

UNIVERSITE Saad DAHLAB – BLIDA 1

Faculté de Technologie

Département des Sciences de l'Eau et Environnement



MEMOIRE FIN DE CYCLE LICENCE

Filière : Hydraulique

Spécialité : HYDRAULIQUE

Thème :

**Effet de traitement tertiaire sur la station
d'épuration de Ben Chäabane- ville
Boufarik. Wilaya de Blida**

Présenté par :

M. REMID Aimen

M. BOUTAHRI Mohamed Abdelaziz

Promotrice :

Mme. BENZINEB.

Promotion 2023/2024

الشكر

"ما بدأنا طريقا خيرا وما أتممنها إلا بفضل ربِّي الذي تولها فله الحمد الأوّل والأخير على مبنّاها"

للوالدين... وما كان شقاءنا إلا تعبيرا منا عن خوفنا عنكما وسعيا لتخفيف الجُهد وعناء رعايتنا ومحاولة لنوفي لكم حقكم وإن منحناكم العالم هديتا فلن تكفي حقكم، فشكرا لكما على دعمكم وتشجيعكما لنا.

وشكر خاص للأستاذة " بن زينب خديجة " على دعمك وإيمانك بنا وتحفيزك مستمر لنا فزرعك يوم نحصده غدا إن شاء ربي ونعود إليك لكي تباهي بنا الأمم.

الإهداء

كتب أحدهم على صفحته

«أحضر لنا صديق لم تندم على معرفته يوماً..»

الى

" بوطاهري محمد عبد العزيز "

رميد أيمن

ملخص:

الهدف من هذا العمل هو تقييم أداء وتأثير إضافة معالجة ثلاثية إلى محطة معالجة مياه الصرف الصحي -بن شعبان -الموجودة في مدينة بوفاريك بولاية البليدة.
يدرس هذا البحث الأساليب المختلفة للمعالجة الثانوية والثلاثية من خلال مقارنة الانبعاثات في المرحلتين، بالإضافة إلى إعادة استخدام المياه المعالجة.
كلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي، تطهير، محطة تصفية -بن شعبان-، إعادة الاستخدام.

Résumé

L'objectif de ce travail est d'évaluer les performances et l'effet de l'ajout d'un traitement tertiaire à la station d'épuration- Ben Chäabane – située à ville de Boufarik wilaya de Blida.

Cette étude examine les différentes méthodes des deux type traitement secondaire et tertiaire en comparant les rejets dans les deux étapes, ainsi que la réutilisation des eaux traitées

Mots clés : eau usée, épuration, STEP –ben Chäabane-, réutilisation.

Abstract:

The objective of this study is to evaluate the performance and the effect of adding tertiary treatment to the wastewater treatment plant - Ben Chäabane - located in the city of Boufarik, in the Blida province.

This study examines the different methods of both secondary and tertiary treatment by comparing the effluents in both stages, as well as the reuse of treated water.

Keys words: wastewater, Purification, STEP –ben Chäabane-, reuse.

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Résumé..... | 4 |
| Liste des abréviations | 8 |
| Liste des figures..... | 9 |
| Liste des tableaux..... | 11 |
| Introduction générale :..... | 1 |
| Chapitre 01 : Généralité sur les eaux usées | 2 |
| 1.1 Définition..... | 3 |
| 1.2 Type des eaux usées..... | 3 |
| 1.2.1 Les eaux usées domestiques | 3 |
| 1.2.2 Les eaux usées industrielles | 3 |
| 1.2.3 Les eaux agricoles :..... | 3 |
| 1.2.4 Eaux de ruissellement..... | 3 |
| 1.3 Pollution des eaux usées | 4 |
| 1.3.1 Micro-organismes | 4 |
| 1.3.2 La Matière organique..... | 4 |
| 1.3.3 La Matière minérale..... | 4 |
| 1.4 Les paramètres physico-chimiques | 4 |
| 1.4.1 La température | 5 |
| 1.4.2 Oxygène dissout | 5 |
| 1.4.3 Le Potentiel d'hydrogène | 5 |
| 1.4.4 La conductivité | 5 |
| 1.4.5 La Turbidité..... | 5 |
| 1.4.6 Les matières en suspension (MES)..... | 5 |
| 1.5 Paramètres de pollution | 6 |
| 1.5.1 La demande biochimique en oxygène (DBO)..... | 6 |
| 1.5.2 La demande chimique en oxygène (DCO)..... | 6 |
| 1.5.3 La biodégradabilité | 6 |
| 1.5.4 Carbone organique total (COT)..... | 7 |
| 1.5.5 La pollution azotée | 7 |
| 1.5.6 La pollution phosphatée..... | 7 |
| 1.6 Paramètres microbiologiques | 7 |
| 1.6.1 Les virus | 7 |

| | |
|--|----|
| 1.6.2 Les bactéries..... | 7 |
| 1.6.3 Les protozoaires..... | 8 |
| 1.6.4 Les helminthes | 8 |
| 1.7 L'équivalent habitant (EH) | 8 |
| 1.8 Normes de rejet..... | 8 |
| 1.8.1 Normes de rejet international..... | 8 |
| 1.8.2 Normes algérienne | 9 |
| 1.9 Procédé de traitement | 10 |
| 1.9.1 Prétraitement | 10 |
| 1.9.2 Le traitement primaire..... | 11 |
| 1.9.3 Procédés biologiques intensifs | 11 |
| 1.9.4 Procédés biologiques extensifs..... | 12 |
| 1.9.5 Décanteur secondaire | 14 |
| 1.9.6 Traitement des boues | 15 |

Chapitre 02 : présentation de la STEP –Ben Chäabane-. 17

| | |
|---|----|
| 2.1 Introduction | 18 |
| 2.2 Données de base..... | 18 |
| 2.2.1 Eaux brutes à traiter | 18 |
| 2.2.2 Charge hydraulique et pollution | 18 |
| 2.2.3 Qualité du traitement..... | 19 |
| 2.3 Traitement des eaux | 20 |
| 2.3.1 Dégrillage grossier | 21 |
| 2.3.2 Dégrillage fin : | 21 |
| 2.3.3 Dessablage-Déshuilage | 21 |
| 2.3.4 Décantation primaire | 22 |
| 2.3.5 Bassin d'aération | 23 |
| 2.3.6 Dégazage..... | 24 |
| 2.3.7 Clarification | 24 |
| 2.3.8 Désinfection des effluents..... | 25 |
| 2.3.9 Mesures de sortie | 25 |
| 2.4 Traitement des Boues | 26 |
| 2.4.1 Production et évacuation des boues en excès | 27 |
| 2.4.2 Epaissement gravitaire | 27 |
| 2.4.3 Stabilisation des boues | 27 |
| 2.4.4 Atelier de déshydratation mécanique | 28 |

| | |
|--|-----------|
| 2.4.5 Préparation du polymère | 29 |
| 2.4.6 Evacuation et stockage des boues déshydratées..... | 30 |
| Chapitre 03 : traitement tertiaire | 31 |
| 3.1 Généralité sur les méthodes de traitement tertiaire | 32 |
| 3.1.1 Élimination de phosphore..... | 32 |
| 3.1.2 La technique physique d'adsorption | 33 |
| 3.1.3 Technique de séparation physique..... | 34 |
| 3.1.4 Désinfection des eaux | 35 |
| 3.1.5 Le lagunage tertiaire | 36 |
| 3.1.6 Réutilisations des eaux usées | 36 |
| 3.2 Présentation de traitement tertiaire dans la STEP -Ben Chäabane-..... | 38 |
| 3.2.1 Introduction | 38 |
| 3.2.2 Tamisage..... | 38 |
| 3.2.3 Descriptif du fonctionnement UV | 40 |
| 3.2.3 Qualité de la désinfection..... | 41 |
| 3.2.4 Bâche tampon des eaux désinfectées :..... | 42 |
| 3.3 Matériel et Méthodes..... | 44 |
| 3.3.1 Prélèvement et échantillonnage : | 44 |
| 3.3.2 Mesure de potentiel d'hydrogène (PH) et température, l'oxygène dissous, Conductivité électrique :..... | 44 |
| 3.3.3 Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5)..... | 45 |
| 3.3.4 Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)..... | 46 |
| 3.3.5 Mesure du phosphore total | 46 |
| 3.3.6 Mesure de matières en suspension | 46 |
| 3.3.7 Test de décantation V30 | 47 |
| 3.3.8 Analyse microbiologique..... | 48 |
| Conclusion générale..... | 49 |
| LES ANNEXES..... | 50 |
| Bibliographie..... | 54 |

Liste des abréviations

STEP : Station d'épuration

MO : Matière organique

PH : Potentiel d'hydrogène

MES : Les matières en suspension

MVS : Les matières volatiles en suspension

MMS : Les matières minérales

DBO : La demande biochimique en oxygène

DCO : La demande chimique en oxygène

COT : Carbone organique total

EH : L'équivalent habitant

P : Phosphore

NT : Azote total

CSHPF : Conseil supérieur de l'hygiène publique de France

OMS : Organisé mondial de santé

ONA : Office national d'assainissement

CAP : charbon actif en poudre

CAG : charbon actif

UV : Ultraviolet.

