

N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V.)

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie végétale et environnement

Intitulé du thème :

ETUDE DU FONCTIONNEMENT DE LA STEP DE SIDI BEL ABBES ET LE TRAITEMENT DES EAUX USEES

Présenté par : **Mr Bouafia Ben M'hamed**

Mr Labane Mohamed

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury: **Mr Mehtougui Mohamed Samir (M.C.A /UDL/SBA)**

Examineur: **Melle Meziane Khadidja (M.C.B /UDL/SBA)**

Promoteur: **Mr Kerfouf Ahmed (Professeur/UDL/SBA)**

Co-Promoteur: **Mr Doukani Bachir (Doctorant /UDL/SBA)**

Année universitaire 2020 - 2021

Session : « Juin »

Remerciements

A l'issue de la confection de ce mémoire, nous tenons à adresser nos remerciements à tous ceux qui de près ou de loin, par leur bonne volonté et leurs actes ont manifesté un intérêt à notre égard et particulièrement à :

Mr Kerfouf Ahmed Professeur/UDL/SBA, pour la qualité d'encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur, et sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire.

Aux membres du jury :

Mr Mehtougui Mohamed Samir M.C.A/UDL/SBA

Melle Meziane Khadidja M.C.B/UDL/SBA

Mr Doukani Bachir Doctorant/UDL/SBA

pour nous avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner et de juger ce travail.

Veillez trouver ici l'expression de notre grand respect et nos vifs remerciements.

*Tout le personnel de la station d'épuration de sidi bel abbes pour l'accueil qu'il nous a témoigné durant notre stage et pour leur soutien, sans oublier **Mr djillali.L**, qui nous ont aidés à réaliser ce travail.*

*Mes remerciements Vont également au **Docteur saidi boubeker** enseignant à l'université de Tiaret le fait d'être toujours montré à l'écoute ainsi sa rigueur scientifique impose l'estime et le respect je vous remercie infiniment*

L'ensemble du corps enseignant et administratif de la faculté des sciences de la nature et de la vie de sidi bel abbés.

Recevez l'expression de notre profonde gratitude

Dédicace

Je dédie ce modeste travail aux personnes que j'aime le plus dans la vie, ma raison de vivre qui méritent tout le respect du monde qu'ils trouvent ici le témoignage de mon profond amour et mon dévouement infini.

Ma femme Aya source de soutien et de l'amour

Ma fille ARYAM mon bonheur et ma raison de vivre

Ma mère, Aicha source de compassion et de tendresse, l'exemple de patience et de sacrifice, la raison de mon existence et le support de ma vie ;

A mon très cher père, Ali, mon grand exemple et le secret de ma réussite ;

Que dieu les protège et leur réserve une longue vie pleine de bonheur et de santé.

A mes frères : ismail, khalifa, Houcine, iyad, mokhetar

A mes sœurs : amina, ikram, khouloud, amel, nawel, maria, fella , fairouz, dalila

A mes beaux parents : Tedjar aissa, Meziane Ismahane

Et mes oncles et mes tantes et a tout la famille Bouafia et Boucif et tedjar

A MON Binôme : laabane mohamed

A mes amis surtout ; kebdani amine, laaraich amine, hachemi khlifa ,sebahi reda ,hassani amine et feradj said

A tous mes enseignants : kerfouf ahmed, benchohra amel, soultani amina, bouaza, benabdelkader, et boudouaya

A monsieur le chef département de l'écologie et environnement Mr meliani

A tous ceux qui m'aiment je les remercie tous.

Bouafia Ben M'hamed

Dédicace

*Premièrement et avant tout je remercie DIEU puissant de m'avoir donné le
courage pour achever ce modeste travail que je dédie*

A

la mémoire de mon père

Ma mère, mes frères et ma sœur

Ma petite famille : Ma femme et Mon fils MOHAMED ZIAD

A toute la famille LABANE, MERZOUGUI ET BEZZERROUKI

A Mon binôme BOUAFIA BEN MHAMED

Mes ami(e)s Tous les étudiants de notre promo MASTER II EVE

Tous les enseignants qui ont participé à ma formation.

LABANE MOHAMED

Résumé

La préservation des ressources hydriques est l'un des problèmes majeurs qui pèsent sur notre environnement. Pour mieux préserver cette richesse, de nombreux pays procèdent à l'épuration des eaux usées (domestiques et /ou industrielles) et à leur réutilisation.

La culture de l'épuration de l'eau en Algérie est très nouvelle, elle est dirigée par l'office national d'assainissement (ONA), crée en 2001 sous la tutelle du ministère des ressources en eau qui dirige plusieurs STEP.

Cette étude comporte un ensemble d'analyses physico-chimiques réalisées au niveau de la station d'épuration de la région Sidi Bel Abbes.

L'objectif de cette étude est de mesurer, pendant une période déterminée, les charges polluantes reçue et rejetées par la station d'épuration de Sidi Bel Abbes, pour en évaluer son efficacité. Le contrôle de la station comportera le suivi de l'ensemble des paramètres (MES, DBO, DCO, PH, ...) permettant de justifier le bon fonctionnement des installations et leur fiabilité

Mots clés : Station d'épuration, Eaux usées, Sidi Bel Abbes, Boues activées, performances.

Abstract

Preservation of water resources is one of the major problems in our environment. many countries are interesting of wastewater (domestic and / or industrial) for better preserve this resource.

The culture of water purification in Algeria still new, it is governed by the National Office Sanitation (ONA), which was created in 2001 by the Ministry of Water Resources, which manages several STEP.

Our study includes several physico-chemical analyzes performed at the wastewater treatment by sludge activated in the Sidi Bel Abbès region.

The aim of this study is to measure, during a determined period, the received polluting loads and rejected by Sidi bel abbes water purification plant (active sludge) in order to evaluate its efficacy for the removal of pollution. The control of the plant will include the following parameter (Suspended matters, DBO, DCO, PH...) permitting to justify the good working of this plant. The setting up of this plant

Key words: purification plant, wastewaters, Sidi Bel Abbès, activated sludge, performances.

الخلاصة

يعد الحفاظ على الموارد المائية من المشاكل الرئيسية التي تؤثر على بيئتنا. للحفاظ على هذه الثروة بشكل أفضل تقوم العديد من البلدان بـ **تنقية مياه الصرف الصحي (المنزلية و / أو الصناعية) وإعادة استخدامها.**

ثقافة تنقية المياه في الجزائر جديدة، والمسؤول عن متابعة هذه التقنية هو الديوان الوطني للتطهير (ONA) تحت إشراف وزارة الموارد المائية **يدير العديد من محطات معالجة مياه** **الصحى** **بمنطقة سيدي بلعباس.**

هذه الدراسة مجموعة من التحليلات الفيزيائية والكيميائية التي أجريت في محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمنطقة سيدي بلعباس.

الهدف من هذه الدراسة هو قياس و ذلك خلال فترة محددة نسبة المواد الملوثة الواردة لمحطة معالجة المياه لولاية سيدي بلعباس و الناتجة عنها، من أجل تقييم فعاليتها.

يشمل العديد من (MES BOD DCO PH ، وما إلى ذلك) لتبرير الأداء السليم للمنشآت وموثوقيتها.

الكلمات المفتاحية: محطة معالجة مياه الصرف الصحي ، مياه الصرف الصحي ، سيدي بلعباس ، **الصحى** **بمنطقة سيدي بلعباس.**

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N 1: Composants majeurs typique d'eau usée domestique

Tableau N 2 : La qualité des eaux en fonction de la conductibilité

Tableau N 03 : représente les dimensions de bassin d'épaississement

Tableau N 04 : représente les dimensions des lits de séchage

LISTE DES FIGURES

Figure N 01: Composition d'une eau usée domestique

Figure N 02 : nature de la pollution des eaux

Figure N 03 : représente Schéma général d'une station d'épuration

Figure N 04 : Les étapes et procédés de traitement des eaux usées

Figure N 05 : schéma du traitement biologique aérobie à boue activée

Figure N 06: Schéma du système recirculé et du système immergé

Figure N 07 : ensemble des réactions de réduction de l'azote

Figure N 08 : Schéma d'un système d'ozonation

Figure N 09 : Entrée de la station d'épuration

Figure. N 10 : représente station d'épuration de Sidi Bel abbes

Figure N 11 : représente le Déversoir d'orage

Figure N 12 : le relevage par des pompes submersibles

Figure N 13 : schéma du déssableur déshuileur

Figure N 14 : Décanteur primaire

Figure N 15 : Bassin d'aération

Figure N 16 : Décanteur secondaire

Figure N 17 : Vis de recirculation

Figure N 18 : BASIN DE STABILISATION

Figure N 19 : Epaississement des Boues

Figure N 20 : déshydratation naturelle des boues (24 lits de séchage)

Figure N 21 : Bassin de prises au site

Liste des Abréviations

CE : Conductivité Electrique.

Cm: La charge massique exprime en kg DBO5 / kg MVS.j.

CO2: gaz de carbone.

COT : Carbone total organique.

CV : La charge volumique exprimé en kg O2 .m⁻³.j⁻¹

DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

EH : l'équivalent habitant.

H2O : eau.

Im : Indice de Mohlman.

K: la biodégradabilité.

MCE : Mettre Colonne d'Eau.

MES : Matière En Suspension.

MMS : matière minérales sèche (mg/l).

MO: matière organique.

MP : matière phosphorées.

MVS : matière volatile en suspension (mg/l).

Norg: Azote organique.

NH₄⁺: l'azote ammoniacal.

NH₃: ammoniac.

NO₂: nitrites.

NO₃: nitrates.

O₂ : oxygène dissouts.

ONA : Office National d'Assainissement.

pH : potentiel Hydrogène.

PO4-3: orthophosphates.

STEP: Station d'Épuration.

T : Température.

Ts : temps de séjour (h).

V: volume de boue obtenu après 30 minutes de décantation.

VBA : volume de bassin d'aération (m³).

Qj : le débit journalier d'eau brute à traiter (m³.j-1).

C° : Degré Celsius

H : Heure

N° : Numéro

Mn : Minute

% : Pourcentage

NTU: Unité de Turbidité Néphélométrique.

cm : Centimètre

Mm : Millimètre

m³ : Mètre cube

m² : Mètre carré

g : Gramme

ml : Millilitre

TABLE DES MATIERES :

- Page de garde	
- Remerciements	
- Dédicaces	
- Résumé	
- Listes des tableaux	
- Listes des figures	
- listes des abréviations	
I- Introduction générale	01
<u>Chapitre I : GENERALITES SUR LES EAUX USEES</u>	
1- Introduction	02
1-1- Définition des eaux usées	02
1-2- Origine et composition des eaux usées	03
1-2-1- Les eaux usées domestiques	03
1-2-2- Les eaux industrielles	04
1-2-3- les eaux agricole	04
1-2-4- Les eaux de pluie ou de ruissellement	05
2-1- Composition eaux usées	06
2-1-1- Les Matières En Suspension	07
2-1-2- Les Micropolluants Organiques Et Non Organiques	07
2-1-3- Éléments Traces	07
2-1-4- les micropolluants organiques	08
2-2- Substances Nutritives	08
2-2-1- L'Azote	08
2-2-2- Le Phosphore	08
2-2-3- le potassium (K ⁺)	09
2-2-4- Chlore et sodium	09
3- Qualité microbiologiques	09
3-1- Les Virus	10
3-2- Bactéries	10
3-3- Les Protozoaires	11
3-4- Les Helminthes	11

4- Caractéristiques des eaux usées.....	11
4-1- Les paramètres physico-chimiques.....	11
4-1-1- La température.....	11
4-1-2- Le potentiel d'hydrogène (pH).....	12
4-1-3- Odeur.....	12
4-1-4- Couleur.....	12
4-1-5- Turbidité.....	13
4-1-6- Conductivité.....	13
4-1-7- Matières en suspension (M.E.S).....	14
4-1-8- Matières volatiles.....	14
4-1-9- Débit.....	14
4-1-10- Oxygène dissous.....	14
4-1-11- La demande biochimique en oxygène (DBO5).....	14
4-1-12- La demande chimique en oxygène DCO.....	15
4-2- Réutilisation des eaux usées : Principaux aspects.....	15
4-2-1- Les eaux usées pour l'agriculture.....	16
4-2-2- Les eaux usées pour l'arrosage des espaces verts.....	17
4-2-3- Les eaux usées dans l'aquiculture.....	17
4-3- Aspects sanitaires liés à la réutilisation des eaux usées.....	17

Chapitre II : Méthodes de traitement des eaux usées

1- INTRODUCTION.....	19
2- Schéma général d'une station d'épuration.....	19
3- Les différents traitements des eaux usées.....	20
3-1- Le Relevage.....	20
3-2- Les Prétraitements.....	20
3-2-1- Le dégrillage.....	21
3-2-2- Le dessablage.....	21
3-2-3- Le dégraissage – déshuilage.....	21
3-3- Le traitement primaire décantation primaire.....	21
3-4- Le traitement secondaire ou traitement biologique.....	22
3-4-1- Les traitements conventionnels.....	23
3-4-1-1- Le lit bactérien.....	23

3-4-1-2- Lit immergé.....	23
3-4-1-3- Les traitements à boue activée.....	24
3-4-2- Les traitements MBR.....	25
3-4-3- Traitements extensifs.....	25
3-5- Les traitements tertiaires.....	26
3-5-1- Azote.....	26
3-5-1-1- Nitrification.....	26
3-5-1-2- Dénitrification.....	27
3-5-2- Phosphore.....	27
3-5-2-1- Biologiquement.....	27
3-5-2-2- Chimiquement.....	28
3-6- Traitements quaternaires.....	28
3-6-1 La chloration.....	28
3-6-2- Les rayons ultraviolets.....	29
3-6-3- L'ozonation.....	29

Chapitre III : Description de la steppe de Sidi bel abbés

1- Introduction.....	30
1-1- Définition de l'assainissement.....	30
2- Importance de l'assainissement.....	31
3- L'assainissement écologique (ECOSAN).....	31
4- L'assainissement industriel.....	32
5- Différents types d'assainissement des eaux usées domestiques.....	32
5-1- L'assainissement collectif des eaux usées.....	32
5-2- L'assainissement non collectif ou individuel.....	33
6- Système d'assainissement de la ville de SBA.....	33
6-1-.Réseau unitaire.....	34
6-2- Réseaux séparatifs.....	34
6-3- Les collecteurs.....	34
7- principe d'épuration de la STEP de la ville de SBA.....	35
7-1- Origine des eaux de la STEP de SBA.....	36
7-2- Filière de traitement.....	36
7-3- déversoir d'orage.....	37

7-4- Prétraitement.....	38
7-4-1- Dessablage-déshuilage (02 unités).....	39
7-4-2- Décanteur primaire.....	40
7-5- Traitement biologique.....	41
7-5-1- Le transport.....	41
7-5-2- Fonctionnement au niveau des Bassins d'aération (2unités).....	41
7-5-3- tour de répartition.....	42
7-5-4- Décanteur secondaire (2unités.....	42
7-5-5- Le poste de pompage des boues.....	43
8- TRAITEMENT DES BOUES	43
8-1- Stabilisation des boues.....	43
8-2- EPAISSISSEMENT.....	44
8-3- Lits de Séchage.....	45
9- La chloration.....	46
10- Conclusion.....	47
- Références bibliographiques	
- Annexes	

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 (**BASSOMPIERRE, 2007**).

