

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



Université Abbès Laghroun Khenchela
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département d'Ecologie et Environnement

Réf :.....

Mémoire de fin d'étude
Présenté en vue de l'obtention du diplôme de
Master Professionnel
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : *Ecologie et environnement*
Spécialité : *Protection et Décontamination des Eaux et Sols Pollués*

Thème

**Analyse de taux d'élimination de la pollution
organique : Etude comparative entre
quelques stations d'épuration**

Présenté par : - BOUDRAA SARAH
- ATTALAH ISLAM

Soutenu publiquement le : 13/06 / 2015

Devant le jury composé de :

Promoteur : **DIB Dounia** M assistance A à (Université Abbess Laghroun Khenchela)

Président : **HALIMI Samia** M assistance A à (Université Abbess Laghroun Khenchela)

Examineurs : **ADDAD Dalila** M assistance A à (Université Abbess Laghroun Khenchela)

Promotion : juin 2015

Dédicaces

Grâce à Dieu, le tout puissant, j'ai accompli ce travail dans l'effort et l'abnégation : je dédie cette modeste contribution scientifique.

Aux deux êtres les plus chères au monde, mon père mon idole dans la vis, et

À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre ,,

À cet source de tendresse, de patience et de générosité,,

À ma mère soleil de mes jours.

Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

Mes très chères sœurs

Toute ma famille ATTALAH

A mes camarades .

ISLAM

DEDICACES

Je dédie cette thèse à

A la mémoire de mon Père ABD ELHAK

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A ma très chère mère SOUAD

Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A mes chère frères : AYOUB. OUSSAMA ET KALI

A ma adorable sœur SOUNDOUS (doussa)

A mon cher ILYES Que dieu réunisse nos chemins pour un long commun serein

A mon oncle Mekki et ses enfants

A tous les membres de ma famille BOUDRAA sur tout mes cousines : karimen et ces petites filles , Hayet et son fils Abouda, Khadidja Chouchou Meriem Kenza , fouzia , Sara, et mon cousin Mouha

A mon adorable MERYOUMA et sa mère tata Hayet , sa sœur Rofaida

A mes tantes : Daouia , habiba , tata warda , didou , sabrina , naziha

A tous mes amis : Rayenne. Chahrazed .Narimen .Rihanna Asma .Douja. Soumia .Amina Karima, Hana , barberra , assia

En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous Avons passé ensemble

je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

SARAH

REMERCIEMENT

Avent tout nos plus chers remerciements a notre dieu, tout puissant de nous avoir donné le courage, la force et la volonté pour réalises ce travail

*On remercie en deuxième lieu notre promoteur Madame **DIB DOUNIA** pour la proposition de ce thème ainsi que pour sa compréhension et pour l'aide*

*Et aussi je remercie en témoignage à docteur **HICHEM CHENAKER** pour son aide, soutien et son encouragement*

Merci infiniment Dr

*Mes remerciements au madame **HALIMI SAMIA** d'avoir accepté de*

Présider mon jury

*Et nos remerciements aussi madame **ADDAD** d'avoir accepté de faire partie de ce jury*

Nos remerciements vont également à nos enseignants qui nous ont accompagné pendant notre cursus universitaire

Nos plus vifs remerciements à nos parents, notre famille et nos amies, Enfin nous adressons nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

sommaire

Introduction générale	01
Chapitre1 : Généralité sur les eaux usées	03
1- Définition des eaux usées	03
1-1-Origine des eaux usées.....	03
1-1-1 Les eaux usées domestiques.....	03
1-1-2 Les eaux usées industrielles	04
1-1-3 Les eaux usées agricoles.....	04
1-1-4 Les eaux usées pluviales	04
2- Définition de la pollution des eaux	05
2-1 La pollution des eaux brutes.....	05
2-2 La pollution chimique	05
2-3 La pollution biologique	06
.....	
3- Composition des eaux usées	06
3-1 Les microorganismes	06
4- Les déversements d'eaux usées dans le milieu naturel	06
• La nécessité de l'épuration	06
5- Collecte et épuration des eaux usées.....	07
5-1 Collecte des eaux usées	07
5-1-1- Système unitaire.....	07
5-1-2- Système séparatif.....	07
5-2 Epuration des eaux usées	07
5-2-1- Les principes d'élimination des différents composés.....	07
a)- La séparation physique.....	07
b)- Les transformations biologiques.....	07
c)- Les corrections chimiques	07
5-2-2- Station d'épuration des eaux usées (STEP).....	08
6- Caractéristique des eaux usées.....	08
6-1 Paramètre physique chimique.....	08
6-1-1 Température	09
6-1-2 La potentiel d'hydrogène (PH).....	09
6-1-3 La turbidité	09
6-1-4 Les matière en suspension (MES).....	09
6-1-5 La conductivité électrique (CE).....	10
6-1-6 La demande biochimique en oxygène (DBO5).....	10
6-1-7 La demande chimique en oxygène (DCO).....	11
6-1-8 La biodégradabilité	11
7- Rapport de DCO / DBO5	12
8- Les eaux usées en Algérie.....	12
9- Les traitements des eaux usées et leurs objectifs.....	13
10- Techniques de traitement des eaux usées.....	14
10-1 Le traitement préliminaire.....	14
a)- Dégrillage	14

b)- Dessablage	14
c)-Déshuilage dégraissage	14
10-2 Traitement primaire	15
10-2-1- Les traitements physico-chimique.....	15
10-3 Traitement secondaire ou biologique.....	16
a)- la voie anaérobie.....	16
b)- la voie aérobie	16
10-3-1- Boues activées.....	16
10-3-2- Lit bactérien	17
10-4 Traitement tertiaire.....	17
10-4-1- Traitement bactériologique par rayonnement UV.....	17
10-4-2- Traitement par voie physico-chimique.....	17
10-4-3- Traitement des odeurs.....	17

Chapitre II : Matériel et Méthodes

1-Représentation des Stations d'épuration	21
1-1 Station d'épuration de Khenchela.....	21
1-2-Station d'épuration de Guelma.....	23
1-3- Station d'épuration d' IBN ZIAD de Constantine :.....	24
2-Différentes étapes d'épuration des eaux usées de chaque station.....	26
A-Prétraitement dans les trois stations :.....	26
A-1- Dégrillage grossier.....	26
A-2- Séparation du sable et de la graisse.....	26
B-Traitement primaire des trois stations	27
.....	
C-Traitement secondaire (biologique).....	27
C-1-Bassin d'aération.....	27
C-2- Clarificateur secondaire.....	28
D-Traitement des boues.....	29
D-1-Epaississement des boues.....	29
D-2- déshydratation des boues.....	30
E-Evacuation de l'eau épurée.....	30
E-1- la désinfection (la chloration).....	30
Méthodes d'analyse.....	31

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

I) Paramètres physico-chimiques.....	32
1- Température	32
2- Le PH.....	33
3- Matières en suspension (MES)	33
II) Paramètres de la pollution organique	34
1- Demande biologique en oxygène DBO5.....	34
2- Demande chimique en oxygène DCO.....	35
3- Rapport DCO/DBO5.....	36
III) Paramètres de la pollution azotée.....	37
1- Nitrates et nitrites NO ₃ et NO ₂	37

2- Ammonium NH ₄	38
IV) Paramètres de la pollution phosphorée.....	40
V) Détermination du rendement d'épuration	41
1-Rendement de l'élimination des MES	41
2-Rendement de la DCO et de la DBO ₅	41
3-Rendement d'élimination de la pollution azotée	42
4-Rendement d'élimination de la pollution phosphorée	43
Conclusion générale	44
Référence bibliographique	46
Résumés	50

Liste des figures

Figure (1) :localisation géographique à l'Est Algérien

Figure (2) : Nature de la pollution des eaux

Figure (3) : Description générale de la chaine de traitement

Figure (4) : Schéma du prétraitement des eaux usées

Figure (5) : schéma du traitement biologique aérobie à boue activée.

Figure (5) : STEP de Khenchela (ONA.,2013)

Figure (6) : STEP de Guelma (ONA., 2013).

Figure (7) : Localisation de la station d'épuration de constantine

Figure (8) : Dégrillage grossier des 3 station

Figure(9) : Bassin Déshuileur des 2 station

Figure (10) :Bassin des sableur déshuileur de constantine

Figure (11) : Bassins d'aération des 3 stations

Figure (12) : Clarificateur secondaire des 3 stations

Figure (13) : schéma de recirculation des boues activés

Figure (14) : Epaissement des boues des 3 stations

Figure (15) : déshydratation des boues des 3 stations

Figure (16) : Variation de la température des eaux brutes et traitement des trois stations

Figure (17) : Variation de pH des eaux brutes et traitement des trois stations

Figure (18) : Variation de MES des eaux brutes et traitement des trois stations

Figure (19) : Variation de DBO₅ des eaux brutes et traitement des trois stations

Figure (20) : Variation de DCO des eaux brutes et traitement des trois stations

Figure (21) : Variation de DCO/DBO₅ avant le traitement.

Figure (22) : Variation de NO₃ et NO₂⁻ des eaux brutes et traitement des trois stations

Figure (23) : Variation de NH₄ des eaux brutes et traitement des trois stations

Figure (24) : Variation de PO₄ des eaux brutes et traitement des trois stations

Figure (25) : Rendement de l'élimination des MES

Figure (26) : Rendement de l'élimination des DBO₅

Figure (27) : Rendement de l'élimination des DBO₅

Figure (28) : Rendement de l'élimination des NO₃

Figure (29) : Rendement de l'élimination des PO₄

Liste des abréviations

C E : Conductivité électrique

DBO : la demande biochimique en oxygène.

DBO5 : la demande biochimique en oxygène après 5 jours à l'abri de la lumière.

DCO : la demande chimique en oxygène.

MES : matières en suspension.

NG : gélose nutritive.

NH4 : l'azote ammoniacal.

NO3: l'azote des nitrates.

NO2: l'azote des nitrites.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

OPO4 : l'orthophosphate.

O2 : oxygène dissous.

PH : potentiel d'hydrogène.

STEP: station d'épuration

T(°C): la température.

Introduction générale

L'eau ne peut être considérée comme un simple produit commercial, elle doit être classée comme un patrimoine universel qui doit être protégée, défendue et traitée comme tel. Elle est une ressource vitale pour l'homme, sa survie, sa santé, son alimentation ; elle l'est également pour ses activités agricoles, économiques et la qualité de son environnement en dépend étroitement.

L'eau est une denrée de plus en plus rare en Algérie et de moins en moins renouvelable. Elle fait actuellement l'objet d'une exploitation concurrentielle entre les besoins de la population, ceux de l'agriculture et de l'industrie qui se disputent une disponibilité limitée. Cependant, elle est le réceptacle universel de tout type de pollution.

Les contaminants sont de nature diverses et variées : physiques (limpidité altérée, température modifiée), chimiques (nitrates, métaux et autres micropolluants), organiques (entraînant une sur consommation d'oxygène indispensable à la vie aquatique) et microbiologiques avec l'introduction de germes pathogènes (bactéries, virus, parasites). Mais pratiquement la quasi totalité des contaminations ont pour cause l'activité humaine (domestique, industrielle, agricole...).

L'épuration des eaux usées par d'épuration le différent procédé consiste à produire une eau usée épurée qui peut être réutilisée en secteur agricole ou rejetée dans la nature sans effet nocif sur les sols, les plants et l'être humain donc sur l'environnement.

Le traitement ou l'épuration des eaux usées est indispensable, ayant 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 forme d'un petit volume de résidus (boues), et de rejeter une eau épurée répondant à des normes bien précises, et cela grâce à des procédés physicochimiques et biologiques.

Pour répondre aux besoins des petites collectivités ayant des contraintes techniques et Financières leur interdisant les systèmes techniques d'épuration classiques, on a vu apparaître un système d'épuration rustique cette technique alternative utilise les lits filtrants plantés de plantes appelé macrophytes. En Algérie, cette technique d'épuration, par filtres plantés, a fait son apparition que tardivement.

L'intérêt porté par les pouvoirs publics algériens au traitement des eaux usées s'est manifesté par l'allocation de crédits importants à la réalisation de stations d'épurations qui sont en nombre d'une centaine déjà réalisées ou en voie de réalisation. En effet, ce n'est qu'en 2004 que le ministère des ressources en eau a procédé à la mise en place d'un système expérimental d'épuration des eaux usées basé sur un procédé naturel.

Les objectifs de ce travail est de la connaissance de la qualité de l'eau usée brute et traitée par des analyses physico-chimiques et l'étude comparative de fonctionnement des stations d'épuration (STEP) de Khenchela, (STEP) de Guelma et (STEP) de Constantine.

Ce mémoire est composé des chapitres suivants :

- ✚ Chapitre I : Généralités sur les eaux usées et les paramètres physico-chimiques et les procédés d'épuration des eaux usées.
- ✚ Chapitre II : Présentation des STEP Constantine, Guelma et Khenchela.
- ✚ Chapitre III : le matériel, méthodes d'analyse, les résultats et les discussions

Enfin, nous terminons notre étude par une conclusion générale où sont récapitulés les principaux résultats obtenus

Généralités sur les eaux usées

1-Définition des eaux usées :

Ramade (2000) définit les eaux usées comme étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout.

Les eaux usées regroupent les eaux usées domestiques (les eaux vannes et les eaux ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). (**Baumont et al., 2004**).

1-1 Origine des eaux usées :

D'après **RODIER et al (2005)**, On peut classer comme eaux usées, les eaux d'origine urbaines constituées par des eaux ménagères (lavage corporel et du linge, lavage des locaux, eaux de cuisine) et les eaux vannes chargées de fèces et d'urines ; toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée par les eaux de lavage de la voirie et les eaux pluviales. Peuvent s'y ajouter suivant les cas les eaux d'origine industrielle et agricole. L'eau, ainsi collectée dans un réseau d'égout, apparaît comme un liquide trouble, généralement grisâtre, contenant des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables. En plus des eaux de pluies, les eaux résiduaires urbaines sont principalement d'origine domestique mais peuvent contenir des eaux résiduaires d'origine industrielle d'extrême diversité. Donc les eaux résiduaires urbaines (ERU) sont constituées par :

- Des eaux résiduaires ou eaux usées d'origine domestique, industrielle et/ou agricole
- Des eaux pluviales ou de ruissellement urbain

1-1-1 Les eaux usées domestiques :

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales), dans le système dit « tout-à-l'égout » (**Baumont et al., 2004**).

Les eaux usées domestiques contiennent des matières minérales et des matières organiques. Les matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.) et les matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses (formés de

Carbone, oxygène et hydrogène, mais aussi d'azote et, dans certains cas, d'autres corps tels que soufre, phosphore, fer, etc.) (Vaillant, 1974).

1-1-2 Les eaux industrielles :

Elles peuvent, elles aussi, constituer la cause 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, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus, métaux lourds, etc.). En outre, lorsque le système d'assainissement est dit " unitaire", les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques. En cas de fortes précipitations, les contraintes de préservation des installations d'épuration peuvent imposer un déversement (délestage) de ce " mélange" très pollué dans le milieu naturel.

Enfin dans les zones urbaines, les surfaces construites rendent les sols imperméables et ajoutent le risque d'inondation à celui de la pollution. (Anonyme 1, 2008).