Liste des figures

Figure 2.1 : STEP Boufarik.

Figure 2.2 : Dégrillage grossier droits a câblés.

Figure 2.3 : Dégrilleur droit.

Figure 2.4 : Dessabler-déshuileur.

Figure 2.5 : Décanteur primaire.

Figure 2.6 : Bassin d'aération rectangulaire de STEP Boufarik.

Figure 2.7 : Dégazeur de STEP Boufarik.

Figure 2.8 : Clarificateur de STEP Boufarik.

Figure 2.9 : appareil mesure de débit à la sortie de STEP Boufarik.

Figure 2.10 : Bassin de stabilisation aérobie, brassage par turbine.

Figure 2.11 : Presse à bandes.

Figure 2.12 : Atelier de déshydratation par combiné table d'égouttage/filtre à bande.

Figure 2.13 : Mélangeur de polymère avec les boues.

Figure 2.14 : Air de stockage.

Figure 3.1 : traitement tertiaire de la STEP BOUFARIK.

Figure 3.2 : Coagulation-floculation.

Figure 3.3 : Les 4 filtres mécaniques.

Figure 3.4 : Vue générale tamis.

Figure 3.5 : installation de lampes UV en canal ouvert.

Figure 3.6 : les bancs UV.

Figure 3.7 : Réservoir d'eau destiné à l'irrigation après traitement tertiaire.

Figure 3.7 : Tube de remplissage pour les agriculteurs.

Figure 3.8 : Préleveur d'échantillon réfrigéré.

Figure 3.9 : Conductimètre.

Figure 3.10 : Oxymètre.

Figure 3.11 : pH-mètre **ORION Star A213**.

Figure 3.12 : Incubateur et appareil de mesure DBO5 –OxiDirect.

Figure 3.13 : spectrophotomètre Lovibond.

Figure 3.14 : Erlenmeyer, entonnoir gradué et pompe à vide pour la mesure de MES.

Figure 3.15 : Décantation après 30 minutes.

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : les normes de rejet international

Tableau 1.2 : Les valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur

Tableau 2.1 : les caractéristiques qualitatives et quantitatives de la station Boufarik

Tableau 2.2 : Charge hydraulique et pollution de la station Boufarik

Tableau 2.3 : Tableau des normes des eaux épurées exigées dans le cahier de charge du projet de la Step de Boufarik

Tableau 2.4 : Caractéristiques de décanteur primaire

Tableau 3.1 : Directives concernant la qualité microbiologique des eaux usées utilisées dans l'agriculture (brochure OMS-778).

Tableau 3.2 : caractéristiques système UV

Tableau 3.3 : La qualité des eaux après désinfection par UV

Tableau 3.4 : La qualité bactériologique des eaux après désinfection par UV

Tableau 3.5 : Spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation

Introduction générale :

L'eau est la ressource naturelle essentielle. Malgré sa présence en grande quantité sur terre sous la forme d'eau salée, l'eau douce accessible et utilisable par l'Homme est beaucoup plus rare. En effet, elle ne représente que 0.001% de l'hydrosphère. (BOURBON, et al., 2015)

A cause de accroissement démographique, les activités anthropiques (révolution industrielle sans limite), et utilisation dans le domaine agricole, exercent une grande pression sur la ressource « eau ». Parallèlement, la dégradation de la qualité de l'eau ne cesse de s'intensifier réduisant ainsi le potentiel hydrique de la planète, en effet le pouvoir auto-épuration de la nature s'avère insuffisant face aux multiples rejets issus des différents usages domestiques et industriels.

Pour obligation générale de dépollution des eaux usées, la station d'épuration reste l'outil fondamental. On a différents méthodes d'épuration des eaux usées. Dans traitement primaire on trouve les étapes de tamisage, dégraissage déshuilage dessablage et dilacération qui assure une séparation physico-chimique des matières polluantes.

Et pour un traitement biologique on plusieurs méthodes de traitement comme le disque biologique, lit bactérien, boues activées, le lagunage, et les filtres plantés. Les rejets après ce traitement son pour la protection de milieux aquatique récepteur.

La production des eaux qui permet de utiliser dans le domaine agricole et industrielle sans aucun effet négatif, il faut que ajout un traitement tertiaire c'est un traitement complémentaires qui sont effectués après un traitement primaire physico-chimique et un traitement secondaire biologique sur les eaux usées, après le traitement tertiaire on peut réutiliser l'eau traitée dans Irrigation de cultures destinées à être consommées, des terrains de sport, des jardins publics.

A travers ce travail, on s'intéresse dans le premièrement à donner quelques connaissances bibliographiques sur les eaux usées et les différentes méthodes utilisées pour leurs Épuration ensuite, on a fait une description de la station d'épuration de - ben Chäabane – ville de Boufarik.

Et enfin on a bien étudié effet du traitement tertiaire sur STEP –ben Chäabane- et la réutilisation des eaux épurés par les différent secteurs (l'agriculteur et les industries)

Chapitre 01 :

Généralité sur les

eaux usées

1.1 Définition

L'eau et le vecteur choisi par l'homme pour éliminer la majorité de ses déchets. Les multiples utilisations de l'eau par l'homme donnent lieu de formation d'eaux usées, présents en différentes concentration à l'état pur ou mélange (KOLLER, 2005)

Les eaux usées sont des liquides de composition hétérogène, chargées de matières minérale ou organique, pouvant être en suspension ou en solution , et dont certaines peuvent avoir un caractère toxique. Á cette charge s'associent presque toujours des matières grasses et des matières colloïdales. (KOLLER, 2005)

1.2 Type des eaux usées

1.2.1 Les eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses appelées eaux grises et de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires. (METAHRI, 2012)

1.2.2 Les eaux usées industrielles

Les eaux industrielles sont des rejets correspondant à une utilisation de l'eau autre que domestique. Les caractéristiques de ces eaux sont variables et sont directement liées au type d'industrie. La charge polluante peut contenir, outre que le phosphore et l'azote, d'autres substances polluantes, des métaux lourds (plomb, fluor, arsenic, mercure, etc.), des hydrocarbures (pétrole, essence, fuel, mazout, etc.), des produits chimiques, des produits phytosanitaires (pesticides), des substances radioactives, les eaux de refroidissement des chaudières et centrales nucléaires, etc. (FIDELE, 2020)

1.2.3 Les eaux agricoles :

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

1.2.4 Eaux de ruissellement

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

- **les réseaux unitaires** : un seul collecteur assure le transport des eaux usées et des eaux pluviales. La qualité et le volume des eaux qui arrivent alors à la station d'épuration sont très variables. Pour éviter qu'un débit supérieur à sa capacité n'arrive à la station d'épuration, des ouvrages de déviation (réservoirs et déversoirs d'orage) sont répartis sur le réseau ;

- **les réseaux séparatifs** : deux réseaux sont mis en place, l'un pour collecter les eaux usées, l'autre pour les eaux de ruissellement. En principe seules les eaux usées arrivent à la station d'épuration pour traitement. (KHELIF, 2018)

1.3 Pollution des eaux usées

1.3.1 Micro-organismes

Les eaux usées contiennent tous les micro-organismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes : les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes.

1.3.2 La Matière organique

La matière organique est présente sous forme dissoute et sous forme solide. Cette dernière fraction constitue donc une part des matières en suspension. Elle est composée d'atomes de carbone associés à d'autres éléments, principalement : l'hydrogène, l'oxygène, et l'azote. Les composés organiques peuvent être naturels ou de synthèse et sont susceptibles de se décomposer par voie biologique suivant des cinétiques variables. Les produits de dégradation génèrent des composés intermédiaires qui peuvent parfois, présenter une certaine toxicité. Au stade ultime de décomposition, la matière organique est transformée en nutriments : nitrates, phosphates, gaz carbonique dans le cas d'une dégradation aérobie, gaz carbonique, méthane, etc... dans le cas d'une dégradation anaérobie. Les composés organiques présentent une grande variété de molécules et sont conventionnellement classés en trois grandes familles : les glucides, les lipides et les protéines. La matière organique présente dans l'eau provient de diverses sources : les rejets domestiques et urbains, les rejets industriels, la dégradation d'animaux et de végétaux morts, des activités agricoles (épandages, pesticides, fongicides, herbicides...). Elle est souvent responsable d'odeur, de couleur et de saveur.