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 (**GARCIA ET ARMISEN, 2006**).

Selon des études prospectives, les pressions sur les ressources devraient augmenter et un plus grand nombre de pays seront en difficulté durant les années à venir. Ainsi, en 2025, près de la moitié de la population des pays méditerranéens se trouveront en situation de tension ou de pénurie d'eau (**TRAD RAIS ET AL, 1999**).

Pour ces raisons, l'Organisation des Nations Unies (ONU) a déclaré la période 2005-2015 décennies internationales d'action sur le thème « L'eau, source de vie » et en conséquence a décidé d'accorder davantage d'importances aux problèmes relatifs à l'eau. Parmi les thèmes centraux de cette décennie seront, entre autres : la pénurie d'eau, l'accès à l'assainissement, la prévention des catastrophes, la pollution des eaux superficielles et la gestion intégrée des ressources en eau (**GARCIA ET ARMISEN, 2006**).

L'épuration des eaux usées par différentes méthodes 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.

L'Algérie dispose actuellement de plus de 130 stations d'épuration (STEP et lagunes) en fonctionnement avec une capacité installée estimée à 12 millions EQH (équivalent habitant) soit 800 hm³/an (**HANNACHI ET AL, 2014**).

Cependant, selon un diagnostic établi sur 49 stations urbaines, 18 % sont abandonnées et 63 % sont à réhabiliter. Les stations restantes, qui sont de réalisation récente, ne fonctionnent pas d'une façon satisfaisante. Ces chiffres alarmants, donnent une idée sur l'état réelle de notre environnement, une situation qui est d'autant plus préoccupante que les rejets des agglomérations et des industries, situées en amont des réserves d'eau, ne sont pas et/ou non plus traitées. Ceci explique les problèmes d'eutrophisation que connaissent certains barrages. Il est de même pour les eaux côtières qui sont affectées par la pollution des cours d'eau.

L'Algérie adopte un programme riche en matière d'épuration des eaux usées par la mise en service, à l'horizon 2010, de 194 stations d'épuration. Grâce à des procédés physico-chimiques ou biologiques, ces stations 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. Les procédés d'épuration utilisés en Algérie, dont l'objectif principal est d'éliminer la pollution organique sont à :

- 54% procédé à boues activées.

- 36% lagunage naturel.

- 10% lagunage aéré.

Dans le cadre de ce travail, nous proposons une Etude du Fonctionnement de la STEP de Sidi bel abbes et le traitement des eaux usées, Le travail entrepris dans ce mémoire a pour objectif : l'étude des différentes méthodes de traitement utilisées dans la station du Rochet (SBA)

Ce travail comporte de trois chapitres :

Le premier chapitre présente une généralité sur les eaux usées

Le deuxième chapitre explique les méthodes de traitements des eaux usées

Le troisième chapitre explique le fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées de Sidi Bel Abbès

Enfin, nous terminons notre étude par une conclusion générale

1- Introduction :

L'eau est le dissolvant universel, elle est utilisée et ensuite rejetée, contenant souvent des polluants en suspension, flottants et dissous. Suite à la croissance et l'expansion des secteurs industriels, l'assimilation de ces polluants par des processus naturels d'épuration dans les rivières et les lacs ne peut pas suffire pour éviter l'accroissement de la pollution. La qualité de l'eau constitue donc aujourd'hui un enjeu environnemental primordial **(RODRIGUEZ, 2004)**.

1-1- Définition des eaux usées :

Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge en polluant, elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance **(METAHRI.M , 2012)**.

Les eaux usées contiennent des matières minérales et organiques dans les trois phases solides, liquides et gazeuses, et dans les trois états de dispersion : débris grossiers, suspension (émulsion), colloïdes, molécules dissoutes dissociées ou non. Les eaux usées véhiculent aussi les microorganismes pathogènes ou saprophytes et virus **(OUALI 2001)**.

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 défini comme « Tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines » **(ANONYM 1, 2008)**.

Le but de traitement des eaux usées est d'obtenir un effluent épuré, pour lequel la pollution soit limitée, à un degré faible et l'utilisation ultérieure des eaux épurées ne présentent aucune nuisance sur la faune ou la flore du milieu récepteur **(DEGREMONT, 1978)**.

1-2- Origine et composition des eaux usées:

Les eaux usées résultent de la pollution tant physico-chimique que bactériologique des eaux de contamination de bonne qualité, du fait des activités humaines, qu'elles soient domestiques, industrielles ou agricoles **(RICHARD, 1996)**.

1-2-1- Les eaux usées domestiques :

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de Lessive, de cuisine) et eaux vannes (urines et matières fécales), dans le système "t « tout-à l'égout » (BAUMONT ET AL. 2004).

Les eaux domestiques contiennent des matières minérales des matière organiques. tes matières minérales (chlorures, phosphates sulfates, etc.) et les matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses (forme de carbone. oxygène et hydrogène, mais aussi d'azote est dans certains cas, d'autres corps tels que soufre. phosphore, fer, etc. (VAILLANT , 1974).

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 les usages ménagers.

La pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eau Est évaluée à (RADEEMA , 2007) .

- de 70 à 90 grammes de matières en suspension ;
- de 60 à 70 grammes de matières organiques ;
- de 15 à 17 grammes de matières azotées ;
- 4 grammes de phosphore ;
- plusieurs milliards de germes pour 100 ml.

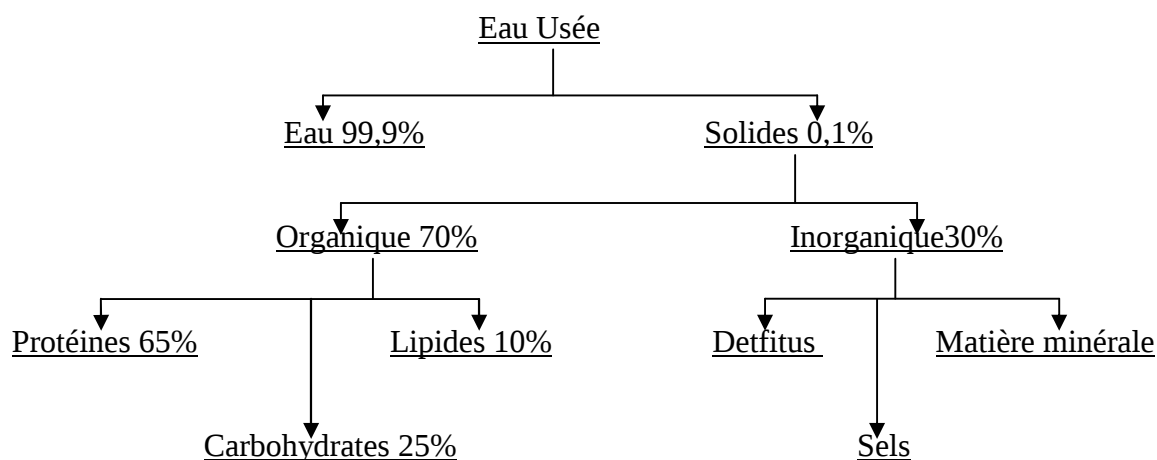


Figure N 01: Composition d'une eau usée domestique (Salghi, 2005).

1-2-2- Les eaux industrielles :

Elle représentées par les rejets des exploitations industrielles et semi-industrielles (station de lavage et graissage, station d'essences etc...), qui sont caractérisés par une grande diversité de ta composition chimique présentant un risque potentielle pollution **(KHARDAOUI ET TAIEB, 2008)**.

Dans le cas rejet dans le réseau domestique, avec ou sans prétraitement, les effluents 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 **(BAUMONT ET AL , 2005)**.

Dans certains cas, avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux industrielles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels. Elles ne sont mêlées aux eaux domestique que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution **(AZOUZI ET AIT YOUNES, 2012)**.

1-2-3- Les eaux agricoles :

L'agriculture est une source de pollution des eaux qui n'est pas du tout négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses **(BONTOUX, 1993)**.

Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- Apport aux eaux de surface des nitrates et des phosphates utilisés comme engrais, par suite de lessivage de terres perméables. Ces composés minéraux favorisent la prolifération des algues (phénomène d'eutrophisation) qui en abaissant la teneur en oxygène des eaux courantes, compromettent la vie des poissons et des animaux aquatiques.
- Apport des pesticides chlorés ou phosphorés, de désherbants et d'insecticides.
- En région viticole, apport de sulfates de cuivre, de composés arsenicaux destinés à la protection des vignes **(RICHARD, 1996)**.

1-2-4- Les eaux de pluie ou de ruissellement :

Les eaux pluviales et de ruissellement sont prises en compte dans le cas où le système de collecte des eaux usées est unitaire, ceci lors du traitement en station d'épuration. Les eaux de pluie sont susceptibles d'entraîner les polluants atmosphériques et de contaminer par infiltration et ruissellement les eaux superficielles et souterraines (**RADOUX, 1995**).

Les eaux pluviales peuvent 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 industrielles), puis, en ruisselant, elle entraîne des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles e vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds,...) (**BONTOUX, 1993**).

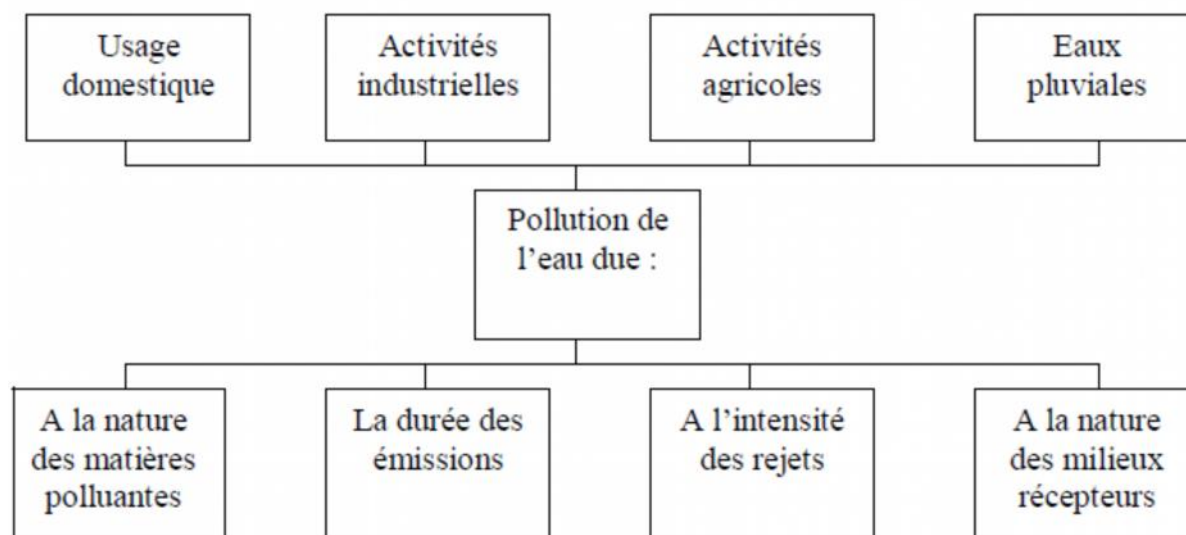


Figure N 02 : nature de la pollution des eaux (Direction de L'Environnement, 1990)

2-1- Composition eaux usées :

La composition des eaux usées (Tableau 1), est extrêmement variable en fonction de leur origine. Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de 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 (**ZEGHOUD, 2014**).

Constituants	Concentration (mg/1)		
	Fort	Moyen	Faible
Solides totaux	1200	700	350
Solides dissous (TDS)	850	500	250
Solides suspendus	350	200	100
Azote (en N)	85	40	20
Phosphore (en P°)	20	10	6
Chlore I	100	50	30
Alcalinité (En Cac O3)	200	100	50
Graisses	150	100	50
DBO5	300	200	100

Tableau N 1: Composants majeurs typique d'eau usée domestique (ZEGHOUD, 2014).

La demande biochimique en Oxygène à 20°C pendant 5 jours, c'est une mesure de la matière organique biodégradable dans les eaux usées, elle dépend de :

L'activité humaine et la nature des effluents industriels éventuellement rejetés dans le réseau urbain.