1-1-3 - Les eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues. (Metahri , 2012)

1-1-4 - Les eaux pluviales :

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues où sont accumulées polluants atmosphériques, poussières, détritiques, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules. Les eaux de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique. (Metahri , 2012)

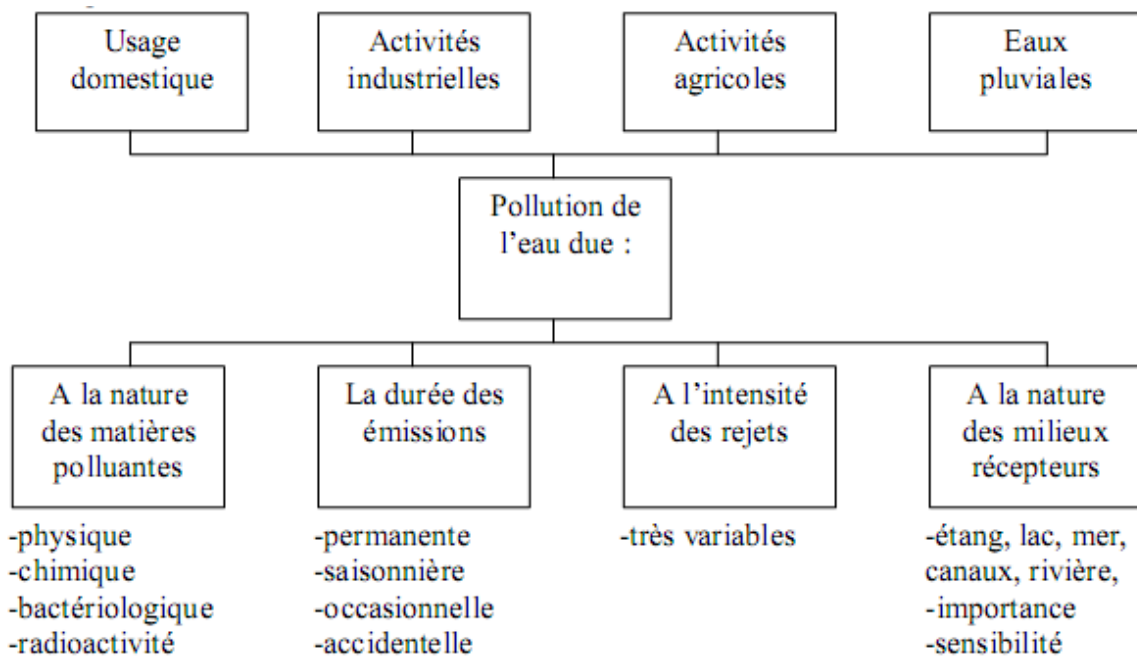


Figure 1 : Nature de la pollution des eaux.

2- Définition de la pollution des eaux :

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation douteuse et ou perturbe l'écosystème, elle peut concerner les eaux superficielles et ou les eaux souterraines (Mekkaoui et Hamdi, 2006).

2-1 La pollution des eaux brutes :

La ressource en eau est exposée à plusieurs types de pollutions :

- pollution chimique (chronique, accidentelle, ou diffuse)
- Pollution biologique par des virus et des bactéries pathogènes.

2-2 La pollution chimique :

Il peut y avoir d'abord une pollution chimique chronique des cours d'eau et des nappes. Elle a des origines diverses, notamment :

- l'insuffisance ou l'absence de certaine station d'épuration.
- L'absence des réseaux d'assainissement dans certaines zones ;
- Le lessivage des sols, mais aussi des chaussées et des toits par les pluies.

- Le rejet d'effluent par les industries.

La pollution chimique accidentelle résulte du déversement accidentel de produits toxiques dans le milieu naturel (**Anonyme 2, 2008**).

2-3 La pollution biologique :

C'est une pollution d'origine humaine et animale ; elle est engendrée par les rejets urbains. Elle est dangereuse surtout s'il y a dans l'eau des microorganismes pathogènes qui peuvent être à l'origine des maladies infectieuses. (**Ladjel et Bouchefer, 2004**).

3- composition des eaux usées :

Les eaux usées se composent de matières dissoute et en suspension et de divers microorganismes.

3-1 les microorganismes :

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales.

Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes l'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupe : (les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes.)

4-Les déversements d'eaux usées dans le milieu naturel :

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

***La nécessité de l'épuration :**

Ce qui précède démontre la nécessité de l'épuration des eaux usées et des eaux résiduaires industrielles. Les caractéristiques d'une station d'épuration et le degré de traitement doivent être tels que l'effluent n'altère pas l'état du milieu récepteur dans

une mesure incompatible avec les exigences de l'hygiène et de la salubrité publique et, d'une façon générale, avec les exigences des diverses utilisations ou activités (alimentation en eau des hommes et des animaux, utilisation agricole ou industrielles, production piscicole ou production de coquillages, navigation, baignades et autres activités sportives) (Xanthoulis, 1993).

5-Collecte et épuration des eaux usées :

5-1-Collecte des eaux usées :

Les deux principaux systèmes de collecte utilisés en assainissement collectif sont des systèmes à fonctionnement continu :

5-1-1 Système unitaire : Où les eaux usées et les eaux pluviales sont reçues dans une même et unique canalisation.

5-1-2 Système séparatif : Comportant deux réseaux de canalisations différents l'un pour les eaux pluviales, et l'autre de dimensions plus réduites, pour les eaux usées.

5-2-Épuration des eaux usées :

Le but des différents traitements est de diminuer suffisamment la quantité de substances polluantes contenues dans les eaux usées pour que l'eau finalement rejetée dans le milieu naturel ne dégrade pas ce dernier (Imane.j, 2006)

5-2-1- Les principes d'élimination des différents composés :

Les eaux usées sont habituellement un milieu complexe chargé de matières présentes sous différentes formes : « Physique, Chimique, Biologique » .

*** La séparation physique :**

Repose sur le principe de la séparation des éléments solides de la phase liquide. Cette séparation selon, la taille, la densité des éléments solides, est réalisée par des dispositifs simples de criblage ou en utilisant un processus de décantation physique, sédimentation ou flottation.

*** Les transformations biologiques :**

Lorsque les éléments sont présents sous forme solubles ou lorsque leur taille ne leur permet pas d'être piégés par les prétraitements physiques, on utilise le plus souvent un traitement biologique. Il permet de faire passer des éléments présents sous forme solubles ou colloïdales en éléments flocculés et de constituer des agrégats que l'on peut de nouveau séparer de la phase liquide (Gray et al., 1992).

*** Les corrections chimiques :**

Elles sont utilisées pour la transformation de certains éléments en particules séparables de la phase liquide ou également pour l'élimination de microorganismes (désinfections).

5-2-2 Station d'épuration des eaux usées (STEP) :

Installation permettant la dépollution des eaux usées urbaines domestiques. Après accord certaines entreprises peuvent se raccorder à ce réseau. Mais cela peut poser problème :

- Le passage en STEP des effluents non domestiques peut parfois être inefficace pour le traitement de certaines pollutions caractéristiques qu'ils entraînent. C'est notamment le cas pour les micro-polluants organiques et minéraux : le milieu naturel est aussi pollué en aval que s'il n'y avait pas eu de passage en STEP et cela génère un problème de valorisation des boues. Par contre, les capacités de traitement des STEP sont par exemple adaptées aux effluents du secteur agroalimentaire. (Soror ;2012)

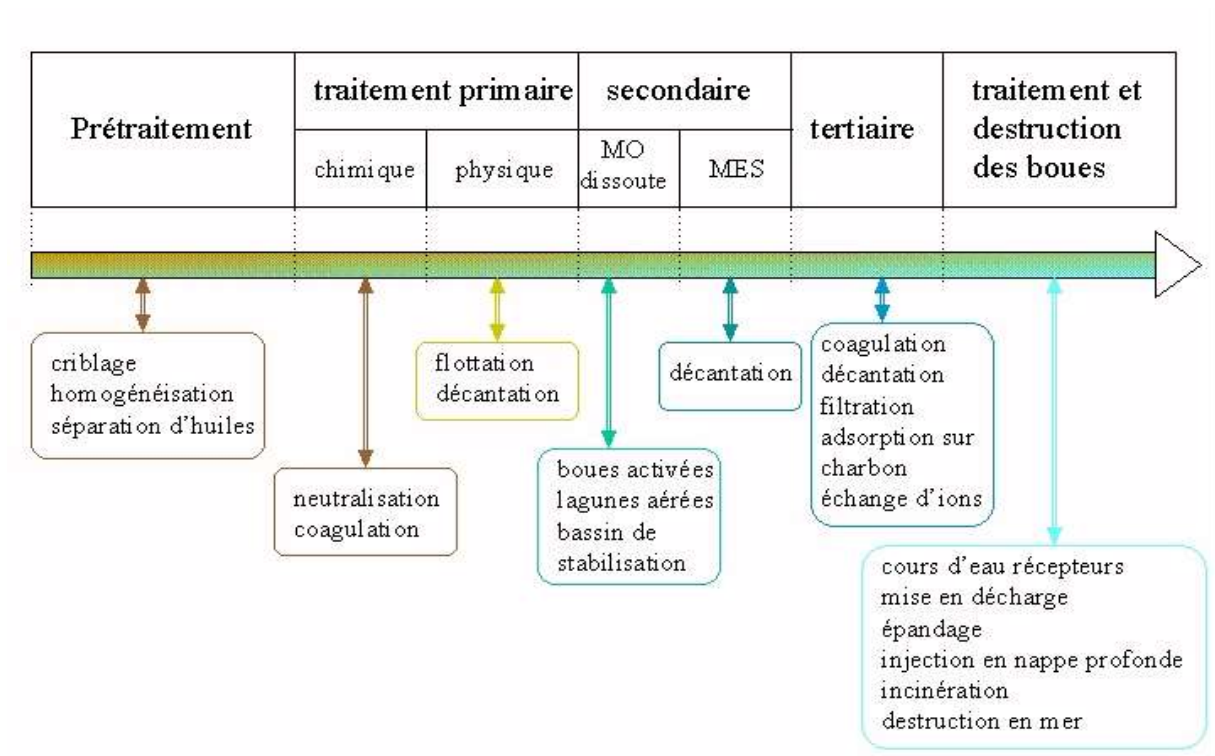


Figure 2 : Description générale de la chaîne de traitement

6- Caractéristique des eaux usées :

6-1 Paramètres physico-chimique :

Ils résultent de l'introduction dans un milieu des substances conduisant à son altération se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur. La mesure de ces paramètres se fait au niveau des rejets à l'entrée et à la sortie des usines de traitement et dans les milieux naturels. (METAHRI , 2012)

6-1-1 La température :

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique) elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32⁰ C par contre, elle est fortement diminuée pour de température de 12 a 15⁰ C et elle s'arrête pour des températures inférieurs a 5⁰ . (Bollags JM 1973 ; Rodier et al,2005) .

6-1-2 La potentiel d'hydrogène (PH) :

Les organismes sont très sensibles aux variations du PH et un développement correct de la faune et la flore aquatique n'est possible que si sa valeur si sa valeur est comprise entre 6 et 9.

L'influence du PH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution biodisponible et donc leur toxicité. Le PH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de PH comprises entre 7,5 et 9.

6-1-3 La turbidité :

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau.

6-1-4 Les matières en suspension (MES) :

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. (METAHRI, 2012)

Les MES s'expriment par la relation suivante :

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

Les matières volatiles en suspension (MVS)

Elles représentent la fraction organique des MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS en (mg/l) d'une eau

Les matières minérales (MMS)

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau sus des sel, c'est-à-dire son « extrait sec » constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc.

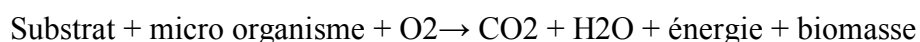
L'abondance des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit-la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la réaération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène (Duguet et al, 2006).

6-1-5- La conductivité électrique (CE)

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité del'eau). La conductivité s'exprime en micro Siemens par centimètre et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (REJSEK, 2002). Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500 $\mu\text{Sm}/\text{cm}$, la prolifération de microorganismes peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire.

6-1-6- La demande biochimique en oxygène (DBO5)

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. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesurer, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours ; c'est la DBO5. Elle se résume à la réaction chimique suivante :



6-1-7- La demande chimique en oxygène (DCO)

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium à 150°C. Elle est exprimée en mg O₂/l. La valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine (Suschka. J et Ferreira. E, 1986).

Généralement la valeur de la DCO est :

DCO = 1.5 à 2 fois DBO Pour les eaux usées urbaines

DCO = 1 à 10 fois DBO Pour tout l'ensemble des eaux résiduaires

DCO > 2.5 fois DBO Pour les eaux usées industrielles

La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO₅ et la DCO est donnée par l'équation suivante :

$$MO = (2 DBO_5 + DCO)/3$$

6-1-8-La biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux .

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que, $K = DCO / DBO_5$:

si $k < 1,5$: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradable.

si $1,5 < K < 2,5$: cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradable.

Si $2,5 < K < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradables.

Si $K > 3$: les matières oxydables sont non biodégradables.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteurs de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures ... etc.

La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, si non on applique un traitement physico chimique

7-Rapport de DCO/DBO5 (Rodier ,1996) :

Les matières présentes sont caractérisées d'une part selon qu'elles sont des solides en suspension (matières en suspension – MES) ou qu'elles sont oxydables, soit par un oxydant chimique (demande chimique en oxygène – DCO), soit naturellement grâce aux processus biochimiques naturels, c'est-à-dire biodégradables (demande biochimique en oxygène – DBO). La DBO est mesurée de façon standardisée sur 5 jours, d'où l'appellation DBO5.

En moyenne, par habitant et par jour, on compte :

90 g de matières en suspension (MES), 60 g de DBO5, 120 g de DCO, 15 g d'azote total et 4 g de phosphore total. Le rapport moyen DCO/DBO d'eaux usées domestiques varie typiquement de 1,5 à 2,5

Le rapport DCO/DBO5 est l'indice de la biodégradabilité en milieu liquide d'un effluent. Il caractérise son aptitude à un traitement biologique

8- les eaux usées en Algérie :

Dans le domaine de l'épuration des eaux usées, les efforts entrepris, par l'Algérie, durant la décennie en cours, et notamment les cinq dernières années (**Rouissat, 2010**), ont permis d'enregistrer des améliorations remarquables, il construit le deuxième axe de la stratégie de l'état Algérienne pour assurer la disponibilité de l'eau. Tous les efforts engagés, tant sur le plan des investissements, que sur le plan institutionnel et organisationnel, s'articulaient autour du développement de cette ressource afin de relever les défis et être en harmonie avec les objectifs du millénaire dans le secteur de l'eau. Toutefois, les systèmes d'aménagements hydrauliques sont souvent très complexes et dépendant d'un ensemble de paramètres et critères. La fiabilité, la performance, l'économie, le fonctionnement ainsi que l'amortissement des aménagements hydrauliques ne sont pas liés uniquement à la réussite intrinsèque des projets eux-mêmes.