1.3.3 La Matière minérale

La pollution minérale due essentiellement aux rejets industriels modifie la composition minérale de l'eau. Si certains éléments sont naturellement présents et sont indispensables au développement de la vie, un déséquilibre de ces mêmes éléments provoque le dérèglement de la croissance végétale ou des troubles physiologiques chez les animaux. D'autres comme les métaux lourds hautement toxiques ont la fâcheuse propriété de s'accumuler dans certains tissus vivants et constituent une pollution différée pour les espèces situées en fin de chaîne alimentaire. (DJAMAL, 2004)

1.4 Les paramètres physico-chimiques

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

1.4.1 La température

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C. (METAHRI, 2012)

1.4.2 Oxygène dissout

L'existence d'oxygène dans l'eau indispensable pour assurer la survie des êtres vivants aérobies par le phénomène de respiration, L'oxygène de l'eau indispensable pour assurer le processus d'oxydation des matières organiques, cette dernière fait appauvrir l'eau en oxygène (AYAT, 2022)

1.4.3 Le Potentiel d'hydrogène

Le potentiel d'hydrogène (pH) est un indicateur de l'acidité ($\text{pH} < 7$), de la basicité ($\text{pH} > 7$) ou de la neutralité ($\text{pH} = 7$) d'un milieu. Le pH influence les conditions de vie biologique, il varie de 0 à 14. (FIDELE, 2020)

1.4.4 La conductivité

La conductivité est un indicateur de la concentration totale des sels dissous dans l'effluent. Parallèlement à la conductivité de l'eau potable, elle permet de déterminer rapidement si des apports importants, en particulier industriels, aussi d'eaux parasites de milieu marin ont lieu dans le réseau d'assainissement. Elle est exprimée en micro Siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (FIDELE, 2020)

1.4.5 La Turbidité

En relation avec la mesure des matières en suspension, elle donne une première indication sur la teneur en matières colloïdales d'origine minérale ou organique. Elle est appréciée, soit par rapport à des solutions témoins opalescentes (formazine, mastic...), soit par la mesure de la limite de visibilité d'un objet défini (fil de platine, disque de Secchi). (MEYER, 2008)

1.4.6 Les matières en suspension (MES)

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante : $\text{MES} = 30\% \text{MMS} + 70\% \text{MVS}$

- **Les matières volatiles en suspension (MVS) :** Elles représentent la fraction organique de MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS en (mg/l) d'une eau ;
- **Les matières minérales (MMS) :** Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son « extrait sec » constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc. (METAHRI, 2012)

1.5 Paramètres de pollution

1.5.1 La demande biochimique en oxygène (DBO)

C'est la quantité d'oxygène consommée à 20 °C et à l'obscurité pendant un temps donné pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques présentes dans l'eau. On utilise conventionnellement la DBO5, c'est-à-dire la quantité d'oxygène consommé après 5 jours d'incubation. La DBO5 n'est représentative normalement que de la pollution organique carbonée biodégradable. (MEYER, 2008)

1.5.2 La demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium à 150°C. Elle est exprimée en mg O₂/l. La valeur du rapport DCO/DBO5 indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine.

Généralement la valeur de la DCO est :

- DCO = 1.5 à 2 fois DBO5
- DCO = 1 à 10 fois DBO5
- DCO > 2.5 fois DBO5

Pour les eaux usées urbaines ; Pour tout l'ensemble des eaux résiduaires ; Pour les eaux usées industrielles. La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO5 et la DCO est donnée par l'équation suivante :

$$MO = (2 \text{ DBO5} + \text{DCO})/3. \text{ (TABET, 2015)}$$

1.5.3 La biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux. La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que, $K = \text{DCO} / \text{DBO5}$

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

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

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

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

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures ... etc. La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique. (METAHRI, 2012)

1.5.4 Carbone organique total (COT)

Il représente la teneur en carbone lié à la matière organique, et repose sur une mesure de CO₂ après oxydation complète. Cette mesure, rapide et ne nécessitant qu'un volume réduit d'échantillon, est par contre difficilement corrélable avec les mesures précédentes. D'autre part, dans la majorité des cas l'élimination des matières en suspension est nécessaire avant le dosage. (MEYER, 2008)

1.5.5 La pollution azotée

L'azote se présente essentiellement sous forme organique (urée, protéines, acide urique, amines, etc.) et ammoniacal (NH^{4+}) dans l'effluent urbain. Une grande quantité de nitrates provient de laiteries et des équarrissages, des cokeries, des fabriques d'engrais azotés, des industries de bois, textiles, produits chimiques, etc. (FIDELE, 2020)

1.5.6 La pollution phosphatée

Le phosphore dans les eaux usées se présente sous les formes d'orthophosphates (PO_4^{3-}), de polyphosphates (phosphates inorganiques condensés), de phosphate organique (atomes de phosphore lié à la matière organique). Les phosphores minéraux (orthophosphates) présentent 60 à 80 % des phosphates totaux (P_2O_5). (FIDELE, 2020)

1.6 Paramètres microbiologiques

Les effluents avant leur rejet dans le milieu naturel doivent être traités pour protéger l'environnement. Les effluents urbains de types domestiques contiennent des eaux grises et des eaux noires. Les eaux noires contiennent des micro-organismes nuisibles à la santé, car elles véhiculent des maladies d'origines virale et bactérienne.

1.6.1 Les virus

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement. L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le Coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation. Dans le tableau 2 sont recensés la plupart des virus que l'on peut trouver dans les eaux usées, avec les symptômes de la maladie qui leur est associée, éventuellement le nombre moyen de virus que l'on trouve dans un litre d'eau usée et la voie de contamination principale.

1.6.2 Les bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 µm. La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ 10¹² bactéries/g. La majorité de ces bactéries ne sont pas pathogènes. Cependant, chez un hôte infecté, le nombre de bactéries pathogènes peut être très important. Les bactéries entériques sont adaptées aux conditions de vie dans l'intestin, c'est-à-dire une grande quantité de matière carbonée et de nutriments, et une température relativement élevée (37°C). Leur temps de survie dans le milieu extérieur, où les conditions sont totalement différentes, est donc limité. Par

ailleurs, les bactéries pathogènes vont se trouver en compétition avec les bactéries indigènes, ce qui limitera leur développement.

1.6.3 Les protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées. On peut citer parmi ceux-ci *Entamoeba histolytica*, responsable de la dysenterie amibienne ou encore *Giardia lamblia*.

1.6.4 Les helminthes

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites. Les œufs d'helminthes sont très résistants et peuvent notamment survivre plusieurs semaines voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivées. La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 103 œufs/l (BAUMONT, 2019)

1.7 L'équivalent habitant (EH)

Un équivalent habitant, correspond à la pollution quotidienne de l'eau que génère un individu. En fonction des dotations journalières en eau, chacun est sensé utiliser une quantité d'eau par jour. La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 g de matières oxydables (MO), 90 g de matières en suspension (MES), 15 g de matières azotées (MA), et 4 g de matières phosphorées (MP). Enfin, la concentration des germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 ml. (METAHRI, 2012)

1.8 Normes de rejet

1.8.1 Normes de rejet international

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) respective pour les eaux usées

Tableau 1 1.: les normes de rejet international (OMS, 2012)

| Caractéristiques | Normes utilisées (OMS) |
|------------------|------------------------|
| PH | 6,5-8,5 |
| DBO5 | <30 mg/l |
| DCO | <90 mg/l |
| MES | <20 mg/l |
| NH4 | <0.5 mg/l |
| NO2 | 1 mg/l |
| NO3 | <1 mg/l |
| P2O5 | <2 mg/l |
| Température | <30°C |
| Couleur | Incolore |
| Odeur | Inodore |

1.8.2 Normes algérienne

Normes Algériennes Les exigences concernant les rejets dans le milieu naturel des eaux résiduaires urbaines et industrielles ou par les stations d'épuration des eaux usées sont fixées par les décrets exécutifs n° 06-141 du 19 Avril 2006 et n°10-23 du 12 janvier 2010