La composition des eaux d'alimentation en eau potable, et la nature des matériaux des canalisations d'eau (ZEGHOUD, 2014).

2-1-2- Les Matières En Suspension :

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

Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures **(FABY ET BRISSAUD, 1997)**.

Les matières en suspension (MES) comprennent toutes les matières minérales de type sable ou organiques de type mucilagineux, qui ne sont pas solubles dans l'eau. La teneur en matières en suspension est obtenue par la pesée après filtration ou centrifugation et séchage à 105 0 C. Elles sont exprimées en milligramme par litre **(GAID, 1984)**.

2-1-3- 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 **(ZEGHOUD, 2014)**.

2-1-4- 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 mg/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.

Certains éléments 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 va apporter ces éléments **(ZEGHOUD, 2014)**.

2-1-5- 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 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 le chlore **(ZEGHOUD, 2014)**.

Les principales familles de la chimie organique de synthèse sont représentées : Hydrocarbures polycycliques aromatiques, chlorophénols, phtalates, avec une concentration de l'ordre de I à I Opg/l dans les effluents. Dans le sol, ces micropolluants restent liés à la matière organique ou adsorbés sur les particules du sol (**ZEGHOUD, 2014**).

2-2- 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 en quantités appréciables, mais en proportions très variables par rapport aux besoins de la végétation, dans les eaux usées épurées ou non.

2-2-1- 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 (O₂) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous (NH₃), en équilibre avec l'ion ammoniac (NH₄⁺).

2-2-2- Le Phosphore :

La concentration en phosphore dans effluents secondaires varie de 6 à 15 mg/l (soit 15 à 35 mg/l en P₂₀₅) quantité est en général trop faible pour modifier le rendement. 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 quantités importantes. On ne rencontre pas en général de problèmes liés à un de phosphore (**ZEGHOUD, 2014**).

2-2-3- le potassium(K⁺):

le potassium est présent dans les effluents secondaires à hauteur de 10 à 30mg/l (12à36 mg/l de K₂O) et permet donc de répondre partiellement aux BESOIN (**FABY ET BRISSAUD,1997**).

Il faut noter cependant que , s'il existe un excès de fertilisation potassique conduit à une fixation éventuelle du potassium à un état très difficilement échangeable, à une augmentation des pertes par drainage en sols légers, à une consommation de luxe par les récoltes (**FAO,2002**).

2-2-4- Chlore et sodium :

Leur origine est variable :

- Naturelle (mer : 27g/l NaCl, terrains salés);
- humaine (10 à 15g/l NaCl dans les urines/j) ;
- industrielle (potasse, industrie parolière, galvanoplastie, agroalimentaire).

Les chlorures et le sodium peuvent également poser problème, notamment en bord de mer, quand les réseaux d'égout drainent des eaux phréatiques saumâtres (**ZEGHOUD, 2014**).

3- Qualité microbiologiques :

La détermination de la flore aérobie mésophile totale des coliformes totaux, coliformes fécaux, staphylocoque, sÈeptocoque, salmonelles et les shigelles, ainsi que certains pathogènes peuvent donner une indication sur les risques liés à l'utilisation de certains types d'eaux (**ZEGHOUD, 2014 ; METAHRI , 2012**).

En conclusion, 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.

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.

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.

3-1- Les Virus :

Ce sont des organismes infectieux de très petites tailles (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 10^3 et 10^4 particules par litres. 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)**.

3-2- Bactéries :

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm . la quantité moyenne des bactéries dans les fèces est d'environ 10^{11} bactéries/g. **(ASANO, 1998)**.

Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries/100ml dont 10^5 proteus et entérobactéries, 10^3 à 10^4 streptocoques et 10^2 à 10^3 clostridium.

Parmi les plus communément rencontré, on trouve les salmonella dont on connaît plusieurs centaines de sérotypes différents, dont ceux responsables de 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 thermotolérants. **(FABY, 1997)**.

3-3- Les Protozoaires :

Les protozoaires constituent un groupe très hétérogène d'organismes eucaryotes. Contrairement aux algues, ils ne sont pas synthétiques et sont dépourvus de membrane cellulosique. Ils sont toujours unicellulaires et mobiles **(HASLAY ET LECLERC, 1993)**.

Parmi les protozoaires les plus importants du point de vue sanitaire, il faut citer Entamoebahistoltytica, responsable de la dysenterie amibienne et Giardia lamblia. **(ASANO, 1998)**.

3-4- Les Helminthes :

Les helminthes sont des organismes pluricellulaires de types vers. Ces infections constituent un problème de santé publique dans le monde entier, notamment dans les pays en voie de développement où elles causent de nombreux décès et invalidités (**RESJEK, 2002**).

Les œufs d'helminthes sont très résistants et peuvent notamment survivre plusieurs semaines, voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivées. La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 103 œufs/l (**FABY, 1997**).

4- Caractéristiques des eaux usées :

L'évaluation de la qualité de l'eau nécessite de nombreuses analyses, incluant le dosage de multiples paramètres physico-chimiques et microbiologiques. Ces analyses sont réalisées par les méthodes dont les protocoles sont bien définis.

4-1- Les paramètres physico-chimiques :

Selon (**GAUJOUS ,1995**), la pollution provient de l'introduction dans un milieu, de substances conduisant à son altération. Elle se traduit généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur.

4-1-1- La température :

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur : ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermique induisant ainsi une forte perturbation du milieu (**GAUJOUS, 1995**).

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. (**RODIER ET AL. , 1996**).

4-1-2- Le potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH (le potentiel d'hydrogène) exprime si l'eau est à réactif acide ou alcaline. Les pH inférieurs à 7 indiquent une tendance vers l'acidité. Les pH supérieurs à 7 indiquent une

tendance vers l'alcalinité. Le pH n'a pas de signification hygiénique, mais il représente une notion importante dans la détermination de l'agressivité de l'eau, vis-à-vis des métaux.

Les valeurs limites du pH sont comprises entre 6,5 et 8. Au-dessous de ce seuil, l'eau est dite « agressive », elle a un effet corrosif sur les canalisations, et peut conduire à la dissolution de certains métaux toxiques tels que le plomb des conduites. Avec un pH supérieur à 8, au contraire, une eau est trop alcaline **(BOUZIANI, 2000)**.

Les eaux usées domestiques sont généralement neutres ou basiques, de (6 à 9), donc elles n'influent pas sur le pH du milieu récepteur mais les affluents industriels constituent un facteur très important dans la modification de la valeur du pH **(RODIER ET AL , 1996)**.

4-1-3- Odeur :

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde **(LADJEL, 2006)**.

En effet, toute odeur est signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition. Ces substances sont en générale en quantité si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse ordinaire. Le sens olfactif peut seul parfois les déceler **(RODIER ET AL , 2009)**.

4-1-4- Couleur :

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle, soit associée à sa pollution. La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul domaine du visible **(THOMAS , 1995)**.

4-1-5- Turbidité :

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence **(BOUZIANI, 2000)**. Elle est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. l'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été efficace.

La turbidité peut être évaluée par un certain nombre de méthodes qui sont pratiquées suivant les nécessités sur le terrain ou au laboratoire. Il est recommandé d'effectuer la mesure aussi rapidement que possible après le prélèvement **(ROUDIER ET AL. , 2009)**.

4-1-6- Conductivité :

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu, d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations **(RESJEK, 2002)**.

Elle permet également d'estimer le degré de minéralisation d'une eau et elle est liée à la force ionique voir le tableau N 02 . Elle est proportionnelle à la teneur de sels dissous(TDS). Elle s'exprime en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S/cm}$).

Conductivité $< 100\mu\text{S/cm}$	Minéralisation très faible
$100\mu\text{S/cm} < \text{Conductivité} < 200\mu\text{S/cm}$	Minéralisation faible
$200\mu\text{S/cm} < \text{Conductivité} < 333\mu\text{S/cm}$	Minéralisation moyenne
$333\mu\text{S/cm} < \text{Conductivité} < 666\mu\text{S/cm}$	Minéralisation moyenne accentuée
$666\mu\text{S/cm} < \text{Conductivité} < 1000\mu\text{S/cm}$	Minéralisation importante
Conductivité $> 1000\mu\text{S/cm}$	Minéralisation élevé

Tableau N 2 : La qualité des eaux en fonction de la conductibilité (BOUSSA. A,2017)

4-1-7- Matières en suspension (M.E.S) :

Les matières en suspension rencontrées dans les eaux sont très diverses tant par leur nature que leurs dimensions. Elles sont caractérisées par :

- Matières organiques : particules organiques composées de micro-organismes et de produits de dégradation animaux et végétaux.
- Matières minérales : quartz, argiles et sels minéraux insolubles.
- Taille supérieure de 1m.
- Responsables du trouble de l'eau **(CARDOT ET GILLES, 2013)**.

La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation **(RODIER ET AL. , 2009)**.

4-1-8- Matières volatiles :

Elles présentent la fraction organique des matières en suspension, elles constituent environ (70-80)% de MES. **(ANONYME, 1979)**.

4-1-10- Débit

Le principal intérêt de la mesure du débit est le fait qu'il permet de quantifier la pollution rejetée par l'intermédiaire de << l'équivalent habitant >> qui exprime le volume d'eau usée moyen déversé par habitant et par jour **(LADJEL, 2006)**.

4-1-11- Oxygène dissous

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau ne dépasse rarement 10 mg/l. Elle est fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l **(LADJEL, 2006)**.

4-1-12- La demande biochimique en oxygène (DBO5)

La demande biochimique en oxygène DBO, exprimée en mg d'oxygène par litre, permet l'évaluation des matières organiques biodégradables dans les eaux. Plus précisément, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie **(BONTOUX, 1993)**.

BERNE ET CORDONNIER (1991) définissent la DBO5 comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée .

La DBO5 est un paramètre intéressant pour l'appréciation de la qualité des eaux : dans les eaux pures elle est inférieure à 1 mg d'(O2)/l, et quand elle dépasse les 9 mg/l l'eau est considérée comme étant impropre **(GOMELLA ET GUERREE , 1978)**.

4-1-13- La demande chimique en oxygène : DCO

La demande chimique en oxygène est l'un des paramètres utilisés pour quantifier la pollution organique d'une eau. Il s'agit d'une estimation indirecte des matières oxydables en l'occurrence la quasi-totalité des matières organiques et certains sels minéraux. La DCO permet le contrôle des eaux usées urbaines et des rejets industriels. La DCO, la DBO et les MES permettent de quantifier la pollution carbonée des eaux usées.

La demande chimique en oxygène est la quantité de dioxygène consommée par les matières oxydables dans des conditions réactionnelles spécifiques. L'unité de la DCO est le $\text{mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ équivalent à la quantité de dichromate de potassium consommée par les matières dissoutes et en suspension d'un échantillon d'eau. Il s'agit de l'oxydation des matières réductrices contenues dans l'eau à analyser par un excès de dichromate de potassium ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) en milieu sulfurique, en présence de sulfate d'argent et de mercure, à ébullition pendant deux heures. L'excès de dichromate est dosé par une solution de sels de Morh avec de la ferroïne.

La connaissance de la valeur de la DCO est indispensable pour la réalisation de la DBO. Ces deux paramètres sont liés par le rapport de biodégradabilité. Il est à noter que la DCO n'est pas un paramètre de caractérisation de l'eau potable (**CARDOT ET GILLES , 2013**).

4-2- Réutilisation des eaux usées : Principaux aspects

Le déversement des eaux usées dans le milieu naturel est à l'origine de graves problèmes de pollution biologiques des nappes souterraines et des eaux de surface. Pour limiter les risques de pollution, on préconise de plus en plus à travers le monde, de réutiliser les eaux usées après un traitement partiel ou total.

La réutilisation des eaux usées est justifiée dans beaucoup de cas, par le fait qu'elles contiennent beaucoup d'éléments nutritifs pour la terre, notamment les composés à base de nitrates, de phosphore et de potassium. Pour l'industrie c'est également une ressource hydrique très importante.

En fait le recours aux eaux usées pour l'irrigation pour certaines cultures remonte à l'antiquité. En Extrême-Orient, les déchets humains ont été utilisés pour fertiliser les étangs de production d'herbes aquatiques, depuis des milliers d'années.

L'utilisation des eaux usées domestiques pour irriguer certaines terres agricoles est connue depuis la fin du 19ième siècle, en Australie, en France, en Allemagne, en Inde et aux USA.

La pisciculture (élevage des poissons) et l'aquiculture (plante aquatiques) en bassin enrichis d'excréments humains est pratiquée dans plusieurs régions d'Asie.

Il a été démontré dans plusieurs pays, qu'une bonne gestion des systèmes d'irrigation par les eaux usées partiellement traitées permet d'augmenter la production alimentaire et par là même, d'améliorer la santé, la qualité de vie et les conditions sociales.

Cette stratégie rationnelle dans l'usage des ressources hydriques est particulièrement indiquée dans les pays chauds où «les eaux usées peuvent être traitées pour un prix modique, en ayant simplement recours au pouvoir de la nature pour produire de l'oxygène. Les eaux usées, retenues pendant une durée suffisante dans des bassins spécialement aménagés à cet effet, se stabilisent sous l'action de l'énergie solaire, des bactéries et des algues » **(IVANILDO, 1992).**

Dans le cadre de la récupération rationnelle de toutes les ressources hydriques et pour la protection de la santé publique, plusieurs méthodes de réutilisation des eaux polluées sont utilisées à travers le monde.

