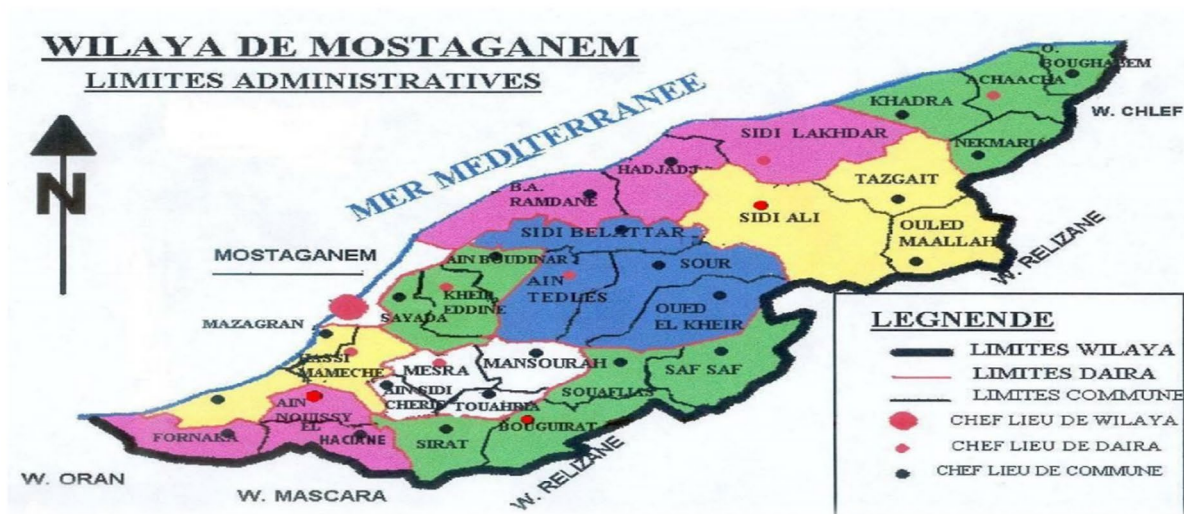


Figure 1 : Carte administrative de la wilaya de Mostaganem

Dans le tableau 2 sont présentés quelques caractéristiques géographiques de la wilaya de Mostaganem

Tableau 2 : Quelques caractéristiques géographiques de Mostaganem

Population	877 450 habitants (2018)
Densité	3 067 hab./km <sup>2</sup>
Coordonnées géographiques	35° 56'20"3 nord, 0° 05'20"3 est
Altitude	104 m
Superficie	50 km <sup>2</sup>
Agglomération urbaine	399 740 habitants
Agglomération rurale	477 710 habitants au nombre de 590 Douars.
Pluviométrie moyenne	350 à 400 mm/an

**II.2.1. Les reliefs**

Le relief de la Wilaya de Mostaganem se divise en quatre unités morphologiques appartenant à deux régions distinctes, le Plateau de Mostaganem et le Dahra (Figure 2) :

Les vallées basses de l'Ouest englobent les communes : Hassi Mameche, Mazagran, Stidia, Aïn Nouïssy, El Hassiane et Fornaka.

Les Monts du Dahra englobent les communes : Sidi Belattar, Oued El Kheir, Sidi Ali, Ouled Maallah, Tazgait, Nekmaria, Kheireddine, Ain Boudinar et Safsaf.

Le plateau de Mostaganem englobe les communes : Mostaganem, Ain Tedles, Sour, Bouguirat, Sirat, Souafia, Mesra, Aïn Sidi Cherif, Mansourah, Touahria et Sayada.

Les vallées de l'Est englobent les communes : Achaacha, Khadra, Ouled Boughalem, Sidi Lakhdar, Hadjadj et Abdelmalek Ramdane.

Les forêts couvrent 14,2 % de la superficie de la wilaya.



Figure 2 : Vue sur les monts du Dahra

**II.2.2. Littoral**

La wilaya de Mostaganem est dotée d'un littoral de 124 km. s'étendant d'Arzew à la côte des marins à l'est à la frontière de la wilaya de Chlef.

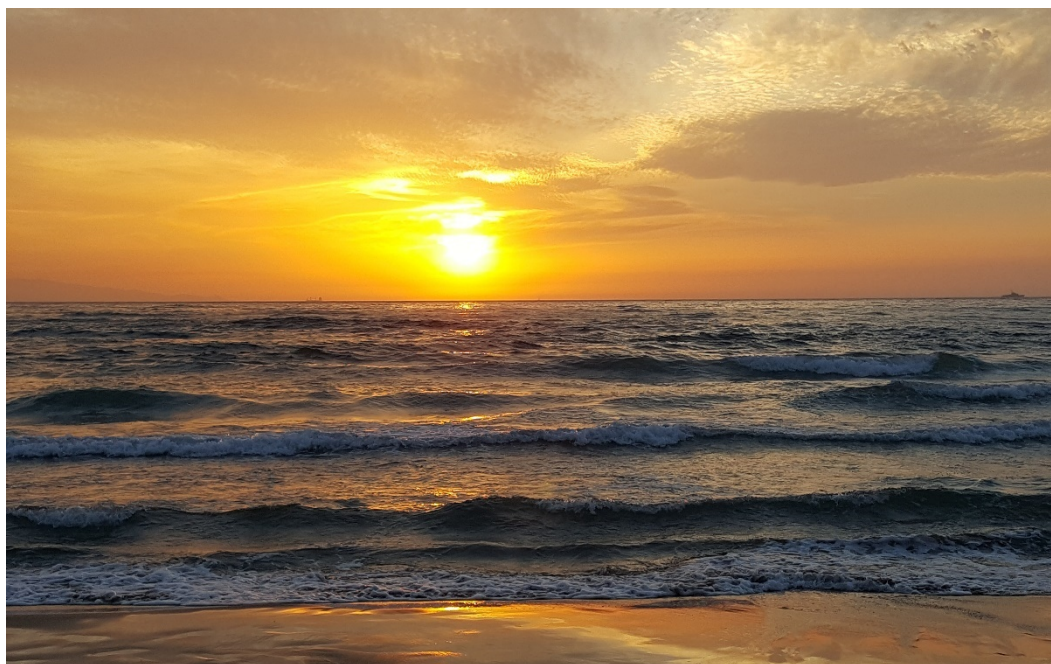


Figure 3 : vue sur le littoral de la wilaya de Mostaganem

### II.3. Données climatiques de la wilaya de Mostaganem

La wilaya de Mostaganem se caractérise par un climat semi-aride à hiver tempéré et une pluviométrie qui varie entre 350 mm sur le plateau et 400 mm sur les piémonts du Dahra : A titre d'exemple la pluviométrie a enregistré 524 mm durant l'année 2017 (Tableau 3)

Tableau 3 : les paramètres climatologiques de le régenté de Mostaganem

Mois	jan.	fév.	Mars	avril	Mai	Juin	jui.	Août	sep.	oct.	nov.	déc.
Température moyenne (°C)	11	12	14	17	19	21	24	25	23	20	16	13
Précipitations (mm)	92	72	60	40	35	9	2	3	16	46	76	75

### II.4. Économie

La wilaya de Mostaganem est l'une des plus agricoles du pays, elle bénéficie d'un climat favorable à l'agriculture, elle a développé une agriculture diversifiée notamment la production de primeurs et de maraîchages.