Tableau 1.2 : Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne N°26, 23 Avril 2006)

| Paramètres | Unités | Valeurs Limites |
|-------------------------------------|--------|-----------------|
| Température | C° | 30 |
| Ph | - | 6,5 à 8,5 |
| MES | mg /l | 35 |
| Azote Kjeldal | mg /l | 30 |
| Phosphore total | mg /l | 10 |
| DCO | mg /l | 120 |
| DBO | mg /l | 35 |
| Aluminium | mg /l | 3 |
| Substances toxiques bioaccumulables | mg /l | 0.005 |
| Cyanures | mg /l | 0.1 |
| Fluor et composés | mg /l | 15 |
| Indice de phénols | mg /l | 0.3 |
| Hydrocarbures totaux | mg /l | 10 |
| Huiles et graisses | mg /l | 20 |
| Cadmium | mg /l | 0.2 |
| Cuivre total | mg /l | 0.5 |
| Mercure total | mg /l | 0.01 |
| Plomb total | mg /l | 0.5 |
| Chrome total | mg /l | 0.5 |
| Etain total | mg /l | 2 |
| Manganèse | mg /l | 1 |
| Nickel total | mg /l | 0.5 |
| Zinc total | mg /l | 3 |
| Fer | mg /l | 3 |
| Composés organiques chlorés | mg /l | 5 |

1.9 Procédé de traitement

1.9.1 Prétraitement

Avant leur traitement, les eaux brutes doivent subir un prétraitement. Les dispositifs de prétraitement sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre, qui a pour objectif d'extraire la plus grande quantité possible de matières séparables pouvant gêner les traitements ultérieurs. On distingue cinq actions pour le prétraitement :

1.9.1.1 Dégrillage

Il s'agit de retenir les déchets solides qui peuvent arriver à la station d'épuration en faisant passer l'effluent à traiter à travers des grilles espacées de quelques centimètres, afin de protéger les ouvrages en aval. L'opération peut être plus au moins efficace en fonction de l'écartement des barreaux des grilles, on distingue :

- Dégrillage fin, pour un écartement de 3 à 10 mm,
- Dégrillage moyen, pour un écartement de 10 à 25 mm,
- Pré dégrillages, pour un écartement de 30 à 100 mm.

1.9.1.2 Tamisage

Cette opération constitue un dégrillage fin, elle est réalisée en faisant passer l'effluent à travers des grilles ayant des fins trous. Elle est mise en œuvre dans le cas d'eaux résiduaires chargées de matières en suspension de petite taille. On distingue :

- La macro tamisage avec une dimension de mailles supérieur à 250 μ m,
- Le micro tamisage avec vide de maille entre 30 μ m à 150 μ m.

1.9.1.3 Dessablage Le dessablage

Concerne de particules minérales de diamètre supérieur à 0.2 mm et de masse spécifique de l'ordre de 2.65 g/cm³. Il est en effet souhaitable de les récupérer en amont de la station afin de

- Éviter les dépôts dans les canaux et conduites,
- Protéger les pompes et les autres appareils contre la corrosion.

1.9.1.4 Dégraissage-déshuilage

Le dégraisseur a pour objet la rétention des graisses par flottation naturelle ou accélérée par injection de fines bulles permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface. Il est essentiel pour limiter les problèmes de :

- Diminution des capacités d'oxygénation des installations de traitement biologiques.
- Mauvaise sédimentation dans les décanteurs.
- Bouchage des canalisations et des pompes.
- Pour qu'un dégraissage soit efficace, il faut que la température de l'eau soit inférieure 30 °C. (NEDJAH, 2016)

1.9.1.5 Dilacération :

Pour éviter d'avoir à éliminer la fraction fermentescible des résidus de dégrillage, il est possible de les broyer assez finement pour qu'ils puissent suivre le sort des matières décantables fines. Quel que soit le soin apporté à leur réalisation, les dilacérateurs se révèlent à l'usage des appareils chers, délicats, souvent fragiles, fréquemment engorgés. Le pompage de matériaux déjà éliminés par le dégrillage pour les réintroduire dans le circuit des eaux et leur faire subir un traitement ultérieur plus onéreux est une opération plus que discutable sur le plan économique. Enfin, les produits dilacérés risquent d'obstruer les canalisations, d'engorger les pompes de refoulement, surtout si des matériaux fibreux. (MIRA, 2008)

1.9.2 Le traitement primaire

Le traitement s'effectue par voie physico-chimique avec pour but d'extraire le maximum de matières en suspension et de matières organiques facilement décantables, trois voies de traitement sont possibles :

- **La décantation (processus physique)** : le principe de séparation solide-liquide est la pesanteur, les matières en suspension ou colloïdales tendent à se séparer du liquide par sédimentation ;
- **La flottation (processus physique)** : par opposition à la décantation, la flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique réelle ou apparente (flottation assistée) est inférieure à celle du liquide qui les contient ;
- **La décantation associée** à l'utilisation d'un coagulant- floculant (voie physico-chimique) : Le principe est ici de favoriser l'agrégation des molécules en suspension par des techniques de coagulation et de floculation de façon à augmenter la sédimentation pour l'obtention de floes plus gros. Durant la phase de traitement primaire, une quantité importante de la pollution totale est éliminée (abattement des Matières En Suspension pouvant atteindre 90 % et de la Demande Biochimique en Oxygène de l'ordre de 35 %. La DCO et la concentration en azote peuvent également être réduits durant cette phase de traitement, les matières solides extraites représentent ce que l'on appelle les boues primaires. (KADIR, 2011)

1.9.3 Procédés biologiques intensifs

1.9.3.1 Lits bactériens

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

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

gazeux. (BERLAND, Traitement des eaux résiduaires des agglomérations - Filières intensives, 2014)

1.9.3.2 Disques biologiques

Une autre technique faisant appel aux cultures fixées est constituée de disques biologiques tournants. Les micro-organismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques.

Les disques étant semi-immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée. Il convient, sur ce type d'installation, de s'assurer des points suivants :

- fiabilité mécanique de l'armature (entraînement à démarrage progressif, bonne fixation du support sur l'axe).
- dimensionnement de la surface des disques (celui-ci doit être réalisé avec des marges de sécurité importantes). (BERLAND, Traitement des eaux résiduaires des agglomérations - Filières intensives, 2014)

1.9.3.3 Boues activées (culture libre)

Le principe des boues activées réside dans une intensification des processus d'autoépuration que l'on rencontre dans les milieux naturels.

Le procédé "boues activées" consiste à mélanger et à agiter des eaux usées brutes avec des boues activées liquides, bactériologiquement très actives, la dégradation aérobie de la pollution s'effectue par mélange intime des micro-organismes épurateurs et de l'effluent à traiter. Ensuite, les phases "eaux épurées" et "boues épuratrices" sont séparées, le processus d'épuration par boues activées est le plus répandu, son développement est dû à ses excellentes performances de dépollution (rendement supérieur à 95 %) par rapport aux autres procédés existants. En contrepartie, suivant le type d'effluents à traiter, ce procédé peut être difficile à maîtriser notamment pour le traitement de l'azote et du phosphore ou en cas de variations importantes des flux à traiter.

Une installation de ce type comprend les étapes suivantes :

- Les traitements préliminaires et, éventuellement, primaire.
- Le bassin d'activation (ou bassin d'aération).
- Le décanteur secondaire avec reprise d'une partie des boues.
- L'évacuation des eaux traitées.
- Les digesteurs des boues en excès provenant des décanteurs. (KADIR, 2011)

1.9.4 Procédés biologiques extensifs.

1.9.4.1 Infiltration/percolation

L'infiltration/percolation d'eaux usées est un procédé d'épuration par filtration biologique aérobie sur un milieu granulaire fin. L'eau est successivement distribuée sur plusieurs unités d'infiltration. Les charges hydrauliques sont de plusieurs centaines de litres par mètre carré de massif filtrant et par jour. L'eau à traiter est uniformément répartie à la surface du filtre qui n'est pas recouvert. La plage de distribution des eaux est maintenue à l'air libre et visible.