4-2-1- Les eaux usées pour l'agriculture

A l'état brut ou partiellement traitées, les eaux usées sont utilisées dans certaines régions du monde pour l'arrosage de champs de luzernes, de maïs, d'orge et d'avoine (Etat d'Hidalgo, vallée du Mesquital à proximité de Mexico) **(DURON, 1988).**

Les eaux usées partiellement traitées sont utilisées également pour l'irrigation de certaines catégories de plantation (des oliviers en Jordanie), et pour l'arrosage des cultures de coton et des plantes fourragères (Koweït, Israël).

4-2-2- Les eaux usées pour l'arrosage des espaces verts :

Les eaux usées, après un traitement partiel (filtration rapide et traitement biologique partiel), sont couramment utilisées pour l'arrosage des espaces verts urbain et les jardins publics dans de nombreuses villes du monde.

4-2-3- Les eaux usées dans l'aquiculture :

Les pratiques d'aquicultures par les eaux usées sont couramment répandues en Inde (Calcutta) (**EDWARDS .P, 1985**). On utilise dans ce cas des bassins remplis par des eaux de ruissellement, et fertilisées par des excréta des eaux usées à l'état brut.

4-4- Aspects sanitaires liés à la réutilisation des eaux usées :

Les eaux usées contiennent généralement de forte concentration d'agents pathogènes qui peuvent être transmis à l'homme, soit par voie orale (consommation des légumes souillés par exemple), soit par une pénétration à travers la peau (les ankylostomes et les schistosomes).

Il est établi que presque tous les agents pathogènes contenus dans les excréta peuvent survivre suffisamment longtemps dans le sol et sur les légumes pour contaminer aussi bien les agriculteurs que les consommateurs.

Le risque majeur en santé publique, dans la réutilisation des eaux usées en agriculture, dépend des conditions d'assainissement, du contexte épidémiologique et de l'importance des réservoirs de germes.

Globalement, ce risque sanitaire est constitué par la transmission de nombreuses affections virales et des infections bactériennes transmises par voie orale. Certaines parasitoses sont transmises également par les eaux d'irrigation, il s'agit de plusieurs types d'Helminthiases (les nématodes intestinaux), des ténias et des schistosomes.

Au cours de la réutilisation des eaux dans l'agriculture, certaines catégories de personnes présentent un risque potentiel de maladies hydriques :

- Les consommateurs des produits agricoles contaminés
 - Les personnes qui manipulent les récoltes
 - Les ouvriers agriculteurs et leurs familles
 - Les personnes demeurant à proximité des champs irrigués par les eaux usées.

Pour limiter l'impact sanitaire, toute réutilisation des eaux usées devra être soigneusement étudiée au préalable. Il est connu que l'arrosage par des eaux usées de cultures et des légumes consommés crus, entraîne de graves épidémies de maladies hydriques.

Il a été démontré dans plusieurs régions du monde, que l'irrigation des légumes par des eaux usées non traitées peut contribuer à la transmission du choléra et aussi de la typhoïde. **(SHUVAL ET AL , 1986).**

Parmi les légumes dont l'arrosage par les eaux usées devra être prohibé, on relève surtout : la laitue, les choux les carottes, les betteraves, la coriandre, les épinards, le persil, les tubercules et toutes les légumes poussant près du sol, comme les tomates par exemple.

Le risque sanitaire maximum de pollution des légumes et des fruits par les eaux, s'observe durant la saison chaude et dans les régions endémiques de maladies hydriques.

En Algérie, l'irrigation clandestine par les eaux usées se généralise dans plusieurs régions du pays, par manque d'eau d'irrigation, surtout pendant la saison sèche.

Plusieurs variétés de légumes et de cultures maraichères de saison sont irriguées par des effluents non contrôlés et non épurées, cela malgré les «interdictions » préconisées. Cette forme d'irrigation sauvage par les eaux usées multiplie sans cesse les foyers de maladies hydriques, tant parmi les consommateurs que parmi les agriculteurs.

Dans certaines conditions, les eaux usées peuvent constituer une ressource en eau non négligeable pour diverses utilisations et dans l'agriculture en particulier. En Algérie les eaux usées partiellement traitées peuvent être réutilisées pour l'arrosage de certains vergers (olivier, figuiers...) et pour l'arrosage des espaces verts. La réutilisation des eaux usées peut constituer une stratégie prometteuse qui peut avoir de nombreux avantages tant sur le plan économique que pour la santé de la population.

La réutilisation des eaux usées doit s'accompagner de plusieurs actions parallèles indispensables :

- La mise en place graduelle de stations d'épuration partielle ou complète des eaux usées rejetées dans tous les centres urbains du pays qui sera accompagnée d'une formation en maintenance pour les personnels

- Un programme de sélection pour la réutilisation des eaux usées épurées dans les différents secteurs de l'économie : dans l'industrie, dans certaines activités agricoles et également pour l'irrigation des espaces verts

- Un programme de contrôles réguliers des ouvriers et des agriculteurs qui manipulent les eaux réutilisées.

En tout état de cause, l'irrigation par les eaux usées et à proximité des nappes souterraines ou de sources d'approvisionnement en eau, reste prohibée. **(BOUZIANI, 2000).**

1- INTRODUCTION :

Les eaux usées qu'elles soient industrielles ou ménagères ne devraient pas être directement rejetées dans le milieu naturel, car elles peuvent engendrer de graves problèmes environnementaux et de santé publique. Le traitement ou l'épuration des eaux usées a donc pour objectif de réduire la charge polluante qu'elles véhiculent. Par conséquent elles devraient être dirigées vers des stations d'épuration dont le rôle est de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous la forme d'un petit volume de résidu, les boues, et de rejeter une eau épurée répondant à des normes bien précises, et cela grâce à des procédés physico-chimiques ou biologiques.

2- Schéma général d'une station d'épuration:

Une usine qui nettoie les eaux usées des particuliers et des industriels ainsi que les eaux pluviales. La taille et le type des dispositifs d'une station d'opération dépendent des degrés de pollution des eaux traitées.



Figure N 03 : représente Schéma général d'une station d'épuration (LECOURTIER. S,2018).

3- Les différents traitements des eaux usées :

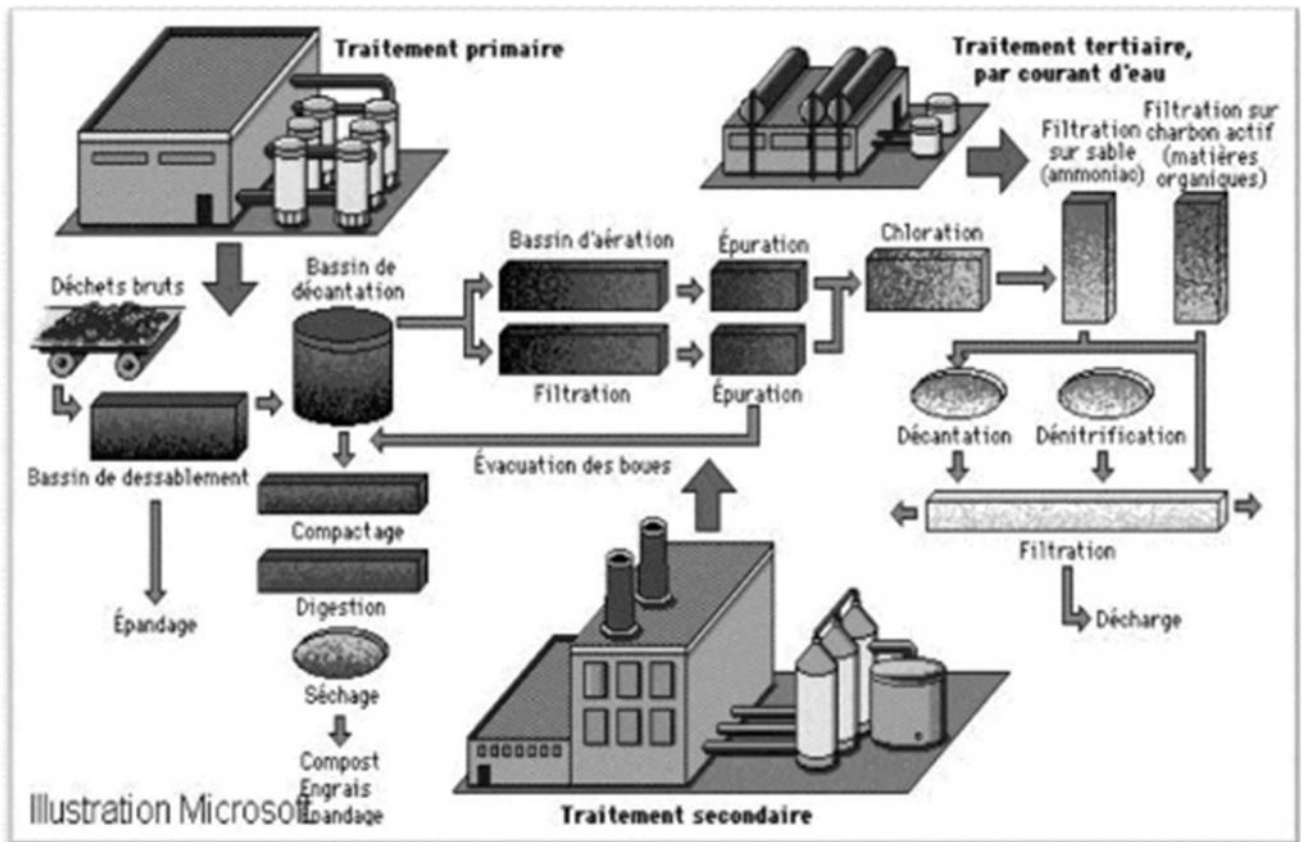


Figure N 04 : Les étapes et procédés de traitement des eaux usées(CHAALA .S, 2015).

3-1- Le Relevage:

Le transport des eaux usées dans les collecteurs se fait généralement par gravité, sous l'effet de leurs poids. Une station de relèvement permet d'acheminer les eaux dans la station d'épuration lorsque ces dernières arrivent à un niveau plus bas que les installations de dépollution. Cette opération de relèvement des eaux s'effectue grâce à des pompes submersibles (ONA DE SBA, 2021).

3-2- Les Prétraitements:

Les dispositifs de prétraitement sont présents dans toutes les stations d'épuration domestiques, quels que soient les procédés mis en œuvre en aval. Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides les plus grossiers susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements.

Ils se composent de 3 étapes, présentes ou non selon les besoins, à savoir :

- Le dégrillage : élimination des déchets volumineux,
- Le dessablage : élimination des sables,
- Le dégraissage – déshuilage : élimination des corps gras.

3-2-1- Le dégrillage :

Il consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les éléments les plus grossiers. Après nettoyage des grilles par des moyens mécaniques, manuels ou automatiques, les déchets sont évacués avec les ordures ménagères. Le tamisage, qui utilise des grilles de plus faible espacement, peut parfois compléter cette phase du prétraitement (CHAALA .S, 2015).

3-2-2- Le dessablage :

Réalisé par décantation, le dessablage vise à éliminer les sables et les graviers.

L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « déssableur » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables récupérés sont essorés, puis lavés avant d'être envoyés en décharge, soit réutilisés, selon la qualité du lavage (CHAALA .S, 2015).

3-2-3- Le dégraissage – déshuilage :

Les opérations dégraissage-déshuilage consistent à séparer de l'effluent brut, les huiles et les graisses par flottation. Ces derniers étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau. L'injection des micro bulle d'air permet d'accélérer la flottation des graisses (CHAALA .S, 2015).

3-3- Le traitement primaire décantation primaire :

Le traitement primaire consiste en la décantation des matières en suspension (MES) dans un bassin de sédimentation. En éliminant une fraction de ces solides en suspension, il permet d'alléger les traitements biologiques ultérieurs. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour des eaux dans le bassin et de la vitesse de chute des matières en suspension.

La décantation des MES entraîne également avec elle des micropolluants et micro-organismes. Les eaux usées rejoignent le traitement secondaire par débordement tandis que les boues ainsi formées sont extraites. Elles seront par après mises en décharge ou revalorisées en agriculture selon leur composition.

Dans certains cas, afin d'améliorer le rendement de la sédimentation, un traitement physico-chimique est également réalisé. Il comporte classiquement deux phases :

- Une phase de coagulation/ floculation : la coagulation est le processus physique par lequel les charges électriques à la surface des particules solides en suspension sont neutralisées par celles, de signe opposé, d'additifs coagulants. Elle est suivie d'une étape de floculation, qui provoque l'agrégation des petites particules déchargées et la formation de floes plus gros et plus denses. Cette deuxième phase suppose l'apport d'additifs floculants.

- Une phase de clarification : dans cette phase, les particules ainsi formées, ou "floes", sont séparées de l'eau par décantation.

Ces traitements permettent d'enlever jusqu'à 90 % des matières en suspension. La pollution dissoute n'est, par contre, que très partiellement traitée (**VANDERMEERSCH.S ,2006**).

3-4- Le traitement secondaire ou traitement biologique :

Les traitements biologiques s'apparentent aux procédés de dégradation naturelle, mais de façon plus intensive. Deux voies sont possibles pour dépolluer les effluents organiques biodégradables :

- la voie anaérobie : elle est réalisée en milieu réducteur, où le carbone organique est transformé en CH_4 et en de la biomasse. Ce processus est réalisé par les bactéries anaérobies. Vu que les eaux domestiques usées sont faiblement polluées, l'anaérobie n'est pas souvent utilisée en station d'épuration urbaine. Un traitement aérobie convient amplement. Le traitement anaérobie sera quant à lui utilisé dans certains effluents industriels très chargés en pollution organique. Par la suite, je ne parlerai donc que du traitement aérobie.

- la voie aérobie : cette voie est celle qui s'instaure spontanément dans les eaux suffisamment aérées, le carbone organique y est dégradé par la respiration bactérienne.

La réaction de respiration bactérienne peut être résumée ci-après :

Matières Organiques + O₂ → CO₂ + H₂O + Biomasse

La voie aérobie peut se réaliser par des traitements « conventionnels » ou par des traitements « extensifs » (**VANDERMEERSCH.S ,2006**).

