

UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA 1

Faculté de Technologie

Département des Sciences de l'Eau et Environnement



MEMOIRE DE MASTER

Filière : **Hydraulique**

Spécialité : **Ressources Hydrauliques**

Thème :

**Performances épuratoires de la Station d'épuration de
Boufarik**

Présenté par :

Maameri Chaimaa

Encadré par : Dr BENSAFIA Djillali

Devant le jury composé de :

Président : M.REMINI.B

Examineur : M.HADDAD.A

Promotion 2019 / 2020

Remerciement :

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon directeur de mémoire, Monsieur BENSAFIA Djillali. Je le remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

Je remercie mes très chers parents, qui ont toujours été là pour moi. Je remercie mes sœurs Feriel et Douaa, et mes frères Mohamed et Ibrahim, pour leurs encouragements.

Enfin, je remercie mes amis Hafsa , Omelkhir, qui ont toujours été là pour moi. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide.

Dédicaces :

À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude. Je dédie ce modeste travail à :

Mes parents .Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que DIEU leur procure bonne santé et longue vie. A ceux que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de ce projet : mes sœurs Feriel et Douaa, et bien sûr à mes frères Mohamed et Ibrahim, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

ملخص

المشاكل البيولوجية جد معقدة ومتكررة فهي تحد من محطات الصرف الصحي فمن الصعب التحكم في مراقبه ضمان حسن تشغيلها الهدف من هذه المذكرة والدراسة هو تقييم اداء محطة تصفيه المياه لبلديه بوفاريك ولاية البلدية ولتحقيق هذا الهدف قمنا بدراسة مختلف مراحل عمل المحطة والتي تعمل بالحمئة المنشطة المتوسطة ولنتمكن من تحديد خصائص مياهها قبل و بعد المعالجة نتائج هذا البحث اظهرت ان محطه التطهير الصرف الصحي لبوفاريك تعمل جيدا الا انها تواجه بعض المشاكل بسبب سوء استغلالها.

الكلمات المفتاحية : الصرف الصحي, الحمئة المنشطة, محطة التطهير المياه المستعملة

Résumé :

Le fonctionnement et la gestion des step notamment biologiques presentent des difficultés. Le caractère biologique limite leur fiabilité et leur performance, donc il est difficile de contrôler l'assurance de leur bon fonctionnement.

Cette étude a pour objectif d'évaluer la performance de la station d'épuration d'eau et pour repérer les eaux résiduaires de BOUFARIK (W.Blida).

L'échantillonnage a été réalisé au cours de l'année 2020.

Suivi par l'analyse physico-chimique spécifique en termes de la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène(DBO₅) et la mesure de la matière en suspension (MES).

Notre étude a montré que la STEP de Boufarik fonctionne bien mais elle rencontre certain problème lies à une mauvaise exploitation.

Mot clé : DCO ,DBO₅ , performance, STEP BOUFARIK

Abstract :

The biological are so frequent and complicated, they limit the reliability of purification stations.

So it's so hard to control the insurance of his inefficiency.

This study aims to evaluate the performance of the sewage treatment plant and for knowing the nature of residual water of BOUFARIK .sampling was carried the year 2020 follow up by specific physicochemical analyses interns of the chemical demand of oxygenates of them (DCO),the biological request oxygenates of them(DBO_5) and suspended matter measures it (SM).

Our study show that station of purification STEP BOUFARIK .have well performance ,but it face some problems attached to poor exploitation.

Key words: residual water, step Boufarik, performance, DBO_5 , DCO.

Introduction Générale	1
------------------------------------	---

Chapitre 01 : généralité sur les eaux usées

1.1 Introduction	2
1.2 Définitions.....	2
1.3 Origine des eaux usées.....	2
1.3.1 Origines domestiques.....	3
1.3.2 Eaux de ruissèlement.....	3
1.3.3 Les eaux industrielles.....	3
1.3.4 Les eaux agricoles.....	4
1.4.1 Les différents types de pollution des eaux usées.....	4
1.5.1 Microorganismes.....	4
1.6.1 Les éléments minéraux nutritifs.....	6
1.6.2 L'azote et le phosphore.....	6
1.7.1 Les éléments traces minéraux ou organiques	7
1.7.2 Les métaux lourds.....	7
1.7.3 Les éléments toxiques organiques.....	8
1.7.4 Les substances nutritives.....	8
1.8.1 Caractéristique et composition des eaux usées	9
1.8.2 Paramètre organoleptiques.....	9
1.8.3 Paramètres physico-chimiques.....	9
1.9 Paramètre organique.....	10
1.10 Normes internationales.....	11
1.11 Normes algérienne.....	12
1.12 Conclusion.....	14

Chapitre 02 : Les différents procédés d'épuration des eaux usées

2.1 Introduction.....	15
2.2 Définition de la station d'épuration des eaux usées.....	15
2.3 Les étapes de traitement.....	15

2.3.1 Traitement primaire.....	16
2.3.2 Prétraitement.....	16
2.3. Procédés d'épuration des eaux usées :.....	16
2.3.1 Prétraitement.....	16
2.3.2 Dégrillage.....	17
2.3.3 Tamisage.....	17
2.3.4 Dessablage.....	17
2.3.5 Déshuilage –dégraissage.....	18
2.3.6 Traitement primaire.....	18
2.3.7 Décanteur physique.....	18
2.3.8 Décantation physico-chimique.....	18
2.3.9 Traitement biologique.....	19
2.3.10 Décantation secondaire.....	20
2.3.11 Traitement tertiaire.....	21
2.4 Le traitement des boues.....	23
3.1 Conclusion.....	23
Chapitre 03 Description de la station d'épuration de Boufarik	
3.1 Introduction.....	24
3.2 Situation géographique.....	24
3.4 Caractéristiques géotechniques.....	24
3.5 Aspect géologique.....	24
3.6 Caractéristiques hydrologiques.....	25
3.7 Impact de la STEP.....	25
3.8 Principe de fonctionnement de STEP de Boufarik.....	25
3.9 Origine de l'eau brute.....	26
3.10 Installations de la STEP.....	26
3.11 Description des ouvrages de traitement de la filière eaux.....	26
3.12 Qualité du traitement.....	26

3.13 Traitement des eaux.....	27
3.13.1 Ouvrage de réception.....	28
3.13.2 Dégrillage grossier.....	29
3.13.3 Le principe de fonctionnement de dérailleurs automatique simple.....	29
3.13.4 Principe de fonctionnement.....	30
3.13.5 Prétraitement.....	30
3.13.6 Dessablage /désuilage.....	31
3.13.7 Refus dégrillage.....	32
3.13.8 Décantation primaire.....	33
3.13.9 Bassin d'aération.....	34
3.13.9.1 Synthèse cellulaire.....	34
3.13.9.2 Dégazage.....	36
3.13.10 Clarification.....	37
3.13.11 Désinfection des effluents.....	38
3.13.12 Caractéristiques de l'eau de javel.....	38
3.14.1 Traitement des boues.....	38
3.14.2 Production de boues biologiques.....	40
3.14.3 Epaissement gravitaire.....	40
3.14.4 Stabilisation des boues.....	40
3.14.5 La déshydratation des boues.....	41
3.15 Matériels et méthodes.....	41
3.15.1 Prélèvement et échantillonnage.....	41
3.15.2 Analyse physique –chimique	41
3.15.2.1 Température.....	41
3.15.2.2 pH	42
3.15.2.3 Conductivité.....	43
3.15.2.4 Oxygène dissous.....	44
3.15.5 Demande chimique en oxygène DCO.....	46
3.15.2.6 Demande biochimique en oxygène (DBO5).....	46

3.15.2.7 Nitrates (N-NO ₃).....	47
3.15.2.7 Azote ammoniacal.....	47
3.15.2.8 Nitrite.....	48
3.15.2.9 Le phosphore.....	48
3.15.2.10 Matièrestotales ou matières sèches (MS).....	49
3.15.2.12 Matière en suspension.....	49
3.15.2.13 Mesure de la matière volatile sèche.....	51
3.15.2.14 Mesure de la teneur en matière minérale (MM.....	52
3.15.2.15 Indice de Mohlman.....	52
3.15.2.16 Indice de boues.....	53
3.15.2.17 Matières décantables.....	54
3.16 Conclusion.....	55

Chapitre 04 : Performance de la station d'épuration de Boufarik

4. Introduction.....	56
4.2 Performances de la station d'épuration Aout 2020.....	56
4.2.1 La température.....	56
4.2.2 Potentiel hydrogène (pH).....	57
4.2.3 Oxygène dissous.....	57
4.2.4 Conductivité.....	58
4.2.4 Matières en suspension (MES).....	59
4.2.5 Demande biologique en oxygène (DBO ₅).....	59
4.2.6 Demande chimique en oxygène (DCO).....	60
4.2.7 Conclusion.....	61
Conclusion générale	62

Liste des abréviations

CE : Conductivité Electrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$).

DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (mg/l).

DCO : Demande Chimique en Oxygène (mg/l).

EH : l'équivalent habitant.

Im : Indice de Mohlman (mg/l).

K: constatant de la biodégradabilité.

MES : Matière En Suspension (mg/l).

MMS : matière minérales sèche (mg/l).

MO: matière organique.

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

NH+4: l'azote ammoniacal (mg/l). **NH3**: ammoniac (mg/l).

NO2-: nitrites (mg/l). **NO3-**: nitrates (mg/l).

ONA : Office National d'Assainissement.

pH : potentiel Hydrogène.

STEP: Station d'Épuration.

T : Température.

Qj : le débit journalier d'eau brute à traiter ($\text{m}^3.\text{j}^{-1}$).

ONA: Office national de l'assainissement.

STEP: Station d'épuration.

FAO : Food Alimentation Organisation

Sc : la siccité.

MS : matières sèches.

Liste des figures

Figure 2.1: les étapes de procédé de traitement (Wikipédia).

Figure 2.2 : les traitements primaires.

Figure 2.3 : dégrilleur courbe.

Figure 2.4 : bassin biologique.

Figure 3.5: clarificateur.

Figure 3.1 : localisation géographique de la STEP de Boufarik (Google maps).

Figure 3.2 : station de relevage à l'entrée de la step (step Boufaik)

Figure 3. 4 : Ouvrage de prétraitement (step Boufarik).

Figure 3.5 : Ouvrage de dessablage /déchuilage (step boufaik)

Figure 3.6: laveur à sable (step boufarik).

Figure 3.7 : décanteur primaire (step boufarik).

Figure 3.8 : bassin d'aération (step boufarik).

Figure 3.9: décanteur secondaire (clarificateur).

Figure 3.10: laboratoire de la step de Boufarik.

Figure 3.11: pH mètre.

Figure 3.12: conductivimètre.

Figure 3. 13: oxymètre.

Figure 3.14 : réactif à DCO.

Figure 3.15: thermo –réacteur.

Figure 4.1 : Variation journalière de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 02/08/2020 au 31/08/2020).

Figure 4.2 : Variation journalière du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP
(Période du 02/08/2020 au 31/08/2020).

Figure 4.3 : Variation journalière del'O2 à l'entrée et à la sortie de la STEP
(Période du 02/08/2020 au 31/08/2020).

Figure 4.4 : Variation journalière de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 02/08/2020 au 31/08/2020).

Figure 4.5 : Variation journalière de la concentration des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/08/2020 au 31/08/2020).

Figure 4.6: Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO5) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/08/2020 au 31/08/2020).

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : les normes internationales

Tableau 1.2 : les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur

(Journal officiel la république algérienne, 2006)

Introduction Générale

Introduction générale

L'eau que l'on consomme tous les jours doit retourner dans le milieu naturel pour suivre son cycle. Alors imaginez un peu si on rejetait directement toute l'eau de notre bain, des toilettes et de ménage on polluerait les cours d'eau et cela menacerait la survie des espèces.

D'abord, les eaux usées rejoignent les égouts c'est là que le parcours commence un trajet que l'eau fait sans effort car elle s'écoule par gravitation naturelle.

L'eau usées dirigées vers les stations d'épuration qui ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme d'un résidu, et de rejeter une eau épurée répondant aux normes admises, et cela grâce à des procédés physico-chimique et biologique.

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. Certains procédés permettent même l'élimination de l'azote et du phosphore. Une grande majorité de ces polluants est transférés de la phase liquide vers une phase concentrée boueuse. (salghi R .2001)

Le procédé d'épuration à boue activée est le procédé le plus utilisé en Algérie pour traiter les eaux usées.

L'objectif de ce travail consiste à évaluer les performances épuratoires et rendements de la station d'épuration de la ville de Boufarik en analysant les paramètres suivants : DCO, DBO, MES, la turbidité, le pH et température, la conductivité de l'eau.

Ce travail est organisé en quatre chapitres :

- ❖ La première traite les généralités sur les eaux usées.
- ❖ Le second chapitre touche les différents procédés de l'épuration.
- ❖ Le troisième chapitre est consacré à la description et le fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées de Boufarik.
- ❖ Dans le quatrième chapitre on présente tous les résultats de traitement des données obtenus et leur interprétation.
- ❖ En fin une conclusion générale.

CHAPITRE 01

généralité sur les eaux usées

1.1 Introduction :

En parlant de l'eau usée, il semble important d'avoir une idée sur sa définition, son origine et ces caractéristiques, ainsi que les différentes méthodes utilisées pour ses épurations.

1.2 Définitions :

Selon REJESEK(2002) ; les eaux résiduaires urbaines (ERU) ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, soluble ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine .une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répandant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriel. (GROSCLAUDE, 1999).donc sous la terminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origine très diverses qui ont perdu leurs puretés ; c'est-à- dire leurs propriété naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées des activités humaines (domestiques, industrielles ou agricole).