La wilaya dispose également de plusieurs sites d'attractions touristiques : des musées, de vieilles mosquées, des quartiers antiques ("Derb" et "Tobana"), des grottes et des sites archéologiques.

Elle est devenue un pôle touristique, qui s'étend à 15 zones d'expansion touristiques et une bande côtière de 124 km, Elle est fréquentée par environ dix millions d'estivants chaque été.

Le secteur industriel regroupe quatre branches principales : l'industrie agroalimentaire, l'industrie du bois et de la cellulose, l'industrie manufacturière et les mines et les carrières. La pêche constitue une autre activité économique de la wilaya. Avec l'intensification des activités touristiques et industrielles, Mostaganem est devenu une ville très convoitée.

### **II.5. Ressource superficielle en eau**

Le phénomène de la pollution contribue de façon considérable à la limitation des ressources phréatiques et souterraines en eau potable. C'est pourquoi, il est important de faire recours à des eaux d'origines diverses et notamment les eaux de surface. Néanmoins, des moyens importants doivent être mobilisés pour la protection de ces eaux face aux nombreuses pollutions qui peuvent en dégrader la qualité par l'augmentation de certains micropolluants minéraux et surtout organiques indésirables dans les eaux destinées à la consommation (Achour, 2001).

#### **II.5.2. Les ressources superficielles de la Wilaya**

##### **II.5.2.1. Les Barrages**

Durant la période allant du début novembre jusqu'à fin janvier, la wilaya de « Mostaganem a enregistré plus de 220 mm de pluie après plus de 8 mois de sécheresse, avec canicule pendant la saison estivale. Uniquement pour le mois de janvier, 70 mm de pluviométrie a été enregistrée selon les services de l'hydraulique. Les barrages de Chelif (prise) et Kerada (Réservoir) d'une capacité totale de 900 millions de m<sup>3</sup> ont déjà fait le plein à 100%. Ces 2 infrastructures du

« MAO » sont les pourvoyeurs en eau potable pour Mostaganem, Arzew et principalement Oran et ce en plus de 45 000 m<sup>3</sup> pompés quotidiennes de la station de dessalement Sidi Ladjel de la localité de Oued El Kheir. Les services de l'hydraulique ont pris toutes les précautions pour faire évacuer l'excédent d'eau du barrage. Pendant les fortes pluies, avec la montée du niveau du barrage.

Le tableau (4) el pose l'année de mise en eau et la capacité en m<sup>3</sup> de millions et le volume actuel statistique 2018 et le volume régularisé à l'irrigation

Tableau 4: Capacité des ressources en eau mobilisées à Mostaganem en 2017 (Direction de l'hydraulique de Mostaganem)

BARRAGES		Année de mise en eau	Capacité Hm <sup>3</sup>	Volume actuel Hm <sup>3</sup>	Volume régularisé à l'irrigation millions m <sup>3</sup>
Kramis (45HM <sup>3</sup> , Fig 4)				4:	25 dont 15 irrigation
MAO	Chellif (50HM <sup>3</sup> , Fig 5)				155 dont 75 irrigation
	Kerrada (70HM <sup>3</sup> , Fig 6)				
Total			<b>165</b>	;	135 dont 90 irrigation 4 exploité au niveau Kramis



Figure 4 : Barrage de KRAMIS d'une capacité 45 millions M<sup>3</sup>



Figure 5 : Barrage de CHELIF d'une capacité de 50 Millions M<sup>3</sup>



Figure 6 : Barrage de KERRADA d'une capacité de 70 millions M<sup>3</sup>

### II.5.2.2. Retenues collinaires et petits Barrages

Les tableaux suivants présentent les petits barrages de la wilaya de Mostaganem (tableau 5). En plus des petits barrages en retenues, il existe un réseau d'eau naturelle sous forme de 17 oueds d'une capacité totale de 8.8 Hm<sup>3</sup> susceptibles d'irriguer une superficie de 1400 ha.

Tableau 5 : Capacités des petits barrages de la wilaya de Mostaganem en 2017 (Direction de l'hydraulique Mostaganem)

Ouvrages	Retenues collinaires et petits barrages	Commune	Capacités hm <sup>3</sup>	superficies à irriguer(ha)
Réalisés	Petit Barrage sur oued Moussa	Ouled Maalah	0,30	60
	Petit Barrage sur Oued Benhassen	Sidi Ali	0,25	50
	<b>TOTAL</b>		<b>0.55</b>	<b>110</b>

### II.5.2.3. Station de dessalement de Mostaganem

La station de dessalement d'eau de mer située à une dizaine de kilomètres à l'est de Mostaganem, et qui produit quotidiennement 180 000 m<sup>3</sup>/j d'eau potable,

- Mise en service : 27 Septembre 2011.
- Capacité 73 HM<sup>3</sup>
- Période d'exploitation : 25 ans.
- Capacité optimale : 200 000 M<sup>3</sup>/J.
- Capacité actuelle : 180 000 M<sup>3</sup>/J.



Figure 7 : Station de dessalement de Mostaganem

### II.5.3. Mobilisation des ressources en eau de la wilaya

Système Kramis : Capacité 45 HM<sup>3</sup>, Prélèvement actuel : 28 000 M<sup>3</sup>/J soit 10 HM<sup>3</sup>/an (Figure 4)

Système MAO : Capacité 155 HM<sup>3</sup> ; (Mostaganem- Arzew -Oran). Karrada : 70HM<sup>3</sup> + Chélif : 50HM<sup>3</sup>(pour la Zone Ouest) (Figure 5.6)

Prélèvement actuel : 50 000 M<sup>3</sup>/J d'appoint en cas d'arrêt de la SDEM soit 18 HM<sup>3</sup>/an

SDEM Mostaganem : Capacité 73 HM<sup>3</sup> ; Prélèvement actuel : 180 000 m<sup>3</sup>/j soit 66 HM<sup>3</sup>/an (Figure 7).