3-4-1- Les traitements conventionnels :

En pratique, les traitements conventionnels aérobies sont constitués de deux phases successives:

- Le bassin d'aération : Le bassin contient des micro-organismes qui, grâce à l'injection d'O₂, consomment la pollution dissoute et se développent. Ce mélange forme les boues activées (ou boues biologiques).

- Le décanteur secondaire (ou clarificateur secondaire) : après le bassin d'aération, l'eau traitée passe par débordement dans le décanteur où elle sera séparée des boues par décantation de celles-ci au fond du décanteur.

Il existe différents types de procédés dans le bassin d'aération : d'une part, les procédés biologiques à cultures libres tels que les boues activées et les systèmes MBR, et d'autre part, les procédés biologiques à cultures fixées tels que les biofiltres. Je n'ai trouvé aucun article sur ce dernier procédé. (**VANDERMEERSCH.S ,2006**).

3-4-1-1- Le lit bactérien :

Il s'agit faire ruisseler l'eau à traiter sur garnissage grossier sur lequel se fixent peu à peu les micro-organismes. Un film biologique aéré d'environ 1mm

D'épaisseur, est donc créée, il permet l'élimination de la pollution organique dissoute.

Les supports couramment utilisés dans cette étape sont ; la pouzzolane, les galets concassés de 4 à 8 cm, des garnissages plastiques et du polystyrène (**PIETRASANTA ET BONDON, 1994**).

3-4-1-2- Lit immergé :

Le lit immergé dérivé du lit bactérien, il met en œuvre un support très fin, de faible densité et les surfaces de contact entre le film bactérien et l'eau sont très importantes. De plus,

le garnissage joue le rôle de filtre permet de retenir les boues. Le développement de la biomasse et la rétention des matières en suspension entraînent un colmatage progressif du lit, ce qui nécessite des lavages périodiques, ces lavages sont à contre-courant de l'eau à traiter. Les lits submergés sont aérés car la finesse du support entraîne son tassage et ne permet pas une correcte aération naturelle (SIAAP, 2002).

3-4-1-3- Les traitements à boue activée :

Ce procédé est le traitement biologique le plus utilisé pour des stations de taille moyenne à importante (+ de 2000 équivalents habitants), les boues activées étant la suspension boueuse contenant la flore bactérienne épuratrice. Dans ce procédé, les bactéries se trouvent en suspension dans l'eau du bassin par un brassage continu. Elles sont donc en contact permanent avec les matières organiques dont elles se nourrissent, et avec l'oxygène nécessaire à leur assimilation. Afin de conserver un stock constant et suffisant de bactéries pour assurer le niveau d'épuration recherché, une grande partie des boues extraites du décanteur est réintroduite dans le bassin d'aération ; on parle alors de recirculation des boues. La fraction restante est évacuée du circuit et dirigée vers les unités de traitement des boues, elle constitue les « boues en excès » (VANDERMEERSCH.S ,2006).

La figure N 02 représente le schéma du traitement biologique aérobie à boue activée

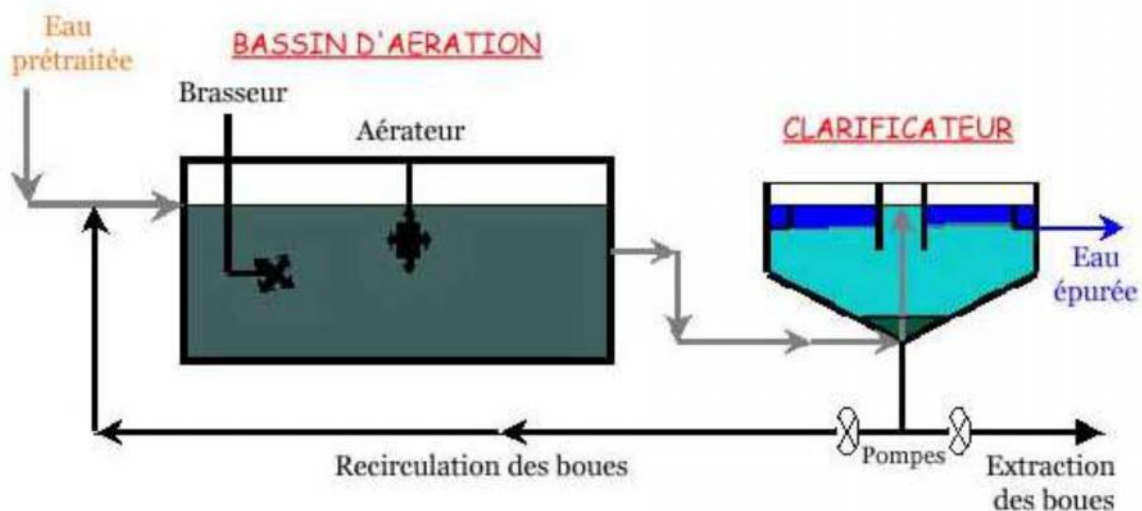


Figure N 05 : schéma du traitement biologique aérobie à boue activée
(VANDERMEERSCH.S ,2006).

En résumé, une station de traitement à boue activée comprend donc :

- Un bassin d'aération dans lequel l'eau à épurer est mise en contact avec la masse bactérienne épuratrice et oxygénée en continu,
- Un décanteur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épurée et de la culture bactérienne (flocs),
- Un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologiques récupérées dans le décanteur, ainsi qu'un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès.

3-4-2- Les traitements MBR (Membrane Bioréacteur) :

Récemment, un nouveau procédé a été développé : le système MBR (Membrane Bioréacteur). Ce procédé est une variante du procédé à boue activée, dans lequel une filtration sur membrane remplace le décanteur secondaire. La séparation des deux phases est réalisée par une membrane qui retient la phase solide et permet à l'eau de passer et de rejoindre le prochain traitement. Dans ce système, on utilise la plupart du temps des membranes organiques ou minérales de porosité de 0,2 μm . Une biomasse supplémentaire à la boue activée se développera sur la membrane, celle-ci est appelée « bio film ». Le système MBR est donc un traitement qui combine tant les actions épuratrices de la filtration que celles de l'activité microbiologique. (VANDERMEERSCH.S ,2006).

Il existe deux types de systèmes MBR :

- Le système recirculé (la membrane est placée à l'extérieur du module biologique)
- Le système immergé (la membrane est placée dans le module biologique)

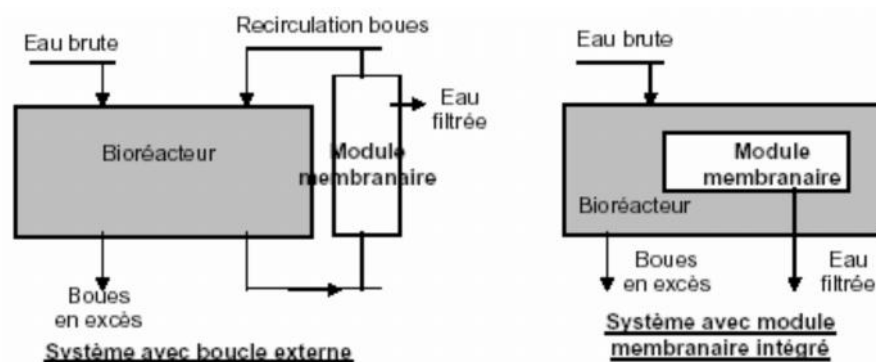


Figure 06: Schéma du système recirculé et du système immergé (FABRE ET AL., 2006)

3-4-3- Traitements extensifs : le lagunage et le lit de gravier

Le lagunage et le lit de gravier utilisent des mécanismes naturels pour traiter les eaux usées. Ils sont fort développés dans les petites communes rurales, en raison de leur rusticité et de leurs performances d'épuration honorables. Par contre, ces procédés conviennent moins bien aux communes plus grandes vu les grandes surfaces de bassins nécessaires.

Un traitement par lagunage comprend en général trois types de bassins : un bassin anaérobie, un bassin facultatif et un bassin de maturation.

Le bassin anaérobie permet de diminuer la charge en matière organique. L'anaérobiose est obtenue en apportant un effluent très chargé en matière organique. Dans ces lagunes, une profondeur importante est en principe un élément favorable au processus (5 à 6 m, par exemple). Ce bassin n'est applicable que sur des effluents à forte concentration et, le plus souvent, à titre de prétraitement avant un deuxième stade d'épuration de type aérobie.

Le bassin facultatif permet le développement d'algues photosynthétiques qui vont produire de l'oxygène nécessaire au développement des bactéries aérobies. Cet apport peut être complété exceptionnellement par des aérateurs pour stimuler l'activité biologique et diminuer les surfaces (**VANDERMEERSCH.S,2006**).

Il existe deux types de bassins facultatifs, selon les végétaux qu'ils comprennent :

- Les bassins à microphytes : ils contiennent des algues microscopiques (essentiellement les algues vertes ou bleues),
- Les bassins à macrophytes : ils contiennent des végétaux macroscopiques, sous formes libres (ex. lentilles d'eau) ou fixées (ex. roseaux).

3-5- Les traitements tertiaires :

Les eaux usées contiennent divers composés azotés provenant des déjections humaines, ainsi que du phosphore provenant pour l'essentiel des détergents utilisés pour les lessives.

En effet, les phosphates sont employés pour annihiler l'action du calcaire en fixant les ions de calcium permettant ainsi une meilleure performance de du pouvoir nettoyant du détergent (**SIAAP, 2002**).

3-5-1- Azote :

Dans les eaux usées, l'azote est essentiellement présent sous forme organique et ammoniacale. Outre l'assimilation de l'azote par les bactéries qui n'agit que faiblement sur sa réduction, l'abattement de l'azote se réalise en deux phases successives :

3-5-1-1- Nitrification : en milieu oxygéné

La nitrification⁶ consiste en la transformation de l'ammoniaque en nitrate, elle est réalisée de façon biologique par les bactéries nitrifiantes. Or, ces bactéries ont une faible croissance, le temps de rétention des eaux dans le bassin d'aération doit donc être assez long. La nitrification ne se produit donc pas dans le traitement secondaire, mais bien par un traitement aérobie tertiaire, plus long. (DEGREMONT, 2001).

3-5-1-2- Dénitrification : en milieu pauvre en oxygène

Le nitrate ainsi produit est éliminé par la dénitrification⁷ biologique. La dénitrification est le processus par lequel les bactéries dénitrifiantes anaérobies convertissent le nitrate en azote gazeux (N_2). Cette relation est réalisée par le fait que, en absence d'oxygène, ces bactéries sont capables d'utiliser immédiatement l'oxygène des nitrates comme un oxydant. Le donneur d'électrons sera de préférence du carbone organique. La source de substrat carboné est donc très importante. En pratique, cette étape sera réalisée grâce à un bassin tertiaire anaérobie. Dans certains cas, les quantités de carbone organique apportées par l'effluent peuvent être insuffisantes pour obtenir une dénitrification poussée (DEGREMONT, 2001).

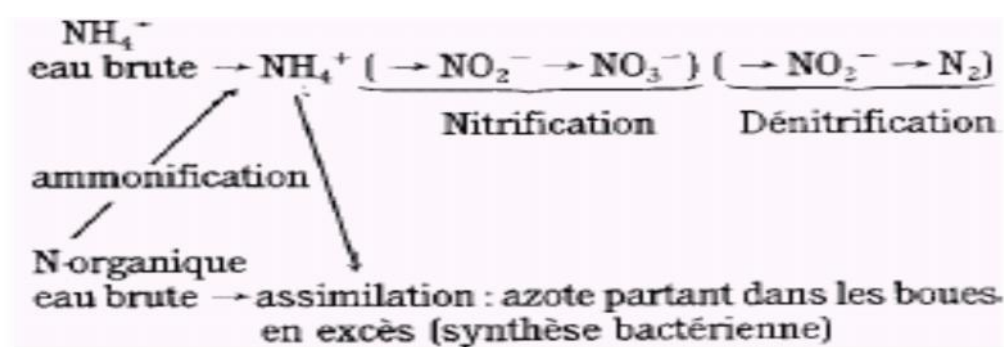


Figure N07 : ensemble des réactions de réduction de l'azote (VANDERMEERSCH.S ,2006).

3-5-2- Phosphore :

le phosphore est un élément important dans les phénomènes d'eutrophisation des lacs, étangs et rivières. Or, une grande source de phosphore provient de l'eau urbaine. Il est donc primordial dans certains cas d'assurer un traitement tertiaire de déphosphoration.

Il existe différentes façon d'éliminer le phosphore des eaux : biologiquement ou chimiquement (**DEGREMONT, 2001**).

3-5-2-1- Biologiquement :

Le principe de la déphosphoration biologique consiste en une accumulation de phosphore dans la biomasse microbienne, essentiellement par les bactéries accumulatrices de poly phosphate (poly-P), en vue de réaliser des réserves d'énergie ou des réserves en phosphore (**DEGREMONT, 2001**).

Cette dé phosphatation demande une alternance de séquences anaérobies/aérobies : l'alternance de ces séquences a pour but de modifier l'équilibre enzymatique régulant la synthèse du poly-P en phase anaérobie (**DEGREMONT, 2001**).

- Phase anaérobie : des bactéries acétogènes, anaérobies facultatives, utilisent le carbone organique mis à leur disposition pour produire de l'acétate. Ces micro-organismes vont accumuler progressivement du phosphore jusqu'à des valeurs pouvant atteindre 10 à 11 % de leur poids sec.

- Phase aérobie : l'acétate produit est réutilisé par des bactéries du groupe *Acinetobacter/ Moraxella*. Ce sont des bactéries aérobies strictes qui ne peuvent utiliser qu'une gamme de substrats plutôt limitée.