Une autre variante intéressante ressentie de l'épuration par le sol est constituée par les filtres à sable horizontaux ou verticaux enterrés. Ces techniques détaillées dans le guide relatif aux dispositifs d'assainissement individuel sont intéressante pour l'assainissement autonome regroupé concernant quelques centaines d'équivalent-habitants. Pour un filtre à sable vertical enterré, un dimensionnement de 3,5 m²/hab. Est nécessaire et une alimentation basse pression recommandée. (BERLAND, Traitement des eaux résiduaires des agglomérations - Filières extensives, 2014)

1.9.4.2 Les filtres plantés à écoulement vertical

Les filtres sont des excavations, étanchées du sol, remplies de couches successives de gravier ou de sable de granulométrie variable selon la qualité des eaux usées à traiter. Contrairement à l'infiltration-percolation précédemment évoquée, l'influent brut est réparti directement, sans décantation préalable, à la surface du filtre. Il s'écoule en son sein en subissant un traitement physique (filtration), chimique et biologique (biomasse fixée sur support fin), les eaux épurées sont drainées. Les filtres sont alimentés en eaux usées brutes par lâchées, pour un même étage, la surface de filtration est séparée en plusieurs unités permettant d'instaurer des périodes d'alimentation et de repos. Le principe épuratoire repose sur le développement d'une biomasse aérobie fixée sur un sol reconstitué, l'oxygène est apporté par convection et diffusion, l'apport d'oxygène par les racelles des plantes est, ici, négligeable par rapport aux besoins. (KADIR, 2011)

1.9.4.3 Les filtres plantés de roseaux à écoulement horizontal

Dans les filtres à écoulement horizontal, le massif filtrant est quasi-totalement saturé en eau. L'effluent est réparti sur toute la largeur et la hauteur du lit par un système répartiteur situé à une extrémité du bassin ; il s'écoule ou le ensuite dans un sens principalement horizontal au travers du substrat. La plupart du temps, l'alimentation s'effectue en continu car la charge organique apportée est faible.

L'évacuation se fait par un drain placé à l'extrémité opposée du lit, au fond et enterré dans une tranchée de pierres drainantes. Ce tuyau est relié à un siphon permettant de régler la hauteur de surverse, et donc celle de l'eau dans le lit, de façon à ce qu'il soit saturé pendant la période d'alimentation. (BERLAND, Traitement des eaux résiduaires des agglomérations - Filières extensives, 2014)

1.9.4.4 Lagunage

a) Lagunage naturel

Le lagunage naturel est composé de plusieurs bassins en série, généralement trois bassins, à faible profondeur, dont le premier est conçu peut être facultatif et les suivants sont des lagunes de maturation, le temps de séjour est de 60 à 90 jours.

La décomposition de la pollution est principalement réalisée par l'action de bactéries aérobies se développant naturellement, l'oxygène étant apporté par l'air qui se trouve au-dessus de la surface de l'eau, ou par émission par les algues par photosynthèse.

b) Lagunage à macrophytes

Il est caractérisé par la présence de plantes visibles à l'œil nu. Il est constitué de plantes immergées ou émergées, enracinées ou non telles que les roseaux, les massettes, les lentilles d'eau ou les jacinthes d'eau, etc... Les bassins sont alors généralement de plus faible surface et moins profond (0,6 à 0,8 m) où la charge polluante est plus faible.

Ce type a un bon rendement épuratoire en ce qui concerne l'élimination de la matière organique, de la matière en suspension, des sels nutritifs et des métaux lourds. Mais il augmente le coût de fonctionnement du fait d'un entretien plus lourd.

c) Lagunage à microphytes

Les plantes sont représentées par le phytoplancton, algues microscopiques de (1/100) ère de mm en moyenne, mais jouant le même rôle que les macrophytes dans la fixation des nutriments. Malgré ces excellentes adaptations à leur milieu, la mortalité est élevée (par sédimentation, prédation, compétition, diminution des ressources...).

Les espèces de micro algues présentes dans les bassins sont adaptées à des conditions spécifiques (physico-chimiques et climatiques). Aussi, les variations de ces conditions (arrivée de l'hiver, changement de la composition des eaux usées,...) entraînent des changements importants dans la composition des différentes espèces d'algues.

d) Lagunage aéré

Le lagunage aéré est composé de plusieurs bassins, dont le premier est équipé d'un dispositif d'aération artificiel soit en surface (aérateurs), soit en immersion (insufflation d'air), qui fournissent la majorité des besoins en oxygène.

e) Lagunage anaérobie

Les principes fondamentaux de ce système d'épuration, surtout utilisé en climat tropical, sont les suivants :

Une profondeur d'eau importante (supérieure à 4m) pour éviter la prolifération algale,

Des effluents à charge organique élevée : DBO5 500 à 700 kg/ha/jour,

Températures élevées supérieures à 25°C,

Le pH doit être maintenu aux environs de 7.

Lagunage à haut rendement Constitué de bassins à faible profondeur (0.3 à 0.5 m) dans lesquels un courant empêche la décantation des algues. Ce type est particulièrement intéressant pour l'élimination des sels nutritifs. Utilisée pour le traitement des rejets piscicoles et des matières de vidange. Le temps de séjour est de 10 à 15 jours. (NEDJAH, 2016)

1.9.5 Décanteur secondaire

Le niveau de traitement dans les processus d'aération dépend de la décantation des boues dans le décanteur. Un floc qui s'agglomère bien, sédimente par gravité et permet d'obtenir un surnageant clair et limpide que l'on peut évacuer. Par contre des flocons de petite taille, mal

agglomérés ou filamenteux ne peuvent être séparés par gravité. Ceci peut être résultant de l'une de ces conditions.

- Aération insuffisante.
- Manque de substances nutritives.
- Présence de substances toxiques.
- Surcharge polluante. (NEDJAH, 2016)

1.9.6 Traitement des boues

Le traitement des boues d'épuration consiste, la plupart du temps, à enchaîner des opérations unitaires de réduction de volume, de dégradation des matières séchées ou de stabilisation.

- **La réduction de volume** est classiquement obtenue à travers des opérations de séparation de phases liquide/solide par décantation, filtration ou évaporation rencontrées dans les techniques d'épaississement, de déshydratation et de séchage thermique.
- **La dégradation des matières** organiques de la boue par des procédés biologiques (digestion, compostage) ou thermiques (incinération à 850 C, oxydation par voie humide de boues liquides épaissies sous 45 bar a 250 C) conduira également à un volume final moindre. (BERLAND, Traitement des boues d'épuration, 2014)

1.9.6.1 Épaississement

IL s'agit d'une étape intermédiaires dans la diminution du volume de boues produites par la station Cette étape et réaliste dans des épaisseurs : épaisseurs gravitaires : épaissement par centrifugation par flottation et épaissement par égouttage. Ce dernière permet d'obtenir des boues concentrées (60 à 70 glu sur des boues biologiques) que les épaisseurs gravitaires elle présente l'avantages de fonctionner avec des boues (très fraîches) prélevé directement dans la bache de recirculation des boues. Le filtrat reste d'excellentes qualités. Ces dispositifs d'égouttage nécessitent peu de surveillance et sont à privilégier malgré leur surcoût en investissement. (ADOUR, larbi - habchi, & arbia khatraoui, 2004)

1.9.6.2 Stabilisation

La stabilité des boues est obtenue lors les matières organiques contenues dans les boues n'évoluent plus ou dégagent des odeurs provenant du processus de fermentation Elle résulte de la diminution des éléments organique instable : MVS cellulose cette étape parmi de réduire pouvoir fermentescibles des boues, ainsi que les nuisances olfactive il existe trois types :

- **Stabilisation biologique** : digestion anaérobie ou aérobie, compostage
- **Stabilisation chimique** : chaulage, Stabilisation aux nitrates, oxydation
- **Stabilisation physique** : séchage poussé

Les techniques biologique permettent de dégrader les matières organiques et conduisent à une réduction de la matière. En revanche .Les techniques chimiques et physiques bloquent l'action des micro-organismes par inhibitions de leur métabolisme : la quantité de matière reste la même ou augmente suite à l'ajout de produits chimiques (ajout de chaux par exemple). Certains de ce traitement permettent aussi de réduire les risques sanitaires. (OUANOUI, 2023)

1.9.6.3 Déshydratation

Elle permet de poursuivre l'opération d'épaississement jusqu'à un état pâteux, les boues titrant alors de 15 à 35 % de siccité selon le type de boue et l'appareillage sélectionné. Elle se fait couramment par des moyens mécaniques, tels que :

- la décanteuse centrifuge ;
- le filtre à bande ;
- le filtre-presse à plateaux.

Ces techniques exigent l'ajout de polymère, ou encore de chaux et de chlorure ferrique, dans le cas des filtres à plateaux. La déshydratation constitue souvent l'étape limitant de la filière. Une siccité minimale peut en effet être imposée contractuellement (généralement > 30 %) en vue de l'évacuation de la boue, ou être requise en vue d'une incinération dans des conditions d'auto combustibilité. L'ajout de chaux, à hauteur de 200 à 600 kg de Ca(OH)_2 par tonne de matière sèche, est alors souvent pratiqué et permet une stabilisation chimique de la boue déshydraté. (BERLAND, Traitement des boues d'épuration, 2014)

Chapitre 02 : présentation de la STEP –Ben Chäabane-

2.1 Introduction

La station d'épuration finale est dimensionnée pour une capacité de 375 000 équivalents habitants à horizon 2030.