Forages : Nombre 15 ; Prélèvement actuel de : 4 000 m<sup>3</sup>/j soit 01 HM<sup>3</sup>/ La production moyenne totale : 218 000 m<sup>3</sup>/j - 80% (SDEM) - 18 % (Barrages) - 02 % (Forages).

Les Besoins en AEP de la Wilaya : 210 000 m<sup>3</sup>/j.

Volume distribué : 207 000 m<sup>3</sup>/j. (Figure 8)

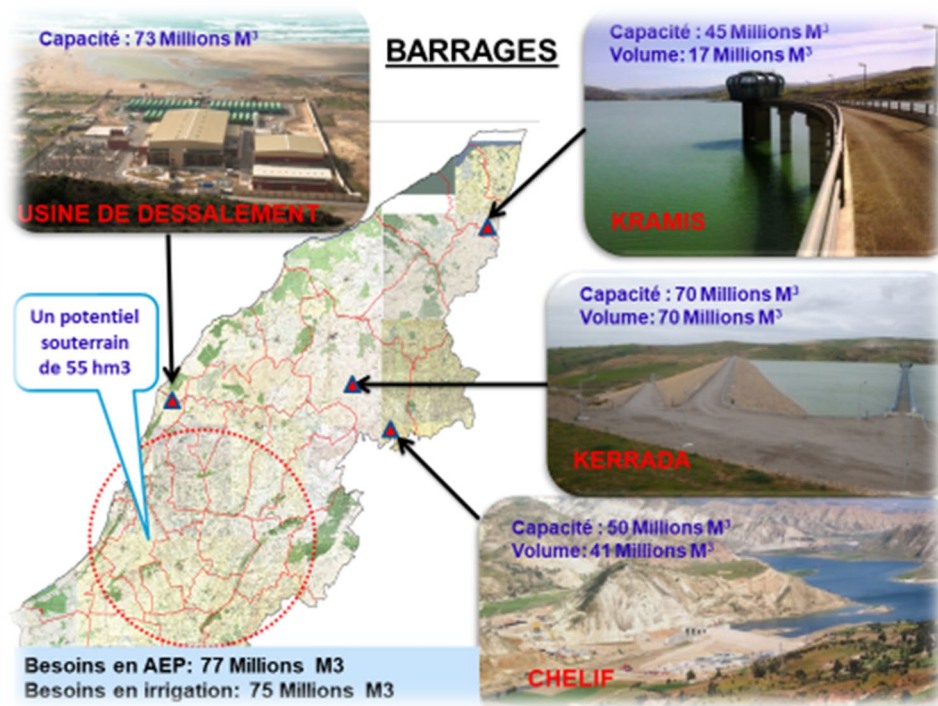


Figure 8 : schéma global des ressources en eau de wilaya de Mostaganem

**NB : le taux de déperdition de 5% (11.000m<sup>3</sup>/j) a été enregistré au niveau des douars gérés par les communes.**

### II.5.3.1. Description du système de transfert MAO :

#### II.5.3.2. Situation générale du projet :

Le transfert MAO donc permet de réguler des volumes d'eaux superficielles de 155 Hm<sup>3</sup> provenant du réservoir de Chélif, pour l'alimentation en eau potable des populations des wilayas de Mostaganem et d'Oran qui se trouvent le long du tracé de la conduite du système MAO. (Figure 9)

Le volume annuel à transférer est de 155 Hm<sup>3</sup> et le débit de pointe à transporter est de 6,5 m<sup>3</sup>/s à l'amont, à la sortie de la station de traitement d'eau, et de 4,0 m<sup>3</sup>/s à l'aval, au réservoir d'arrivée d'Oran. Le volume annuel produit par ce système se distribue entre les deux wilayas de Mostaganem et d'Oran, de la manière suivante :

- Wilaya de Mostaganem (45 Hm<sup>3</sup>)
- Wilaya d'Oran (110 Hm<sup>3</sup>)



Source : Google Earth 2017.

Figur 9 : Localisation du projet MAO et des barrages (Chélif, Kerrada) à partir de l'image satellitaire.

**II.6. La ressource souterraine**

Tableau 6 : les ressources souterraines de la wilaya de Mostaganem (services de l'hydraulique 2017/2018)

Ressources en eau	Natures d'ouvrage	Volume alloué hm <sup>3</sup> /an	Superficie irrigué
SOUSTERRAINES	208 forages	10	2000 ha
	9606 puits	148	31117 ha
	11 sources	2.2	423 ha
Total		165	34,494

Tableau 7 : Total des ressources en eau de souterraines à Mostaganem (services de l'hydraulique 2017/2018)

Unités Hydrogéologiques	Superficie km <sup>2</sup>	Apport moyen Hm <sup>3</sup>
Plateau de Mostaganem	700	26
Plaine de Bordjias	250	10
Synclinal de Bouguirat	240	9,5
Plateau de Achaacha	140	8,6
Plateau de Chouachi	25	1
<b>TOTAL</b>	<b>1 355</b>	<b>55,1</b>

## II.7. Raccordement des systèmes d'AEP (KRAMIS – MAO – DESSALEMENT)

Le système d'eau en Mostaganem raccorde entre les 3 sources des barrages : Kramis et Karrada et Chélif avec la station de dessalement. (Figure 10)



Figure 10 : systèmes de raccordements d'AEP de Mostaganem entre KRAMIS-MAO-DESSALEMENT

### II.8.1. Situation hydraulique de la wilaya de Mostaganem

L'approvisionnement en eau est constitué des ressources conventionnelles des eaux souterraines et de surface. En ce qui concerne les eaux souterraines, plusieurs nappes sont exploitées par des forages. La nappe principale est celle de Mostaganem.

### II.8.2. Les différents systèmes d'adduction de la wilaya

Il est important de signaler que la wilaya de Mostaganem constitue une partie montagneuse très importante dite Dahra, regroupant une population rurale, le reste de la wilaya est répartie sur le plateau de Mostaganem.

L'alimentation en eau potable de la wilaya de Mostaganem, est assurée par deux ressources principales :

#### II.8.2.1. Les eaux conventionnelles :

Barrage de Kramis avec une capacité de 45 Hm<sup>3</sup>

Barrage de Kerrada avec une capacité de 70 Hm<sup>3</sup>

Barrage de Chélif avec une capacité de 50 Hm<sup>3</sup>

### **II.8.2.2. Les eaux non conventionnelles :**

La station de dessalement de Mostaganem située à l'Est de la wilaya avec une capacité de production de 200 000 m<sup>3</sup>/j.