3-5-2-2- Chimiquement :

La technique la plus utilisées pour l'épuration du phosphore consiste la précipitation chimique par l'adjonction des sels mécaniques (fer ou aluminium), ou de la chaux. En effet, les phosphates précipitent sous forme de sels métalliques ou d'hydroxydes et sont séparés de la phase liquide par décantation. Les principaux réactifs utilisés sont le sulfate d'alumine, d'aluminate de soude, le sulfate ferreux, le chrome ferrique, le chlorosulfate ferrique et la chaux. L'ajout des réactifs peut-être effectué après les prétraitements et avant le décanteur primaire ou le bassin d'aération, c'est la précipitation simultanée (**CHAALA .S, 2015**).

3-6- Traitements quaternaires : Les procédés de désinfection

Les traitements primaires et secondaires ne détruisent pas complètement les germes présents dans les rejets domestiques. Des procédés d'élimination supplémentaires sont donc employés lorsque les eaux traitées sont rejetées en zone de baignade, de pisciculture ou d'élevage de coquillages. L'éventail des techniques de désinfection est assez large. Un réactif désinfectant peut être ajouté aux eaux traitées, avant leur rejet dans le milieu naturel (CHAALA .S, 2015).

3-6-1 La chloration :

Le chlore est un oxydant puissant, il est très actif dans l'élimination des micro-organismes.

Cependant, suite aux réactions avec la matière organique et/ou les ammonium, il y aura formation de composés secondaires organo-chlorés et/ou chloramines très cancérigènes. Etant donné le caractère cancérigène des sous-produits de la chloration, le chlore est de moins en moins utilisé et même interdit dans certains pays (VANDERMEERSCH.S ,2006).

3-6-2- Les rayons ultraviolets :

L'efficacité de ce traitement s'amointrit lorsque l'exposition aux rayons du soleil se réduit, pendant l'hiver ou lors de remise en suspension de sédiments à l'occasion de fortes précipitations. Des lagunes de finition peuvent par contre être installées en aval d'une station biologique classique. Les ultraviolets (UV) sont de plus en plus utilisés, depuis quelques années, pour désinfecter les eaux usées urbaines. Assurant un bon rendement de désinfection, les UV nécessitent un investissement important, mais présentent l'avantage de ne pas entraîner l'apparition de sous-produits de désinfection (CHAALA .S, 2015).

3-6-3- L'ozonation :

L'ozone est un procédé de désinfection utilisé aux États-Unis, en Afrique du Sud et au Moyen-Orient essentiellement. Il est très efficace dans l'élimination des micro-organismes.

Une installation d'ozonation comprend 4 parties :

- Le traitement de l'air utilisé pour la production d'oxygène : l'air utilisé pour la production d'ozone doit être sec et propre ; d'où son traitement préalable,

- Le générateur électrique d'ozone appelé ozoneur : l'ozone est produit en soumettant cet air sec à une décharge électrique ou à une irradiation UV,
- Le transfert de l'ozone dans l'eau par turbinage, hydro-injection ou diffusion,
- Le système de récupération et traitement des événements ozonés : les événements chargés en ozone sont récupérés et éventuellement réutilisés pour une étape de pré-ozonation de l'eau en tête de traitement. L'excès d'ozone est éliminé par destruction thermique ou catalytique.

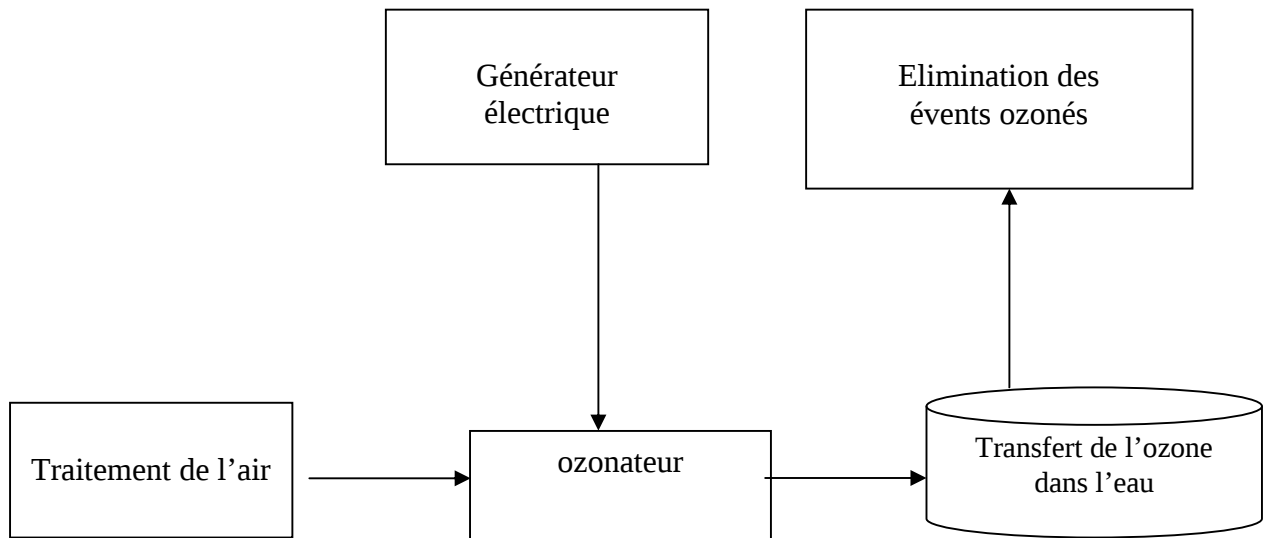


Figure N08 : Schéma d'un système d'ozonation (VANDERMEERSCH.S,2006).

1- Introduction :

Le réseau d'assainissement de la ville de sidi bel abbés est constitué de trois grands ensembles situés de part et d'autre l'Oued Mekerra, conçu au préalable en tant que réseau de type séparatif dans certaines parties de la ville, il a vite connu une évolution vers le type unitaire. il est très dense couvrant pratiquement la totalité de la ville avec un taux de raccordement supérieur à 90% et il dispose de deux stations de relevages.

Néanmoins, le réseau sud de la ville s'articule autour d'un collecteur central situé à l'Est du centre ville (ovoïde 200mn) dans lequel transite la majeure partie des rejets. Un autre collecteur de dimension moindre longe l'Oued el Malah dans la zone péri urbaine est de la ville et se jette directement dans l'Oued Makerra.

Le but de la station d'épuration de Sidi Bel Abbés est simple et permet de préserver l'environnement en diminuant les charges de pollution qui sont Déversées dans l'Oued de MEKERRA , l'eau traitée par la station sert aussi à l'irrigation et à préserver les nappes phréatiques. **(ONA DE SBA, 2021).**

1-1- Définition de l'assainissement :

L'Assainissement désigne l'ensemble des techniques et méthodes visant à traiter les eaux usées. Cependant, dans un contexte environnemental, l'assainissement c'est la collecte et l'évacuation des déchets liquides ou même les déchets solides et son traitement. L'assainissement c'est un ensemble des actions permettant d'améliorer le cadre de vie de l'homme et de protéger les ressources naturelles, et de préserver les différentes composantes de l'environnement. L'assainissement est fortement lié à un milieu malsain, ainsi, la proximité des eaux usées peut engendrer des maladies à transmission fécale-orale (diarrhée, typhoïde, hépatites, choléra), ou liées à un vecteur (paludisme, filariose, dengue). D'autres maladies sont et pour l'environnement **(CHAALA .S, 2015).**

L'assainissement comprend :

-) La gestion des déchets solides
-) La gestion des déchets biomédicaux
-) La gestion des déchets industriels et dangereux
-) La maitrise des eaux pluviales et des inondations
-) L'hygiène du milieu

2- Importance de l'assainissement :

Le système d'assainissement a un rôle très important dans notre vie parce qu'il protège tant notre santé, que l'environnement.

Grâce aux systèmes de gestion, la ville en tant qu'entité représente le soutien nécessaire pour une vie facile et décente des hommes (transport, énergie, logements, divertissement, alimentation en eau, canal, assainissement, etc.).

En revanche, en utilisant les ressources et en jetant les déchets, la ville acquiert un pouvoir destructeur sur l'environnement et sur les hommes. La diminution et la dégradation de la ressource d'eau, associée à l'augmentation de l'intérêt pour l'hygiène et la santé publique, attirent une attention particulière sur le service d'assainissement.

L'assainissement représente un enjeu majeur tant pour la santé publique, que pour le développement durable. A l'échelle mondiale, la gestion du service d'assainissement se trouve au centre de la problématique de l'eau.

L'existence d'un système d'assainissement cohérent est nécessaire pour la qualité de l'environnement et, implicitement, de la vie (**BOUALALEM. S, 2013**)

3- L'assainissement écologique (ECOSAN) :

ECOSAN (*Assainissement Ecologique*) est un concept d'assainissement permettant d'associer l'assainissement, l'agriculture et la protection de l'environnement pour améliorer le cadre de vie et contribuer à la sécurité alimentaire des populations. Les eaux usées, les fèces, les urines et les résidus organiques ne sont plus considérés comme des déchets mais plutôt comme des ressources pouvant être valorisées dans l'agriculture et ainsi fermer la boucle des nutriments entre la terre et l'homme (**DJARRIRI. M, 2009**).

Pour que l'assainissement écologique soit durable dans un contexte donné il faut nécessairement qu'il soit adapté et que tous les aspects socioculturels, économiques, institutionnels etc. soient pris en comptes.

4- L'assainissement industriel :

Les rejets aqueux des industriels se caractérisent par la nature des rejets mais aussi par leur volume, parfois très important.

Les caractéristiques des eaux résiduaires industrielles varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des métaux, des hydrocarbures, des solvants... **(ANONYME, 2008)**

L'organisation de l'assainissement des eaux industrielles peut prendre plusieurs formes:

- un traitement interne (station d'épuration sur site)
- le raccordement au système d'assainissement collectif
- un traitement externalisé

5- Différents types d'assainissement des eaux usées domestiques :

Il existe actuellement différents systèmes d'assainissement dont le but non seulement l'évacuation des eaux usées de l'agglomération urbaine, mais aussi la protection des milieux récepteurs de ces eaux(**CHAALA .S, 2015**).

5-1- L'assainissement collectif des eaux usées :

Dans ce système l'évacuation de l'ensemble des eaux usées ou une partie des eaux pluviales est assurée par un réseau d'assainissement unique, ce système raccorde environ 90% de l'agglomération urbaine (**CHAALA .S, 2015**).

La collecte des eaux usées communales peut être décrite à partir des paramètres suivants :

-Taux de desserte : Il est défini comme le rapport entre le nombre d'habitations desservies par le réseau d'assainissement collectif et le nombre total d'habitations. **(ANONYME, 2015)**

-Taux de raccordement : Le taux de raccordement est le rapport de la population raccordée effectivement au réseau d'assainissement collectif (réseau de collecte et station de traitement) à la population desservie par celui-ci.

-Taux de collecte : Il s'agit d'un indice annuel calculé sur la base de la DBO5 (demande biochimique en oxygène sur 5 jours) défini comme le rapport de la quantité de matières polluantes captées par le réseau à la quantité de matières polluantes générées dans la zone desservie par le réseau. (ANONYME, 2015)

L'assainissement collectif doit être considéré depuis la collecte des eaux usées jusqu'au traitement des boues d'épuration en passant par le traitement en station d'épuration. Cela implique donc de s'intéresser non seulement aux stations d'épuration mais aussi au fonctionnement du réseau et aux filières de traitement des boues d'épuration.

L'assainissement collectif a pour objectif de :

- ❖ protéger la santé.
- ❖ protéger la salubrité publique.
- ❖ protéger l'environnement contre les risques des eaux usées et pluviales notamment domestiques.

5-2- L'assainissement non collectif ou individuel :

Ce système consiste à réserver un réseau à l'évacuation des eaux usées domestiques et de certains effluents industriels (non toxique), mais l'évacuation des eaux de pluies est assurée par un autre réseau (CHAALA .S, 2015).

6- Système d'assainissement de la ville de SBA :

La ville de SBA a bien renforcé et mis en place une infrastructure d'assainissement importante qui totalise plus de 244 km de canalisation pour une superficie total de 69,75 km² avec un taux de raccordement de 98%. (ONA DE SBA, 2021).

Et deux stations de relevage une au centre du quartier de SIDI DJILALI et l'autre à proximité de la station d'épuration au quartier appelé LE ROCHER ainsi qu'une station d'épuration gérée par la direction de l'office national de l'assainissement.

On distingue deux types des réseaux d'assainissement:

6-1- Réseau unitaire :

Reçoit, en mélange, les eaux usées et les eaux pluviales. C'est celui qui équipe la plupart des centres ville (ONA DE SBA, 2021).

6-1- Réseaux séparatifs :

Plus récent, est composé de deux collecteurs séparés, un pour les eaux usées, un autre pour les eaux pluviales ;

-La loi sur l'eau a renforcé la responsabilité des communes sur la création, l'entretien et la surveillance des réseaux d'assainissement (ONA DE SBA, 2021).

6-3- Les collecteurs :

Le réseau d'assainissement de la ville SBA contient trois types de collecteurs principaux:

- CP1Ø de 800 à 2000 mm et un loger de 7,34 km
- CP2Ø de 800 mm loger 1,29 km
- CP3Ø varie entre 500 et 800 mm avec un loger de 1,925 km.

Avec un diamètre entre 200 et 2000 mm, le réseau de la ville de SBA est constitué de collecteurs circulaire et ovoïdal dont 99,12% circulaire et 0,88% ovoïdal avec un sens d'écoulements orientés d'ouest vers l'est et du sud vers le nord. (ONA DE SBA, 2021).