La filière de traitement des eaux proposée permet :

- Le traitement élevé des pollutions particulières et carbonées,
- Le traitement des boues générées par cette installation

Les effluents en provenance de BOUFARIK et ceux amenés par le collecteur DN 600 depuis Ben Chäabane -Ain Aicha seront réunis dans un ouvrage de réception d'où ils seront acheminés gravitairement, par un carneau béton, au niveau de l'ouvrage d'arrivée en amont des Dégrilleur grossiers de la station d'épuration. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)



Figure 2.1 : STEP Boufarik (ONA, 2021)

2.2 Données de base

2.2.1 Eaux brutes à traiter

La station traitera les eaux usées de la zone urbaine de BOUFARIK dont les caractéristiques qualitatives et quantitatives sont les suivantes :

Tableau 2.1 : les caractéristiques qualitatives et quantitatives de la station Boufarik (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de Boufarik)

| Données | Unité | Horizon 2030 |
|-------------------------------------|-------|--------------|
| Demande biologique en oxygène (DBO) | Kg/j | 28125 |
| Demande chimique en oxygène (DCO) | Kg/j | 56250 |
| Matière en suspension (MES) | Kg/j | 26250 |
| Azote (NTK) | Kg/j | 4500 |
| Phosphore (p) | Kg/j | 938 |

2.2.2 Charge hydraulique et pollution

Les débits et charges hydrauliques à prendre en compte pour le fonctionnement et le dimensionnement de l'installation sont les suivants :

Tableau 2.2 : Charge hydraulique et pollution de la station Boufarik (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de Boufarik)

| Données | Unité | Horizon 2030 |
|---------------------------|-------------------|--------------|
| Pollution domestique | EH | 375000 |
| Débit journalier | m ³ /j | 60000 |
| Débit horaire moyen | m ³ /h | 2500 |
| Débit de points temps sec | m ³ /h | 4000 |
| Débit de points de pluie | m ³ /h | 6000 |

2.2.3 Qualité du traitement

Le niveau minimal de traitement exigé dans le Cahier des Charges est repris dans le tableau suivant :

Tableau 2.3 : Tableau des normes des eaux épurées exigées dans le cahier de charge du projet de la Step de Boufarik (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de Boufarik)

| Paramètres | Concentration (mg/l) moyenne 24h temps sec | Rendement minimum % |
|------------|---|---------------------|
| DBO5 | ≤30 | ≥90 |
| DCO | ≤90 | ≥80 |
| MES | ≤30 | ≥90 |

2.3 Traitement des eaux

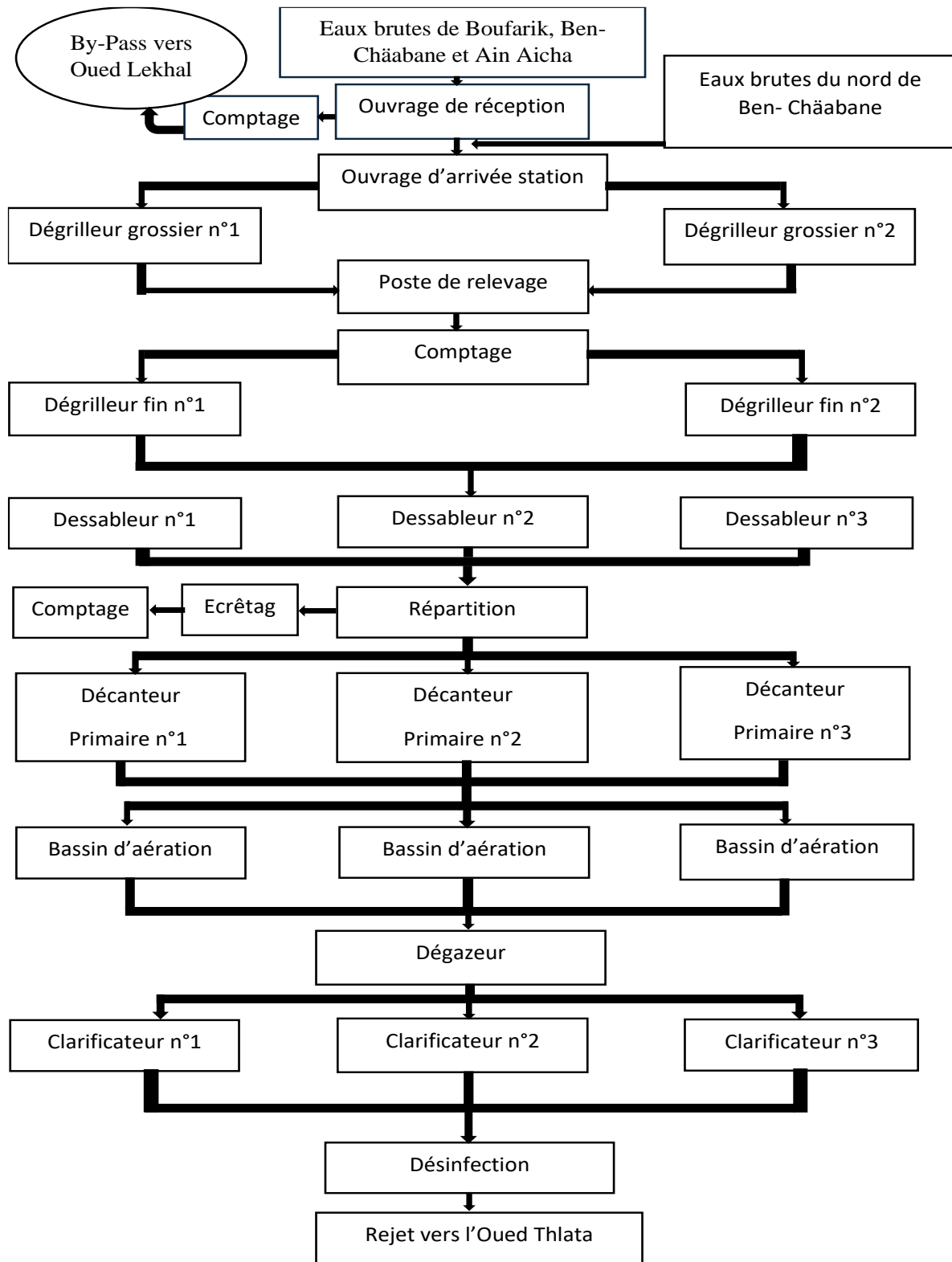


Schéma de la filière de Traitement des eaux (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

2.3.1 Dégrillage grossier

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

Le dégrillage est effectué par 2 Dégrilleur automatiques, Installés dans un canal de 2 m de large. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)



Figure 2.2 : Dégrillage grossier droits a câblés

2.3.2 Dégrillage fin :

Ces équipements présentent les avantages suivants :

- Élimination efficace de la plupart des matières solides,
- Protection des équipements électromécaniques situés en aval.
- Chacun des canaux de dégrillage, de largeur 2 m, peut traiter le débit de pointe de pluie prévu, soit 6000 m³/h.
- La vitesse d'approche dans le canal est inférieure à 0,8 m/s. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)



Figure 2.3 : Dégrilleur droit

2.3.3 Dessablage-Déshuilage

L'étape de dessablage déshuilage se compose de 3 files permettant de recevoir un débit total de 5000 m³/h, soit en fonctionnement normal un débit de 2000 m³/h par ligne. Un dispositif de batardeaux permet d'isoler une des files pour maintenance. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

Chaque file est munie d'un système de pompage par air lift embarquée sur le pont qui permet la reprise des sables par un tube d'aspiration alimenté en air par un suppresseur Insonorisé. Les sables sont envoyés dans une goulotte latérale attenante au dessableurs. L'air permettant la flottation des graisses est produit par 3 turbines immergées par ouvrage de puissance 2.2 kW. Les graisses seront reprises par une pompe spécifique de débit 11 m³/h pour être refoulées sur un concentrateur, puis évacuées vers une citerne (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)



Figure 2.4 : Dessabler-déshuileur

- Graisses

Le système de raclage de surface des dessableurs déshuileurs évacue les graisses dans un puits à graisses commun aux ouvrages équipé d'une trop pleine (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

- Sables

Les sables et l'eau relevés par les systèmes de pompage air lift sont dirigés dans les goulottes latérales adjacentes aux dessableurs, d'où elles seront reprises par deux pompes type Vortex (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