1.3 Origine des eaux usées :

D'après RODEIR et al. (2005), on peut classer comme eaux usées, les eaux d'origine urbaines constituées par des eaux ménagère (lavage corporel et de la ligne, lavage des locaux, eaux des cuisine) et les eaux vannes chargée 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. On peut 'y ajouter suivant les cas, les eaux d'origine industrielle et agricole.

L'eau, ainsi collectée dans un réseau d'égouts ,apparaît comme un liquide trouble , généralement grisâtre , contenant des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs dextrement variables .en plus des eaux de pluie , les eaux résiduaire urbaines sone principalement d'origine domestique mais peuvent contenir des eaux résiduaire d'origine industrielle d'extrême diversité .donc les eaux résiduaires urbaine (ERU)sont constituées par :

- des eaux usées d'origine domestique, industrielle et agricole.
- des eaux pluviales ou de ruissellement urbain.

1.3.1 Origines domestiques :

Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines : urines fèces (eaux de vannes) et eau de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères).

Ces eaux sont généralement constituées de matière organique dégradable et de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles se composent essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette .et des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salle de bains.

Elles proviennent essentiellement :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérale en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaire à base de matières organiques (glucides, lipides, protides) et des produit détergents utilises pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses ;
 - des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;
 - des eaux de salle de bain chargées en produits utilisées pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées ;
 - des eaux de vanne qui proviennent des sanitaires, très chargée en matière organique hydrocarbonées, en composes azotes, phosphates et microorganisme.
- (REJSEK ,2002)

1.3.2 Eaux de ruissèlement :

Les eaux pluviales peuvent, elle aussi, constituer une source de pollution importante des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses .l'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles) puis rn ruisselant des résidus déposé sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus et pneus et métaux lourd) (Bontoux, 1993)

1.3.3 Les eaux industrielles :

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanale ou commerciale : blanchisserie, restaurant laboratoire d'analyse médicale, etc.

La variété de ces eaux est toxique pour la flore et la faune aquatiques, ou pour l'homme.il faut bien d'instiguer les eaux résiduaires et les liquides résiduaires de certaines industries (Edline ,1979) les rejets industriels peuvent donc suivre trois voies d'assainissements (Baumont et al, 2004).

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

1.3.4 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 pesticides elle est la cause essentielle des pollutions diffuses (Bontoux, 1993).

Les épandages d'engrais nitraté et phosphaté, sous une forme en quantité, telle qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par la plante conduisant à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou de retenues. Parmi les polluants d'origine agricole, il faut tenir compte aussi des détergents se dispersant lors des applications de traitements des cultures. (Gormella et Guerre, 1978).

1.4.1 Les différents types de pollution des eaux usées :

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique, etc)

elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes en fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et de danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les microorganismes, les matières en suspension, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives (Baumont et al, 2005).

1.5.1 Microorganismes :

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes (champignons, helminthes, protozoaires, bactéries, virus) dont certains sont pathogènes. La présence de coliformes et de streptocoques témoigne d'une contamination fécale de ces eaux qu'il est impératif d'épurer pour préserver le milieu naturel (Attab, 2011).

a) Les bactéries :

Les microorganismes les plus communément rencontrés dans les eaux usées.

Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries /100ml dont la plupart sont des Proteus et des entérobactéries, 10^3 à 10^4 des streptocoques et de 10^2 à 10^3 des Clostridium. La concentration en bactéries pathogènes est très variable et peut atteindre 10^4 germes par litre. Parmi les pathogènes les plus détectés, les salmonelles dont celles responsables de typhoïde ; des typhoïdes et des troubles intestinaux les

coliformes thermo tolérants sont des germes témoins de contamination fécale communément utilisé pour contrôler la qualité relative d'une eau (Belahamdi, 2011). En plus de ces germes, les usées d'une station d'épuration contient des espèces autochtones considérées comme acteurs majeurs de biodégradations telle que : Pseudomonas, Alcali gènes, Micrococcus, Flavobacterium et d'autres (Plmont, 2005).

b) Les virus :

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) que se produisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'environnement, contrairement aux bactéries, ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par ex) soit chez un individu infecté accidentellement. L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le coronavirus ou elle 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 litre.

Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel. Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal ; parmi les virus entériques humains les plus importants, il faut citer les entérovirus (exemple : polio), les rotavirus, les adénovirus et le virus Hépatite A (Asano, 1998)

c) Les protozoaires :

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexe et plus gros que les bactéries. Ils sont présentes dans les eaux usées à l'état de kystes.

La principale forme pathogène pour l'homme est *Entamoeba histolytica*, agent de la amibiase et *Giardia lamblia* (Rodier, 2005).

d) Les helminthes :

Les helminthes sont rencontrés dans les eaux usées sous forme d'œufs et proviennent des excréments des personnes ou d'animaux infectés et peuvent constituer une source de réinfection par voie orale, ou par voie cutanée.

La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10^2 à 10^3 œufs par litre. On peut citer, notamment, *Ascaris lumbricoides*, *Oxyuris vermicularis*, *Trichuris trichiura*, *Toenia saginata* (Belhamdi, 2011).

e) Les matières en suspension (MES) :

La pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille, supérieure à $10\mu\text{m}$, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES). En fait, les matières en suspension ne sont des particules solides véritablement en suspension que dans des conditions moyennes d'écoulement des effluents correspondant à une vitesse minimale de $0,5\text{m/s}$. En fonction de la taille des particules, on distingue les matières grossières ou décantables (diamètre supérieur à $100\mu\text{m}$) et les matières en suspension (MES)(R). Elles représentent la fraction constituée par l'ensemble des particules organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elle constitue un paramètre important qui montre bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel (Métahri, 2012). Les MES s'expriment par la relation suivante dans le cas des eaux usées domestiques.

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

f) Matières décantables :

De nombreuses particules peuvent constituer des impuretés d'une eau. Les techniques analytiques nécessaires à leurs déterminations dépendent des dimensions de ces particules.

Les impuretés présentes dans l'eau ont pour origine soit des substances minérales, végétales ou animales.

Les matières décantables sont les matières des grandes tailles, entre $40\mu\text{m}$ et 5mm et qui se déposent sans traitement physique et chimique (Dekhil et Zaïbet, 2013).

1.6.1 Les éléments minéraux nutritifs :

Les nitrates et phosphores : proviennent pour l'essentiel de l'agriculture et des effluents domestiques, ils sont à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques (Mayet, 1994).

1.6.2 L'azote et le phosphore :

a) L'azote : dans les eaux usées domestiques, l'azote se trouve sous formes organique et ammoniacal, on le dose par mesure du N-NTK (azote total Kjeldahl) et la mesure du N-NH_4 . La concentration du N-NTK est de l'ordre de 15% à 20% de celle de la DBO. L'apport journalier est compris entre 10 et 15 g par habitant (Grosclaude, 1999).

Azote Kjeldahl=azoteamoniacal+azote organique (Gaujous, 1995)

L'azote organique, composant majeur des protéines, est recyclé en continu par les plantes et les animaux.

L'azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac NH_3 et l'ammonium NH_4^+ dont les proportions relatives dépendent de pH et la température. L'ammonium est souvent dominant ; c'est pourquoi, ce terme est employé pour désigner l'azote ammoniacal (Aminot et chaussepied, 1983).

En milieu oxydant, l'ammonium se transforme en nitrite ; Ce qui induit une consommation d'oxygène (Gaujous, 1995).

b) Nitrites (NO_2^-) :

les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations, sa toxicité augmente avec la température. Il provoque une dégradation de l'hémoglobine du sang des poissons qui ne peut plus véhiculer l'oxygène, il en résulte la mort par asphyxie (Severin-Reta, 1995).

c) Nitrate (NO_3^-) :

Les nitrates constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique dans l'eau.

Les bactéries nitrifiantes (nitrobactères) transforment les nitrites en nitrates. Cette réaction appelée nitrification, s'accompagne aussi d'une consommation d'oxygène (Severin-R et al, 1995).

Azote globale=azote Kjeldahl+Nitrites+ nitrates (Severin-R et al, 1995).

d) Le phosphore :

Le phosphore est présent dans l'eau sous plusieurs formes : phosphates, poly phosphates, phosphore organique ... ; les apports les plus importants proviennent des déjections humaines et animales et surtout des produits de lavage, les composés phosphorés sont indésirables dans les réservoirs de distribution des eaux potables, parce qu'ils contribuent au développement d'algues et plus généralement du plancton aquatique.

Agent d'eutrophisation gênant dans le milieu naturel, les phosphates n'ont pas d'incidence sanitaire et les poly phosphates sont autorisés comme adjuvants pour la prévention de l'entartrage dans les réseaux (Bontoux, 1993).

1.7.1 Les éléments traces minéraux ou organiques :

1.7.2 Les métaux lourds :

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

et le plomb, les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic nickel,) sont présent à l'état de traces. Leur origine est multiple :ils proviennent « des produits consommés au sens large par la population ,de distribution d'eau et assainissement ,des activités de service (santé, automobile)et éventuellement de rejets industriels » (cauchi et al ,1996).les éléments cités dans la littérature comme étant les plus dangereux sont le plombe (Pb),l'arsenic(As),le mercure (Hg),le cadmium(Cd)et le nickel(Ni)(vialagines,2003).

1.7.3 Les éléments toxiques organiques :

Les micropolluants d'origine organique sont extrêmement nombreux et varies , ce qui rend difficile l'appréciation de leur dangersités ,ils proviennent de l'utilisation domestique ,des rejets industriels et des eaux de ruissellement sur les terres agricoles, sur le réseau de routier etc ...parmi ces composé chimiques toxiques très persistants et qui ont une grande lipophilicité , on peut citer les hydrocarbures polycycliques aromatiques, les alkyl phénol,cholorophénols phatalates , les pesticides et les résidus pharmaceutiques actifs .certains composé ont un pouvoir de perturber le système endocrinien .tel que les hydrocarbure polycycliques aromatiques et les alkylphénole (Belgiorno,2007).

En effet, plusieurs environnements aquatique ont été pollués par ces composé en plus des autres substances pharmaceutiques dont la principale source potentielles de ces produits toxiques (Belgioro et al, 2007 ;Andreozz ;et al,2003).

Cependant, en raison de la faible solubilité de ces éléments organiques, on les retrouvera concentrés dans les boues plutôt que dans les eaux résiduaires (FAO, 2003).

1.7.4Les substances nutritives :

Les nutriments se trouvent en grande quantité dans l'eau usée, et constituent un paramètre de qualité important pour la valorisation de ces eaux en agriculture et en gestion des paysage (Hamoda, 2004).les éléments les plus fréquents dans les eaux usées sont l'azote, le phosphore, et parfois le potassium, le zinc, le bore, et le soufre. Ces éléments se trouvent en quantité appréciables, mais en proportions très variables que ce soit dans les eaux usées épurées ou brutes, en outre, la présence de matière organique sous différentes formes dans l'eau usée (solides en suspension, élément colloïdaux et matière dissoutes) peut par son effet à long terme sur la fertilité du sol, contribuer également à la stabilité structurale du sol (FAO, 2003).

1.8.1 Caractéristique et composition des eaux usées :**1.8.2 Paramétré organoleptiques :****a) Odeur :**

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

b) Couleur :

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle, soit associée à sa pollution. La coloration d'une eau 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).

c) Turbidité :

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes elle est causé dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fine, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes une faible part de la turbidité peut être du également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale. Les unités utilisées pour exprimer la turbidité proviennent de la normalisation ASTM (American society for testing material) Qui considère que les trois unités suivantes sont comparables :

Unité JTU (jackson turbidité unit)=unité FTU (Formazine turbidity unit)=unité NTU (néphélogéométrie turbidité unit)(Rejsk, 2002).

1.8.3 Paramètres physico-chimiques :**a) 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 refroidissements des centrales nucléaires thermique induisant ainsi une forte perturbation du milieu. la température est mesurée par thermosonde (ou par thermomètre) (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 de mélanges éventuels, etc (Rodier, 1996).

b) Le potentiel hydrogène (pH) :

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau (Gomella et Guerree, 1978).

Sa mesure doit s'effectuer sur place de préférence par la méthode potentiométrique. la mesure électrique, quoique délicate, peut seule donner une valeur exacte, car elle est indépendante du potentiel d'oxydoréduction de la couleur du milieu ou la turbidité et des matières colloïdales (Rodier et al ,1996).

En milieu côtier et estuarien, certains rejets industriels ou apports d'eaux de ruissellement sont la cause de variation de PH qui s'avère être dans ce cas un indice de pollution (Aminot et chossepied, 1983)

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 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 métaux dont il peut diminuer ou augmenter la disponibilité et donc la toxicité.

c) Conductivité :

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 de l'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 (Rjesk,2002).sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500µs/cm, la prolifération de microorganismes peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire .

d) L'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 10mg/elle est fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg /l (Ladjel, 2006).

1.9 Paramètre organique :**a) Demande chimique en oxygène (DCO) :**

la demande chimique en oxygène est la consommation en dioxygène par les oxydants chimiques forts pour oxyder les substances organiques et minérales de

l'eau. C'est l'une des méthodes le plus utilisée pour évaluer la charge globale en polluants organiques d'une eau.

b) Demande biochimique en oxygène (DBO) :

Pratiquement, la demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substance putrescibles, son pouvoir auto-épurateur et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration (Rodier ,2005).

La demande biochimique en oxygène après 5 jour (DBO_5) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobies présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et ou inorganiques. (Rejsck, 2002).

c) La biodégradabilité :

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxyde par les microorganismes qui mes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux usées.

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 constitué en grande partie de matière fortement biodégradable.
- Si, $1,5 < K < 2,5$; cela signifie que les matières oxydable sont biodégradables.
- Si, $2,5 < K < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradable.
- Si, $K > 3$: les matières oxydable sont non dégradables.