Notons que le barrage de Kramis alimente en eau potable la région de Dahra, avec une production moyenne de la station de traitement (130 000 à 150 000 m<sup>3</sup>/j).

Pour les barrages de Kerrada et du Chélif servent d'appoint en cas de perturbation des systèmes de dessalement ou du système de Kramis

# Chapitre III – Situation du traitement des eaux usées à Mostaganem

Face à l'accroissement de la population mondiale combinée à une urbanisation croissante, l'accès à l'eau potable et à l'assainissement représente encore aujourd'hui un enjeu vital pour beaucoup de villes, notamment dans les pays en développement. L'assainissement désigne l'ensemble des techniques de collecte, de transport et de traitement des eaux usées avant rejet dans le milieu naturel. Il peut se concevoir à l'échelle d'une agglomération (assainissement collectif) ou d'habitations non raccordées à un réseau d'égout collectif (assainissement autonome). Les stations d'épuration du futur tendent à devenir de véritables usines de valorisation des eaux usées afin de produire de l'énergie verte, des matières fertilisantes et des métaux précieux et afin de réutiliser les eaux usées traitées.

### **III.1. Le Réseau d'assainissement de Mostaganem**

Le linéaire de réseau d'assainissement a atteint 1.565.075 Ml avec un taux de raccordement en assainissement de l'ordre de 100 % pour les chefs lieu et les agglomérations secondaires, contrairement à celui des zones rurales qui est de l'ordre de 45 %, ce taux est considéré faible et influe négativement sur le taux global de la wilaya.

Les réseaux d'assainissement des 32 chefs-lieux de communes sont gérés par l'Office National d'Assainissement (ONA).

La wilaya de Mostaganem dispose de plusieurs dispositifs de traitement des eaux usées réparties à travers toute la wilaya. Trois types de stations sont utilisées : celles de relevage, celles de traitement et d'épuration (STEP) et celles de lagunage. Nous allons focaliser l'analyse sur les stations de relevage et les STEP qui sont dans l'espace de la ville de Mostaganem.

#### **III.1.1. Stations de relevage à travers la wilaya de Mostaganem**

La Wilaya dispose de douze stations de relevage qui sont gérés par l'Office National d'Assainissement (ONA) et sont situées à Aïn Sefra, Kharouba, Salamandre, Sayada, Stidia, Aïn Tèdeles, Hchem, Krichi, Bouguirat, Hassi Mamèche, Sidi Ali et Aïn Boudinar. Neuf de ces stations sont situées dans le groupement urbain de Mostaganem (Figure 11). La capacité de relevage installée est de l'ordre de 135 000 M<sup>3</sup>/jour, dont 70 000 M<sup>3</sup>/jour réceptionnés et mis en service depuis l'année 2017.



Figure 11 : schéma global des stations de relevage

Des vues sur les stations de relevage de Aïn Sefra et de Sayada sont présentées dans les figures 12 et 13.



Figure 12 : Station de relevage de Ain Sefra



Figure 13 : Vue sur la station de relevage de Sayada

### Présentation de la station de relevage de Ain Sefra

La ville de Mostaganem est un centre urbain très convoité pour ses diverses infrastructures : port, université, centre de plaisance (MostaLand), littoral de 124 km ..etc. Les rejets des eaux usées de la ville étaient versés dans l'oued Aïn Safra qui débouche directement sur le canal de la station de relevage d'Aïn Safra sise à côté de l'entrée est du port de Mostaganem.

La station de relevage de Ain Safra (Figure 17), dotée d'une capacité de 150 000 m<sup>3</sup>, reçoit l'ensemble des rejets des eaux usées parvenues des alentours de l'agglomération du centre-ville de Mostaganem. Elle compte au total 12 rejets avec 25000 m<sup>3</sup>/jour chacun, qui sont déversés dans un canal principal d'une extension de 4 km menant à la station de relevage.

Bien que cet ouvrage constitue une contribution importante dans le traitement des eaux usées avant leur déversement dans la mer, il reste relativement insuffisant et il demeure toujours un risque potentiel de pollution des sols et des eaux.

L'oued Aïn Safra a fait l'objet d'un aménagement depuis Sidi Othmane jusqu'à la station de relevage (Figure 14). En effet, tous les canaux d'amenés des eaux usées débouchant sur l'oued ont été bouchés et remplacés par un réseau souterrain déversant directement sur la station de relevage. Dans ces conditions l'oued ne reçoit que les eaux de pluie qui seront acheminées directement vers la mer. Néanmoins cet aménagement bien qu'arrivé à un état d'avancement notable n'est complètement achevé (Figure 15).



Figure 14 - Canal principal de l'oued Aïn Safra avant aménagement



Figure 15 – Esquisse de l'oued Aïn Safra comme prévu après aménagement

Il est important de préciser que le réseau d'assainissement est complexe pour trois raisons :

- La diversité spatiale (Mostaganem se situe sur une montagne avec des pentes importantes)
- La diversité temporelle des réseaux d'assainissement (il y a des réseaux très vieux et vétustes et d'autres récents avec plusieurs âges)
- La contrainte de connecter tous les réseaux à un seul collecteur principale qui débouche sur la station de relevage de Aïn Safra.