La gestion intégrée des eaux usées épurées en Algérie, désormais institutionnellement reconnue comme un modèle de partenariat public-privée, est la meilleure approche pour

une mise en valeur et une gestion efficace et durable des eaux usées épurées, face à des demandes en eau en augmentation.

En Algérie, la population était de 23 millions en 1987, et sera de 46 millions en 2020 (ANBT, 2008), soit une consommation en eau potable et industrielle de l'ordre de 6 milliards de m³/an, alors que la mobilisation réelle, à l'époque, était à peine de 3 milliards de m³. Cela signifie qu'il fallait mobiliser, uniquement pour ces deux secteurs, 3 milliards de m³ supplémentaires, sans inclure les eaux d'irrigations ni les fuites dans les conduites, soit au total 10 milliards de m³ d'eau, un réel défi à relever mais surtout une stratégie et une politique à définir notamment l'épuration des eaux usées.

En matière d'assainissement et d'épuration des eaux, l'Algérie disposait jusqu'en 2000, de 48 stations d'épuration pour un volume épuré de 200 millions de m³. Le volume rejeté, à l'époque était de 600 millions de m³. Il passera en 2020 à 1.15 milliards de m³ (Rouissat, 2006).

Tableau 1 : Évolution des volumes d'eaux usées rejetées en Algérie

Type d'agglomération	Volume d'eaux usées rejeté (Hm ³)			
	1995	Taux (%)	2020	Taux (%)
Côtières	169	31	282	25
Amont barrages	48	09	122	11
Proximité des périmètres	62	11	143	12
Autres	149	27	352	30
> 20 000 < 50 000 hab	122	22	251	22
Total	550	100	1 150	100

Malgré le nombre important des stations d'épuration, la moitié étaient à l'arrêt ou fonctionnaient avec des rendements trop faibles générant ainsi de multiples sources de nuisance quant à l'environnement et aux infrastructures à l'aval.

Les capacités nationales de traitement des eaux usées sont passées de 90 millions de mètres cubes en 1999 à 350 millions de mètres cubes actuellement. Elles atteindront 600 millions en 2010 avec la réception des projets en cours de réalisation, soit plus de 86% du volume actuel des eaux usées, qui est de 750 millions de m³ (Kéttab, 2001).

9- Les traitements des eaux et leurs objectifs :

Le traitement des eaux usées permet d'atteindre un double objectif:

- Epurer les eaux;
- Valoriser les eaux et les boues (**Ladjel et Bouchefer, 2004**).

Ainsi, une partie des eaux épurées seront utilisées pour régénérer les eaux et l'autre partie pour l'agriculture. La réutilisation des eaux épurées et des boues sous forme d'une valorisation en agriculture devient indispensable.

En effet, l'agriculture dans les environs d'Alger ne peut être pratiquée de manière productive que sous condition d'une irrigation et elle souffre gravement de la pénurie en eau.

L'eau prélevée dans la nappe souterraine est surexploitée car elle est utilisée pour l'irrigation agricole et l'alimentation en eau potable. En conséquence, la réutilisation des eaux épurées offrirait une ressource en eau d'irrigation très importante en volume et pratiquement constante au cours de l'année.

En outre, les eaux épurées contiennent des éléments assimilables par les cultures et leur utilisation permettrait de réduire les apports d'engrais (**Ladjel et Bouchefer, 2004**).

10- Techniques de traitement des eaux usées :

Les stations d'épuration des eaux résiduaires, indépendamment du type de traitement, réduisent la charge organique et les solides en suspension et enlèvent les constituants chimiques des eaux usées qui peuvent être toxiques aux récoltes ainsi que les constituants biologiques (microbes pathogènes) qui concernent la santé publique en général.

Les différents degrés de traitements conventionnels sont :

10-1 Le traitement préliminaire :

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

a) Dégrillage :

Il permet de séparer les matières volumineuses, Son principe est extrêmement simple, puisqu'il consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux varie de 10 à 100 mm. Le nettoyage des grilles est réalisé généralement de façon automatique par un dispositif mécanique agissant en amont ou en aval du champ de la grille. La figure 4 représente une grille mécanique courbée à nettoyage en amont (**Boeglin., 2002**).

b) Dessablage :

Il débarrasse les eaux usées des sables et des graviers par sédimentation. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables récupérés sont essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés, selon la qualité du lavage.

c) Déshuilage dégraissage :

Le déshuilage-dégraissage se rapporte à l'extraction de toutes les matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau.

Les huiles et graisses, lorsqu'elles ne sont pas émulsionnées, sont séparées sous forme de boues flottantes dans des ouvrages comportant une zone d'aération où les bulles d'air augmentent la vitesse de montée des particules grasses et une zone de tranquillisation où s'effectue la récupération.

Le plus souvent, le dessablage et de déshuilage sont combinées dans un même ouvrage, muni d'un pont roulant sert simultanément à racler dans le fond les matières déposées et à écrémer en surface par pompe suceuse les matières flottantes.

La Figure 3 représente un Ouvrage de dessablage-déshuilage combinés (**Boeglin., 2002**).

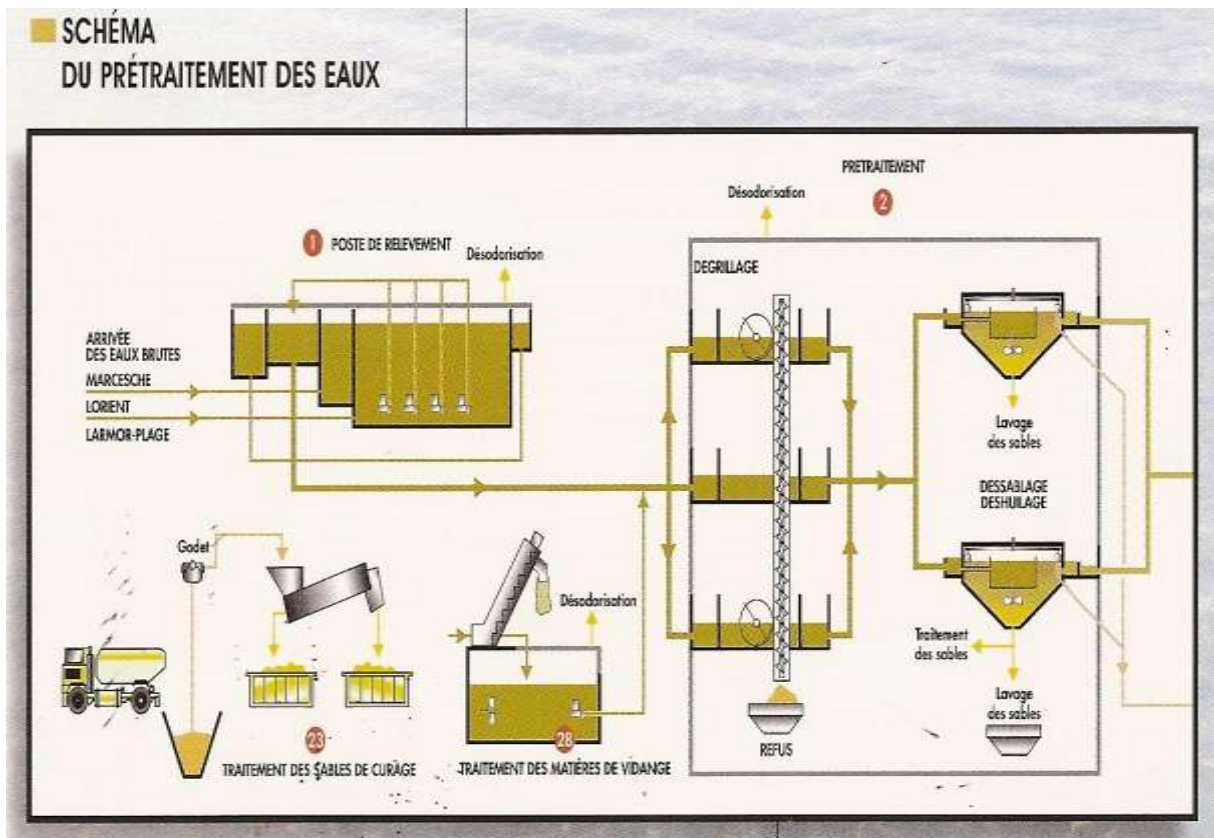


Figure 3 : schéma du prétraitement des eaux usées

10-2 Traitement primaire :

La décantation primaire permet d'alléger les traitements biologiques ou chimiques ultérieurs, en éliminant une partie des solides en suspension. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation). La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1,2 m/h, 40 à 60 % des MES, soit 10 à 30 % des virus, 50 à 90 % des helminthes et moins de 50 % des kystes de protozoaires (**Faby, 1997**).

Selon (**FAO, 1992**) approximativement 25 à 50% de la demande biologique en oxygène (DBO5), 50 à 70% du total des solides en suspension (SS) et 65% des graisses et huiles sont éliminés par décantation primaires.

10-2-1 Les traitements physico-chimiques :

Ils sont généralement utilisés dans les stations d'épuration de grande capacité, ou dans celles ayant à faire face à de grandes variations de charge dans l'année (zone touristique). Ils comportent classiquement deux phases : une phase de coagulation par des sels de fer ou d'aluminium, puis une floculation des colloïdes formés. La séparation du floc a lieu pendant la phase de clarification (décantation secondaire). Les traitements physico-

chimiques permettent un bon abattement des virus. Cependant, leur utilisation, et notamment le dosage de sels de fer et d'aluminium, n'est pas toujours bien optimisée, sinon maîtrisée. Il y a donc un risque de surcoût lié à une mauvaise utilisation, voire un risque environnemental (Asano, 1998).

10-3 Le traitement secondaire ou biologique :

Enlèvement des matières organiques solubles et des matières en suspension des eaux usées traitées primaires (FAO, 2003).

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

* **a- la voie anaérobie** : si les réactions s'effectuent à l'abri de l'air, en milieu réducteur. Le carbone organique, après dégradation, se retrouve sous forme de CO₂, méthane et biomasse. Ce type de traitement appelé « digestion anaérobie » n'est utilisé que pour des effluents très concentrés en pollution carbonées, de type industriel (basserie, sucrerie, conserverie ...)

* **b- la voie aérobie** : si l'oxygène est associé aux réactions. Cette voie est celle qui s'instaure spontanément dans les eaux suffisamment aérées. Le carbone organique se retrouve sous forme de CO₂ et de biomasse (Dégrémont., 1972).

L'épuration biologique des eaux usées peut être mise en œuvre dans les micro-organismes se développent en suspension dans l'eau (boues activées), ou encore dans réacteurs à biomasse fixée dans lesquelles les micro-organismes se développent sur un support grossier ou sur garnissage plastique (lit bactériens), sur de disque (disques biologiques).

10-3-1 boues activées :

L'épuration biologique des eaux usées par le procédé des boues activées repose sur l'activité d'une culture bactérienne aérobie, maintenue en suspension dans un ouvrage spécifique alimenté par l'effluent à traiter et appelé bassin d'aération. Le développement des boues est assuré par un brassage, formé surtout par l'oxygène nécessaire aux réactions de minéralisations. L'oxygène est fourni artificiellement soit par insufflation d'air au sein du liquide, soit par un procédé mécanique d'agitation de fond et de surface. (Canler, 1999)

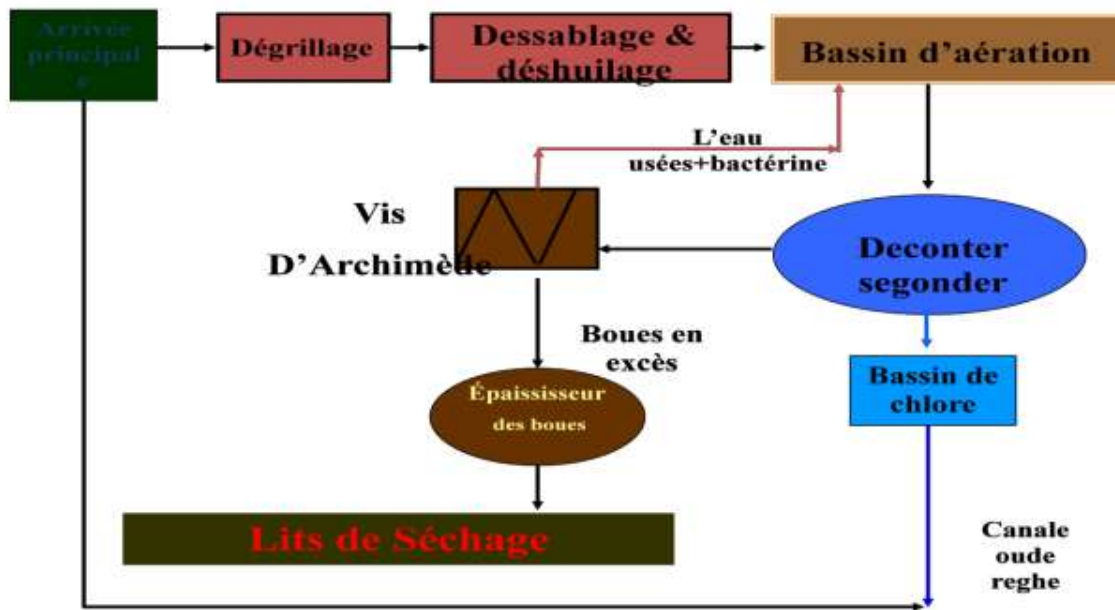


Figure 4: schéma du traitement biologique aérobie à boue activée.

10-3-2 Lit bactérien :

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs.

Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la DBO5 .

10-4 Traitement tertiaire :

A l'issue des procédés décrits précédemment, les eaux sont normalement rejetées dans le milieu naturel. Dans le cadre d'une réutilisation des eaux usées épurées (REUE), les eaux

usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les micro-organismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires. Ce ne sont pas des traitements d'épuration « classiques » (mis à part le lagunage) ; par contre ils sont fréquemment utilisés dans les usines de production d'eau potable (Edline, 1996).

10-4-1 Traitement bactériologique par rayonnement UV :

Le traitement par rayons ultraviolets utilise des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes. Ce traitement est très simple à mettre en œuvre, car il n'y a ni stockage, ni manipulation de substances chimiques et les caractéristiques chimiques de l'effluent ne sont pas modifiées. La durée d'exposition nécessaire est très courte (20 à 30 s).

10-4-2 Traitement par voie physico-chimique :

Le traitement tertiaire inclut un ou plusieurs des processus suivants:

- désinfection par le chlore ou l'ozone (pour éliminer les germes pathogènes).
- neutralisation des métaux en solution dans l'eau : en faisant varier le pH de l'eau dans certaines plages, on obtient une décantation de ces polluants.

10-4-3 Traitement des odeurs :

Les premières phases du traitement, le dégrillage, le dessablage/déshuilage et la phase anaérobie du traitement biologique sont généralement confinées dans des bâtiments plus ou moins étanches afin que les mauvaises odeurs ne se répandent pas dans l'environnement de la station. Ce qui provoquerait des nuisances olfactives inacceptables par les riverains. Cet air nauséabond est collecté et traité. Il passe par trois tours de lavage : une d'acide sulfurique (H₂SO₄), une de Javel et une de soude. (ALLOUCHE F 1990).