2.3.4 Décantation primaire

La décantation primaire existante étant correctement dimensionnée, les rendements suivants ont été retenus :

- Sur la pollution organique : abattement de 30% des charges entrantes.
- Sur les matières en suspension : abattement de 60% des charges entrantes. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

Les effluents transitent dans trois ouvrages de décantation primaire de Caractéristiques unitaires :

Tableau 2.4 : Caractéristiques de décanteur primaire (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de Boufarik)

| | |
|---|----------------------|
| Diamètre au miroir de l'ouvrage | 34,00 m |
| Hauteur d'eau en zone périphérique de l'ouvrage | 3,00 m |
| Surface au miroir | 888 m ² |
| Volume Utile | 2 665 m ³ |

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

Dans chaque ouvrage, les boues primaires sont raclées vers un puits central, d'où elles sont aspirées par une pompe située dans un local commun aux 3 files. . (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)



Figure 2.5 : décanteur primaire

2.3.5 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 et est constituée de micro-organismes divers : bactéries, levures, protozoaires, métazoaires,.... Dans les bassins, une aération efficace est nécessaire à la bonne dégradation de la pollution et à une parfaite maîtrise des coûts de fonctionnement. Aussi, l'aération est réalisée par des turbines de surface. Dans chaque bassin, le fonctionnement des aérateurs sera asservi à une mesure du potentiel Redox couplée à deux mesures de l'oxygène dissous avec secours sur l'horloge de l'automate. En sortie du bassin d'aération, les effluents sont déversés en surface par l'intermédiaire d'une lame déversant (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik).



Figure 2.6 : Bassin d'aération rectangulaire de STEP Boufarik (ONA, 2021)

2.3.6 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. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)



Figure 2.7 : Dégazeur de STEP Boufarik

2.3.7 Clarification

Cette étape du traitement est primordiale pour garantir une qualité de rejet conforme aux exigences du cahier des charges. 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. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)



Figure 2.8 : clarificateur de STEP Boufarik

A la sortie des clarificateurs, les eaux traitées sont récupérées par surverse et dirigées vers le poste de désinfection et le comptage de sortie. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

- **Recirculation des boues secondaires**

La recirculation des boues recueillies dans les clarificateurs a pour objectif de maintenir la concentration En biomasse épuratrice dans les bassins d'aération (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

Il est nécessaire de contrôler la quantité de boues recirculées, En effet :

- Si la quantité de boues recirculées est trop importante, des problèmes d'ordre hydraulique risquent d'apparaître sur le clarificateur par imposition d'une charge au radier trop importante.

- Si elle est trop faible, cela entraîne un stockage des boues dans le clarificateur, il y a alors risque d'anoxie prolongée des boues et donc d'une dénitrification dans le clarificateur, provoquant un entraînement des boues vers la surverse. Le débit des pompes de recirculation est contrôlé par l'installation d'une mesure de débit électromagnétique sur chacun des collecteurs de refoulement des boues (1 mesure par file) Cette recirculation sera effectuée directement dans le bassin d'aération (OTV, réalisation et exploitation de la station d'epuration de la ville de boufarik)

2.3.8 Désinfection des effluents

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

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

- 5mg/l de produit actif en moyenne
- 10mg/l de produit actif lors des pointes (OTV, réalisation et exploitation de la station d'epuration de la ville de boufarik)

2.3.9 Mesures de sortie

Les eaux traitées sont comptabilisées par l'intermédiaire d'un canal Venturi équipé d'une sonde de type ultra son. L'échantillonnage de l'effluent est effectué par préleveur automatique réfrigéré asservi à la mesure de débit. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'epuration de la ville de boufarik)



Figure 2.9 : appareil mesure de débit à la sortie de STEP

2.4 Traitement des Boues

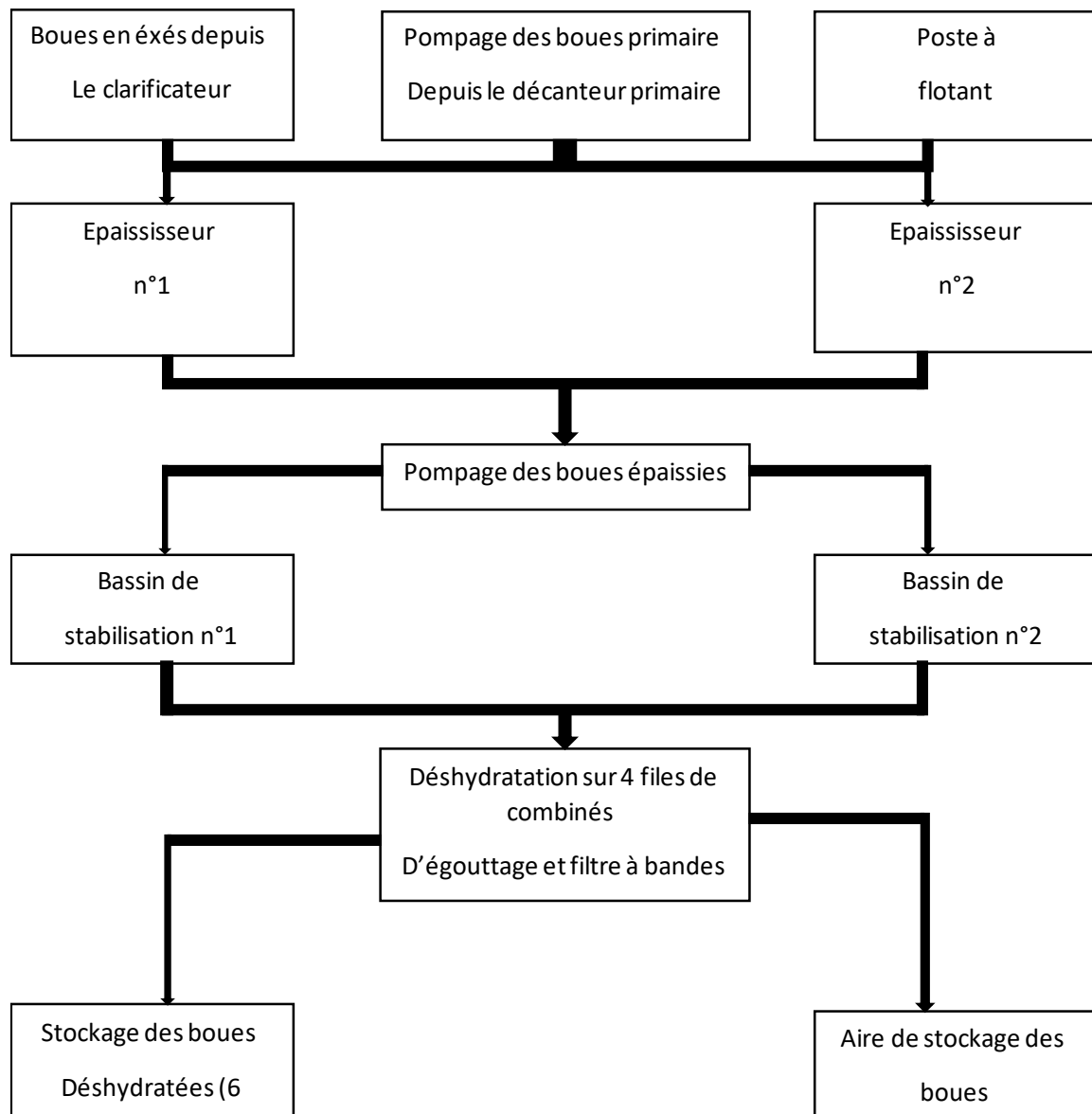


Schéma de la filière de Traitement des boues (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

2.4.1 Production et évacuation des boues en excès

Les boues en excès sont extraites depuis les puits à boues des trois files de traitement biologique à l'aide de deux pompes centrifuges par fil dans une en secours automatique. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

Les boues primaires en excès sont extraites pour chaque file depuis le puits central du décanteur primaire par une pompe volumétrique, située dans un local commun aux 3 files, dédié au pompage de celles-ci. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

Le refoulement est équipé de clapets. Elles sont en charge et ont un dispositif d'anti marche à sec. Des piquages de prises d'échantillons et de décolmatages sont prévus. Ces boues sont refoulées vers les ouvrages d'épaississement (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

2.4.2 Epaississement gravitaire

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

En effet, le seul consommateur d'énergie de ce procédé d'épaississement est la motorisation de la herse qui, par son mouvement circulaire, favorise la séparation de l'eau et de la boue contenue dans celle-ci. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

Les boues en excès sont concentrées avant stabilisation dans deux épaisseurs gravitaires identiques, (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik) Les boues concentrées dans les épaisseurs sont extraites par trois pompes volumétriques (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik) Les Boues pompées sont envoyées ensuite sur les 2 bassins de stabilisation aérobie. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

2.4.3 Stabilisation des boues

La stabilisation aérobie des boues a pour but la réduction de matières organiques dans la masse globale des matières à un taux voisin de 60%

Cette réduction s'effectue par une aération de la boue sans apport de substrat carboné, ceci favorisant une auto-synthèse de la masse cellulaire, donc une dégradation de la masse organique. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)



Figure 2.10 : Bassin de stabilisation aérobie, brassage par turbine (ONA, 2021)

Les temps de traitement des boues lors d'une stabilisation aérobie sont de 14 jours (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

L'aération des boues est assurée par 6 turbines verticales dont le rendement d'oxygénation retenu est de 1,7 kg O₂/kW en conditions standards. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

Les boues aspirées dans les ouvrages de stabilisation sont refoulées vers l'atelier de déshydratation.