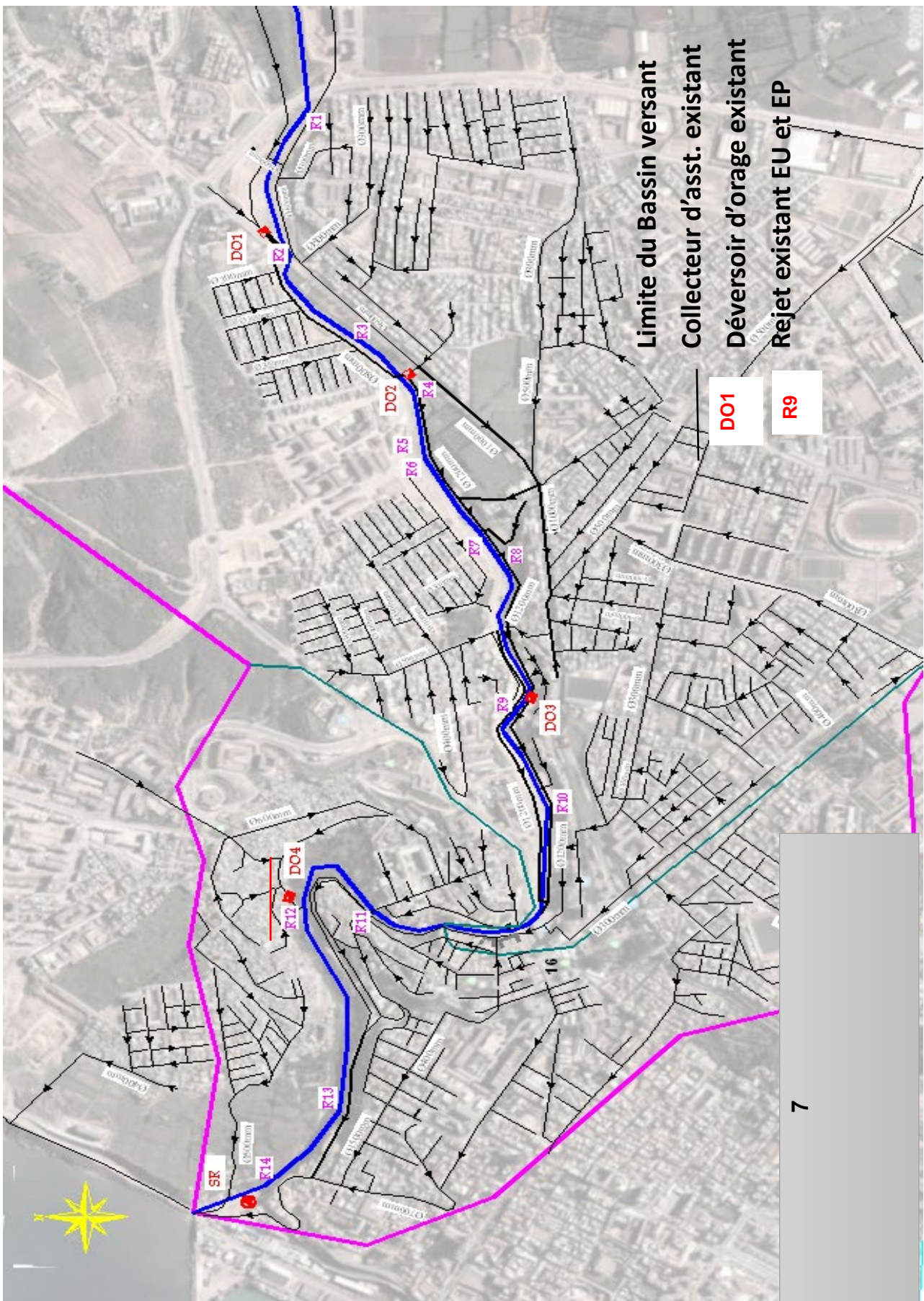


Figure 16 : Réseaux d'assainissement entre les deux rives de l'oued Aïn Safra

### III.1.2. Les Systèmes Epuratoires de Mostaganem

La Wilaya de Mostaganem dispose actuellement de neuf stations d'épuration (STEP), dont quatre réceptionnées : Mostaganem, Sidi Ali, Sidi Lakhdar et Khadra. Les autres stations sont celles de Mesra, Ben Yah, Hadjadj, Bouguirat et Fornaka (Figure 17).

Les eaux épurées de la STEP de Mostaganem sont orientées vers la frange maritime pour servir à l'irrigation d'environ 2 000 ha.

Une haute augmentation de cette station a été enregistrée en rendement d'épuration des eaux usées qui est passé de 25 % en 2017 vers 75 % en fin 2018, soit 126.000 M<sup>3</sup>/j, dont 71.700 M<sup>3</sup>/j sont déversés directement en mer, actuellement le taux de dépollution du littoral est estimé à 95% par l'ONA. (Figure 19)