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

La valeur du coefficient K déterminer le choix de filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique (métahri ; 2012).

1.10 Normes internationales :

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné. Une norme est fixée par une loi, une directive, un décret de loi.

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées sont représentées dans le tableau suivant :

Paramètre	Unité	Normes utilisée
PH	/	6,5-8,5
DBO ₅	mg /l	<30
DCO	mg /l	<90
MES	mg /l	<20
NH ⁺⁴	mg /l	<0,5
NO ₂	mg /l	1
NO ₃	mg /l	<1
P ₂ O ₅	mg /l	<2
Température	°C	<30
Couleur	/	Incolore
Odeur	/	Inodore

Tableau n°01 : les normes internationales.

1.11 Normes algérienne :

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

Selon les normes Algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau :

Paramètre	Unité	Valeur limites
Température	°C	30
PH	/	6,5à8, 5
MES	mg/L	35
DBO ₅	mg/L	120
DCO	mg/L	30
Azote Kjeldahl	mg/L	02
Phosphate	mg/L	10
Phosphate total	mg/L	0,1
Cyanures	mg/L	03
Aluminium	mg/L	0,2
Fer	mg/L	03
Manganèse	mg/L	01
Mercure total	mg/L	0,01
Nikel total	mg/L	0,5
Plombe total	mg/L	0,5
Cuivre total	mg/L	0,5
Zinc total	mg/L	03
Huiles et graisses	mg/L	20
Hydrocarbures totaux	mg/L	10
Indice phénols	mg/L	0,3
Fluor et composés	mg/L	15
Etain total	mg/L	02
Composé organique chlorés	mg/L	05
Chrome total	mg/L	0,5
(*)(Chrome III ⁺)	mg/L	03
(*)(Chrome VI ⁺)	mg/L	0,1
(*) solvants organiques	mg/L	20
(*) chlore actif	mg/L	01
PCB	mg/L	0,001
(*)Détergents	mg/L	02
(*)tensioactifs anioniques	mg/L	10

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

1.12 Conclusion :

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico- chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et connaître l'importance de leur charge polluante.

Dans ce chapitre on a présenté, les origines et principaux caractéristiques des eaux usées, avant qu'elles ne soient rejetées dans 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 ou elles subissent plusieurs phases de traitement.

CHAPITRE 02

**Les différents procédés d'épuration
des eaux usées**

2.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents procédés de l'épuration des eaux usées qui constituent un effluent très chargé en matières polluantes, Nuisible aussi bien au milieu récepteur qu'aux utilisateurs.

2.2 Définition de la station d'épuration des eaux usées :

C'est une nouvelle technique qu'on a pratiqué récemment pour traiter des eaux usées (toxiques) et par plusieurs ressources (domestique, industrielle et agricole ...etc) Ensuite elle passe par plusieurs étapes traitées et rejet dans le milieu récepteur sans aucun problème pour conserver l'environnement.

Les stations d'épuration permettent donc de limiter la pollution de l'eau. En effet, à cause de la surpopulation urbaine, l'auto-épuration naturelle n'est pas suffisante à l'élimination des nombreux détruits polluants. Il est donc indispensable de mettre en place des stations d'épurations qui vont grâce à la succession de plusieurs traitements éliminer progressivement la quasi-totalité de la pollution.

2.3 Les étapes de traitement :

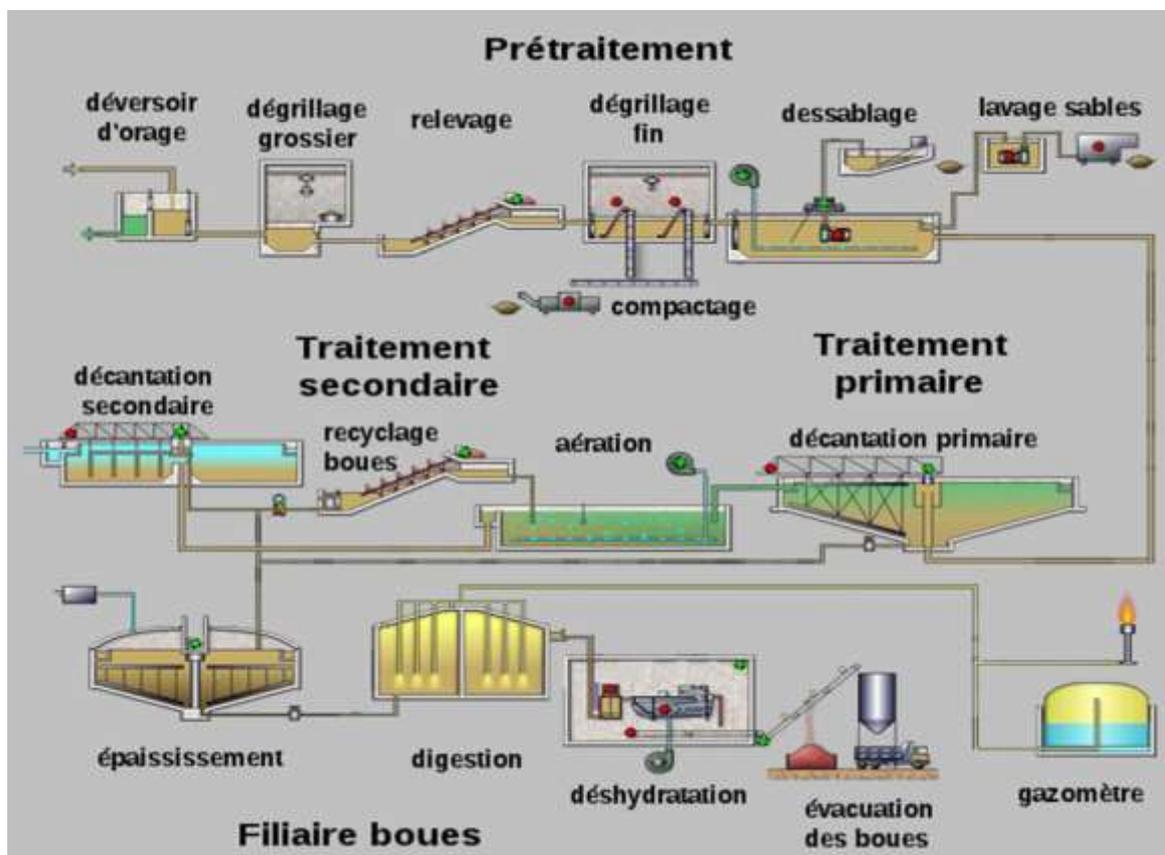


Figure 01: les étapes de procédé de traitement (fr.wikipedia.org)

2.3.1 Traitement primaire :

Le traitement primaire se base essentiellement sur le principe de séparation des constituants solides de la phase liquide sur un processus de décantation, de sédimentation. Le traitement primaire est réalisé souvent en deux parties : le prétraitement et une décantation primaire.

2.3.2 Prétraitement :

Le prétraitement consiste à extraire de l'eau la plus grande quantité des éléments présents, il comporte l'ensemble d'opérations suivantes : dégrillage, dessablage et dégraissage (désuilage).



Figure 02 : les traitements primaires (ciffasystemes.com)

2.3. Procédés d'épuration des eaux usées :

2.3.1 Prétraitement :

Les dispositifs de prétraitement physique sont présents dans toutes les stations d'épurations, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval ils ont pour but d'éliminer les éléments ou les particules les plus grossiers.

Il comporte quatre parties principales :

2.3.2 Dégrillage :

Le dégrillage consiste à séparer les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute, on faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux dont l'écartement est bien calculé l'efficacité de dégrillage est en fonction de l'écartement entre les barreaux de grille ; on distingue :

- ✓ Pré dégrillage pour écartement 30 à 25 mm ;
- ✓ Dégrillage moyen pour écartement 10 à 25mm ;
- ✓ Dégrillage fin pour écartement 3 à 10mm ;



Figure03 : dérailleur courbe (perrieresorem.fr)

2.3.3 Tamisage :

Le tamisage est un dégrillage poussé utilisé dans les stations d'épurations industrielles.

Il consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différentes dimensions. Il existe un macro-tamisage (mailles > 0.3mm) et un tamisage (mailles < 100µm).

2.3.4 Dessablage :

Le dessablage consiste à retirer de l'effluent les sables et les particules minérales plus ou moins fines, afin de protéger les conduites et pompes contre la corrosion et

éviter le colmatage des canalisations par les dépôts au cours du traitement, la technique classique du dessaleur consiste à faire circuler l'eau dans une chambre tranquillisation avec une vitesse d'environ de 0,3m/s qui permet le dépôt d'une grande partie des sable.

2.3.5 Déshuilage –dégraissage :

C'est un procédé destiné à éliminer les graisses et les huiles dans les eaux résiduaires les huiles et les graisses présentent plusieurs inconvénients pour le traitement tel que :

- Envahissement des décanteurs des décanteurs ;
- Mauvaise diffusion de l'oxygène dans les décanteurs ;
- Risque de bouchage des canalisations et des pompes ;
- Diminution du rendement du traitement qui arrive après ;

2.3.6 Traitement primaire (décanteur primaire) :

Le traitement primaire consiste en une simple décantation, elle permet d'alléger les traitements biologiques et physico-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 1,2m/h ,40 à 60% de MES, soit 40% de MO, 10 à 30% de virus ,50 à 90% de helminthes et moins de 50% des kystes de protozoaires elle entraîne également avec elle une partie des micropolluantes.

2.3.7 Décanteur physique (naturel) :

La décantation est utilisée pratiquement dans toutes les usines d'épuration et de traitements des eaux, c'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en flocc dont la densité est supérieurs à celle de l'eau ; elle s'effectue selon un processus dynamique ,en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée. Elle est dirigée vers un autre stade d'épuration.

2.3.8 Décantation physico-chimique :

Si les particules sont très fines (colloïdes), ils peuvent rester en suspension dans l'eau très longtemps, on recourt aux procédés coagulation et de floculation qui ont pour but de déstabiliser les particules en suspension et faciliter leur agglomération,

par l'injection des réactifs tel que : (le sulfate d'alumine, le sulfate ferrique) pour coagulation et pour la floculation on trouve : les flocculants minéraux, les flocculants organiques.

2.3.9 Traitement biologique :

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation.

Parmi ces organismes, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires, les microorganismes responsables de l'épuration s'agglomèrent sous forme de floc et développent en utilisant la pollution comme substrat nécessaire à la production d'énergie vitale et à la synthèse de nouvelles cellules vivantes.



Figure 04 : bassin biologique (ecosociosystemes.fr)

2.3.10 Décantation secondaire :

Le clarificateur et un bassin circulaire, équipé d'un point racleur. La liqueur mixte, venant des bassins biologiques via la deuxième chambre de réparation est séparée en eau épurée et boues biologiques par décantation. Les boues décantées sont siphonnées par une pompe à vide, une partie sera acheminée vers la première chambre du répartiteur assurant la recirculation des boues contenant la culture bactérienne épuratrice. Afin de maintenir la concentration en biomasse nécessaire dans ce bassin, l'autre partie sera transmise au flotateur.



Figure 05: clarificateur (fr.freepik.com)

2.3.11 Traitement tertiaire :

Certains rejets d'eaux traitées sont soumis à des germes pathogènes, qui nécessitent la mise en œuvre de traitements tertiaires.

Il regroupe toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires.

a) L'élimination de l'azote :

Les stations d'épurations n'éliminent qu'environ 20% de l'azote présent dans les eaux usées, par les traitements de nitrification dénitrification .pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensible, des procédés physiques et physico-chimiques complémentaires permettent l'élimination de l'azote par : électrodialyse, résines échangeuse d'ions, «stripage » de l'ammoniac, mais ces traitement ne pas utiliser le traitements des eaux des eaux résiduaires urbaines, pour des raisons de rendement et de cout .

L'élimination de l'azote se fait généralement selon un processus biologique en deux étapes importantes.

b) La nitrification :

La nitrification est un processus qui se déroule sous l'action de certains microorganismes spécifiques et qui conduit à la transformation de l'ammoniac (ou à l'ammonium) en nitrate en 2eme étapes :

Nitrosation, Sous l'action de bactéries nitreuse aérobies (nitrosomonas).

Nitratation par les bactéries nitrifiantes aérobie (nitrobacter).la nitrification est une des étapes du traitement d'une eau usée qui vise la transformation de l'ammonium (NH_4^+) en nitrate (NO_3^-), cette transformation est réalisée par des bactéries, en milieu aérobie.

c) La dénitrification :

Est un processus anaérobie par lequel les nitrates sont réduits en azote et oxydes d'azote.

Les micro-organismes utilisent les nitrates comme source d'oxydante à la place de l'oxygène et en présence d'une source d'un carbone organique qui doit être apportée dans le milieu.

d) L'élimination du phosphore :

L'élimination de phosphore, ou « déphosphatation » ne peut être réalisé par des voies physico-chimiques ou biologique. En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation. Les techniques, les plus utilisée actuellement, éliminent entre 80% et 90% du phosphore mais engendrent une importante production de boues.

e) Elimination et traitement des odeurs :

Les eaux usées chargées en matières organiques particulaires et dissoute ; peuvent induire directement ou indirectement, par l'intermédiaire, de leurs sous-produits d'épuration (graisses, boues) ; la formation d'odeurs désagréables suivant un processus de fermentation.

Les odeurs provenant des STEP sont dues aux gaz, aérosols ou vapeur émises par certains produits contenus dans les eaux usées ou dans les composés se formant au cours de différentes phases de traitement les sources les plus importantes d'odeurs sont :

Les prétraitements,

Les boues et leurs traitements,

Pour éviter ces nuisances, les ouvrages sensibles seront couverts et munis d'un système de ventilation ainsi que d'une unité de traitement biologique des odeurs.