Chapitre II : matériel et méthode

1- Représentation des Stations d'épuration :

Le choix des stations a été fait selon les données disponibles, qui ont été homogènes pour les 3 sites.



20 km
Echelle

La figure représente leur localisation géographique à l'Est Algérien.

Dans cette partie on va présenter les caractéristiques du climat et d'infrastructures des trois stations d'épuration.

1-1 Station d'épuration de Khenchela :

La Wilaya de Khenchela est située au Nord de l'Algérie, au Sud-est de Constantine, et au contrefort du mont des Aurès entre $34^{\circ} 06' 36''$ et $35^{\circ} 41' 21''$ latitudes Nord ; et entre $06^{\circ} 34' 12''$ et $07^{\circ} 35' 56''$ longitudes Est. Sa superficie est de $9\,811\text{ km}^2$.

La wilaya compte une population de 467 954 habitants. (Estimation 2010) avec une densité de 48 hab/km^2 .

La région se caractérise par trois climats :

- Un climat très rude en hiver, modéré en été dans les régions montagneuses centrales.
- Un climat modéré en hiver, chaud et sec en été dans les steppes sahraouies du sud.
- Un climat très froid en hiver, sec en été dans les hautes steppes au nord. Cette diversité climatique a donné à la wilaya un penchant naturel multiple conférant des spécificités touristiques non négligeable.

Le système d'assainissement de la ville de Khenchela est constitué d'un réseau de collecteurs du type unitaire, de profondeur de 2 à 3 m. Ces collecteurs sont en béton armé de diamètre de 1250 – 1500 mm et dimensionnés pour qu'ils puissent transporter le débit maximum journalier des eaux usées.

Auparavant les eaux usées de la ville de Khenchela étaient rejetées sans épuration par deux collecteurs à écoulement gravitaire dans la vallée d'Oued Boughaguel.

A l'heure actuelle, les eaux usées urbaines sont évacuées vers une station d'épuration située à 2,5 Km au nord de Khenchela dont les caractéristiques générales sont :

- La surface de la station : 8 hectares.
- Type de station : boues activées à faible charge.
- Capacité de station : 23000m³/j pour 192000 équivalent / habitant.
- Milieu récepteur : oued de Boughouguel.
- Mise en service : 20 /10 /2008.

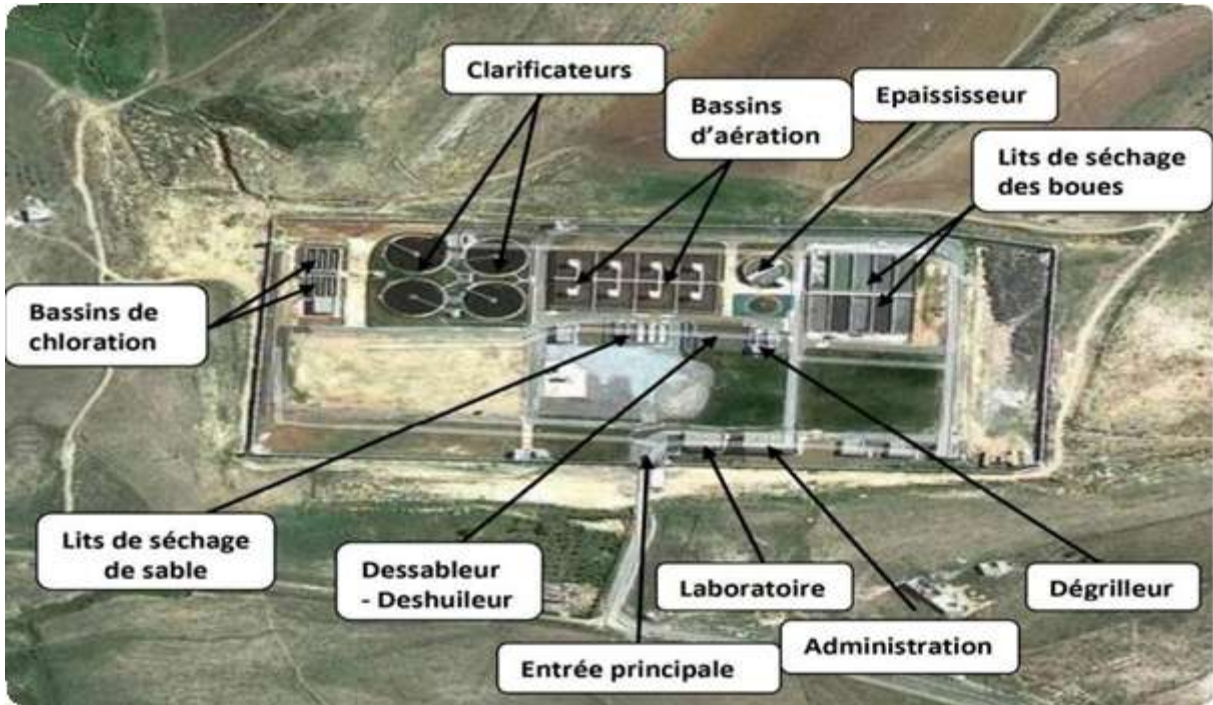


Figure 5 : Equipements de la station de Khenchela (ONA, 2013)

1-2-Station d'épuration de Guelma :

La station d'épuration de Guelma a été créée en 2008 et occupe un terrain agricole de 8 ha. Elle se situe à 1 km environ au Nord de la ville sur le flanc droit de la vallée développée par l'Oued Seybouse et sur la route nationale N° 21 menant à Annaba à la sortie de l'agglomération (ONA, 2011).

Les responsables de la station se fixent comme objectif l'épuration de 43 388 m³/j d'eaux usées de la ville de Guelma qui sont collectées par deux stations de relevage, l'une se trouvant au niveau de la cité Ghehdour : point de rejet de Oued Lemaïz avec un débit de 1575 m³ /h, et la seconde au niveau du point de rejet de Oued Skhoun (son débit est de 1125 m³/h) (Dadci, 2008).

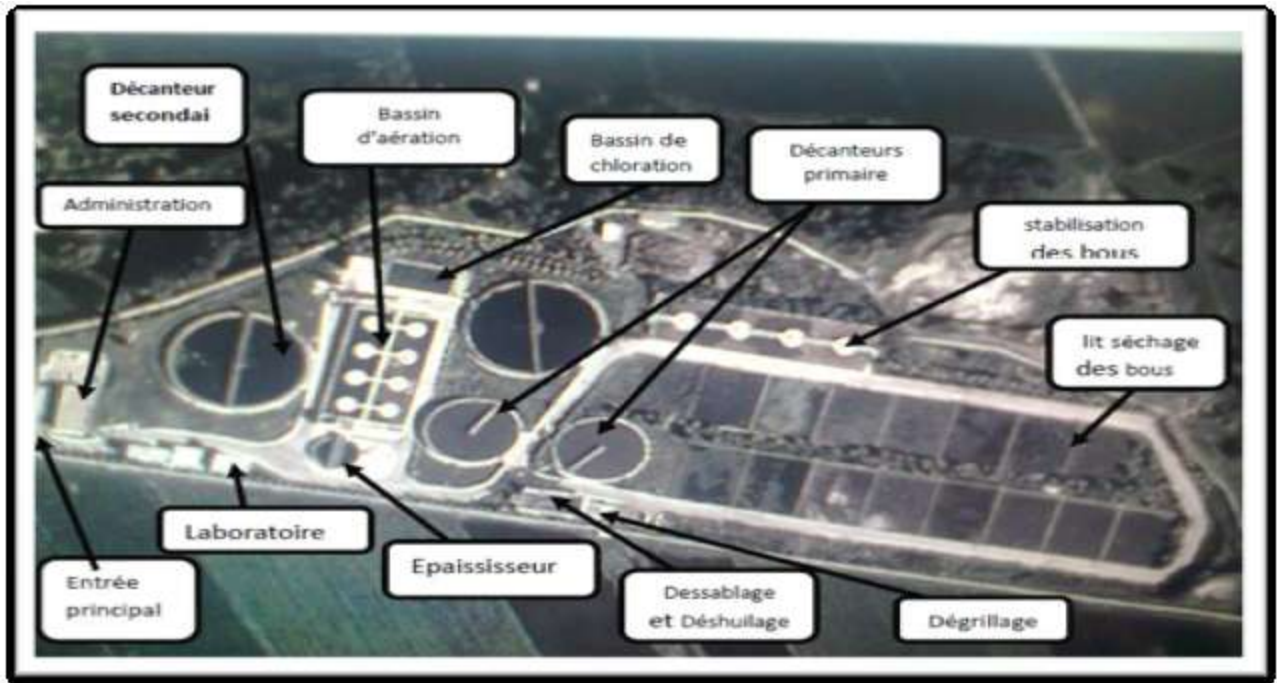
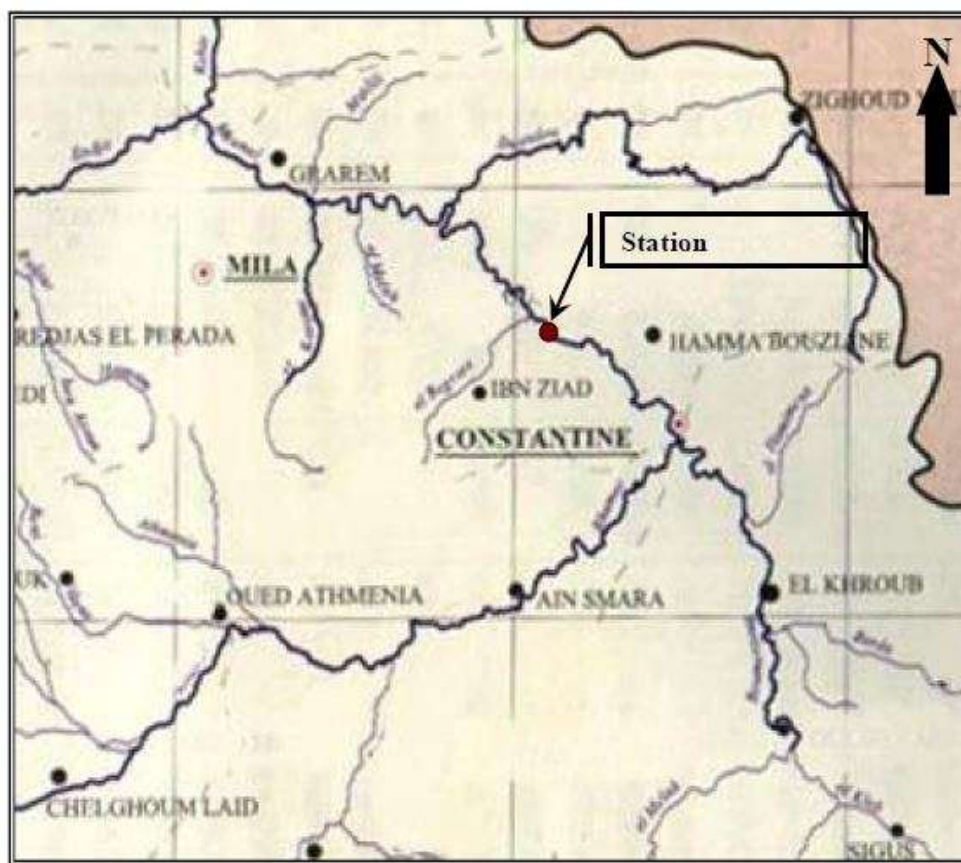


Figure 6 :STEP de Guelma (ONA., 2013).

Le rejet de la STEP se déverse directement dans l'Oued Seybouse situé en contre bas de la station d'épuration à 331 m de distance, les effluents sont acheminés jusqu'à l'Oued par une canalisation de rejet. (STEP Guelma, 2003).

1-3- Station d'épuration d' IBN ZIAD de Constantine :

La station d'épuration des eaux usées d'Ibn Ziad est située à 12 km de la ville de Constantine, dans la daïra de Hamma Bouziane, sur la route de Mila. Elle s'étend sur une superficie de 12 Hectares Fig (7). Elle se localise entre 6° 30 et 6° 45 Nord et entre 36° 15 et 36° 30 Est. Elle se trouve au nord de la Mechtat Ouldjet el Cadi, en bas de la route nationale N°2



Source : Les cahiers de l'agence, n°2 2001



Figure 7 : Localisation de la station d'épuration de constantine

2-Différentes étapes d'épuration des eaux usées de trois stations:

A-Prétraitement dans les trois stations :

Les opérations consistent à débarrasser les eaux usées des polluants solides les plus grossiers (dégrillage, dégraissage et dessablage). Ce sont de simples étapes de séparation physique.

A-1- Dégrillage grossier :

-Dans la station de kenchela le Dégrillage grossier manuel et en a Quatre dégrilleurs mécanisés
-et le Dégrillage grossier dans la station de Guelma présenté dans la figure ci-dessous.

- dans la station de constantine le Dégrillage grossier par grilles avec râteau manuel.
Dégrillage

moyen par grilles avec râteau manuel dans le canal des boues activées .



Figure 8 : dégrillage grossier des 3 stations

A-2- Séparation du sable et de la graisse

-a la station de kenchela , Deux dessaleurs-déshuileurs, rectangulaires avec aération immergés et pompes de reprise des sables, et égouttoir à graisses; Six lits de sable;

- Dans la STEP de Guelma les effluents dégrillés sont ensuite admis dans des canaux parallèles pour subir une élimination combinée des graisses et des sables, éléments perturbateurs du traitement aval.

-Dans la STEP de constantine Le sable et la graisse sont éliminés des eaux usées dans un canal aéré à écoulement en spirale et à double compartiments, les deux moitiés du canal fonctionnent ensemble et en parallèle

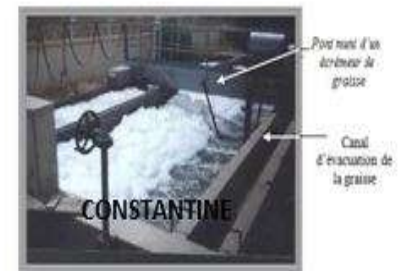


Figure 9 : Bassin Déshuileur des 2 station

figure 10 :Bassin des sableur déshuileur

B-Traitement primaire :

- dans les stations khenchela et constantine cette étape est absente
- dans la step de guelma: Après le prétraitement, il reste dans l'eau une charge polluante dissoute et des matières en suspension La décantation est une séparation physique obtenue en laissant se déposer, par simple gravité, des matières décantables contenues dans les eaux usées.

Les effluents prétraités sont orientés vers les décanteurs primaires.

C-Traitement secondaire (biologique)

C-1- Bassins d'aération

- dans la station de khenchela Les eaux décantées sont mises en contact avec une culture biologique, appelée « boue activée », riche en micro-organismes qui vont assurer l'élimination de la pollution biodégradable présente aération est strictement prolonge dans la STEP de khenchela
- Dans la STEP de guelma cette aération est assurée par huit turbines de surface. Ces dispositifs ont une fonction double, aération et brassage des boues activées
- dan la step de constantine Traitement biologique dans des réservoirs aérés à boues activées Les boues activées sont ajoutées à chaque partie et le mélange s'écoule dans les unités d'aération. Quatre bassins d'aération fonctionnent en parallèle.