Figure 17 : Vues sur les stations d'épuration STEP de Mostaganem

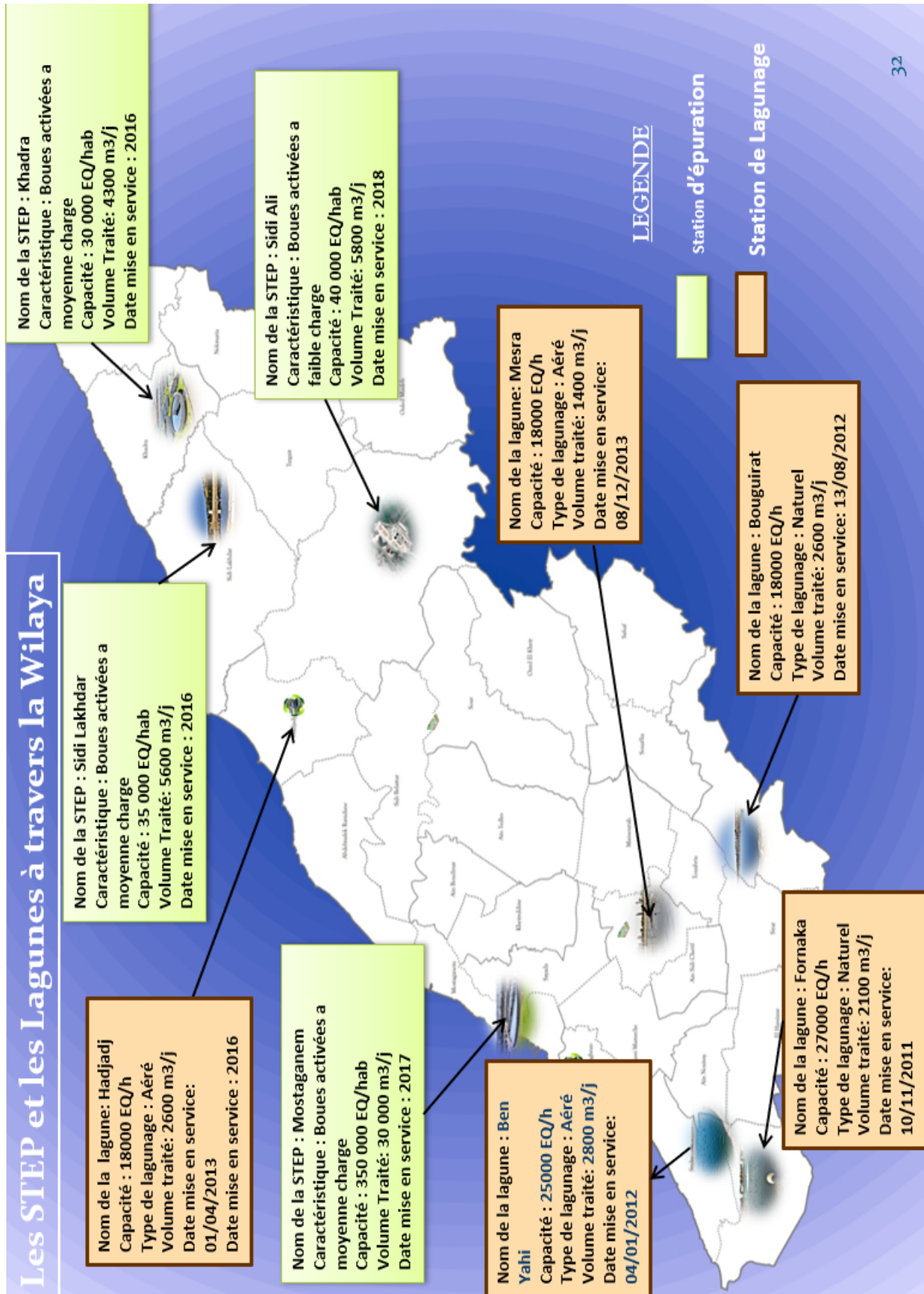


Figure 18 - Stations d'épuration de wilaya de Mostaganem

Sur un plan de fonctionnement, la station d'épuration filtre les eaux usées reçues par l'élimination des macrodéchets en utilisant deux sortes de filtres, représentés par deux différentes barrières : un grillage grossier (Figure 19) et autre fin (Figure 20). Ensuite les eaux sont destinées vers un grand bassin versant portant 4 pompes (trois en marche et une de secours) afin de les pomper dans le canal sud de la ville pour les transporter gravitairement vers la station d'épuration de Mostaganem sur le canal d'entrée (Figure 21)



Figure 19 : Vue sur un grillage grossier



Figure 20 : Vue sur trois éléments de grillage fin



Figure 21 : Cabal d'entrée des eaux usées à la station

Le détail du rendement de fonctionnement de chacune des STEP en exploitation dans la wilaya de Mostaganem est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Le volume global des eaux usées de la wilaya de Mostaganem

Volume global des eaux usées de la wilaya est de 110 000 m <sup>3</sup> /j				
Stations	Capacité EH*	Volume épuré m <sup>3</sup> /j	Superficie irriguée ha	Bénéficiaire
<b>STEP</b>				
Sidi Lakhdar	35 000	5 600	220	220 ha irrigué au profit des fellahs, en exploitation depuis le 23/01/2017
Khadra	30 000	4 300	150	150 ha irrigué au profit des fellah, en exploitation depuis le 22/01/2017
Mostaganem	350 000	50 000	2000	Projet en cours d'étude
Hadjadj	40 000	6 000	300	Traitement des dossiers des demandes des fellah en cours
<b>Stations d'épuration en exploitation</b>				
Ain nouissy et Beni Yahi	36 000	5 200	100	L'irrigation de plus de 300 ha en projet
Fornaka et Kedadra	27 000	4 000	120	
Bouguirat	18 000	2 600	120	220 ha irrigué au profit des fellah, en exploitation depuis 09/10/2016
Mesra	18 000	2 600	120	Travaux de raccordement des drains sont en cours dans le cadre d'un programme FNE
Hadjadj	18 000	2 600	100	100 ha irrigué au profit des fellahs, en exploitation depuis le 07/11/2016

\* EH = Équivalent Habitant : unité de mesure permettant d'évaluer la capacité d'une station d'épuration. Cette unité de mesure se base sur la quantité de pollution émise par personne et par jour.

1 EH = 60 g de DBO5/jour en entrée station soit 21,6 kg de DBO5/an.

### III.1.3. Procédés d'épuration des eaux usées don la station (STEP)

#### III.1.3.1. Traitement préliminaire

Le traitement primaire de l'eau désigne les processus de traitement mécaniques de l'eau visant à éliminer les objets ou détrit grossiers « eau potable, eaux destinées à des usages industriels ou eaux usées » ces traitement sont des procédés physiques : dégrillage, dessablage, déshuilage, et décantation.



Figure 22 : Vue sur l'entrée de la station des eaux usées

#### III.1.3.2. Dégrillage

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques les canettes, etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées. Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage et pour protège les pompes

##### III.1.3.2.1. Un dégrillage grossier

L'eau brute passe à travers une première grille qui permet l'élimination des matières de diamètre supérieur à 50mm. (Figure 23)



Figure 23 : Vue sur les déchets dans le dégrillage grossier

### III.1.3.2. Un dégrillage fin

Après le relevage de l'eau par quatre pompes en marche et 2 de secours (1400m<sup>3</sup>/ h pour chacune), il passe par deux grilles à câble composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux est de 20mm, la vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s, l'élimination des matières de diamètre supérieur à 20mm (Figure 24)



Figure 24 : Vue sur les macrodéchets du dégrillage fin

### III.1.3.3. Dessablage

L'enlèvement de gravier consiste à extraire du gravier, du sable et d'autres particules métalliques d'une taille supérieure à 0,2 mm dans les eaux usées. Le faible débit d'eau provoque le dépôt d'un bassin appelé "enlèvement de papier sablé" au bas de la structure. Ces particules sont ensuite absorbées par une pompe. Le sable extrait avant l'enfouissement peut être lavé afin de réduire le pourcentage et la dégradation des matières organiques à l'origine des odeurs et de l'instabilité mécanique du matériau. (Figure 25)



Figure 25 : Dispositif de dessablage et de déshuilage

### III.1.3.4. Déshuilage

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface.

### III.1.4. Traitements primaires

Enlèvement des solides organiques et inorganiques sédimentables ainsi que les matériaux flottants. La décantabilité des matières dans un bassin est déterminée. Cet indice est déterminé chaque jour dans les stations d'épuration importantes afin de vérifier le bon fonctionnement du système. À la fin de ce traitement, la décantation de l'eau a permis de supprimer environ 60 % des matières en suspension, environ 30 % de la demande biologique en oxygène (DBO) et 30% de la demande chimique en oxygène (DCO). Cette part de DBO5 supprimée était induite par les matières en suspension. La charge organique restant à traiter est allégée d'autant. Les matières supprimées forment au fond du décanteur un lit de boues appelé boues primaires

### III.1.5. Traitements secondaires

#### III.1.5.1. Traitements biologiques

Enlèvement des matières organiques solubles et des matières en suspension des eaux usées traitées primaires. Les procédés d'épuration secondaire (ou biologique) comprennent des procédés biologiques, naturels ou artificiels, faisant intervenir des microorganismes aérobies pour décomposer les matières organiques dissoutes ou finement dispersées.