On distingue généralement deux types de traitement biologique des odeurs :

Les bio-filtres et les bio-laveurs. Dans les premiers, la biomasse est supporté par un plancher spécifique et l'air traverse le massif (souvent de la tourbe) .les secondes réalisent un deuxième filtre grâce à une suspension. La biomasse est libre, et l'épuration se produit dans un réacteur.

f) La désinfection :

Un abaissement de la teneur des germes, parfois exigé pour les rejets dans des zones spécifiques (zone de baignade, zone de conchylicoles) ou dans le cadre d'Une réutilisation, il sera réalisé par des traitements de désinfection chimique par :

j) Le chlore :

Est un oxydant puissant qui réagit à la fois des molécules réduites et organiques, avec le micro-organisme.

Les composés utilisés dans le traitement des eaux usées sont :

Le chlore gazeux (Cl_2), l'hypochlorite de sodium($NaClO_2$) appelé communément « eau de javel » ; l'hypochlorite de calcium ($Ca(ClO_2)$), le chlore de chaux ($CaCl_2 \cdot OCl_2$) et le chlorite de sodium ($NaClO_2$).

h) L'ozone(O_3) :

Est un oxydant puissant, il permet l'élimination des bactéries, des virus et de protozoaire .c'est le seul procédé vraiment efficace contre les virus .les teste toxicité effectués sur des poisons, des crustacés et des algues n'ont pas permis de mettre en évidence une quelconque toxicité.

Aussi, On a des traitements physiques tel que :

Le rayon ultra violet qui consiste à utiliser des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eaux. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes .ce traitement est très simple à mettre en œuvre, car n'y a ni stockage, ni manipulation des substances chimiques et les caractéristiques de l'effluent ne sont pas modifiées.

i) La filtration :

Est un procédé physique qui permet de retenir les microorganismes par rétention à l'aide d'un filtre qu'elle soit réalisée sur sable ou sur membrane, cette technique exige épuration secondaire, préalable garantissant une élimination assez poussée des matières en suspension. L'élimination des virus, des bactéries et des protozoaires est fonction du milieu poreux, de la vitesse de percolation, de l'épaisseur du massif filtrant et du niveau d'oxydation de l'eau filtrée.

2.4 Le traitement des boues :

Les boues constituant le résidu principal des stations d'épurations. Le traitement des boues représente 30% de l'investissement dans la construction d'une station d'épuration.

Le traitement des boues a pour objectifs de :

Réduire la fraction organique à fin de diminuer leur pouvoir fermentescible et les risques de contamination (stabilisation) ;

Diminuer leur volume total afin de réduire leur cout d'évacuation (déshydratation).

3.1 Conclusion :

Dans ce chapitre on a base sur les procédées d'épurations des eaux usées et on a cité les différents étapes d'épuration à partir de prétraitement jusqu'à la désinfection et on a précisé spécialement l'épuration par la boue active.

CHAPITRE 03

**Description de la station d'épuration
de Boufarik**

3.1 Introduction :

La station de Boufarik a été réalisée pour épurer les eaux usées des 7 communes de la wilaya de Blida, notamment Boufarik, Ben Khelil, Soumaa, Guerouaou, Benitamous, Oued El Alleug et Bouinan et rejeter dans le milieu récepteur une eau moins polluée qui n'affecte pas les écosystèmes se trouvant en aval de la station.

L'épuration des eaux comprend deux filières de traitement, une filière Eau qui permet l'élimination de la pollution particulaire et carbonée et une filière Boue qui traite les boues issues du traitement de l'eau.

3.2 Situation géographique :

La station d'épuration des eaux usées de Boufarik se situe à Ben Chaabane chef-lieu de la commune de Ben Khelil qui se trouve au nord de la wilaya de Blida.

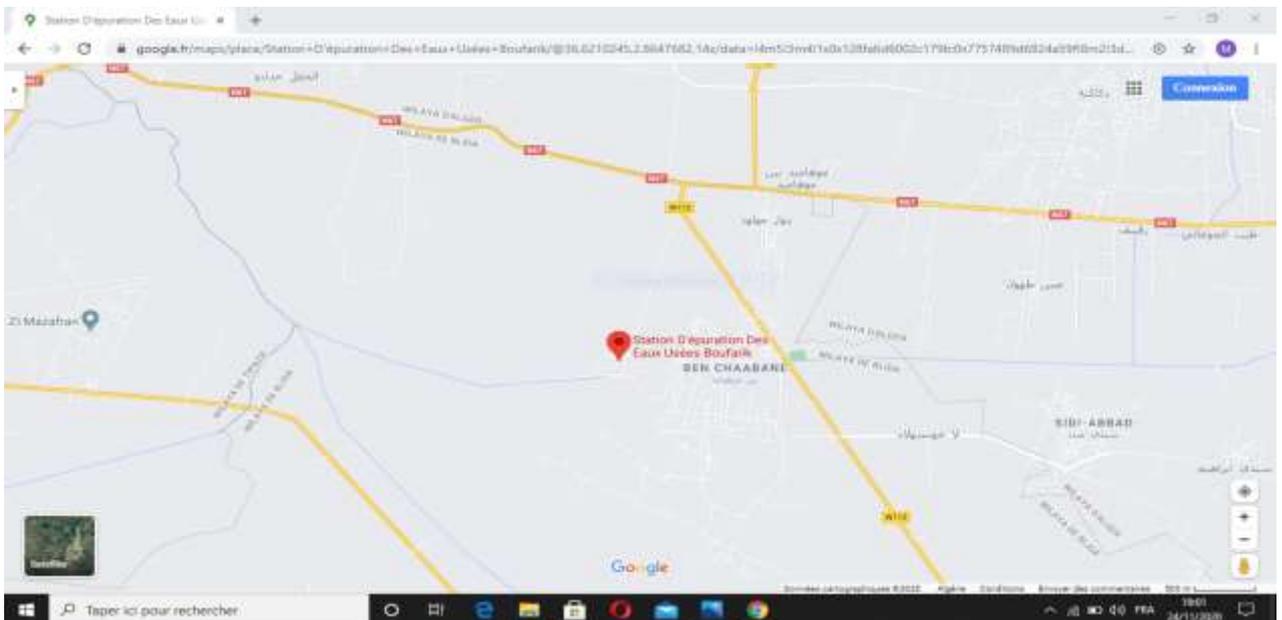


Figure01 : localisation géographique de la STEP de Boufarik (Google maps)

3.4 Caractéristiques géotechniques :

Le site est considéré plat d'une superficie de l'ordre de 60.000 m²

3.5 Aspect géologique :

Les 6 sondages carottés et les 10 puits ont reconnu une puissante formation d'argiles limoneuses plastiques hétérogènes et noir qui ont été pénétrées sur une hauteur maximum de 15m.

3.6 Caractéristiques hydrologiques :

Les relevés piézométriques sont indiqués la présence d'eau au droit d'un seul sondage S₄ à 9 m de profondeur.

La nature argileuse des matériaux laisse supposer une perméabilité très faible.

3.7 Impact de la STEP :

La réalisation de la station d'épuration de la ville de Boufarik est destinée à épurer les eaux usées rejetées d'une population, pour objectif essentiel d'éviter les problèmes de pollution du milieu récepteur (oued tlatha).

Protection de la nappe phréatique,

Préservez la santé de la pollution contre les maladies à transmission hydrique.

Réutiliser les eaux épurées en irrigation.

Réutiliser les boues issues de l'épuration à des fins agricoles.

3.8 Principe de fonctionnement de STEP de Boufarik :

a) Données de base :

La station d'épuration a été dimensionnée sur la base suivante :

Type de réseau : unitaire

Nature des eaux brutes : urbaines

Population raccordée : 375000 EH

b) Débits :

Débit journalier : 60000 m³/J

Débit moyen horaire : 2500 m³/h

Débit de pointe par temps sec : 4000 m³/j

Débit de pointe de temps de pluie : 6000 m³/J

c) Charge polluante :

DBO₅ : 28 125 kg /J

MES : 26 250 kg/j

DCO: 56 250 kg/j

NTK: 4500 kg/j

Phosphore(p) :938 kg/J

3.9 Origine de l'eau brute :

Les eaux usées sont acheminées vers la station d'épuration en écoulement gravitaire par le biais d'un collecteur de DN1500 mm au niveau de la bêche d'arrivée. Les eaux usées passeront à travers un dégrilleur grossier puis seront relevées par 5 groupes de pompage.

3.10 Installations de la STEP :

La STEP de Boufarik est équipée de deux filières une pour les eaux usées et l'autre pour les boues.

3.11 Description des ouvrages de traitement de la filière eaux :

La station fonctionne sur la base d'un procédé à boues activées aérobie à moyenne charge avec aération prolongée à l'aide d'aérateur de surface à vitesse lente, l'eau entrant à la station passe par deux filières :

Bêche d'arrivée et prétraitement :

Dégrillage grossier	1/ 2
Poste de relevage	4/ 5
Dégrillage fin	1/ 2
Dessabler/ Déshuileur	2/3

File eau :

Décanteur primaire	1/3, file N°3
Bassin biologique	1/3, file N°3
Clarificateur	1/3, file N°3

File boues :

Epaississeur :	1/ 2
Stabilisateur :	0 /2
Déshydratation :	0/4

3.12 Qualité du traitement :

L'objectif de la station est traitement du flux par temps sec à l'horizon 2030.

Les prétraitements sont conçus pour traiter le flux estimé par temps sec de pluie à l'horizon 2030.

Le niveau minimal de traitement exigé présent dans aux le tableau suivant :

Paramètre	Concentration (mg/L) moyenne 24h temps sec	Rendement minimum
DBO₅	≤30	≥90
DCO	≤90	≥80
MES	≤30	≥90

3.13 Traitement des eaux :

Les effluents arrivent à la station gravitairement depuis l'ouvrage de réception dans l'ouvrage de dégrillage grossier à la cote 9200m, ce qui permet de conserver au niveau du carneau béton une pente supérieurs à 2mm/m.

Au niveau de l'oued Thlata, les eaux usées provenant du nord de Ben Chaabane arrivant par un collecteur de diamètre 500mm, seront raccordées sur béton à partir d'un regard aménagé et équipé de vannes permettant l'alimentation vers le carneau ou le rejet direct dans l'oued ,de ces effluents, en cas de besoin de by-pass de l'installation.

Au niveau de la station, les effluents arrivent ensuite sur l'ouvrage de dégrillage qui sera équipé de deux dégrilleurs grossiers mécanisés d'espacement 40mm et de dimensionnés chacun, pour les débits de pointe de temps pluie de 6000 m³/h ils sont par la suite relevés par 5 groupes de pompage immergées dont un en secours de débits unitaire 1500m³/h afin d'être dirigés vers les ouvrages de prétraitement qui assurent les étapes de traitement suivantes :

Dégrillage fin 8mm, 2 canaux parallèles équipé de 2 dégrilleurs automatiques (1+1 en secours) dimensionnés chacun pour le débit de pointe de temps pluie de 6000m³/h, Dessablage /désuilage (3 dessaleurs /déshuileurs longitudinaux similaires).

La mesure des débits entrants est effectuée par un débitmètre électromagnétique situé sur la conduite de relevage.

L'aval des prétraitements, un ouvrage permet de by passer une partie des eaux ($Q_{PTP}-Q_{pts}$) et de repartir le reste (Q_{pts}) sur trois files de traitement composées chacune de :

1 ouvrage de décantation primaire.

1 bassin d'aération, équipé d'aérateur de surface, de volume unitaire de 5000m³ environ, soit un total de 15000m³ pour les 3 files,

1 ouvrage de dégazage commun aux 3 files annexé à un ouvrage de réception,

1 clarificateur de 4300 m de diamètre,

1 poste de recirculation des boues,

Les effluents regroupés en sortie de la clarification transiteront en suite dans :

1 bassin de désinfection avec injection d'hypochlorite de soude,

1 canal de comptage permettant la mesure de débit des effluents rejetés avec seuil venturi.

En amont du comptage, dans la désinfection, une prise des eaux traitées permettra une production d'eau industrielle pour les besoins de lavage des équipements et de l'usine.

3.13.1 Ouvrage de réception :

La principale partie des eaux polluées arrive par pompage depuis la ville de Boufarik au niveau d'un ouvrage de réception situé au sud de la station, à plus de 500m, notre prestation, conformément aux compléments du DAO, prévoit la réalisation d'une rampe de réception remblayée provisoirement, en attendant d'être alimentée par le futur poste de pompage (hors prestation). L'ouvrage de réception est dimensionné à fin :

De rassembler les eaux brutes en provenance de la SP3 de Boufarik et du Ben Chaabane, que la vitesse dans celui-ci ne soit pas inférieure à 0,3 m/s.

D'intégrer le by-pass général de l'usine, via un déversoir et un dégrilleur manuel.

Les caractéristiques de l'ouvrage de réception sont les suivantes :

Données	Unité	Valeur
Débits	m ³	5500
Largeur	M	2,5
Hauteur d'eau	M	1,73
Vitesse dans l'ouvrage	m /s	0,35
Longueur de surverse	M	4

Dans le cas du by-pass total, la hauteur de la lame déversante est de 0,237m, le calcul est suivant :

Données	Unité	Valeur
Débit maximal	m ³	6000
Longueur de surverse	M	4
Hauteur de lame d'eau	M	0,237

3.13.2 Dégrillage grossier :

Le dégrillage grossier (entrefer 40mm) a pour fonction de retenir les éléments solides les plus volumineux pour mettre la protection des équipements de pompage et le fonctionnement des prétraitements fins placés en aval.