6-4- Les sources des rejets des eaux usées :

Les eaux brutes sont celles provenant de la ville de SIDI BEL ABBES amenées par les drains collecteurs et deux stations de relevage « une au centre du quartier de SIDI DJILALI et l'autre à proximité de la station d'épuration au quartier appelé LE ROCHER ». Le premier ouvrage est un déversoir d'orage n'acceptant à la station que 1642.5 m³/h. La fraction supérieure à ce débit déborde et rejoint l'Oued MEKERRA via le by-pass général de la station (ONA DE SBA, 2021).

7- principe d'épuration de la STEP de la ville de SBA :

Dotée d'une capacité de 300.000 équivalent/habitant, la station d'épuration de la ville de Sidi Bel Abbes devra traiter un volume de 28.000 m³ d'eaux usées provenant des différents rejets de la ville. Cependant elle ne reçoit que 8.000 m³ à 10.000 m³ quotidiennement soit un taux de 30%. Les eaux épurées sont déversées vers l'Oued Mekerra. La station d'épuration est localisée au nord-est du territoire de la commune à environ 4km de la ville de Sidi Bel Abbes à droite de la route nationale n°13 en allant vers la wilaya d'Oran. Le terrain est délimité au nord par un champ, au sud par un verger, à l'ouest par la cité du Rocher et à l'est par l'Oued Mekerra **(ONA DE SBA, 2021)**..

L'office national de l'assainissement (ONA) est un établissement public, à caractère industriel et commercial, créé par décret N°01-102 du 21 Avril 2001, sous tutelle du ministère des ressources en Eau, qui a pour vocation essentielle la mise en œuvre, sur le territoire national, d'une politique d'assainissement renouvelée, en concertation avec les collectivisées locales.

A ce titre l'ONA est chargé de l'exploitation des infrastructures d'assainissement, notamment en assurant :

- Les missions de lutte contre toutes les sources de pollution hydrique dans les zones de son domaine d'intervention.

- La gestion, l'exploitation, la maintenance, le renouvellement, l'extension et la construction de tout ouvrage destiné à l'assainissement des agglomérations en matière de :

Réseaux de collecte des EU et eaux pluviales.

Stations de relevage, stations d'épuration et émissaires en mer, dans les périmètres urbains et communaux ainsi que dans les zones de développement touristiques et industriels.



Figure N 09 : Entrée de la station d'épuration (ONA de SBA, 2021).

7-1- Origine des eaux de la STEP de SBA :

Les eaux brutes sont celles provenant de la ville de SIDI BEL ABBES amenées par les drains collecteurs et deux stations de relevage « une au centre du quartier de SIDI DJILALI et l'autre à proximité de la station d'épuration au quartier appelé LE ROCHER ». Le premier ouvrage est un déversoir d'orage n'acceptant à la station que 1642.5 m³/h. La fraction supérieure à ce débit déborde et rejoint l'Oued MEKERRA via le by-pass général de la station.

7-2- Filière de traitement :

Le débit admis au traitement suit la filière de traitement suivante :

- Dégrillage grossier
- Dégrillage fin mécanisé
- Dessablage déshuilage

- Décantation primaire
- Epuration biologique en aération prolongée avec une Nitrification
Dénitrification de l'Azote
- Décantation secondaire
- Désinfection de l'effluent
- Recirculation des boues biologiques
- Extraction des boues en excès
- Stabilisation des boues
- Epaississement des boues
- Déshydratation naturelle des boues sur lits de séchage

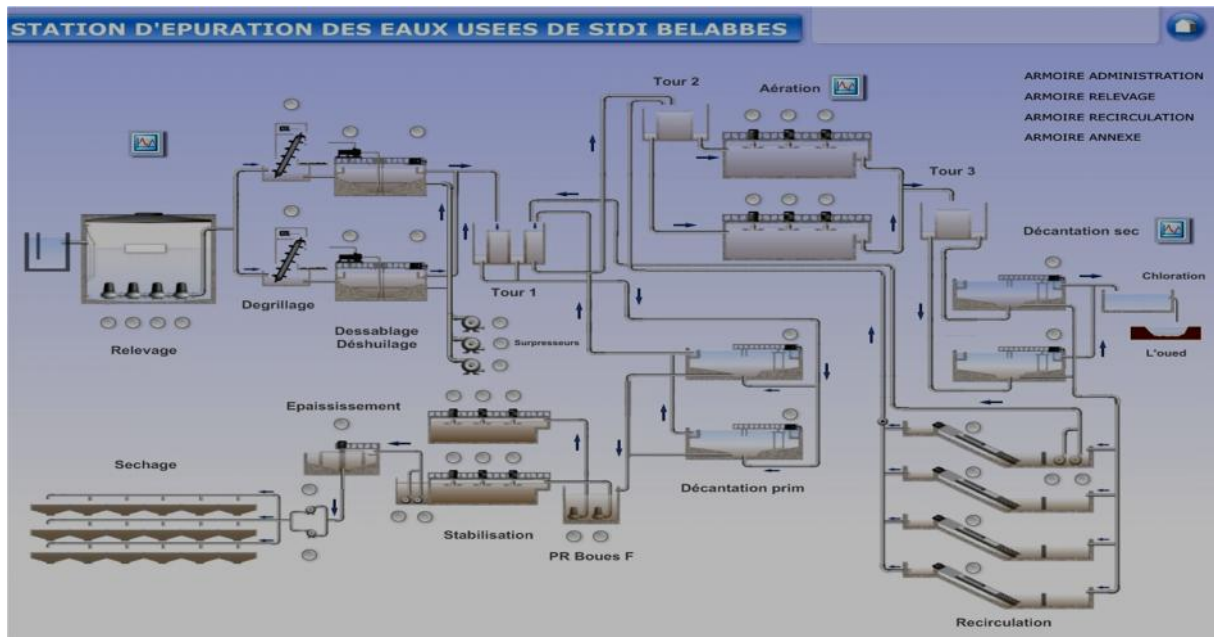


Figure. N 10 : représente station d'épuration de Sidi Bel abbés (ONA DE SBA, 2021).

7-3- déversoir d'orage :

Les eaux brutes sont celles provenant de la ville de SIDI BEL ABBES amenées par les drains collecteurs et deux stations de relevage « une au centre du quartier de SIDI DJILALI et l'autre à proximité de la station d'épuration au quartier appelé LE ROCHER .Le premier ouvrage est un déversoir d'orage n'acceptant à la station que 1642.5 m³/h .La fraction supérieure à ce débit déborde et rejoint l'Oued MEKERRA via le by-pass général de la station(ONA DE SBA, 2021).



Figure N 11: représente le Déversoir d'orage (*STEP de Sba,2021*)

- LE RELEVAGE :

C'est une opération de relèvement des eaux qui s'effectue grâce à des pompes submersibles voire le figure N.

La station de sidi bel abbés est équipée par quatre pompes ayant les débits suivant :

Deux pompes avec un débit de : 555,68 m³/h

Deux pompes avec un débit de : 369,4m³/h



Figure N 12 : le relevage par des pompes submersibles (*ONA de SBA, 2021*)

7-4- Prétraitement :

L'étape de prétraitement vise à éliminer les fractions les plus grossières contenues dans les effluents résiduaux.

Cette phase permet de protéger les installations de traitement en aval. Cette protection s'effectue en suivant une série d'étapes qui sont : le dégrillage, le dessablage-déshuilage.

7-4-1- Dessablage-déshuilage (02 unités) :

Le dessablage débarrasse les eaux usées des sables et des graviers par sédimentation.

L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé "dessaleur" entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite recueillies dans un tuyau jusqu'au lit de séchage, puis envoyés en décharge, soit réutilisés selon la qualité du lavage.

Les opérations de dégraissage-déshuilage consistent à séparer de l'effluent brut, les huiles et les graisses par flottation. Ces derniers étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau. L'injection des micro bulles d'air permet d'accélérer la flottation des graisses.

Les huiles sont recueillies à l'aide d'un racleur de surface puis sont envoyées à SONATRACK pour le recyclage. (STEP de SBA, 2021)



Figure N 13 : schéma du dessableur déshuileur (ONA DE SBA, 2021).

7-4-2- Décanteur primaire :

Le processus principal du traitement primaire est la décantation, elle permet le dépôt des particules en suspension. **(STEP DE SBA, 2021)**



Figure N 14 : Décanteur primaire (ONA de SBA, 2021).

Les deux décanteurs primaires sont alimentés à partir des chambres 2 et 3 de la tour de répartition n° I via une tuyauterie DN 600. Ces ouvrages reçoivent les eaux brutes prétraitées et les boues secondaires en excès. L'adjonction de ces derniers à cet endroit a pour but de faciliter l'extraction des boues primaires en rendant celle-ci moins visqueuses et de "rafraichir" les eaux brutes par la présence de boues activées réduisant le risque de mauvaises odeurs en ce point de la station. La décantation se fait pendant 02heures. **(STEP DE SBA, 2021).**

7-5- Traitement biologique :**7-5-1- Le transport :**

Les eaux en provenance des décanteurs primaires sont transportées gravitement par un chenal vers les bassins d'aération. **(STEP SBA, 2021).**

7-5-2- Fonctionnement au niveau des Bassins d'aération (2unités) :

Les eaux prétraitées arrivent dans un chenal de répartition aboutissant en tête des bassins de dénitrification. Ce chenal est équipé de 4 pelles d'étangs inversées permettant d'ajuster le débit nominal de chaque ligne de traitement et d'en assurer l'équipartition .En cas

de fausse manœuvre (vanne fermée). Le débit peut passer en surverse de pelles d'étangs évitant ainsi tout risque de débordement sur le sol. Les vis d'Archimède localisées à l'aval de chaque bassin d'aération renvoient en tête de la cellule de dénitrification la liqueur mixte. Un chenal en béton est prévu à cet effet. Le fonctionnement des vis est asservi à un jeu de minuterie définissent la cadence de fonctionnement et de ce fait, le taux de recirculation. La bache de dénitrification est munie d'un baffle longitudinal (réalisé en béton armé) et circuler les eaux dans cet ensemble à une vitesse de l'ordre de 20cm/sec évitant ainsi les dépôts de boues.

Au niveau des bassins d'aération, le brassage et l'oxygénation de la liqueur mixte sont assurés par des aérateurs de surface à rotation lente installée sur des passerelles.

Cette disposition assure une grande d'accès aux aérateurs. La liqueur mixte est évacuée dans une goutte de collecte via une lame de débordement et cloison siphonée réalisée en béton, vers les décanteurs. **(STEP SBA, 2021).**



Figure N 15 : Bassin d'aération (ONA, 2021)

7-5-3- tour de répartition :

La liqueur mixte en provenance des quatre bassins d'aération est transportée graviterement vers une chambre de répartition divisant les eaux vers les deux décanteurs.

7-5-4- Décanteur secondaire (2unités) :

Le décanteur primaire encore appelé clarificateur permet d'effectuer la séparation de deux phases : boues secondaires et eau traitées. Pour cela, on utilise un racleur de fond pour la récupération des boues, et un racleur de surface pour la récupération des déchets flottants. (ONA, 2021).



Figure N 16 : Décanteur secondaire (ONA DE SBA, 2021).

7-5-5- Le poste de pompage des boues :

Le puisard à boues est en communication hydraulique avec les deux décanteurs par l'intermédiaire de tuyauterie à boues installées sous les ouvrages et de tubes télescopiques logés dans le puisard. Les boues sont relevées au moyen de trois vis d'Archimède (vis de recirculation). (STEP SBA, 2021)

Les boues de recirculation rejoignent la tête des bassins d'aération par un chenal équipé d'un jaugeur venturi muni d'une échelle graduée en m³/h. (STEP SBA, 2021)

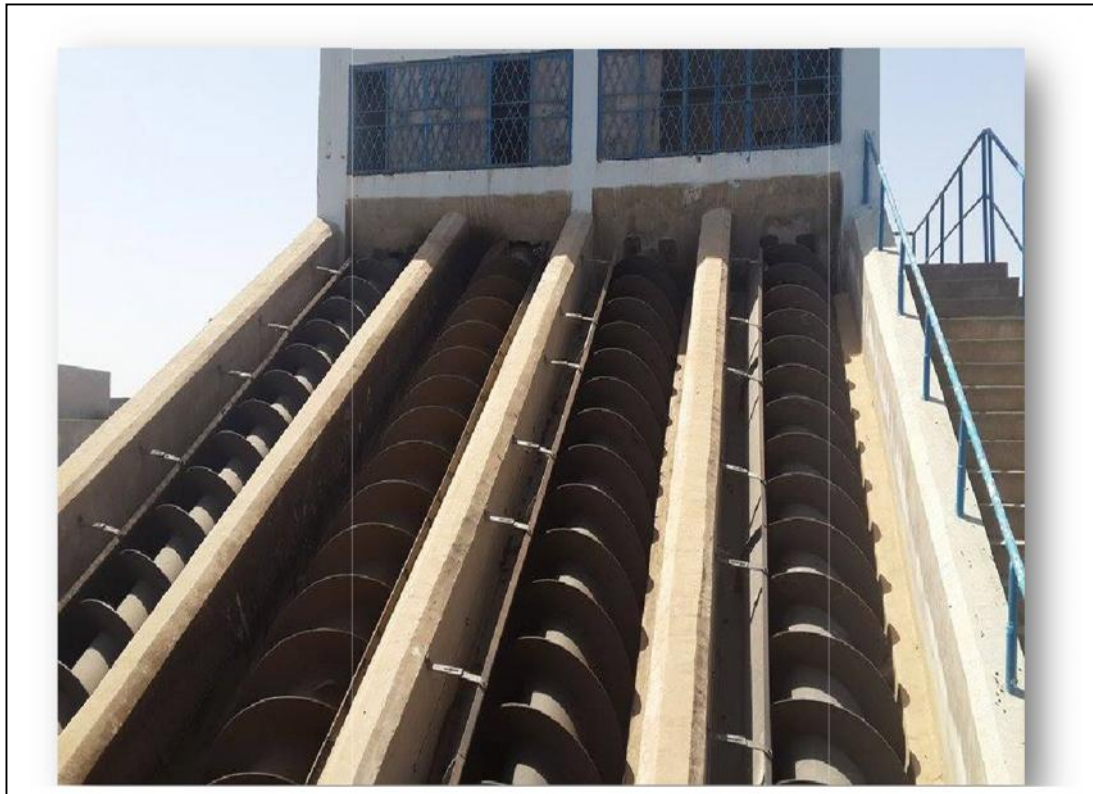


Figure N 17 : Vis de recirculation (ONA, 2021)

8- TRAITEMENT DES BOUES :

Les boues primaires et les boues secondaires vont être pompées vers le bassin de stabilisation.