La dégradation peut se réaliser par voie aérobie (en présence d'oxygène) ou anaérobie (en l'absence d'oxygène).

a- la voie anaérobie : si les réactions s'effectuent à l'abri de l'air, en milieu réducteur. Le carbone organique, après dégradation, se retrouve sous forme de CO<sub>2</sub>, méthane et biomasse. Ce type de traitement appelé « digestion anaérobie » n'est utilisé que pour des effluents très concentrés en pollution carbonées, de type industriel (basserie, sucrerie, conserverie ...)

b- la voie aérobie : si l'oxygène est associé aux réactions. Cette voie est celle qui s'instaure spontanément dans les eaux suffisamment aérées. Le carbone organique se retrouve sous forme de CO<sub>2</sub> et de biomasse. (Figure 26)

Nt : la station de STEP Mostaganem elle appliqué la voie aérobie (figer26)



Figure 26 : bassin d'aération l'oxygène

### III.1.6. Nouveaux traitements : traitements tertiaires

Ces traitements sont à la fois physico-chimiques et biologiques. On les réalise après les traitements primaires et secondaires afin d'éliminer des éléments nutritifs résiduels, des polluants organiques résistants, des métaux, des pigments, (Figure 27 et 28)

A l'issue des procédés décrits précédemment, les eaux sont normalement rejetées dans le milieu naturel. Dans le cadre d'une réutilisation des eaux usées épurées, les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les microorganismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires. Avant le rejetées ajouter le chlore HCL pur élimine les microorganismes. (Figure 28)

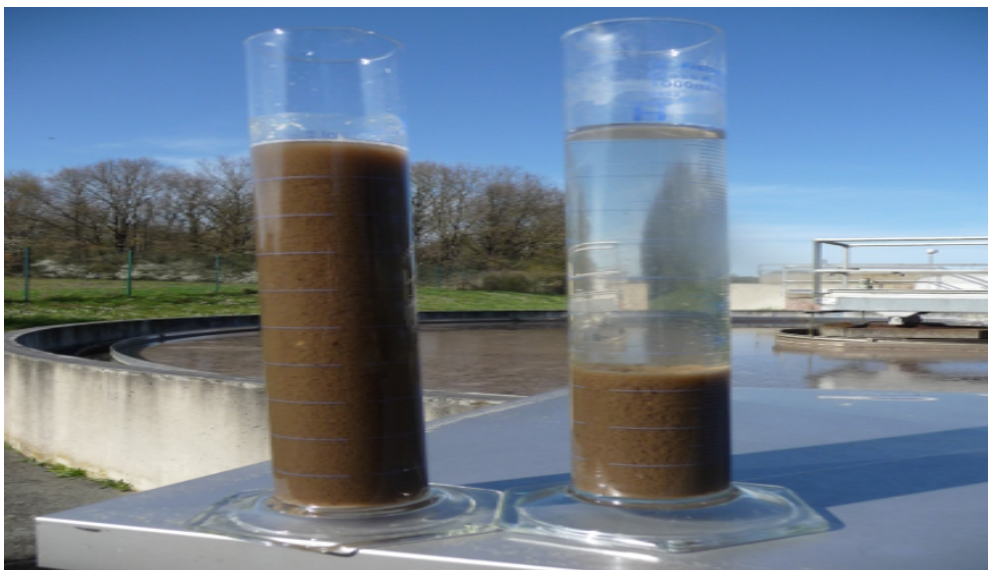


Figure 27 : vue sur les eaux usées avant et après traitement



Figure 28 : Vue sur les eaux usées traitées en voie d'être acheminées vers la mer

### III.1.7 Présentations de la station STEP de Salamandre



Figure 29 : schéma global de la station d'épuration (STEP) Mostaganem

La station de traitement des eaux usées de Salamandre est raccordée au réseau d'assainissement et des eaux pluviales (dans le cas de réseaux non-séparatifs). La station rejette une eau épurée dans le milieu naturel qui doit être conforme aux valeurs limites définies par arrêté préfectoral. Les résidus de traitement sont récupérés sur forme de boues.

Dans le cadre de la construction de la station d'épuration (STEP) des eaux usées urbains de la ville de Mostaganem d'une capacité de 130000 équivalents habitants. (Figure 29)

La station d'épuration (STEP) de Mostaganem dotée d'une capacité de 56000 m<sup>3</sup>/j, reçoit l'ensemble des rejets des eaux usées parvenues des alentours d'une plusieurs stations de relevage en niveau de centre-ville de Mostaganem sur en déférente débit (Tableau 9).

La station respecte les calculs des normes des traitement des eaux usées (Tableau 10), et la qualité des eaux usées traitées ne pollue pas l'environnement, pour le respect des normes d'épuration (Tableau 11)

Tableau 9 : charge hydraulique entre STEP Mostaganem (STEP Salamandre)

Débit	Total 2030
Volume journalier	56000 m <sup>3</sup> /j
Débit moyen en temps sec (qts,m)	2334m <sup>3</sup> /j
Débit de pointe temps sec (Qts)	3735m <sup>3</sup> /j
Débit max, admis en temps de pluie (Qtp)	5600m <sup>3</sup> /j

Tableau 10 : charge de pollution prise en compte -horizon 2030 (STEP Salamandre)

Paramétré	g(h*j)	Charge	Concentration
DCO	135	47250 kg/j	843,8 mg/l
DBO5	56	19600 kg/j	350,0 mg/l
MES	70	24500 kg/j	437,5 mg/l
NTK	10	3500 kg/j	62,5 mg/l
NO3	-	-	-
P (total)	2,5	880 kg/j	15,7 mg/l

Tableau 11 : Qualité des eaux traitées (STEP Salamandre)

Paramètre	Unité	concentration	rendement minimum d'élimination en %
DCO	mg/l	d90	e 80
DBO	mg/l	d30	e 90
MES	mg/l	d30	e 90

### III.1.8. Présentation de quelques scénarios de traitement des eaux usées à Mostaganem

#### Scénario 1

Dans le cas où les réseaux des eaux usées de la partie amont de Mostaganem ville (Pôle d'ElHchem, couloir Sayada - Boudinar et le centre de Krichiche) seront raccordés, par un écoulement gravitaire, à la station de relevage de l'Embouchure. Cette dernière sera, donc insuffisante à l'horizon 2040 et pour relever 2 fois le débit de pointe (Qp). Le débit total estimé des eaux usées = 1389.38 l/s = 5001.77 m<sup>3</sup>/h

La capacité actuelle de la station (03 pompes en marches+01 secours) =  $747 \text{ l/s} = 2689.20 \text{ m}^3/\text{h}$ .