Le dégrillage est effectuée par 2 dérailleurs automatique, installes dans un canal de 2m de large.

La vitesse d'approche dans le canal est inférieure à 0,8m/s au débit de 6000m³/h afin de favoriser une vitesse de passage entre les grilles compris entre 0,5 et 1m/s.

Les puissances installées sont de 3kw par dérailleur.

Le matériau employé pour la construction des dérailleurs de l'inox 316L.

3.13.3 Le principe de fonctionnement de dérailleurs automatique simple :

Il fait appel aux lois physiques liées à la gravité, ils se composent d'une partie fixe : la grille, et d'une partie mobile : le râteau, permettant de nettoyer la grille et remonter les matières jusqu'au point de décharge situé en partie supérieur du dégrilleur.

Poste de relevage :



Figure 02 : Performance de la station d'épuration Boufarik

3.13.4 Principe de fonctionnement :

Les eaux arrivant sur la station sont envoyées vers les prétraitements, le poste de relevage est équipé de cinq pompe dont une en secours.

La capacité total de pompage correspond au débit la nominal de pointe 6000m³/h.

3.13.5 Prétraitement :

Les prétraitements sont conçue pour traiter le flux estimé par temps sec à l'horizon 2030 situ débit de pointe de 6000 m³/h.



Figure03 : Ouvrage de prétraitement (step Boufarik)

Dégrillage fin :

Après le dégrillage grossier, on a deux dégrilleur fins automatiques. (Entrefer 8 mm).

Ces équipements efficaces présentent les avantages suivants :

Elimination efficace de la plupart des matières solides,

Protection des équipements électromécaniques situés en aval.

Chacun des canaux de dégrillage, de largeur 2m, peut traiter le débit de pointe de pluie prévu, soit $6000\text{m}^3/\text{j}$

La vitesse d'approche dans le canal est inférieure à 0,8m/s.

3.13.6 Dessablage /désuilage :



Figure 04 : Ouvrage de dessablage /désuilage

Les effluents transitent ensuite vers les ouvrages de dessablage/désuilage qui permettent la décantation des résidus les plus denses (sable) et la flottation des déchets plus légers (graisses).

L'élimination des sables évite l'abrasion des équipements situés en aval. Celle des graisses favorise le transport d'oxygène dans les bassins d'aération.

L'étage de dessablage/désuilage se compose de 3 files permettant de recevoir un débit total de 6000 m^3 /soit en fonctionnement normal un débit de $2000\text{ m}^3/\text{h}$ par ligne.

Un dispositif de batardeaux permet d'isoler une des files pour maintenance.

Cette unité de dessablage –désuilage est un ouvrage rectangulaire à flux longitudinal lent.

La vitesse ascensionnelle maximum de dimensionnement est $25\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$.

3.13.7 Refus dégrillage :

Les refus de dégrillage sont recueillis dans une vie convoyeuse et sont acheminées dans une vis compacteuse, celle-ci met les déchets sous pression de manière à en extraire l'eau et à en diminuer le volume .la pression de compactage permet aussi de conduire les déchets compactes à travers une conduite jusqu'à la benne de stockage.

a) Graisse :

Le système de raclage de surface des dessaleurs déshuileur s'évacue les graisse dans un puits à graisse commun aux ouvrages équipé d'un trop plein.

b) Sable :

Le sable et l'eau relevée par le système de pompage air lift sont dirigés dans les goulottes latérales adjacentes aux dessaleurs, d'où elles seront reprises apr deux types vortex dont une secours

Les refoulements de ces deux pompes sont raccordés et renvoyés vers un classificateurs-laveur à sable.



Figure 05: laveur à sable

3.13.8 Décantation primaire :



Figure 06 : décanteur primaire

Avant le traitement biologique, les effluents transitent dans trois ouvrages de décantation primaire de caractéristiques unitaire :

Diamètre au miroir de l'ouvrage : 3400m.

Hauteur d'eau en zone périphérique de l'ouvrage :

Surface miroir : 888m².

Volume utile : 2665m³.

Dans chaque ouvrage, une contre lame permet le blocage des flottants avant la sortie des eaux décantées. Une rampe de reprise des flottants en inox permet de collecter les flottants récupérés grâce aux racles de surface sur les ponts.

Les flottants partent gravitairement vers le poste de pompage des flottants avant d'être envoyés vers l'épaississement des boues.

Dans chaque ouvrage les boues primaires sont racclées vers un puits central, d'où elles sont aspirées par une pompe située dans un local commun aux 3 files. Une pompe supplémentaire permet le secours des autres pompes. Les boues primaires sont envoyées sur l'épaississement des boues.

3.13.9 Bassin d'aération :

Le traitement biologique consiste à éliminer les impuretés organiques par l'action d'une biomasse épuratrice .dans le cas d'une boue activée, cette biomasse est en suspension dans des bassins aérés est constituées de micro-organismes divers : Bactéries, levures, protozoaire, métazoaires,...

Dans les bassins, une aération efficace est nécessaire à la bonne dégradation de la Pollution et à une parfaite maitrise des couts de fonctionnement

Aussi, l'aérateur est réalisé par des turbines de surface.

Avec un effluent aère, les bactéries trouvent des conditions favorables pour leur développement elles disposent d'oxygène et d'un substrat carboné .dans les bassins, il se déroule les réactions biologique suivantes :

Dégradation du substrat organique ;

Les bactéries utilisent les matières organiques disponibles comme substrat .sous l'action des enzymes et présence d'oxygène, la réaction fournit de l'énergie et des sous-produits sous forme de gaz carbonique, l'eau et d'ammoniac.



Figure07 : bassin d'aération

3.13.9.1 Synthèse cellulaire :

L'énergie produit par la dégradation du substrat permet aux bactéries de se développement se multiple, c'est ce qu'on appelle le synthé cellulaire.il convient

Chapitre 3 : Description de la station d'épuration de Boufarik

cependant de réguler la quantité de bactérie présente dans les bassins, aussi l'extraction des boues permet de maintenir une biomasse constante.

Le niveau de traitement requis nous a conduit à proposer, un traitement par boue activées moyenne charge .pour une fiabilité maximale et une grande souplesse d'exploitation, le traitement biologique (boue activé +clarification) est constitué par trois files parallèles et isolables l'une de l'autre.

En présence d'oxygène, il y a oxydation de la pollution carbonée, et consommation par les cellules bactériennes.

L'oxygénation et le brassage sont assurés par des aérateurs de surface (turbines), placées sur des passerelles.

Les principaux paramètres de fonctionnement du bassin d'aération, sont les suivantes :

Données	Unité	Horizon 2030
Volume biologique retenu total	m ³	15043
Flux de pollution entrante en DBO₅	kg/j	19688
Flux de MES	kg/j	10500
Charge massique	kg DBO ₅ /kg MVS	0,40
Charge volumique	kg DBO ₅ /m ³	1,30
Concentration en MEST	g/L	4
Taux MVS	%	8,2
Age des boues	Jours	4
Quantité totale des boues activées	kgMES	66414
Production de boue	kg/J	15094
Concentration en MVS	g/l	3,3
Pertes de boue avec l'effluent	kg/J	1800
Boues en excès journalière	kg/J	13294
Temps de séjour /Q_m	H	3,99
Besoins journaliers en oxygène	kg O ₂ /h	22583
Apport total en o₂	kg O ₂ /h	1908
Temps de fonctionnement des aérateurs	H	18

3.13.9.2 Dégazage :

Pour faciliter l'exploitation du nouveau clarificateur, une zone de dégazage commune aux trois lignes est prévue entre les bassins d'aération et les clarificateurs.

3.13.10 Clarification :

Cette étape du traitement est primordiale pour garantir une qualité de rejet, elle assure la séparation entre les boues et l'eau traitée.

L'efficacité de la séparation eau/boues dépend de la décantabilité des boues (liée à la nature des effluents) et de la capacité de l'ouvrage à atténuer de fortes variations de charges hydrauliques.

Chaque clarificateur est alimenté gravitairement au niveau du puits central de l'ouvrage par l'intermédiaire d'un carneau béton passant sous radier.

Les boues décantent en fond d'ouvrage, delà, elles sont aspirées grâce à un ensemble de tubes verticaux qui balayant toute la surface de l'ouvrage à chaque rotation de celui-ci pont racleur conventionnel conduirait à un temps de séjour plus important, car les boues décantant en périphérie qui devraient alors être ramenées en partie centrale de l'ouvrage avant extraction. La technologie des tubes de succion assure le maintien d'un lit de boues homogène dans l'ouvrage tout en évitant des temps de séjour trop important pour les boues. Les ouvrages sont également équipés d'un dispositif de raclage de surface.

Les flottants ainsi récupérés dans les trémies s'écoulent gravitairement vers le poste à flottants spécifique aux clarificateurs d'où ils seront pompés vers l'épaississement des boues.

Les boues aspirées sont envoyées vers un puits à boues.

Les puits sont alimentés par une tuyauterie sous radier depuis le fut central des clarificateurs, les eaux traitées sont récupérées par surverse et dirigées de sortie vers le poste de désinfection et le comptage.



Figure 08: décanteur secondaire (clarificateur)

3.13.11 Désinfection des effluents :

La désinfection sera réalisée par injection d'eau de javel dans un bassin de contact équipée de chicanes qui permet un temps de contact de 30 min par rapport au débit maximale.

Les taux de traitement retenus permettent d'atteindre les garanties annoncées, ils sont de :

5mg /l de produit actif en moyenne.

10mg/l de produits actifs lors des pointes.

3.13.12 Caractéristiques de l'eau de javel :

Afin de faciliter l'approvisionnement sur la station de traitement, l'eau de javel proposée sera un produit commercial classique de densité 1,22kg/l avec une concentration en chlore de 13%.

3.14.1 Traitement des boues :

La filière de traitement retenue est suivante :

Extraction des boues en excès par ligne de traitement biologique

Extraction des boues en excès depuis un poste de recirculation des clarificateurs ;

Épaississement gravitaire des boues dans deux épaisseurs hersés,

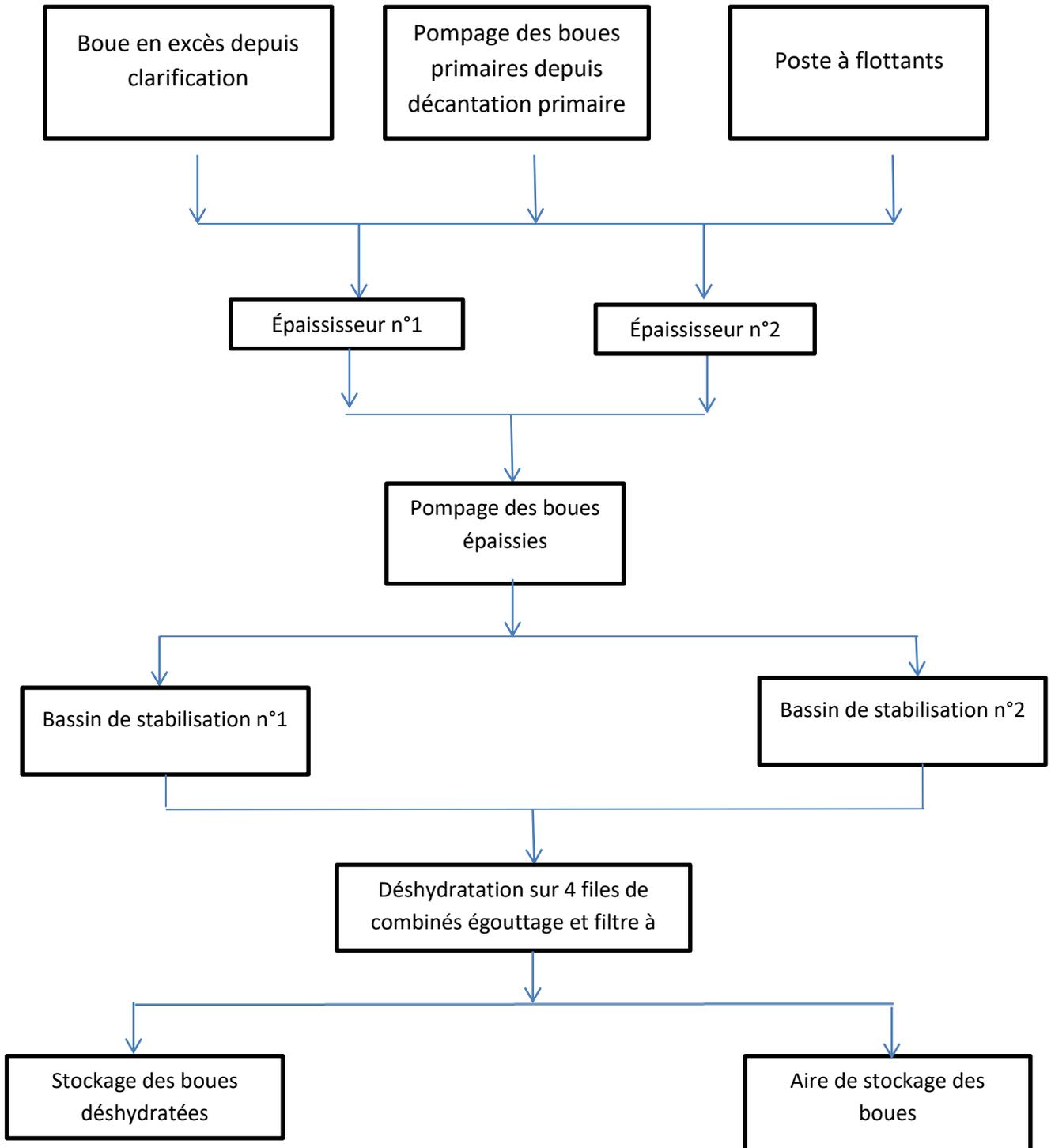
Stabilisation des boues dans deux bassins identiques,

Chapitre 3 : Description de la station d'épuration de Boufarik

Déshydratation mécanique des boues par 4 combinés tables d'égouttage et filtre a bandes,

Stockage des boues : déshydratées dans des bennes et sur aire de stockage complémentaire.