8-1- Stabilisation des boues :

Les boues fraîches acheminées à cet endroit par tuyauterie DN 150 mm pénètrent dans un puisard de tête équipé de deux déversoirs obturables en vue de la répartition des boues vers les deux bassins de stabilisation. **(STEP SBA, 2021)**

Le but de cette étape de traitement est de stabiliser les boues fraîches c'est-à-dire, les boues primaires et les boues secondaires en excès produites au niveau de l'épuration biologique des eaux. **(STEP SBA, 2021)**

Par stabilisation, nous entendons : provoquer (pour les boues primaires) et poursuivre (pour les boues secondaires) le développement des bactéries aérobies jusqu'à leur propre autolyse. **(STEP SBA, 2021)**



Figure N 18 : Bassin de stabilisation (ONA, 2021)

8-2- EPAISSISSEMENT :

Les boues stabilisées sont dirigées vers l'épaississeur.

Les boues stabilisées sont pompées vers l'épaississeur ou elles sont introduites au centre de l'ouvrage dans une jupe de répartition. Les boues s'épaississent par l'action de la pesanteur et du mécanisme racleur équipé de herse facilitant le dégagement de l'eau en créant des chemins'' dans la masse de boue. L'eau ainsi séparée passe en surverse dans une goulotte périphérique et retourne en tête de station pour y être réincorporée aux eaux brutes. Les boues épaissies sont reprises par pompage et expédiées soit vers les lits de séchage. (STEP DE SBA, 2021).

Le bassin d'épaississement a les dimensions dans le tableau suivantes :

Diamètre	16.00m
Hauteur	4.00m
Pente	1/7
Surface du radier	201m ²

Tableau N 03 : représente les dimensions de bassin d'épaississement (STEP de SBA, 2021).



Figure 19 : Epaississement des Boues (ONA, 2021).

8-3- Lits de Séchage :

C'est une technique de déshydratation naturelle. Le système consiste à sécher les boues à l'air libre sur des lits de séchage drainés. C'est un procédé simple mais nécessitant une importance main d'œuvre et une grande surface de terrain.

Dans la station de SBA, il y a 24 lits de séchage, chaque lit est équipé d'une vanne d'alimentation à passage direct. (**STEP DE SBA, 2021**)

Chaque les lits de séchage a les dimensions dans le tableau suivantes :

Longueur	30 m
Largeur	15 m
Surface	450 m ²

Tableau N 04 : représente les dimensions des lits de séchage (*STEP de SBA, 2021*)



Figure N 20 : déshydratation naturelle des boues (24 lits de séchage) (**ONA, 2021**)

- La chloration:

La désinfection des eaux traitées consiste à détruire les germes pathogènes de l'effluent. Elle s'effectue à partir du Chlore introduit dans une cuve en béton de 700m de capacité le temps de contact est donc supérieur à 30mn au débit moyen. (STEP SBA, 2021)



Figure N 21 : Bassin de prises au site (STEP SBA, 2021)

10- Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de donner une description détaillée de la station d'épuration de sidi bel abbes et les conditions de fonctionnement de cette dernière ainsi que des différents procédés de traitement des eaux usées, à savoir : les prétraitements, traitement biologique et décantation. Et d'autre part ; le traitement des boues ; l'épaississeur et les lits de séchages.

On a conclu que L'assainissement des eaux usées est devenu un impératif pour nos sociétés modernes. En effet, le développement des activités humaines s'accompagne inévitablement d'une production croissante de rejets polluants.

Les ressources en eau ne sont pas inépuisables, leur dégradation sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peut non seulement détériorer gravement l'environnement, mais aussi entrainer des risques de pénurie, et aussi diminué le danger des inondations dans les zones urbaines. Donc grâce aux préoccupations suivantes introduit la technologie de l'épuration.

L'intérêt porté à l'assainissement et la réalisation d'ouvrage d'épuration vise la dépollution des eaux usées et la protection du milieu naturel.

Différents procédés sont mis en œuvre, mais l'épuration biologique reste la prédominante. Le procédé par boues activé est généralisé car c'est le plus économique que se soit en mise en œuvre ou en exploitation.

Quels que soit les procédés utilisées, ils engendrent une production importante de boue. Cette dernière doit être traitée avant son élimination finale ou sa valorisation.

Actuellement la bonne gestion de la station et son bon rendement offre un avantage pour la ville en matière de propreté de l'environnement et l'hygiène de vie sans oublier le secteur agricole qui est le grand bénéficiaire (eaux d'irrigation et engrais), cependant à titre de conclusion, il semble très intéressant de mettre en évidence les questions actuelle qui se posent sur l'avenir de la station, au centre de cette question se trouve naturellement le problème de l'augmentation démographique de la population et l'émergence de nouvelles nécessités et de nouveaux problèmes, donc c'est évident de s'interroger et de savoir comment les acteurs de ce secteur vont réagir.

Nous proposons quelque recommandation pour les responsables de la station:

- Aménagement des ouvrages (qualité des matériaux)
- Protection hydraulique de la station d'épuration
- La prévention des accidents liés aux pièces en mouvement impose l'installation de dispositifs de protection (grilles facilement démontables, portillon avec coupure de l'alimentation électrique...)
- Utilisation utile concernant les matières organiques obtenues à partir d'épuration des eaux usées sur le plan économiques par exemple de vente ces matières pour l'utilisation dans le domaine de l'agriculture
- L'étude de ces différents cas a montré que la réutilisation des eaux traitées pour l'élevage piscicole pourrait présenter une solution intéressante sur le plan économique, en particulier dans les régions arides où les ressources en eau de bonne qualité sont relativement limitées et doivent être réservées en priorité aux usages domestiques.

A la fin de ce travail, nous souhaitons un continu dans ce travail, de proposer de nouvelles techniques et de savoir si les techniques utilisées par la station d'épuration des eaux usées ont un impact sur l'eau traitée et si leur utilisation ne nuit pas à la santé humaine.

Références bibliographiques

- **ANONYME, 1979** : Lagunage naturel aéré procédés d'épuration des petites collectivités, p.15
- **ASANO, 1998** : Planification et mise en œuvre des projets de réutilisation de l'eau. Wat. Sci. Tech p.11
- **AZOUZI. M ET AIT YOUNES.O, 2012** : Valorisation des boues de la station d'épuration de ville de Marrakech. Mémoire de fin d'étude. Université Cadi Ayyad, p.05
- **BAUMONT. S ET CAMARD. J PET LEFRANC. A ET FRANCONI. A** : Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 2004. P.04,05
- **BERNE. F ET CORDONIER. J, 1991** : Traitement des eaux. Edition technique. Paris, p.15
- **BOUALALEM. S, 2013** : «Eau et l'assainissement pour un développement des réseaux d'assainissement des agglomérations». C.E.T.E, nord Picardie. P.34
- **BOUSSA. A, 2017** : Utilisation des Eaux Usées Epurées de la STEP de Boumerdès en Irrigation. UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES. P.14
- **BOUTOUX JEAN** : Introduction à l'étude des eaux douces-eaux naturelles-eaux usées-eaux de boisson, Edition CEBEDOC, liège, 1993.
- **BOUZIANI, 2000** : <L'eau de la pénurie aux maladies> édition Ibn Khaldoun, Tiaret
- **CARDOT. C ET GILLES. A, 2013** : Analyse des eaux : Réglementation, analyses volumétriques et spectro-photométriques, statistiques cours et exercices corrigés. Ellipses. France
- **CHAALA. S, 2015** : Assainissement des eaux usées domestique. Station d'épuration (ville de sidi bel Abbès), INSTITUT NATIONAL SPECIALISÉ DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE CHAOUTI DJILLALI -WILAYA DE SIDI BEL ABBES.

- **CSHPF, 1995** : Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines
- **DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT, 1990** : Les stations d'épuration d'effluents domestique. Edition Ministère de l'intérieur, p. 24
- **DEGREMONT. MEMONTO, 1978** : Technique De L'eau. Huitième édition. 1978.
- **DEGREMONT G. MEMENTO, 2001** : Technique de l'Eau, version électronique 2001.
- **EDWARD. P, 1985**: Aquaculture, a component of Low Coast Sanitation DURON N.S. et
- **FABY J.A 1997**:L'utilisation des eaux usées en irrigation. Office internationale de l'eau
- **FABY ET BRISSAUD, 1997** : L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau,
- **FABRE R, LANDOLT H, MENAGE R, 2006** : Les réacteurs biologiques à membranes: L'avenir del'épuration des effluents urbains. Polytech'Montpellier, Département Sciences et Technologies de l'eau, 2006.
- **IVANILDO. H, 1992** : Le recyclage des déchets humains – Santé du monde. OMS Genève
- **GAID ABDELKADER, 1984** : Epuration biologique de l'eau urbaine, tome-1.Edition OPU, Alger, 1984
- **GAUJOUS ,1995** : La pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire. Ed. Techniques et documentations. Lavoisier. Pari
- **GOMELLA ET GUERREE , 1978** : «Le traitement des eaux publiques, industrielles et Privées», Ed. Eyrolles, Paris
- **KHARDAOUI ET TAIEB, 2008** : Qualité des eaux de sud Algérien. Pollution et impact sur le milieu. Ed. Khyam
- **LADJEL, 2006** : « Exploitation d'une station d'épuration à boues activées » Niveau 2, thème , CFMA. (centre aux métiers de l'assainissements). BOUMERDES

- **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, 2012,
- **OUALI MOHAMED, 2001** : Cours de procédés unitaires biologique et traitement des eaux. Office des publications universitaires 1. place central de ben- Aknon (Alger)
- **ONA DE SBA, 2021** : : L'office national d'assainissement de la station d'épuration de wilaya de Sidi bel abbés
- **PIETRASANTA ET BONDON, 1994** : : Le lagunage écologique, environnement poche, Economica 1994 .
- **RADOUX. M, 1995** : Qualité et traitement des eaux. Fondation Universitaire Luxembourgeoise, station expérimentale de Viville. Bruxelles : FUL, p.153
- **RESJEK, 2002** : « Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine
- **RICHARD. C, 1996** : « les eaux, les bactéries; les homes et les animaux ». Edition Elsevier ; Paris.
- **RODIER J, BAZIN C, BOURTINJ, CHAMBON P, RODI L (2005)** : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de la mer.ed.Dunod, Paris 8ème édition.
- **RODRIGUEZ. G, 2004** : Etude de la congélation comme technique de traitement des eaux : Application spécifique, thèse de Doctorat, Institution Nationale des sciences appliquées de Toulouse, p.9
- **SALGHI, 2005** : Différentes filières de traitement des eaux, Cours, l'Ecole Nationale des. Sciences Appliquées d'Agadir, Université Ibn Zohr, Maroc
- **SIAAP, 2002** : Syndicat interdépartemental de l'assainissement de l'agglomération parisienne (SIAAP), conférence sur l' Action Eau Assainissement Rabat moroco
- **SAUVAL. H.I, 1986**: Wastewater irrigation in developing countries: healf effects and technical solutions – Banque Mondiale / PNUD Rapport n°6
- **VANDERMEERSCH.S ,2006** : Etude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes P16 19

- **ZEGHOUD, 2014** : Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra ; mémoire de fin d'étude de Master en hydraulique Université d'El-Oued.
- **THOMAS. O, 1995** : Météorologie des eaux résiduaires. Technique et Documentation. Edition Lavoisier, Cedeboc, p.135-192
- **LECOURTIER. S,2018** : professeur de lycée Honnorat Marseille, évaluation écrite de Diplôme national du Brevet page 02
- **VAILLANT, J.R.** (1974) Perfectionnements et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles /).p3
- **RADEEMA, (2011)** - Traitement secondaire et tertiaire et Traitement des boues et du biogaz - Traitement de l'air vicié, document PDF.p3
- **THOMAS O.** Météorologie des eaux résiduaires. Liège, Belgique, Cedeboc, 1995.p12
- **DURON, N.S. 1985.** Mexican experience in using sewage effluent for large scale irrigation. In: Treatment and Use of Sewage Effluent for Irrigation.p16
- **BASSOMPIERRE, 2007** Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote à la validation de modèles
- **GARCIA-ARMISEN, 2006,** Étude de la dynamique des Escherichia coli dans les rivières du bassin de la Seine. Thèse Doctorat, Université Libre de Bruxelles, pp 15-
- **TRAD RAÏS et XANTHOULIS,** Amélioration de la qualité microbiologique des effluents secondaires par stockage en bassins Biotechnol. Agron. Soc. Environ
- **HANNACHI, A, FELLAHI, Z. & BOUZERZOUR, H. (2017).** Genetic analysis of some metric traits in 6X6 half-diallel crosses of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var durum) under semi-arid conditions. Comm. In second international workshop management and genetic improvement of plant and microbial resources (GRPM2017), 19 to 21 march 2017, Faculty of medicine, University of Tlemcen, Algeria