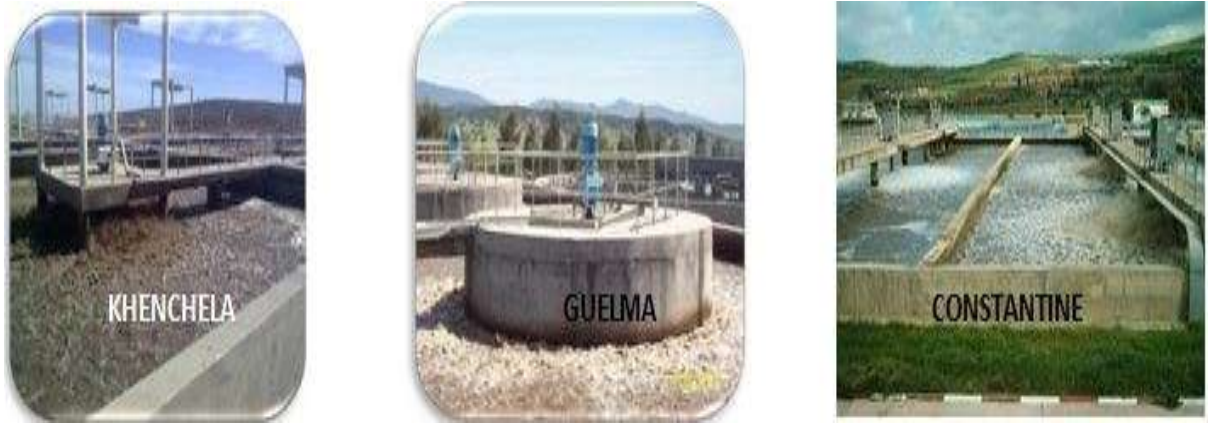


Figure 11 : Bassins d'aération des 3 stations

C-2Clarificateur secondaire

-Dans la step de khenchela en a Quatre clarificateur de 32 m de diamètre.

-Dans la step constatine où les boues activées tombent au fond du bassin et s enlevées.

Chaque bassin fait 39 m de diamètre avec une paroi latérale de 2,5 m de profondeur et une pente du sol de 7,5°.Décantation dans des décanteurs secondaires, circulaires à racleur.



Figure 12 : Clarificateur secondaire des 3 stations

D-Traitement des boues :

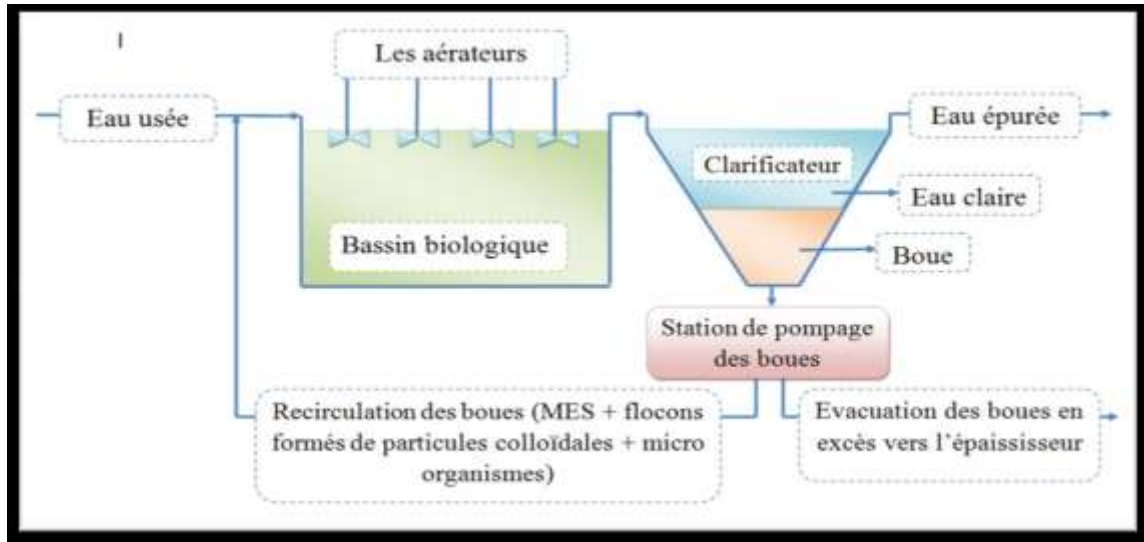


Figure 13 : schéma de recirculation des boues activés

D-1-Epaississement des boues

L'objectif de l'épaississement des boues est la réduction du volume par augmentation gravitaire de la concentration

-dans la step de kenchela et guelma Epaississement des boues présent a la figure14

-dans la step de constantine les boues excédentaires, de la station de pompage des boues de retour s'écoulent vers deux bassins d'épaississement des boues de 17 m de diamètre, munis chacun d'un agitateur à pieux fixe sur le pont et d'un clapet de sectionnement manuel

(DJEDDI. H 2007 et Hassane S,N K 2013)



Figure 14 : Epaississement des boues des 3 stations

D-2- déshydratation des boues

-Dans la station de khenchela cette étape est assurée à l'aide de Huit lits de séchage solaire (Hydro-projet Est, 2005).

- Les boues épaissies sont déshydratées par déshydratation naturelle par 16 lits de séchage dans STEP de gulema

-au niveau de la step de constantine le Séchage est réalisé par évaporation naturelle



Figure 15 : déshydratation des boues des 3 stations

E-Evacuation de l'eau épurée :

-dans la step de khenchela Les eaux épurées, qui sont traitées par la station d'épuration de khenchela sont déversées dans l'Oued de Baghai (STEP Khenchela 2013)

- dans la step de guelma Les eaux épurées, qui sont traitées par la station d'épuration de gulema sont déversées dans l'Oued Seybouse .

-au niveau de la station de constantine l'effluent traité est rejeté actuellement dans l'Oued Rhumel. Il pourrait être pompé pour l'irrigation.

E-1-la désinfection -la chloration:

La phase de chloration est actuellement supprimée dans la STEP (Khenchela)

La phase de chloration est actuellement supprimée dans la STEP Guelm

La step de constantine représente un post de chloration (mais non équipé), il est normalement destiné à un traitement poussé des eaux usées traitées à des fins d'irrigation.

(DJEDDI. H 2007 Hassane S,N K 2013)

Analyses physico-chimique :

3-methode d'analyse :

Tab 04: méthode d'analyse

paramètre	Méthode d'analyse	L'unité de paraméter
Température	-Mesure in situ appareil électrométrique	°C
PH	-Mesure in situ PH Mètre	
DBO ₅	-paramètre mesurant une oxydation biologique des matières Organiques qui fait intervenir des réactions enzymatiques complexes intra ou extracellulaires. (Rodier, 2005).	mg/l
DCO	-méthode colorimétriques Colorimètre	mg/l
MES	-La methode et par le spectrophotomètre	mg/l
NO ₃	-En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrométrique(1)	mg/l
NH ⁴	- En présence du réactif de nessler et de tartrate double de Na ⁺ et k ⁺ , les ions d'ammonium donnent une coloration jaune-vert susceptible d'une quantification spectrophotométrique à 420 mm(1)	mg/l
PO ₄	-Cette technique est basée sur la réaction des ions phosphates avec le molybdate d'ammonium ; cette réaction aboutit à la formation d'un complexe que l'on réduit par l'acide susceptible d'un dosage spectrométrique(1)	mg/l

Chapitre III : Résultats et discussions

I) Paramètres physico-chimiques :

1-Température :

La température des eaux usées constitue l'un des paramètres influençant leur composition (effet sur la solubilité des sels). Elle favorise aussi la formation d'une biomasse bactérienne importante. La température élevée, freine également la vie de la flore et de la faune aquatique et beaucoup d'organismes dépourvus de mécanismes de régulation thermique, verront leurs activités vitales ralenties (Meink, 1977; Harzouli, 2007).

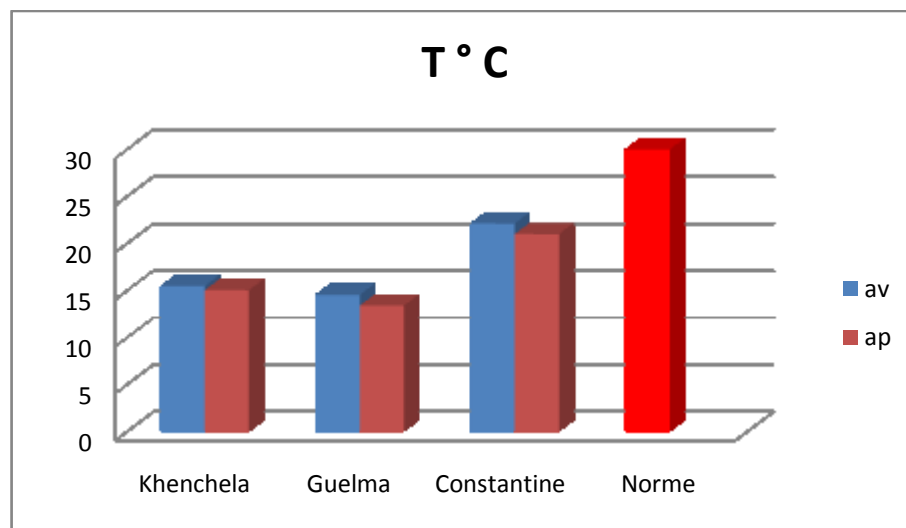


Fig 16 : Variation de la température des eaux brutes et traitement des trois stations

Les valeurs de la température des eaux usées à l'entrée des STEP sont voisines de la température ambiante. Ce qui probablement serait à l'origine de l'accélération du processus d'acidification, de fermentation et par la suite la formation d'une biomasse bactérienne importante favorisant ainsi le traitement biologique.

Les valeurs de la température des eaux usées à l'entrée des STEP sont voisines de la température ambiante variant entre 15 et 22°C. A la sortie, les valeurs des eaux épurées sont comprises entre 15 et 21°C.

Il est à noter que les températures de l'effluent traité varient par rapport à celles enregistrées pour les eaux usées brutes, elles augmentent ou diminuent parfois. Nous supposons que ceci est probablement en relation avec l'heure de prélèvement et les conditions météorologiques. A la sortie, les valeurs sont conformes aux normes cités, vu

qu'elles restent toujours $< 30^{\circ}\text{C}$. Cependant, il est à noter qu'une température élevée freine la vie aquatique.

2-Le pH :

Le pH sert à quantifier la concentration en ions H^+ de l'eau qui lui confère son caractère acide ou basique. Cette mesure peut apporter des renseignements sur la qualité d'une eau (Franck, 2002).

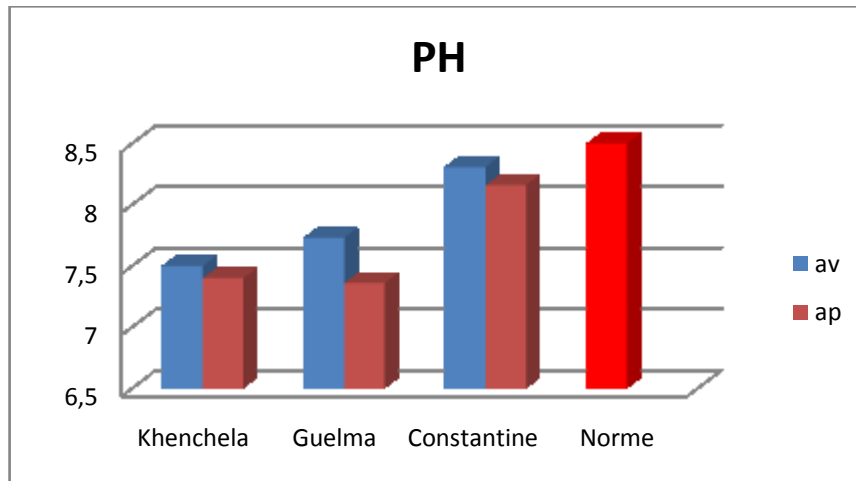


Fig 17 : Variation de pH des eaux brutes et traitement des trois stations

D'après les valeurs de pH des eaux usées à l'entrée et la sortie des STEP oscillent entre 7.3 et 8.3. Ces valeurs sont conformes avec les normes de rejet quels normes algériennes ($6,5 < \text{pH} < 8,5$) (JORA, 1993).

Les faibles variations dans les valeurs du pH entre l'eau usée brute et l'eau usée épurée des trois stations étudiées sont dues selon REJSEK (2002) aux réactions chimiques et/ou biologiques qui produisent des protons ou qui les consomment .

Il est bien entendu que les valeurs de pH des eaux usées, avant qu'elles subissent un traitement, ne dépassent pas les normes de rejet. Nous avons pu faire les mêmes constatations en ce qui concerne le pH des eaux traitées rejoignant le canal de rejet.

3-Matières en suspension (MES) :

Les MES provoquent un déséquilibre dans le milieu aquatique en accroissant la turbidité et peuvent avoir un effet néfaste direct (GAID, 1993), qui causera une diminution de la clarté de l'eau, limitant ainsi la biosynthèse végétale (REJESK, 2002).

A la sortie de la STEP, cette valeur est réduite à une valeur comprise entre 04 et 09 mg/l. Après le traitement, il est évident que la concentration en matière en suspension répond aux normes relatives aux rejets dans un milieu aquatique.

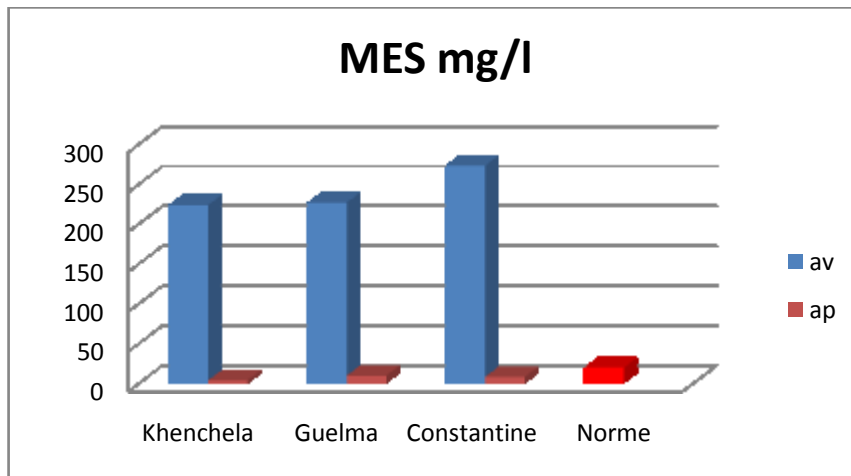


Fig 18 : Variation de MES des eaux brutes et traitement des trois stations

Les concentrations en MES à la sortie sont comprises entre 4 et 9 mg/l. Ces valeurs sont conformes aux normes (<30 mg/l).

La présence des MES dans les eaux usées traitées n'est pas un obstacle à leur réutilisation. Bien au contraire, elles contribuent à la fertilité des sols (FAO, 2003).