La filière de traitement des boues résumée sur le schéma suivant :



3.14.2 Production de boues biologiques :

La production de boues, liée à l'activité biologique est exprimée selon la relation suivante :

$$P_B = MS_{\min} + MS_{\text{orga dur}} + B_{DBO_5 \text{ é}}$$

Avec :

MS_{min} : matières en suspension de l'effluent brut.

MS_{orga dur} : matière en suspension organiques dures de l'effluent brut.

B_{DBO₅ é} : boues biologiques issues de l'élimination de DBO₅.

Les boues en excès sont extraites depuis les puits à boue des trois files de traitement biologique à l'aide de deux pompes centrifuges centrifuge par file dont en une secours automatique.

Les boues primaires en excès sont extraites pour chaque file depuis central du décanteur primaire par une pompe volumétrique, située dans un local commun aux 3files au pompage de celles-ci, un secours commun automatique est installé.

Ces boues sont refoulées vers les ouvrages d'épaississement.

3.14.3 Epaississement gravitaire :

L'épaississement gravitaire permet de concentrer les boues cette technologie offre l'avantage d'une consommation électrique très basse.

Les boues en excès sont concentrées avant stabilisation dans deux épaississeurs gravitaires identiques, ce qui donne plus de souplesse de fonctionnement et plus facilité lors des opérations de maintenance.

3.14.4 Stabilisation des boues :

La stabilisation aérobie des boues a pour but la réduction de matières dans la masse globale de la matière à un taux voisin 60% cette réductions s'effectue par aération de la boue sans apport de substrat carboné, ceci favorisant une auto-synthèse de la masse cellulaire, donc dégradation de la masse organique.

Les temps de traitement des boues lors d'une stabilisation aérobie sont 14jours.

3.14.5 La déshydratation des boues :

Les boues aspirées dans l'ouvrage de stabilisation sont refoulées vers l'atelier de de déshydratation, elles sont floculées par injection d'un polymère en tête de chaque machine, ce qui permet d'améliorer la formation des floccs.

3.15 Matériels et méthodes :

3.15.1 Prélèvement et échantillonnage :

Le volume d'eau usée est prélevé, à l'entrée de la step ainsi qu'à la sortie.

En trouve les échantillons à analyser.

Les échantillons doivent être analysés dans un délai de 24h au maximum, a fin éviter toute modification des concentrations de l'échantillon, ils doivent être conservés à une température de 4°C.



Figure 09: laboratoire de la step de Boufarik

3.15.2 Analyse physique –chimique :

3.15.2.1 Température :

La température est un paramètre physique de l'eau jouant un grand rôle dans la solubilité des gaz dans l'eau et sur la vitesse des réactions chimiques et

biochimiques. La mesure de la température a été effectuée par l'utilisation d'une sonde thermométrique qui est trempée soigneusement dans la prise d'essai. La lecture est faite après stabilisation du thermomètre.

3.15.2.2 pH :



Figure 10: pH mètre

a) Le principe : la méthode est basée sur l'utilisation d'un pH mètre, c'est un voltmètre un peu particulier qui se caractérise par une très grande impédance d'entrée en raison de la forte résistance présentée par l'électrode de mesure.

b) Mode opératoire :

- ❖ L'étalonnage étant réalisé et l'appareil ayant acquis son régime de marche;
- ❖ Vérifier les diverses connexions: secteur, électrodes, etc..;
- ❖ Dégager l'électrode de son support;
- ❖ Oter le chapeau protecteur de l'électrode double, le déposer en lieu sûr;
- ❖ Rincer abondamment l'extrémité de l'électrode avec l'eau distillée;
- ❖ Essuyer l'extrémité de l'électrode;
- ❖ Replacer l'électrode sur son support;

- ❖ Rincer le vase, le barreau magnétique, l'électrode, avec l'eau distillée puis avec l'échantillon;
- ❖ Remplir le vase de mesure avec l'échantillon;
- ❖ Immerger l'électrode avec précaution habituelles et agiter;
- ❖ Lire directement le pH lorsque la valeur s'est stabilisée

3.15.2.3 Conductivité :

a) Mesure de la conductivité :

La conductivité électrique d'une eau traduit l'aptitude que possède celle-ci à laisser le courant électrique. Le transport des charges se faisant par l'intermédiaire des ions contenus dans l'eau, Il est logique d'admettre que la conductivité d'une eau sera d'autant plus importante que sa minéralisation sera élevée. Il existe donc une relation entre la conductivité d'une eau et sa minéralisation, d'où l'intérêt une présent-la mesure de la conductivité, mesure quasi instantanée, pour connaître la minéralisation d'une eau. L'unité de conductivité utilisée en chimie des eaux est micro siemens ($\mu\text{S}/\text{cm}$).



Figure 11: conductivimètre

b) Principe :

La mesure de la conductivité se ramène à celle de la résistance d'une colonne d'eau. A cet effet on utilise un conductivimètre qui n'est en fait qu'un résistivimètre un peu particulier. La conductivité est fonction de la température. Toute mesure de conductivité doit donc se faire à température connue et stabilisée. En général les résultats sont mesurés à 20°C.

c) Mode opératoire

- ❖ L'analyse s'effectue sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour prolonger la sonde de conductivité.
- ❖ Vérifier les connexions cellule/conductivimètre;
- ❖ Rincer soigneusement la cellule de mesure à l'eau distillée et l'essuyer convenablement.
- ❖ Rincer et essuyer soigneusement la cellule.
- ❖ Immerger la cellule dans l'eau.
- ❖ Agiter la sonde légèrement.
- ❖ Lire le résultat;
- ❖ La mesure terminée, éteindre l'instrument et, si nécessaire, nettoyer la sonde.
- ❖ Après chaque série de mesure, rincer l'électrode à l'eau déminéralisation.

3.15.2.4 Oxygène dissous :

Le système de mesure courant pour l'oxygène dissous consiste en un instrument de mesure et d'une sonde polarographique. La sonde constitue la pièce la plus importante et délicate du système. Cette sonde comprend une anode d'argent (Ag) enveloppée d'un fil de platine (Pt) qui agit comme cathode. Ceux-ci sont insérés dans une cartouche remplie d'une solution électrolytique de chlorure de potassium (KCl). L'extrémité de la cartouche comporte une membrane en téflon, matériau perméable au gaz, qui permet uniquement le passage de l'oxygène présent dans la solution. Par l'application de potentiel de 790 mV, l'oxygène présent dans la cellule est réduit en ion d'hydroxyde (OH^-) dans la cathode, et le chlorure d'argent (AgCl) est déposé sur l'anode. Cette réaction provoque un flux de courant dont l'intensité est proportionnelle à la quantité d'oxygène, convertit le courant en concentration correspondante à l'oxygène dissous.



Figure 12: oxymètre

a) Mode opératoire :

- ❖ l'analyse s'effectue sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour plonger la sonde de conductivité ;
- ❖ l'étalonnage étant réalisé et l'appareil ayant acquis son régime de marche;
- ❖ allumer l'instrument en poussant le bouton ON/Off. lorsque l'afficheur indique zéro, l'instrument est prêt pour la mesure de l'oxygène dissous.



Figure 13 : réactif à DCO

3.15.5 Demande chimique en oxygène DCO :

a) Principe :

Le principe de mesure de la demande biochimique en oxygène consiste à déterminer la quantité d'oxygène consommée au bout de cinq jours d'incubation, dans les conditions d'essai, à 20°C dans une solution diluée de l'échantillon.

b) Mode opératoire :

- ❖ Introduction de 2 ml d'échantillon dans un tube Hach de la gamme 0-1500 mg/L pour l'effluent d'entrée et de la gamme 0-150 mg/L pour l'effluent de sortie;
- ❖ Chauffage des tubes hermétiquement fermés à 150°C pendant 2 heures;
- ❖ Refroidissement;
- ❖ Mesure de l'absorbance au spectrophotomètre.

3.15.2.6 Demande biochimique en oxygène (DBO5) :

Barreau magnétique dans chacun des flacons pour homogénéisation. On rajoute un absorbant dans les bouchons hermétique pour absorber l'humidité, le plus utilisé et hydroxyde de lithium.

Les échantillons sont placés dans une chambre thermostatée et sombre durant la mesure de DBO5. On règle l'appareil à ZERO et on met l'incubateur en marche pendant 5 jour à 20°C. L On remplit les flacons avec les échantillons d'eau (usée et épurée) et on met un e résultat sera obtenu directement sur l'afficheur.



Figure14 : thermo -réacteur

3.15.2.7 Nitrates (N-NO₃) :

Le mode opératoire consiste à:

Prélever 1 ml à l'aide d'une pipette jaugée de l'échantillon mère ;

Introduire ce 1 ml dans un bécher ;

Compléter à 30 ml avec de l'eau distillée ;

Ajouter le réactif (nitrate 30) à cette eau ;

Faire une agitation pendant 3 min ;

Laisser la solution reposer pendant 2 min ;

Après avoir enlevé 5 ml, ajouter le réactif (nitrate 25), faire une agitation légère et laisser la solution se reposer pendant 10 min ;

Mettre en marche le spectrophotomètre ;

Remplir la cuve avec de l'eau distillée (blanc) ;

Essuyer la cuve ;

Introduire la cuve de référence dans le port cuve ;

Programmer la longueur d'onde désirée (507nm) ;

Enlever la cuve de référence ;

Introduire la cuve remplie précédemment par l'échantillon à mesurer après de l'essuyer ;

Appuyer sur la touche READ puis lire le résultat.

3.15.2.7 Azote ammoniacal :

a) Mode opératoire

- Entrer le numéro du programme 380 (à une longueur d'onde de 425 nm);
- Pour l'effluent entrée en fait la dilution (1ml dans 50 ml d'eau distillée), pour l'effluent sortie (1 ml dans 25 ml d'eau distillée);
- Ajouter 3 gouttes de PVA+03 gouttes de MS+01 ml nessler dans chaque flacon (le blanc, l'entrée, la sortie);
- Presser le shift time, une période de réaction de 1 nm commence;
- Placer le blanc dans le puits de mesure, fermer le capot, presser 0 en suite placer l'échantillon préparé;
- Le résultat en mg/l s'affiche (en multipliant le résultat par 1.29).

3.15.2.8 Nitrite :

Mode opératoire :

- Prélever 1 ml à l'aide d'une pipette jaugée de l'échantillon mère.
- Introduire ce 1 ml dans un bécher;
- Compléter à 10 ml avec de l'eau distillée.
- Ajouter le réactif nitrite 10 à cette eau.
- Faire une agitation légère.
- Laisser la solution se reposer pendant 15 min.
- Mettre en marche le spectrophotomètre.
- Remplir la cuve avec de l'eau distillée (blanc).
- Essuyer la cuve.
- Introduire la cuve de référence dans le port cuve.
- Programmer la longueur d'onde désirée (507nm).
- Enlever la cuve de référence.
- Introduire la cuve remplie précédemment par l'échantillon à mesurer ensuite l'essuyer.
- Appuyer sur la touche READ puis lire résultat.

3.15.2.9 Le phosphore :

Le phosphore est mesuré sous forme de phosphore totale (Pt). La recherche de la fraction minérale (phosphates issus des produits lessiviers) et organiques (d'origine humaine ou industrielle) permet de juger des conditions de traitement biologique de l'effluent et des risques liés à l'eutrophisation des eaux calmes.

a) Mode opératoire :

Prélever 1 ml à l'aide d'une pipette de l'échantillon mère.

Introduire ce 1 ml dans un bécher;

Compléter à 10 ml avec de l'eau distillée;

Ajouter le réactif (phosphore PGT) à cette eau;

Faire une agitation légère;

- Laisser la solution se reposer pendant 2 min;
- Mettre en marche le spectrophotomètre;
- Remplir la cuve avec de l'eau distillée (blanc);
- Essuyer la cuve;
- Introduire la cuve de référence dans le port cuve.

- Programmer la longueur d'onde désirée (890nm).
- Enlever la cuve de référence.
- Introduire la cuve remplie précédemment par l'échantillon à mesurer ensuite l'essuyer.
- Appuyer sur la touche (READ) puis lire le résultat.

3.15.2.10 Matièrestotales ou matières sèches (MS) :

Ce sont les matières déterminées par évaporation de la boue.

Elles peuvent aussi être calculées en faisant la somme des matières en suspension et des matières en solution. C'est en fait le résidu sec sur les boues. L'opération consiste à faire sécher dans une étuve un échantillon de boue, dont le volume varie en fonction de la concentration de celle-ci, à 105°C pendant 24h jusqu'à l'obtention d'une masse constante.

Cette teneur est exprimée en gramme par litre et sert à déterminer la siccité de la boue.

$$MS = \frac{M2 - M0}{V} \times 1000 \text{ (g/L)}$$

Avec :

M0 : masse de la capsule vide en grammes

M2 : masse de la capsule et du gâteau sec en grammes (après séchage a 105°C).

V : volume del'échantillon de boue filtrée (100 ml).

3.15.2.11 Mesure de la siccité (Sc) en % :

Elle est exprimée en pourcentage par rapport au poids de l'échantillon.

$$Sc = \frac{M2 - M0}{M1 - M0} \times 100 \text{ (\%)}$$

Avec :

M0 : masse de la capsule vide.

M1 : masse de la capsule et du gâteau humide.

M2 : masse de la capsule et du gâteau sec (après séchage a 105°C).