**Scénario 2**

Les eaux usées du centre de KRICHICHE seront pompées vers le Canal sud de la ville. Dans ce cas, il n'y aura pas de grand changement par rapport au premier cas. La station de relevage de l'embouchure reste insuffisante.

Le débit total estimé des eaux usées =  $1320.7 \text{ l/s} = 4752.61 \text{ m}^3/\text{h}$

La capacité actuelle de la station (03 pompes en marches) =  $747 \text{ l/s} = 2689.20 \text{ m}^3/\text{h}$ .

**Scénario 3 -**

Les eaux usées de la partie amont seront transférées, par l'intermédiaire de deux 02 stations de relevage, vers le canal Sud de la ville et ensuite par gravité jusqu'à la STEP de la ville de Mostaganem. Avec cette option, la station de relevage de l'embouchure devient suffisante pour relever toute la quantité qui arrive et en temps de pluie (c'est-à-dire  $2xQ_p$  à l'horizon 2040).

Le débit total estimé des eaux usées =  $627.42 \text{ l/s} = 2258.71 \text{ m}^3/\text{h}$

La capacité actuelle de la station (03 pompes en marches) =  $747 \text{ l/s} = 2689.20 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Nota : Les collecteurs seront dimensionnés pour le cas le plus défavorable (cas 1)

# Conclusion

**Conclusion :**

L'eau, indispensable à la vie, est une ressource très recherchée. Dès lors, les collectivités locales sont contraintes de prendre cette ressource en compte dans leur plan d'aménagement et d'améliorer les installations d'épuration existantes.

Dans le chapitre (I) et en première partie, nous avons présenté des généralités sur les eaux usées, ces différents types, leurs compositions et leurs caractéristiques, ainsi que les différentes étapes du traitement des eaux usées dans une station d'épuration.

Collectées par le réseau d'assainissement, les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population, des activités commerciales, industrielles et agricoles et des phénomènes naturels. Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante. Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases d'épuration.

Dans le chapitre (II) nous avons déterminé les données nécessaires concernant la zone d'étude du point de vue situation géographique, limites administratives, démographie ainsi que la situation hydraulique et la mobilisation des ressources en eau disponibles. Ces données vont nous aider à garantir une meilleure exploitation du projet d'adduction MAO pour l'alimentation en eau potable des agglomérations situées au couloir Mostaganem.

La ville de Mostaganem présente un développement majeur dans la technologie du traitement des eaux usées et l'utilisation d'un réseau très cohérent entre les stations de relevage et les stations d'épuration en assurant un rejet des eaux traitées en mer.

Et en perspectives, nous prévoyons l'installation des systèmes d'exploitation des produits finaux issus des traitements des eaux usées dans le domaine agricole.

# Références bibliographiques

# Références bibliographiques

Afir D et Mezaoua, (1984), « Application et dimensionnement d'un procédé de coagulation floculation pour le traitement des eaux résiduaires de la papeterie de Baba Ali », mémoire d'ingénieur, école nationale de polytechnique.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques., (1996). Étude de faisabilité du lagunage sur les hauts plateaux. 13p.

Asano T, (1998). Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, 1475p.

Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconie A, (2004), Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.

Bonnin J, (1977), « Hydraulique urbain », 5<sup>ème</sup> édition Eyrolles Paris, 228p.

Bontaux j, (1994), « Introduction à l'étude des eaux résiduaires industrielle », 2<sup>ème</sup> édition Lavoisier technique et documentation, 225p.

Cauchi, Hyvrard, Nakache, Schwartzbrod, Zagury, Baron, Carre, Courtois, Denis, Dernas, Larbaigt, Derangere, Martigne, Seguret. (1996)., Dossier : la réutilisation des eaux usées après irrigation.

Céline Pernin, (2003). Épandage de boues d'épuration en milieu sylvo-pastoral. Étude des effets in situ et en mésocosmes sur la mésofaune du sol et la décomposition d'une litière de chêne liège (*Quercus suber* L.) Ecole doctorale: Sciences de l'environnement, MARSEILLE (AIX-MARSEILLE III).

Chellé F., Dellale M., Dewachter M., Mapakou F., Vermey L, (2005)., L'épuration des eaux : pourquoi et comment épurer Office international de l'eau, 15p.

Cshapf, (1995). Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines, 22p.

Degrémont Mémento, (1972), « technique de l'eau ». Paris.

Degrémont, (1978). Mémento technique de l'eau : 8<sup>ème</sup> édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 1200p.

Degrémont, (1989). Mémento technique de l'eau : vol. 1, 9<sup>ème</sup> édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 592p.

Desjardins R, (1997). Le traitement des eaux. 2<sup>ème</sup> édition. Ed. Ecole polytechnique Lausanne.

- Eckenfelder W.W, (1982). Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Ed. Lavoisier. Paris, 503p.
- Edline F,(1979). L'épuration biologique des eaux résiduaires. Ed. CEBEDOC, Paris, 306p.
- Edline F, (1996). L'épuration physico-chimique des eaux.3eme édition. Ed. CEBEDOC,
- Encyclopedia,(1995) . Industrial chemistry, Water in Ull man's, Wiley-VCH Verlags, vol.8.
- ÉpurationTechniques, Sciences et Méthodes, 2 : 81-118.
- Faby J.A., Brissaud F, (1997). L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation.
- FAO. (2003)., L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. FAO Irrigation and Drainage paper, 65p.
- Galaf F et S. Ghanna M, (2003). « Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site Web sur la pollution du milieu marin ». Mémoire d'ingénieur d'état. Université.
- Hamsa D, (2006). « Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbains», mémoire de fin d'étude de Magistère en Ecologie et Environnement Université de Constantine.
- Koller E., 2004. Traitement des pollutions industrielles : eau, air, déchets, sols, boues. Edition DUNOD, 424p
- Keck G. et Vernus E, (2000)., « Déchets et risques pour la santé », Techniques de l'Ingénieur, Paris, 2450p.
- Legube B, (1996) « le traitement des eaux superficielle pour la production d'eau potable », agence de l'eau loir –Bretagne.
- Martin G. (1979)., Le problème de l'azote dans les eaux. Ed technique et documentation, Paris, 279p.
- ONA, (2019). Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel. L'Office National d'Assainissement (ONA) Mostaganem.