II) Paramètres de la pollution organique :

1-Demande biologique en oxygène DBO₅

L'effet principal d'un rejet de matières organiques biodégradables dans le milieu naturel correspond à la consommation d'oxygène qui en résulte. La détermination de la DBO₅ a donc pour but d'évaluer cette nuisance et d'en estimer les effets (Franck, 2002).

la DBO₅ ne doit en aucun cas être considérée comme unique critère d'estimation de la qualité d'eau, étant donné qu'elle se trouve, sauf dans des cas de pollution organiques strictes. À l'entrée des trois stations, les valeurs de ce paramètre sont comprises entre 168 et 281 mg d'O₂/l. Ces variations des concentrations en DBO₅ de l'eau brute s'expliquent par la nature des eaux résiduaires de ces régions (ATTAB 2011).

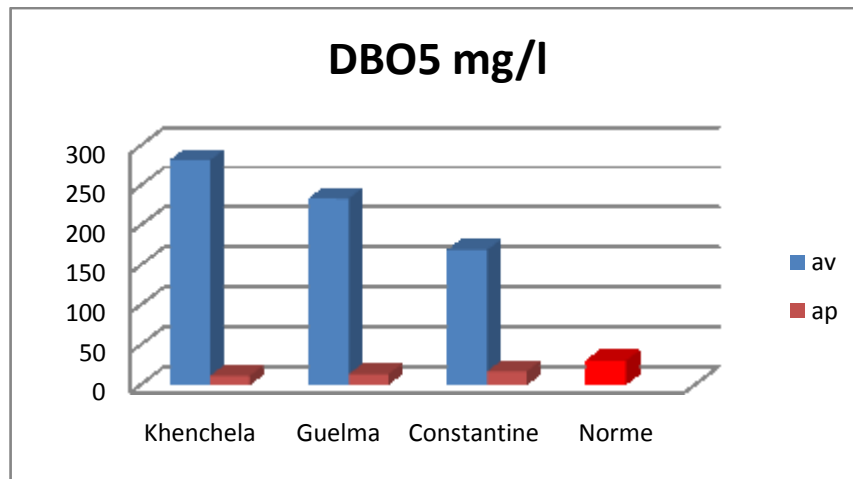


Fig 19 : Variation de DBO₅ des eaux brutes et traitement des trois stations

A la sortie, les valeurs de la DBO₅ sont acceptables (11-15 mg d'O₂/l) par rapport à la norme d'irrigation (DBO₅ ≤ 35mg/l) Elles sont liées probablement aux différents réglages au niveau de ces stations.

La diminution de la DBO₅ s'explique probablement par le bon développement des micro-organismes favorisé , par un temps de séjour suffisant dans le bassin d'aération d'une part et d'autre part à l'âge de boues et le type d'aération (prolonge ou discontinu).

D'après (CARDOT 1999), cette réduction est due à l'activité des microorganismes épurateurs qui dégradent et transforment la matière organique en CO₂, H₂O et NH₃ permettant ainsi l'élimination de la pollution organique ainsi que le bon fonctionnement du clarificateur assurant ainsi une bonne sédimentation des boues responsables dans l'élimination de la quasi-totalité de la DBO₅.

2-Demande chimique en oxygène DCO

La DCO s'exprime en mg/l d'oxygène et correspond à la quantité effective d'oxygène nécessaire pour oxyder dans les conditions opératoires définies, les matières organiques présentes dans un échantillon donné (Moll, 2002).

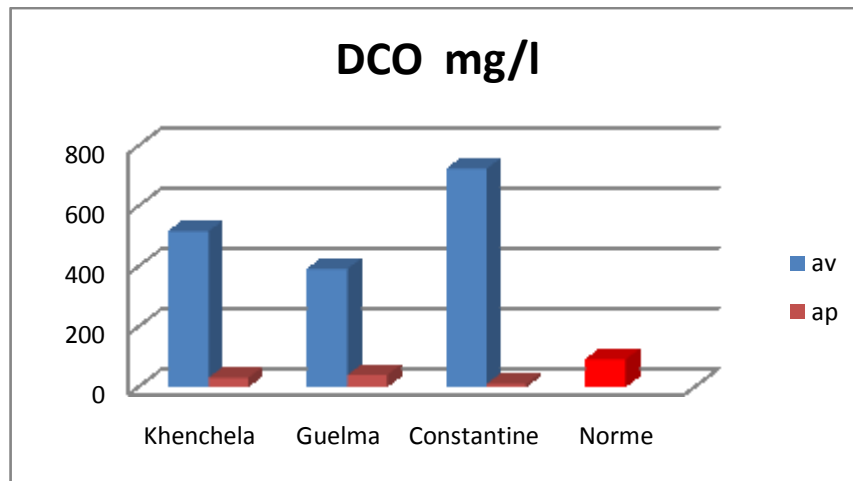


Fig 20 : Variation de DCO des eaux brutes et traitement des trois stations

D'après le graphique se trouve dans la page précédente on ne constate que les valeurs de la DCO des effluents dépassent la norme limitée à 120 mg/l. La valeur minimale atteinte est de 722 mg/l alors que la valeur maximale atteinte est de 514 mg/l. Ces valeurs élevées s'expliqueraient par la présence d'une fraction des matières organiques non biodégradables provenant des rejets industriels et agricoles à la sortie des trois STEP, la DCO est réduite à des valeurs comprises entre 8 mg/l et 38 mg/l répondant aux normes.

On peut ainsi confirmer que l'objectif fixé par ces stations est atteint puisque les valeurs sont conformes aux normes (<120 mg O₂/l) et à celles des eaux résiduaires urbaines (conformément à l'arrêté du 22 juin 2007 (<125 mg O₂/l)).

3-Rapport DCO/DBO₅

Selon (Rodier et al., 2009) :

- DCO/DBO₅ < 3 effluent facilement biodégradable ;
- 3 < DCO/DBO₅ < 5 effluent moyennement biodégradable ;
- DCO/DBO₅ > 5 effluent difficilement biodégradable, voire non biodégradable.

Le rapport DCO /DBO₅ est compris entre 0.5 et 2,91 indiquant une biodégradabilité facile. Ce rapport indique également que cette eau est une eau usée domestique où ce rapport est généralement compris entre 1,5 et 2, pouvant atteindre 2,5 à 3 (Moll, 2002).

Globalement, les valeurs enregistrées dans cette étude sont inférieures à <3, ce qui confirme que les eaux usées reçues, au niveau des STEP, sont facilement biodégradables.

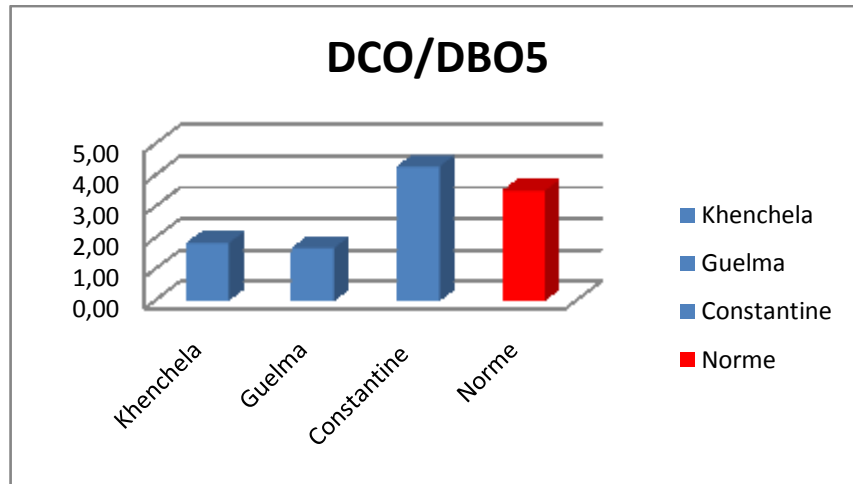
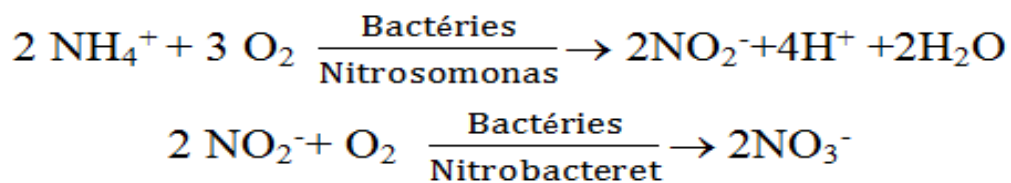


Fig 21 : Variation de DCO/DBO5 avant le traitement.

III) -Paramètres de la pollution azotée

L'azote présent dans l'eau se trouve sous deux formes : Minérale, principalement sous forme d'ions ammoniums (NH_4^+), d'ions nitrites (NO_2^-), et d'ions nitrates (NO_3^-). Les nitrates (NO_3^-), sont des ions minéraux nutritifs, fortement solubles dans l'eau, qui sont directement assimilables par les plantes, et que l'on retrouve souvent en grande quantité dans les eaux des nappes souterraines (Bouziani, 2000).



Formul (A) nitrification

sous cette forme, l'azote est peut être absorbé par toutes les plantes (Blifert et Perraud, 2003).

1. Nitrates et nitrites NO_3 et NO_2 :

Généralement, les faibles doses de nitrites dans l'eau de la station de l'entrée à la sortie, peuvent s'expliquer par l'oxydation de ces derniers sous l'action biologique, réalisée par une biomasse fixée sur divers supports (Franck, 2002).

Les nitrites peuvent être rencontrés dans les eaux, mais généralement à des doses faibles. Ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant (Rodier, 1996).

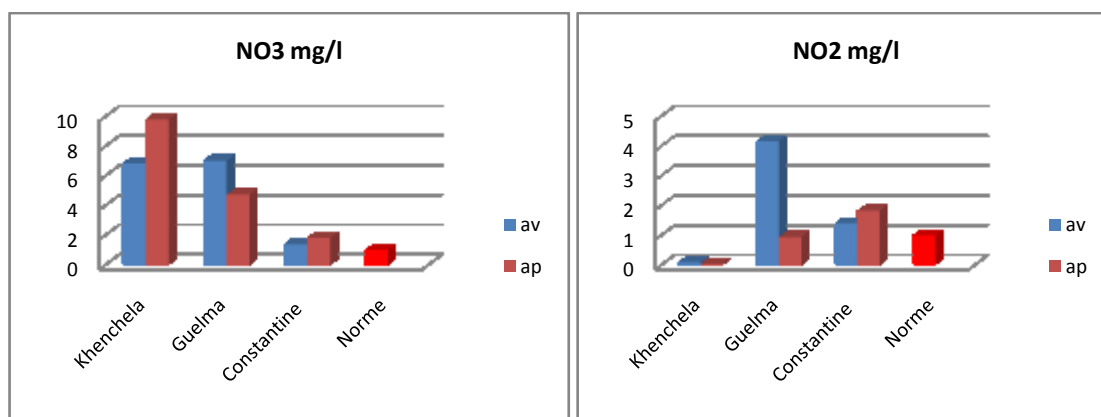


Fig 22 : Variation de NO₃ et NO₂⁻ des eaux brutes et traitement des trois stations

Les moyennes des teneurs en NO₃⁻ dans l'espace et dans le temps, avec la valeur maximale 7.02 mg/L enregistrée au niveau de la station de Guelma, la valeur minimal 1.4 mg /l enregistrée a la station de Constantine. A la sortie des stations, les valeurs oscillent entre 1.8 et 9.8 mg/l. Ces valeurs sont élevées plus que l'entrée à l'exception de certaines valeurs au niveau de la STEP de Guelma et sont pas conformes aux normes (OMS) des eaux destinées à l'irrigation.

Des valeurs élevées ont été enregistrées pour prélèvements à la sortie de la STEP de khenchela et sont probablement liées à la température du bassin d'aération.

Les moyennes de concentration en ions NO₂⁻, enregistrées en fonction de l'espace et du temps, avec la valeur maximale 4.16 mg /l au niveau de la station de Guelma, la valeur minimale 0,008 mg/l enregistrée a Khenchela. A la sortie, les teneurs en ces éléments varient entre 0.004 et 1.8 mg/l.

Généralement, les faibles doses de nitrites dans l'eau de la station de l'entrée à la sortie, peuvent s'expliquer par l'oxydation de ces derniers sous l'action biologique, réalisée par une biomasse fixée sur divers supports (Franck, 2002).

Les travaux de (SANZ et al en 1996) montrent qu'il existe des changements de l'activité de la biomasse autotrophe nitrifiante sous l'effet des variations de la température, ce qui influence le taux de nitrification. Ainsi, une eau refermant des nitrites est à considérer comme suspecte car ces substances sont souvent associées à une détérioration de la qualité microbiologique (RODIER, 1996).

2. Ammonium NH₄ :

Les concentrations de l'ammonium des eaux usées brutes varient entre 3.42 et 66 mg/l. Les valeurs de l'ammonium des eaux usées épurées varient entre 0.3 et 06 mg/l.

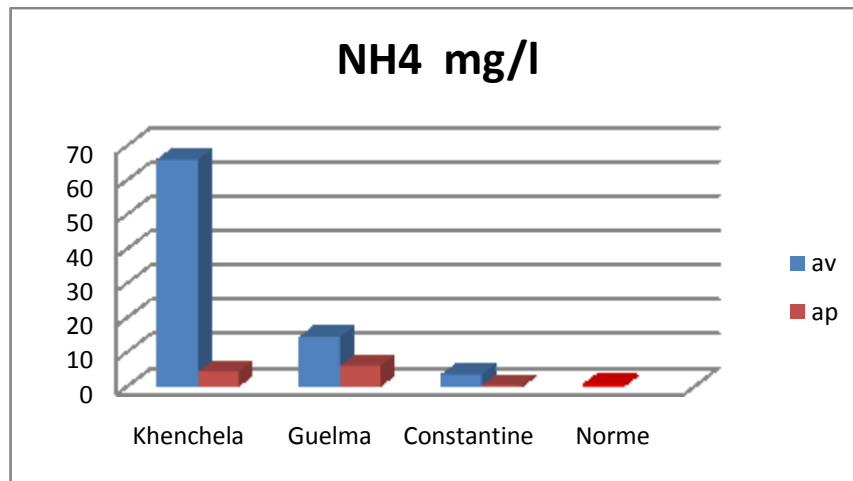


Fig 23 : Variation de NH4 des eaux brutes et traitement des trois stations

Dans le bassin d'aération, les sels d'ammonium sont convertis en éléments dont l'azote se trouve dans un état plus oxydé (nitrite puis nitrate) par des microorganismes autotrophes réalisant ce qu'on appelle la nitrification la réaction (**figure A**) (SEITZINGER et al., 2006). C'est probablement la raison pour laquelle les valeurs de ce sel sont réduites à la sortie des STEP. Mais ils dépassent les normes algériennes et internationales des rejets et celle des eaux d'irrigation (OMS, 1989).

Selon GROSCLAUDE (1999), l'activité nitrifiante nécessite des conditions de fonctionnement particulières de la STEP (une oxygénation forte et un âge élevé des boues). C'est probablement la raison de l'élimination importante des sels d'ammonium en ce qui concerne les STEP de Khenchela a cause de l'aération prolongée dans le bassin par contre dans le STEP de Guelma l'aération est discontinue.

IV)-Paramètres de la pollution phosphorée

Le phosphore est considéré comme l'élément essentiel d'apparition de l'eutrophisation.