3.15.2.12 Matière en suspension :

La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation. La méthode par centrifugation est surtout réservée aux eaux contenant trop de matières colloïdales pour être filtrées dans de bonnes conditions, en particulier si le temps de filtration est supérieur à une heure. Les deux méthodes

ont leurs inconvénients respectifs liés à un certain nombre de facteurs. Quelle que soit la méthode choisie, il

est nécessaire pour obtenir une reproductibilité satisfaisante de respecter rigoureusement les conditions opératoires et d'utiliser le même type de matériel. D'une façon générale, les matières grossières en suspension doivent être préalablement éliminées par passage sur un tamis (module AFNOR 38) et les dépôts restant dans le flacon de prélèvement soigneusement repris. Il convient d'effectuer la détermination le plus rapidement possible

Après le prélèvement et de préférence sur la totalité de l'échantillon : rincer le flacon de prélèvement pour éviter les pertes

a) Méthode par centrifugation :

Lorsque les particules sont trop petites pour décanter sous l'action de la pesanteur, on peut les centrifuger, en substituant l'accélération gravitaire (g) par l'accélération centrifuge ($\omega^2.R$) définie encore par « K. g », avec :

$$K = \omega^2.R/g \text{ et } \omega = 2\pi. N/60$$

R : rayon de centrifugation (m).

N : nombre de tours par minute de la centrifugeuse.

ω : vitesse de rotation angulaire (rad. s⁻¹).

b) Principe

L'eau est centrifugée à environ 3 000 g (soit 5 000 trs/min pour un rayon de centrifugation de 10 cm) pendant 20 minutes. Le culot est recueilli, séché à 105 °C et pesé. Il peut être ensuite calciné à 525 °C et pesé de nouveau.

c) Matériel spécial

- Centrifugeuse susceptible de 4 500 tr / min avec pots de 500 mL de préférence.
- Capsule de 100 ml verre borosilicaté, platine, ou silice (pour attaque acide).

d) Mode opératoire

Centrifuger un volume d'eau de façon à recueillir au moins 30 mg de matières. Séparer le liquide surnageant par siphonage sans perturbation du dépôt et jusqu'à une hauteur de 10 mm de liquide au-dessus du dépôt. Les culots de matières sont transvasés dans une capsule tarée. Rincer les tubes à centrifuger par 3 fois avec une petite quantité d'eau permutée (20 ml).

Introduire les eaux de lavages avec les culots dans la capsule séchée à 105 °C. Évaporer l'eau de la capsule au bain-marie. Sécher à l'étuve à 105 °C jusqu'à masse constante. Laisser refroidir au dessiccateur. Peser.

Porter ensuite si nécessaire la capsule à 525 °C pendant 2 heures. Laisser refroidir au dessiccateur et peser, jusqu'à masse constante.

e) Expression des résultats

Soit :

M_1 la masse de la capsule vide ;

M_2 la masse de la capsule pleine après dessiccation à 105 °C ;

M_3 la masse de la capsule pleine après minéralisation à 525 °C ;

V le volume d'eau traitée en millilitres.

La teneur en milligrammes de matières totales en suspension par litre d'eau est donnée par l'expression :

$$X = \frac{(M_2 - M_1)}{V} \times 1000$$

La teneur en milligrammes de ce qui est considéré comme les matières minérales par litre d'eau est donnée par l'expression

$$X = \frac{(M_3 - M_1)}{V} \times 1000$$

La différence entre les matières totales et les matières minérales est considérée comme les matières organiques.

3.15.2.13 Mesure de la matière volatile sèche :

Le résidu sec obtenu lors de la mesure de la matière sèche est broyé et porté pendant 2 heures dans un four à moufle à 550°C. On calcule par la suite la teneur en matières volatiles rapportées à la matière sèche, à partir de la masse initiale et la masse finale.

Pour la majorité des boues, la détermination des matières volatiles est une évaluation approchée de la matière organique. On obtient alors :

$$MVS = \frac{M2 - Mf}{M2 - M0} \times 100 (\%)$$

Ou :

$$MVS = \frac{M2 - Mf}{V} \times 1000 (\text{g/L})$$

Avec :

V : volume de l'échantillon de boue filtrée (100 ml).

M0 : masse de la capsule vide.

M2 : masse de la capsule et du gâteau sec (après séchage a 105°C).

Mf : masse de la capsule et du gâteau sec (après calcination a 550°C).

3.15.2.14 Mesure de la teneur en matière minérale (MM) :

La matière minérale représente l'extrait sec de la boue, résultant de l'évaporation totale de l'eau de cette dernière. C'est la différence entre la matière sèche et la matière volatile (organique).

$$MM = MES - MVS (\text{g/L})$$

3.15.2.15 Indice de Mohlman :

a) Principe

L'indice de Mohlman (ou *Sludge Volume Index*) se définit comme étant le volume occupé après décantation de 30 minutes d'un échantillon de boues correspondant à 1 gramme de matière sèche.

b) Mode opératoire :

Introduire dans une éprouvette 1 litre de boues. Déterminer le volume (en mL) occupé par les boues après une décantation d'une demi-heure. Déterminer par ailleurs la teneur en matières sèches d'un litre de boues à analyser.

6 • Vérification d'une

station d'épuration

c) Expression des résultats :

L'indice de Mohlman est représenté par le rapport :

$$IM = \frac{V30 (mL/L)}{\text{Masse de MS } (\frac{g}{L})}$$

Remarques :

– L'indice de Mohlman permet de caractériser la décantabilité des boues, une boue

normale a un indice de 100. En présence de phénomène de *bulking*, l'indice augmente ; il peut atteindre la valeur de 500.

– Lorsqu'il y a des problèmes de décantation sur le clarificateur, il convient d'effectuer un examen microscopique des boues.

3.15.2.16 Indice de boues :

Le teste de l'indice de boue est utilisé pour apprécier l'aptitude d'une boue à la décantation

Cet indice représente le volume occupé par un gramme de boue après trente minutes de décantation statique dans une éprouvette d'un litre à paroi transparente graduée. Noté IB, il est défini par la formule suivante :

$$IB = \frac{V30}{(MES)a \times f}$$

Le test n'est validé que si le volume décanté est inférieur à 300 ml. Lorsque la décantation des boues est médiocre, il devient impératif de pratiquer le test sur des boues diluées par l'eau épurée (le calcul de l'indice tiendra compte du facteur de dilution)

a) Mode opératoire :

Dans une série d'éprouvettes graduées de 1 litre, verser respectivement 500, 250 et 125 mL de boues provenant du bassin d'aération, prélevées après 15 à 20 minutes de fonctionnement du système d'aération. Compléter à 1 litre les éprouvettes avec de l'eau prélevée en sortie du clarificateur.

Homogénéiser le contenu des éprouvettes en les retournant plusieurs fois après obturation. Laisser décanter 30 minutes. Au bout de ce temps, noter la hauteur du voile de boue.

Prélever sur l'échantillon issu de l'aérateur une aliquote pour la mesure de la matière sèche.

L'indice de boues est donné par la formule :

$$IB = \frac{V30}{(MES)a \times f}$$

V30 = Volume de boues dans l'éprouvette après décantation de 30 min, exprimé en mL.

(MES)_a = Concentration en boues dans l'aérateur (exprimée en g/L de matières sèches).

f = Facteur de dilution (volume de boues initialement introduit dans l'éprouvette en mL / 1 000).

3.15.2.17 Matières décantables :

Toute particule en suspension peut être théoriquement sédimentée (ou décantée) sous l'action de la pesanteur (gravité), mais à une vitesse qui dépend principalement de la taille et de la densité de la particule, ainsi que de la température de l'eau.

Cette expression permet aussi d'évaluer le diamètre d'une particule connaissant sa masse volumique (ou sa densité), après mesure de sa vitesse dans une eau dont on connaît la température. C'est le diamètre équivalent à la sphère de même volume que la particule (d_v).

$$v_s = (\rho_s - \rho_L) \cdot g \cdot d_v^2 / 18 \cdot \mu_L$$

v_s : vitesse de sédimentation (m. s⁻¹).

ρ_s et ρ_L : masses volumiques de la particule et de l'eau, respectivement (kg. m⁻³).

μ_L : viscosité dynamique de l'eau (Pa. s).

$$g = 9,81 \text{ m. s}^{-2}.$$

Les matières décantables globales peuvent être évaluées comme suit.

a) Principe

Un certain volume d'eau est abandonné au repos pendant 2 heures. La quantité de matière décantée est déterminée par volumétrie.

b) Matériel spécial

- Tamis module AFNOR no 38 (mailles de 5 mm de côté).
- Cône d'Imhoff en verre, de 1 litre de capacité et gradué en millilitres.
- Cône de Coin : éprouvette constituée d'une partie conique de 19 cm de hauteur, dont l'angle au sommet de la génératrice et de l'axe est de 9°. La partie conique est surmontée d'une partie cylindrique (longueur : 30 cm ; diamètre intérieur : 6,5 cm).

c) Mode opératoire

Passé l'eau sur le tamis à mailles carrées de 5 mm de côté. L'homogénéiserait en verser 1 litre dans le cône maintenu vertical. Laisser décanter.

Effectuer plusieurs lectures du volume décanté, par exemple après 1 h, 1 h 30 et 2 h de sédimentation. Si le niveau arrive entre deux graduations, la teneur en matière

sédimentable est le volume correspondant à la graduation inférieure.

d) Expression des résultats

Les résultats s'expriment en millilitres de matières décantées pour 1 litre d'eau. Certains auteurs définissent les matières décantables (pour 1 l d'eau) pour un temps de décantation fixé à 2 heures.

3.16 Conclusion :

Le chapitre 3 précédent a décrit les caractéristiques et les différents ouvrages composant la Station d'Épuration des Eaux usées de Boufarik sise à Ben Chabane commune de Ben Khellil. La caractérisation des effluents et le dosage des différents paramètres de pollution fera l'objet du chapitre 4 suivant.

CHAPITRE 04

**Performance de la station
d'épuration de Boufarik**

4. Introduction

Dans cette partie nous étudierons la qualité de l'eau brute et épurée par la station d'épuration des eaux usées par boue activée de la ville de Boufarik.

Afin de déterminer la qualité des eaux usées de la station d'épuration de Boufarik, nous avons effectué les analyses de différents paramètres de pollution qui sont: la température, le pH, la conductivité électrique, la turbidité, l'oxygène dissous (O₂), les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO).

4.2 Performances de la station d'épuration Aout 2020

4.2.1 La température

La figure suivante représente la variation de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

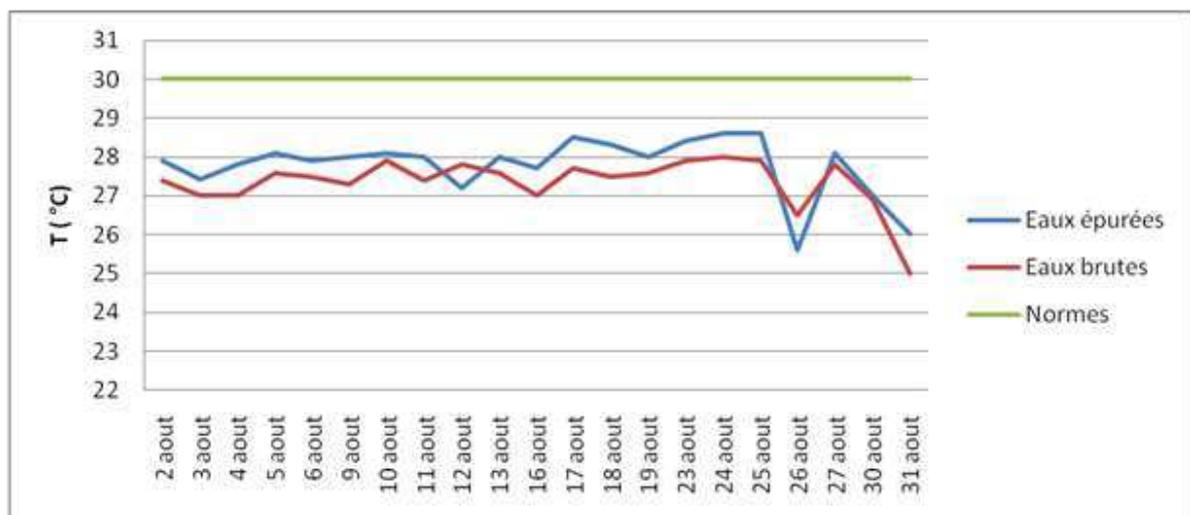


Figure 1 : Variation journalière de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 02/08/2020 au 31/08/2020).

On constate que les valeurs journalières de la température présentent une moyenne de 27.77°C, elles varient entre une valeur maximale) de 28.0°C et une valeur minimale relevée de 25°C pour les eaux brutes, et entre 28.6°C et 26°C avec une moyenne 27.34°C pour les eaux traitées.

Ces valeurs sont bien et restent toujours dans les normes de l'OMS et la réglementation algérienne (30°C).

4.2.2 Potentiel hydrogène (pH)

La figure suivante représente la variation du pH de l'eau brute et des eaux traitées.

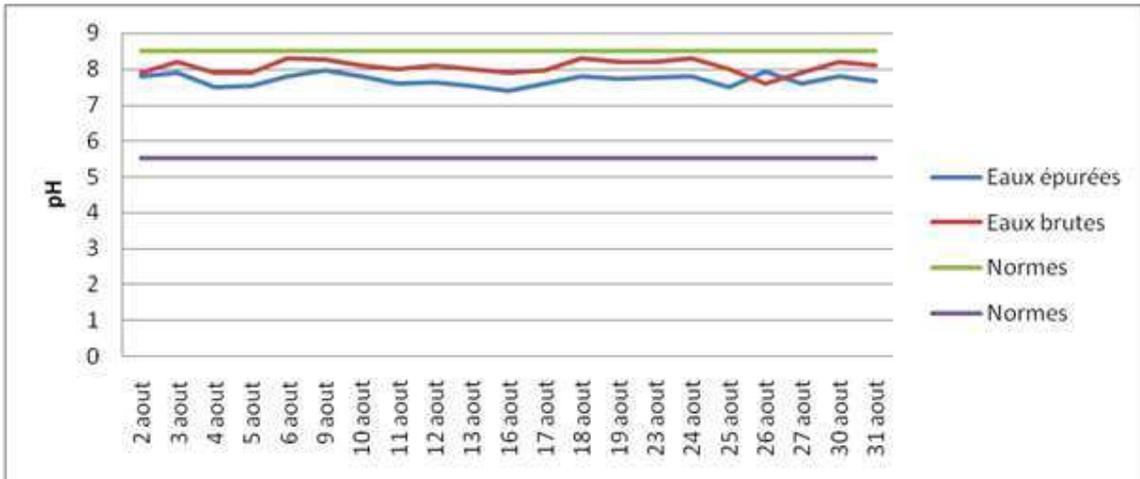


Figure 2: Variation journalière du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 02/08/2020 au 31/08/2020).

On remarque que les valeurs du pH mesuré durant notre période d'étude varient pour les eaux brutes entre 8,31 et 7,58, avec une valeur moyenne de 8,06.

Pour les eaux traitées, le pH varie entre 7.98 et 7.4, avec une valeur moyenne de 7,70 sur la durée totale de l'étude.

Les valeurs du pH (entre 8,31 et 7,4) dans cette étude sont dans les normes.

4.2.3 Oxygène dissous

La figure suivante représente la variation d'O2 de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

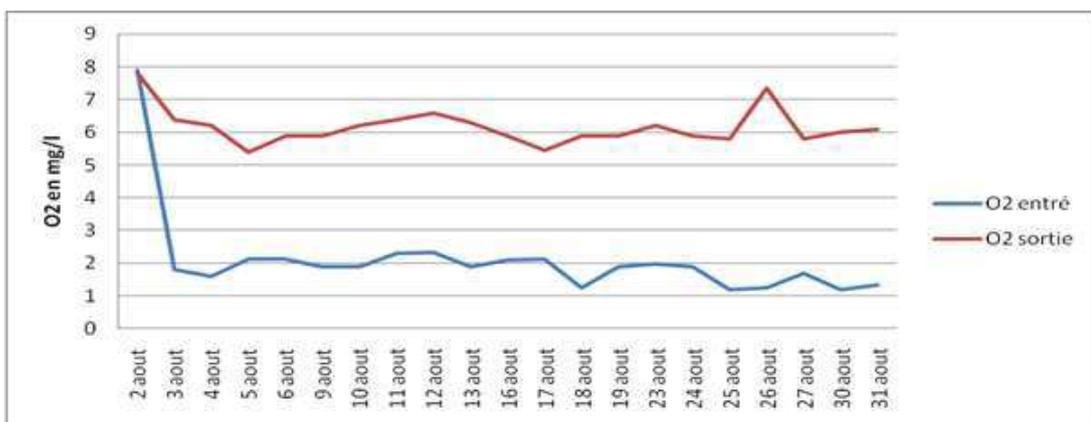


Figure 3: Variation journalière de l'O2 à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 02/08/2020 au 31/08/2020).

D'après la figure 3 on remarque que les teneurs en oxygène dissous varient journalièrement dans les eaux brutes et les eaux traitées. Pour les eaux brutes, la concentration moyenne, est de (2.08 mg/l). Pour les eaux traitées, le taux d'O₂ dissous varie entre 5.40 mg/l et 7.81 mg/l, avec une valeur moyenne de 6.16 mg/l. Nous notons en effet, une augmentation des valeurs moyennes journalière des concentrations en oxygène des eaux traitées par rapport aux eaux brutes. Cette augmentation c'est due par la présence de l'aération artificielle.

4.2.4 Conductivité

La figure suivante représente la variation de la conductivité de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

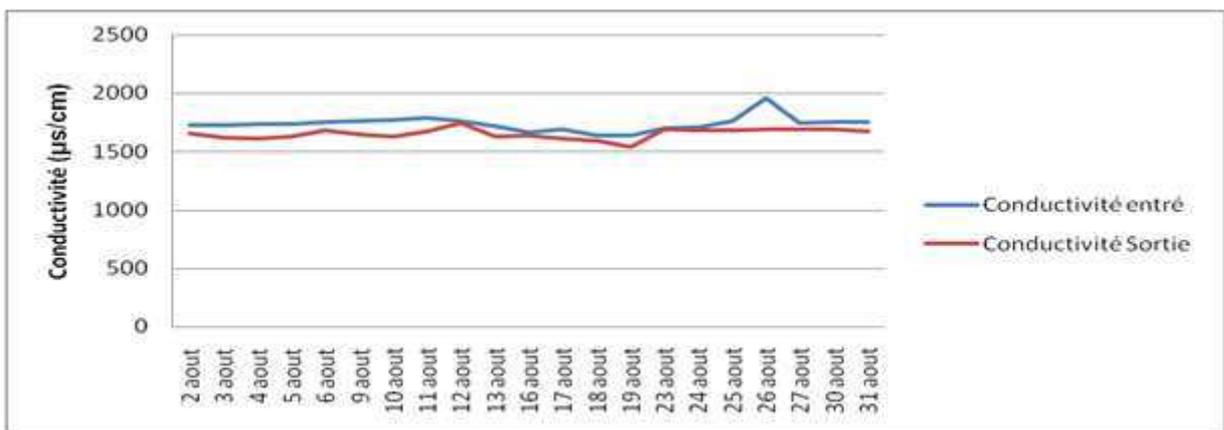


Figure 4 : Variation journalière de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 02/08/2020 au 31/08/2020).

D'après la figure 4. on ne remarque pas vraiment une variation de la conductivité dans la majorité des prélèvements, les valeurs de la conductivité sont proches les unes des autres.

Les valeurs journalières des eaux brutes varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 1638 µs/cm à un maximum de 1958µs/cm. Cette variation est due au changement de la concentration en sels dissous dans les eaux qui arrivent à la STEP.

Ces valeurs répondent aux normes de l'OMS et à la réglementation algérienne.

4.2.4 Matières en suspension (MES)

La figure suivante montre la variation de la concentration des matières en suspension

(MES) de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.



Figure 5 : Variation journalière de la concentration des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/08/2020 au 31/08/2020).

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées. La connaissance de la concentration des éléments colloïdaux dans les eaux usées est nécessaire dans l'évaluation de l'impact de la pollution sur le milieu aquatique.

La quantité de la matière en suspension à l'entrée varie entre 900 mg/L et 167 mg/L, avec une moyenne de 370.80 mg/L, La concentration à la sortie varie entre 19.2 mg/L et 3 mg/L avec une moyenne de 10.37 mg/L.

D'après ces résultats on observe que la quantité de MES présent dans l'eau rejetée a diminué est conforme aux normes de l'OMS et la réglementation algérienne 30 [mg/l].

4.2.5 Demande biologique en oxygène (DBO5)

La figure suivante donne la variation de la concentration de la DBO5 dans les eaux brutes et les eaux traitées.



Figure 6: Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO5) à l’entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/08/2020 au 31/08/2020).

La quantité de la demande biochimique en oxygène à l’entrée varie entre 430 mg/L et 215 mg/L, avec une moyenne de 285.16 mg/L, La concentration à la sortie varie entre 14 mg/L et 8.5 mg/L avec une moyenne de 11.19 mg/L.

D’après ces résultats, on observe que la quantité de DBO₅ présente dans l’eau rejetée a diminué est conforme aux normes de l’OMS et la réglementation algérienne 30 [mg/l].

4.2.6 Demande chimique en oxygène (DCO)

La figure suivante représente la variation de la concentration de la DCO à l’entrée et à la sortie de la STEP.

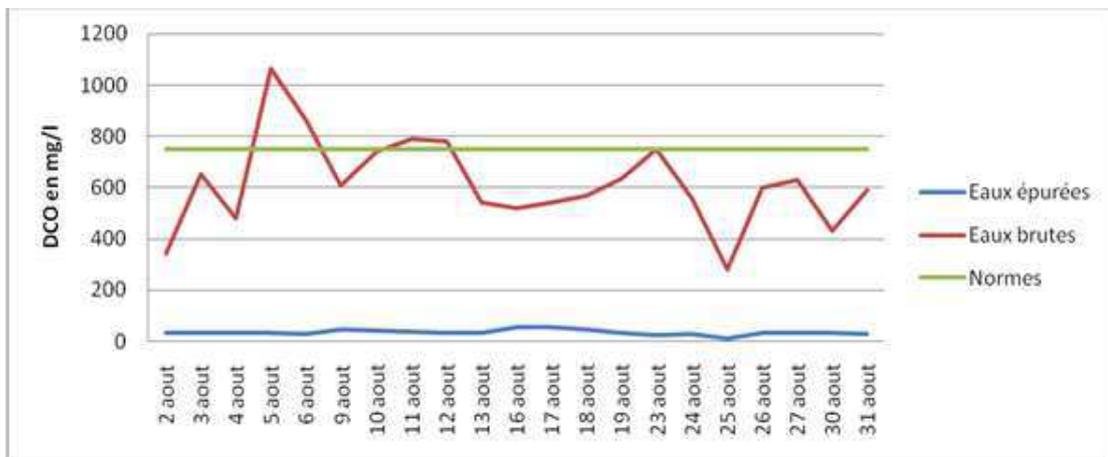


Figure 4.6 : Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) à l’entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/08/2020 au 31/08/2020).

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale.

Les valeurs de concentration de la DCO des eaux brutes de la STEP varient entre un maximum de 1065 mg/l et un minimum de 280 mg/l avec une moyenne de 617.36 mg/l. En revanche, les valeurs des concentrations des eaux traitées varient entre un maximum de 55 mg/l et un minimum de 11 mg/l, avec une moyenne de 34.71 mg/l et un rendement d'abattement de DCO est environs 94.37%.

Ces valeurs sont conforme à la norme algérienne de rejet (<120 mg/l), donc une grande concentration a été éliminé par ce procédé car il y'a une dégradation importante de la charge polluante.

4.2.7 Conclusion

Les résultats obtenus et illustrés par les différents graphes obtenus montre que les eaux de rejet de la STEP de Boufarik répondent aux normes de rejets des eaux usées.

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Les dernières années ont été marquées en Algérie par un effort important et croissant consacré à la lutte contre la pollution, surtout dans le domaine de la protection et de la valorisation des ressources en eau. Cet effort s'est matérialisé par un large développement d'installation des stations d'épuration des eaux usées et par un suivi plus efficace de leurs performances.

L'épuration 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. L'aération est un élément clé d'une station d'épuration pour fournir l'oxygène aux microorganismes pour dégrader la pollution carbonée.

L'étude a porté sur la station d'épuration des eaux usées à boue activée de Boufarik, assurée par un réseau d'assainissement unitaire qui est caractérisé par des débits d'entrée irréguliers dans le temps (influence des eaux de pluies, rejets d'abattoirs, rejets des stations de lavage).

L'analyse des paramètres de pollution (DBO_5 , MES, DCO) est faite selon les normes en vigueur. Notre étude a montré que les valeurs trouvées respectent les normes de rejet à la sortie de la STEP, ce qu'on déduit que la station fonctionne dans des bonnes conditions.

Référence Bibliographique

Référence Bibliographique

Attab S, (2011), amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées la station d'épuration haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local), Mémoire de magister en biologie, université ouaregla.

Cshpf, (1995), « Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines Section des eaux, 22 pages. dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration, 21/06/2009.

Dafri A, (2008), Biodégradation des crésols par le microbiote des eaux usées de la ville de Constantine. Mémoire de Magister N°308 ; en microbiologie appliquée, Université Mentouri Constantine, Faculté des sciences de la nature et de la vie, 60p.

Edline F. (1979), « L'épuration biologique des eaux résiduaires ». Ed. CEBEDOC, Paris, 306p.

FAO. (2003). L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation.

Gomella C., Guerree H., (1978), Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées. Edition Eyrolles Paris, 262p.

Gaujous D. (1995)-La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Edition Technique et Documentation Lavoisier Paris. France, pp 220...

Grosclaude, G. (1999), Un point sur l'eau. Tome-t-il usage et polluants .Ed. INRA. Paris.210p.

Hamoda M.F., (2004), Water strategies and potential of water reuse in the south Mediterranean countries. Desalination, 165: 31-41.

1] **Hartani T**, (2004), La réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie, Projet INCO-WADEMED Actes du Séminaire Modernisation de l'Agriculture Irriguée Rabat

Ladjel F, (2006), Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes. 80p.

Mertahri M .S. (2012), Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitée, par des procédés mixtes, cas de la STEP est de la ville de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie

Medkour M, (2003), Réutilisation des eaux usées épurées, Séminaire sur le secteur de l'eau en Algérie. Ministère des Ressources en eau. 12 p.

ONA-dz.org/l-ona-en-chiffres (consulté 23-05-2015).

Rodier J,(2005) L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8ème Edition DUNOD technique, Paris, pp 1008-1043

Rodier J. (1996), L'analyse de l'eau, Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer, 8ème édition, Ed, Dunod, Paris, 1434

Rejsek F. (2002), Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques Tome1. Edition scérén.CRDPA quitaine, bordeaux .71, 144P

Salghi R, (2001). Différentes filières de traitement des eaux, Université de Rabat, 22 p.

Thomas O, (1955), Météorologie des eaux résiduaires, Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc, 135-192 p. Rodier J,(2005) L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8ème Edition DUNOD technique, Paris, pp 1008-1043.