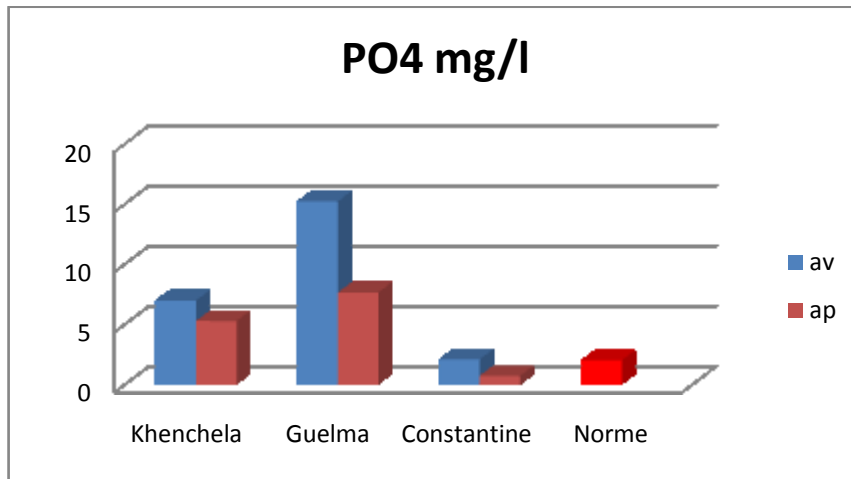


Fig 24 : Variation de PO4 des eaux brutes et traitement des trois stations

A l'entrée des stations l'analyse de ce paramètre a révélé des valeurs comprises entre 2.8 et 15.21 mg/l .

L'origine de cet élément est en fonction de la connaissance de ses sources naturelles et de son utilisation (VILLEBRUN, 1989). Il provient du métabolisme humain, des rejets de détergents qui sont à l'origine du phosphore, des lessives ainsi que les engrais utilisés en agriculture (DERNAT et al., 1994).

A la sortie des STEP, les valeurs oscillent entre 13.38 et 21 mg/l,. Nous avons noté que les concentrations en phosphore des eaux épurées obtenues dans la STEP Guelma et Khenchela dépassent les normes algériennes et internationales des rejets (<2 mg/l) et celle des eaux d'irrigation (<5 mg/l) (OMS, 1989), cela est due au fait du ruissellement et aux activités agricoles intenses.

Dans la STEP de Constantine les valeurs enregistrées dans les mois de Janvier et Mars ne dépassent pas les normes citées des eaux d'irrigation.

V)-Détermination du rendement d'épuration

1-Rendement de l'élimination des MES

Le taux d'élimination de la teneur des MES des STEP de Constantine, Guelma et Khenchela après traitement est représenté par la figure n°45. Il est respectivement de l'ordre de 96%, 97% et 98 %. ce qui est supérieur aux taux d'abattement trouvés par (REJESK ,2002) considérant qu'un rendement épuratoire minimale d'un traitement efficace est de 90%.

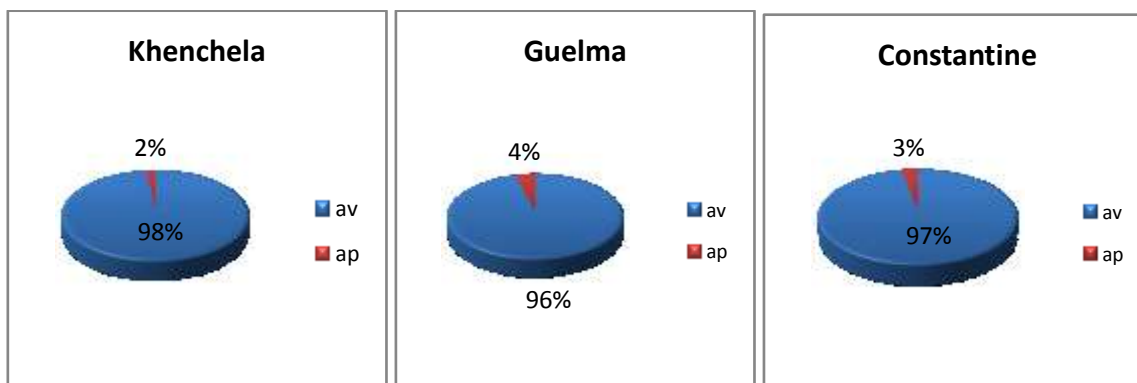


Fig25 : Rendement de l'élimination des MES

Il est cependant à signaler que la fraction la plus importante est éliminée essentiellement au niveau de la STEP Khenchela 98%. Sachant que cette dernière est dépourvue d'un décanteur primaire qui a pour but théoriquement d'éliminer 60% des MES à l'entrée de la STEP (pour cela, nous émettons l'hypothèse que la sédimentation de ces derniers est optimisée par un système de réglage du temps de séjour dans les deux ouvrages : celui du bassin d'aération et des clarificateurs secondaires).

2-Rendement de la DCO et de la DBO₅

Concernant la DBO₅ et de la DCO, les rendements épuratoires dans les STEP de Constantine, Guelma et de Khenchela sont très satisfaisants avec des taux respectivement de 91 %, 95% et 96 % pour la DBO₅ (fig46) et 99%, 91 % et 95% pour la DCO qui sont supérieurs à ceux déterminés comme des rendements minimaux (80%) DBO₅ et de (75% DCO) REJESK (2002).

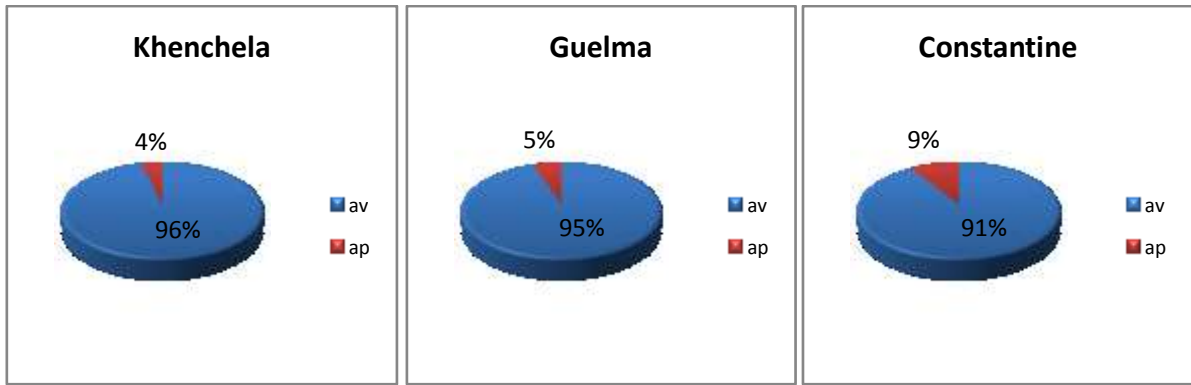


Fig26 : Rendement de l'élimination des DBO₅

Cet abattement explique donc le bon développement des boues biologiques qui assure la dégradation de la matière organique ainsi que la fiabilité du clarificateur qui permet une décantation satisfaisante des boues activées.

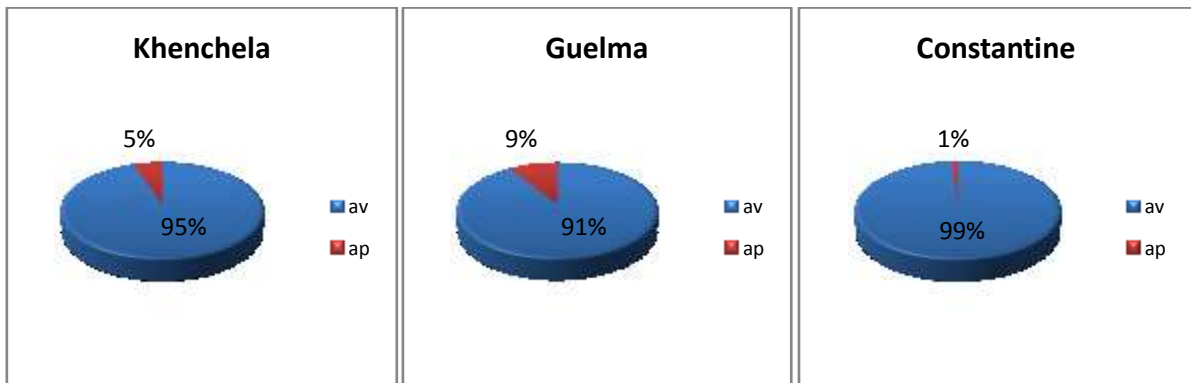


Fig27 : Rendement de l'élimination des DBO₅

3-Rendement d'élimination de la pollution azotée

D'après (la figure 28) la réduction de l'azote total dans les STEP de Khenchela Guelma et Constantine est respectivement de 41 %, 60% et 43 %. Ceci démontre probablement son assimilation par les bactéries. Le phénomène de la nitrification et de la dénitrification se déroule dans le bassin d'aération mais avec une faible réduction.

Dans cette étude, ce taux d'abattement diffère d'une station à une autre en fonction des réglages de l'exploitation à savoir le temps de séjour dans les bassins d'aération, les décanteurs et l'âge des boues. Les mêmes remarques ont été rapportées dans les travaux de CHACHUAT et al en (2007).

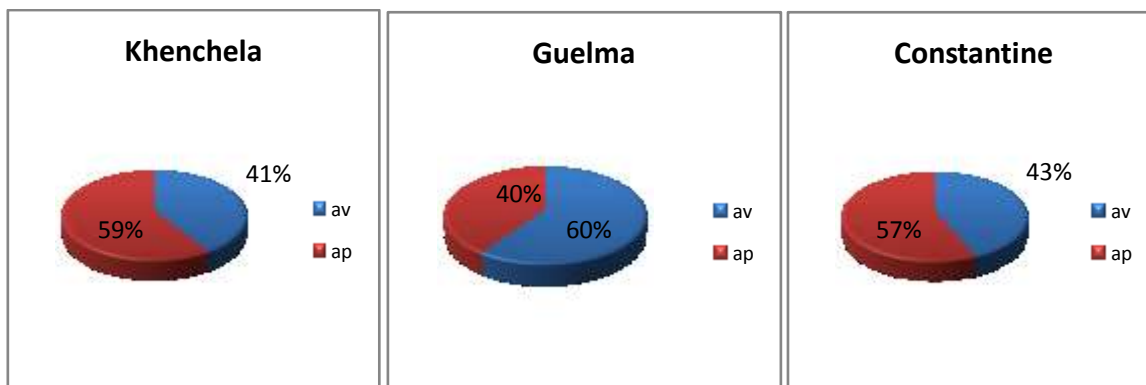


Fig28 : Rendement de l'élimination des NO3

Ces valeurs enregistrées sont inférieures aux minimums demandés 70%. Cependant, il est à noter que le bassin de la STEP de Khenchela est doté d'une aération prolongée, ce qui expliquerait probablement cette importante élimination.

Alors pour éliminer ce problème on propose un bassin d'anoxie :

- L'élimination des composés azotés dans une station d'épuration par boues activées en aération prolongée n'implique que les phases de nitrification et dénitrification.
- La zone anoxie est installée à l'amont immédiat du bassin d'aération.

4-Rendement d'élimination de la pollution phosphorée :

La figure n° 49 montre que le rendement dans les STEP de Guelma et de Khenchela sont respectivement de 57 %, 67% et 47%. Ces rendements sont dus à une difficulté d'assimilation du phosphore par les bactéries et à la décantation au niveau de clarificateur.

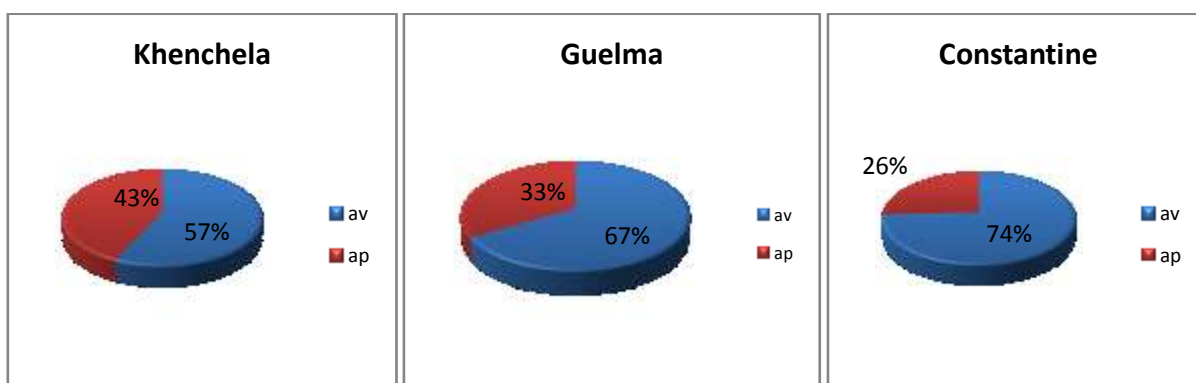


Fig29 : Rendement de l'élimination des PO4

Le rendement dans les STEP de Guelma et de Khenchela est faible (le minimum est de 80%), ce qui ne permet pas à cet élément d'être neutralisé par cette méthode. Selon REJESK (2002), pour obtenir un meilleur abattement est de mettre en place un traitement physico-chimique de déphosphatation qui permettra la précipitation des phosphates ou

bien un traitement biologique par l'ajout d'une zone d'anaérobie en tête de la STEP afin de limiter ce phénomène et garder ainsi l'équilibre de l'écosystème.

Conclusion générale

Notre étude porte d'une part, sur la connaissance de la qualité de l'eau usée brute et traitée par des analyses physico-chimiques et d'autre part, sur la comparaison de fonctionnement et rendement des stations d'épuration (STEP) de Khenchela, (STEP) de Guelma et (STEP) de Constantine.

Les stations d'épuration de Khenchela, Guelma et Constantine fonctionnent à un régime de faible charge, le prétraitement dans les deux STEP sont munies d'un dégrilleur grossier et fin, d'un dessableur-déshuileur, et pour le traitement primaire la STEP de Guelma et de Constantine est munie d'un décanteur, ce dernier est absent au niveau de la STEP de Khenchela. Pour le traitement secondaire toutes les STEP sont munies de bassin d'aération et d'un clarificateur et comportent aussi une filière boues qui s'occupe de l'épaississement et la déshydratation de ces dernières.

Les résultats des analyses physicochimiques, effectuées sur trois stations avant et après l'épuration, montrent que les eaux usées présentent un caractère neutre de PH conforme avec les normes (pH = 7,8), les valeurs de la température voisines de la température ambiante les valeurs et conformes aux normes < à 30°C, les concentrations en MES à la sortie sont comprises entre 4 et 9 mg/l. Ces valeurs sont conformes aux normes <30 mg/l

La détermination des paramètres indicateurs de pollution organique mesurés donne : les valeurs de la DBO5 entre 11 et 15 mg/l sont acceptables par rapport à la norme ($DBO5 \leq 35\text{mg/l}$) Elles sont liées probablement aux différents réglages au niveau de ces stations, la DCO est réduite à des valeurs comprises entre 8 mg/l et 38 mg/l répondant aux normes s'expliqueraient par la présence d'une fraction des matières organiques non biodégradables, les valeurs de Rapport DCO/DBO5 enregistrées sont inférieures à 3, ce qui confirme que les eaux usées sont facilement biodégradables.

La détermination des paramètres indicateurs de pollution azotée mesurés donne :

Les faibles doses de nitrites, nitrates et d'ammonium enregistrées au niveau des 3 stations brute et traitée, peuvent s'expliquer par l'oxydation de ces derniers sous l'action biologique, réalisée par une biomasse fixée sur divers supports et les rendements faibles et les stations dans ce cas n'est pas relativement efficace en matière d'élimination des nitrates (dépassent pas la norme).

Les concentrations en phosphore des eaux épurées obtenues dans la STEP Guelma et Khenchela dépassent les normes algériennes et internationales des rejets (<2 mg/l) et celle des eaux d'irrigation (<5 mg/l) (OMS, 1989), cela est due au fait du ruissellement et aux activités agricoles intense.

En fin, le pilote expérimentale des stations permet une élimination significative de la pollution organique, azotée et phosphatée, qui atteint des taux très satisfaisants de 97% en MES et 95% de DBO5

et DCO, qui sont supérieurs à ceux déterminés comme des rendements minimaux, par contre les rendement enregistrées de nitrates, nitrites et phosphates sont inférieure aux minimums demandés.

L'ensemble des résultats obtenus montre que le traitement classique des eaux usées issues de stations d'épuration est adapté à l'élimination simultanée de la charge polluante mais doit être installer les phases manquants (clarificateur) dans chaque station et renouveler annuellement les équipements et les compléter par d'autre techniques moderne

Références bibliographiques

- (1). **Allouche F** (1999). « Surveillance de la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux de contamination niveau des trois communes : Ali boussid, Saby, Ben Badis, wilaya de Sidi Bel Abbas », mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'état en biologie, Université de Sidi Bel Abbas.
- (2). **Dadci K, 2008**. Abdelmalek Sellal à Guelma. Press El Watan. Le 18/03/2008. Algérie. Dagnelie
- (3). **ANBT, 2008**, les grands aménagements hydrauliques en Algérie.
- (4). **Anonyme1. 2008**. Disponible sur <http://www.cieau.com/toutpubl/sommaire/texte/8/f81.htm>
- (5). **Anonyme2. 2008**. Disponible sur http://www.cieau.com/toutpubl/recherch/index_rech.ASP
- (6). **Asano T. (1998)**., Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, 1475 p.
- (7). **ATTAB, S.** 2011. Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration Haoud Berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local. Thèse de magister. Ouargla : Université Kasdi Merbah ; Biologie : Microbiologie Appliquée. 106p.
- (8). **Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A. (2004)**., Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.
- (9). **Blifert C. et Perraud R., 2003** : Chimie de l'environnement. Ed. De Boeck, Paris, 477p.
- (10). **BOEGLIN, J C. 2002**, Traitements physico-chimiques de la pollution insoluble Technique d'ingénieur, Environnement G 1 270, Paris.
- (11). **Bouziati M., 2000** : L'eau (de la pénurie aux maladies). Ed, IBN KHALDOUN, 247 p.
- (12). **Canler, 1999** : Aide au diagnostic des stations d'épuration par l'observation microscopique des boues activées. Ed. Cemagref, 155p.
- (13). **CARDOT C, 1989**, génie de l'environnement les traitements de l'eau, 247 P, paris. 1999 .

- (14). **CHACHUAT, E. ROCHE, N et LATIFI, M A. 2007.** Nouvelle approche pour la gestion optimale de l'aération des petites stations d'épuration par boues activées. L'eau, l'industrie, les nuisances – 240, pp 24-30.
- (15). **Dadci K, 2008.** Abdelmalek Sellal à Guelma. Press El Watan. Le 18/03/2008. Algérie.
- (16). **Desjardins R, (1997).** Le traitement des eaux. 2ème édition. Ed. Ecole polytechnique
- (17). **Degrémont Mémento, (1972),** « technique de l'eau ». Paris : Dégriment.
- (18). **DJEDDI Hamsa 2007.** utilisation des eaux de d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestière urbainesurbaines.Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magistère en Ecologie et Environnement Université Mentouri Constantine
- (19). **Duguet J-P ; Bernazeau F ; Cleret D ; Gaid A ; Laplanche A ; Moles J, Montiel A ; RIOU G ; Simon P, (2006).** Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine. 1ère édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'environnement).
- (20). **Edline F,(1979).** L'épuration biologique des eaux résiduaires. Ed. CEBEDOC, Paris, 306p.
- (21). **Edline F, (1996).** L'épuration physico-chimique des eaux.3eme édition. Ed. CEBEDOC,
- (22). **Faby J.A., Brissaud F. (1997),.** L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau, 76 pages.
- (23). **FAO. (1992),.** Wastewater treatment and use in agriculture. Bulletin FAO d'irrigation et de drainage n° 47. Rome.
- (24). **FAO. (2003),.** L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. FAO Irrigation and Drainage paper, 65p.
- (25). **FAO. 2003.** L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation, pp 73 .
- (26). **FRANCK, C. 2002.** Circuit eau de mer : traitement et matériaux ; Comité des Techniciens : La Chambre Syndicales de la Recherche et de la Production du Pétrole et du Gaz Naturel. Paris : TECHNIP. 393p.
- (27). **GAID, A.E. 1993.** Traitement des eaux usées urbaines. Paris : technique de l'ingénieur. 28p.

- (28). **GAÏD A K, 1993**, Traitement des eaux usées urbaines Technique d'ingénieur Environnement C 5 220, paris.
- (29). **GROSCLAUDE G, 1999**, L'eau usages et polluants, TOM II, INRA Paris, 210P.
- (30). **Hassane, S., Nabil, K., 2013**. Etude comparative entre deux stations de traitement des eaux usées : Cas de la STEP Guelma et de Khenchela MEMOIRE pour l'obtention du diplôme du Master UNIVERSITE ABBES LAGHROR –KHENCHELA-
- (31). **IMANE.J, 2006**, www.jdm-multimedia.com jeunes de Maroc.
- (32). **JORA, 1993** : Journal Officielle de la République Algérienne, Décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels, 442p.
- (33). **Kéttab.A, 2001**, les ressources en eau en Algérie, stratégies, enjeux et vision, Elsevier science.
- (34). **Ladjel, F. et Bouchefer, S. 2004**. Exploitation, d'une station d'épuration à boues activées Niveau II. Thème. CFMA (centre aux métiers de l'assainissement). Boumerdes. 90p.
- (35). **MEINCK, F. STOOFF, H. et KOHLSCHÜTTER, H. 1977**. Les eaux résiduaires industrielles, 2ème éditions. Paris : Masson. 863p.
- (36). **Mekkaoui, Y. et Hamdi, D. 2006**. Etude de réutilisation des eaux usées traitées de la STEP de Touggourt dans l'irrigation. Mém. Ing. Génie des procédés. Génie de l'environnement. Univ. d'Ouargla.60p.
- (37). **METAHRI, M, S 2012** . élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. cas de la step est de la ville de tizi-ouzou .thèse doctorat .université mouloud mammeri de tizi-ouzou
- (38). **OMS. 1989**. L'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquaculture: recommandations à visées sanitaires - Rapport d'un groupe d'experts de l'OMS. Série de rapports techniques. 778 OMS, Genève.
- (39). **Ramade F. (2000)**., Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience international, Paris, 689p.
- (40). **REJSEK, F. 2002**. Les analyses des eaux. Tome II. France : Aspects réglementaires et technique. 360p.
- (41). **Rodier J., 1996** : L'analyse de l'eau (eaux naturelles résiduaires eaux de mer). Tome II, PP 199-238.

- (42). **Rodier J., Bazin C., Bourtin J.P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L. (2005).**, L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. Dunod, Paris. 8ème édition, 1383p.
- (43). **RODIER, J. LEGUBE, B. MERLET, N. et BRUNET, R. 2009.** L'analyse de l'eau. 9ème édition. Paris : DUNOD. 1526p.
- (44). **RODIER, J. 1996,** l'analyse de l'eau 8ème édition, paris. 1383P.
- (45). **Rouissat. B, 2006,** La gestion des ressources en eau en Algérie : Situation, défis et apport de l'approche systémique, le séminaire national des eaux usées en Algérie, Tlemcen.
- (46). **Rouissat. B, 2010,** les stations d'épuration en Algérie, état et contraintes, meeting international E2M, Tlemcen.
- (47). **SANZ, N ; DUCHENNE, P et COTEUX, E. 1996.** Les éléments les plus significatifs de la microfaune des boues activées. Paris : CAMEGRAF-DIVISION qualité des eaux,. pp 471-477.
- (48). Soror,w,d.2012. traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de bordj bou arreridj en algérie effectué par la station d'épuration des eaux usées ona - Master de chimie et microbiologie de l'eau. Université Mohamed El Bachir Elibrahimi
- (49). **SUSCHKA J, FERREIRA E.1986,** Activated sludge respirometric measurements. *Water Research*, **20**, 2, 137-144, (1986).
- (50). **Vaillant J.R. (1974).**, Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles. Ed. Eyrolles. Paris, 413p.
- (51). **Xanthoulis D. (1993).**, Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-alimentaires. Tribune de l'eau n° :563/3. Ed. CEBEDOC, pp: 27-32.

Annexes

Annexes 1 :

Tableau 01: Résultats d'analyse STEP de Khenchela et Guelma et Constantine
(DJEDDI. H 2007. Hassane S,N K 2013)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	MES mg/l	DBO5 mg/l	DCO mg/l	NH4 mg/l	NO3 mg/l	NO2 mg/l	PO4 mg/l	T °C	PH	DBO5/DCO	DCO/DBO5
khenchela av	223,66	281,33	514,33	66	6,83	0,081	6,96	15,46	7,5	0,55	1,83
guelma av	226,61	233,33	390,04	14,4	7,02	4,16	15,21	14,53	7,73	0,60	1,67
constantine av	273,4	168,75	722	3,42	1,4	1,4	2,08	22,12	8,31	0,23	4,28
Norme	20	30	90	0,5	1	1	2	30	7,5		
khenchela ap	4	11	28,66	4,34	9,8	0,045	5,27	15,03	7,4	0,38	2,61
guelma ap	9,82	13	38,26	6,006	4,73	0,94	7,64	13,38	7,36	0,34	2,94
constantine ap	8,47	16,7	8,2	0,35	1,82	1,82	0,72	21	8,16	2,04	0,49
Norme	20	30	90	0,5	1	1	2	30	7,5		

Annexes

Tableau 02 : les valeurs limite des paramètres de rejet dans un milieu récepteur officiel de la république algérienne, 2006).

PARAMETRES	VALEURS LIMITES	UNITES
Température	30	C°
PH	6,5 à 8,5	-
MES	35	mg /l
DBO5	35	mg/l
DCO	120	mg/l
Azote kjeldahl	30	mg/l
Phosphates	02	mg/l
Phosphore total	10	mg/l
Cyanures	0,1	mg/l
Aluminium	03	mg/l
Cadmium	0,2	mg/l
Fer	03	mg/l
Manganèse	01	mg/l
Mercure total	0,01	mg/l
Nickel total	0,5	mg/l
Plomb total	0,5	mg/l
Cuivre total	0,5	mg/l
Zinc total	03	mg/l
Huiles et Grasses	20	mg/l
Hydrocarbures totaux	10	mg /l
Indice phénols	0,3	mg/l
Fluor et composés	15	mg/l
Etain total	02	mg/l
Composés organiques chlorés	05	mg/l
Chrome total	0,5	mg/l
(*)Chrome III+	03	mg/l
(*)Chrome VI+	0,1	mg/l

Annexes

Tableau 03 : Les normes de rejet des effluents en matière des paramètres de qualité des effluents traités (normes guides), (Faby et Brissaud, 1997).

pH :

5.5 < pH < 8.5.

Température : inférieure à 30 ° C.

DCO :

- 150 mg/l Pour effluent non décanté,
- 300 mg/l si le flux journalier maximal autorisé n'excède pas 100 kg/j,
- 125 mg/l au-delà.

DBO5 :

- pour l'effluent non décanté : 100 mg/l si le flux journalier maximal autorisé n'excède pas 30 kg/j,
- 30 mg/l au-delà.

MES :

- 100 mg/l si le (flux) journalier maximal autorisé par l'arrêté n'excède pas 15 kg/j,
- 35mg/l au-delà,
- 150 mg/l pour une station d'épuration de lagunage.

NG

- Azote global, comprenant l'azote organique, l'azote ammoniacal et l'azote oxydé : 15 mg/l en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal autorisé est égal ou supérieur à 150 kg/j,
- Elle est de 10 mg/l en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal autorisé est égal ou supérieur à 300 kg/j.

PT

- Phosphore total : 2 mg/l en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal autorisé est égal ou supérieur à 40 kg/j,
- Elle est de 1 mg/l en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal autorisé est supérieur à 80 kg/j.

Résumé :

L'épuration des eaux usées est devenue un acte important en Algérie en vue de la croissance démographique accentuée.

L'élimination de la pollution est assurée par des micro-organismes responsables de la réduction de la matière organique ; ce est le principe des trois stations qui ont fait l'objet de cette étude : station de Khenchela ; Guelma et Constantine.

Le rendement d'épuration pour les différents paramètres (MES, NH_4 , DBO_5 ,...) dans les trois stations est satisfaisant mais d'autres éléments aussi importants n'ont pas été pris en considération tel que les métaux lourds et la microbiologie de ces eaux du fait de la nature de la problématique posée.

Conseillons aux générations futures de telles approches.

Mots clés : *station, eau usée, MES, DBO_5 , rendement, matière organique.*

Abstract :

The wastewater treatment has become an important problem in Algeria because of the accented demographic growth.

The elimination of pollution is achieved by micro-organisms responsible for the reduction of organic matter; is the principle of the three stations that were the subject Of this study : Khenchela station ; Constantine and Guelma.

The removal efficiency for the various parameters (MES, NH₄, BOD₅,) In the three stations is satisfactory but other equally important elements have not been considered as heavy metals and microbiology of these waste water due to the nature of the problem posed.

We Recommend to future generations such approaches.

Key words : *wastewater, MES, DBO₅,station,organic matter,removal efficiency.*

ملخص :

أصبحت معالجة مياه الصرف الصحي أداة هامة في الجزائر للنمو السكاني ويتحقق القضاء على التلوث بواسطة الكائنات الدقيقة المسؤولة عن الحد من المواد العضوية ذلك هو المبدأ من المحطات الثلاث التي كانت موضوع هذه الدراسة: محطة خنشلة قسنطينة وقالمة. كفاءة الإزالة لمختلف المعلمات (المواد العالقة, الأمونيوم, DBO5...) في ثلاث محطات مرضية ولكنها لم تعتبر عناصر أخرى لا تقل أهمية عن المعادن الثقيلة وعلم الأحياء المجهرية من هذه المياه يرجع إلى طبيعة المشكلة المطروحة. نوصي الأجيال القادمة من هذا النهج.

الكلمات المفتاحية: محطة، مياه الصرف الصحي، فعالية، المواد العضوية، المواد العالقة، الطلب البيولوجي للأوكسجين