2.4.4 Atelier de déshydratation mécanique

La déshydratation des boues est assurée par quatre combinés tables d'égouttage et filtres à bandes presseuses. Un maillage des lignes processus (boues /polymères /air comprimé) est prévu entre la ligne 1 et 2 et la ligne 3 et 4, (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

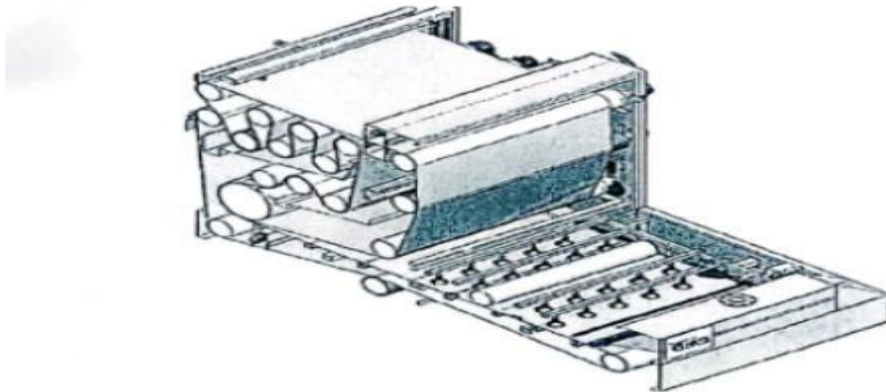


Figure 2.11 : Presse à bandes (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

Au niveau du filtre presse, la boue passe entre deux toiles filtrantes à défilèrent continu en appliquant progressivement une pression allant jusqu'à 1,5 kg/cm². La tension des toiles est maintenue par correction pneumatique (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)

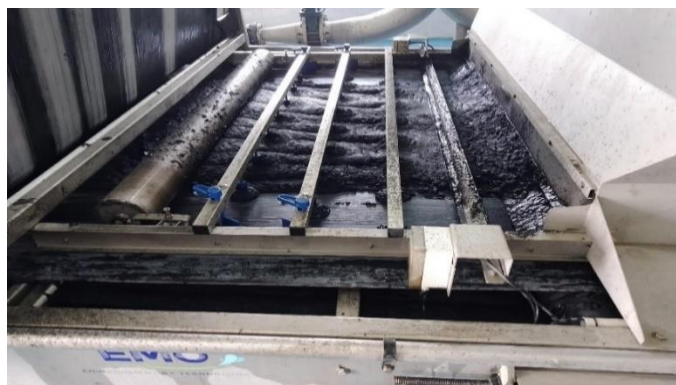


Figure 2.12 : Atelier de déshydratation par combiné table d'égouttage/filtre à bande

L'atelier de déshydratation devra traiter sur 5 jours, 9h par jour, un poids de boues de 29 088 kg/ sur 4 filtres à bandes presseuses en fonctionnement normal et sur 2 files en mode dégradé (5jr-18h/jr).

Le filtrat est récupéré sous les combinés et est évacué vers le poste toutes eaux de la zone traitement des boues. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'epuration de la ville de boufarik)

2.4.5 Préparation du polymère

Les polymères sont préparés au niveau de deux centrales de préparation automatiques à partir de polymère en poudre. Le polymère est livré et stocké dans le local polymère. Il est dosé et dilué avec de l'eau potable. Afin d'assurer une bonne dilution, la préparation automatique est équipée de deux agitateurs pendulaires.

Il y a une pompe de dosage par file et un secours installé pour l'ensemble des files. Une pompe de polymère de lubrification et sons secours sont également prévus.

Une plateforme d'accès est mise en place avec garde-corps et escalier d'accès pour chacune des préparations de polymère. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'epuration de la ville de boufarik)



Figure 2.13 : mélangeur de polymère avec les bous

2.4.6 Evacuation et stockage des boues déshydratées

Ces pompes gageuses envoient les boues déshydratées vers différents points de stockage à travers une canalisation commune soit vers six bennes de 12 m³ soit vers une aire de stockage bétonnée de 727 m³, Permettant un temps de stockage de 5 jours. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik) Le volume maximum des boues déshydratées est de 145.6 m³ par jour à 20% de siccité. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)



Figure 2.14 : air de stockage

Chapitre 03 : traitement tertiaire

3.1 Généralité sur les méthodes de traitement tertiaire

3.1.1 Élimination de phosphore

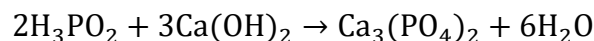
Les normes de rejet sur le phosphore sont de plus en plus sévères pour limiter les phénomènes d'eutrophisation, dus aux phosphates, dans les lacs et les cours d'eau.

Le traitement physico-chimique du phosphore est ainsi plus répandu. S'il est possible de réaliser la précipitation dans l'étape primaire de séparation physico-chimique et/ou dans l'étape secondaire de traitement biologique (Co-précipitation), il est souvent mis en place, lors d'un traitement tertiaire car :

- les valeurs de rejets faibles ne sont pas toujours atteignables par les étapes primaires et secondaires seules.
- Une limitation de la consommation de réactifs et de la production de boues physico-chimiques est réalisée en multipliant les étapes de précipitation.
- le traitement tertiaire permet, en même temps que le traitement du phosphore, d'améliorer le traitement des autres paramètres et par là même de sécuriser la qualité du rejet. (Truc, 2007)

3.1.1.1 Déphosphoration par la chaux

Pour obtenir des solubilités résiduelles de l'ordre du mg/L, il est impératif de travailler à un pH basique compris entre 9 et 12. La réaction de précipitation peut s'exprimer par :

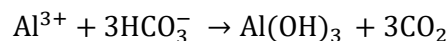
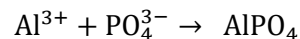


La présence de magnésium influe sur la solubilité du phosphate tricalcique et son action est favorable pour un pH supérieur à 10. Cette voie de précipitation est cependant évitée en traitement tertiaire car elle nécessite une neutralisation de l'effluent avant son rejet ce qui la rend économiquement rédhibitoire.

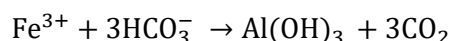
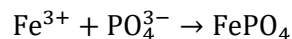
3.1.1.2 Déphosphoration par des sels d'aluminium (Al^{3+}) et ferriques (Fe^{3+})

La précipitation du phosphate métallique s'accompagne de la précipitation de l'hydroxyde métallique. Les réactions de précipitation peuvent s'exprimer par :

Pour le sel d'aluminium



Pour le sel ferrique



Les précipités AlPO_4 et FePO_4 , très peu solubles, sont à l'état colloïdal et sont éliminés par adsorption sur un excès d'hydroxydes métalliques. Les coréactions de précipitation d'hydroxydes métalliques amènent une consommation d'alcalinité et une baisse du pH. En traitement tertiaire, donc en aval d'un traitement biologique, ces phénomènes sont généralement

sans conséquence. Sauf à avoir à précipiter une quantité de plusieurs dizaines de mg/L de phosphore, une correction du pH n'est habituellement pas nécessaire.

Les dosages réellement requis pour la précipitation sont supérieurs aux prévisions théoriques de la stœchiométrie. Le rapport molaire sel métallique/P-PO₄ croît de façon polynomiale avec le rendement d'élimination en ion phosphate.

Les sels les plus utilisés sont le chlorure ferrique, le chlorosulfate ferrique et le sulfate d'alumine. Les valeurs résiduelles en PT obtenues peuvent être inférieures au mg/L moyennant les doses de sels adéquates et la mise en œuvre dans un séparateur physico-chimique performant.

Après l'adjonction de réactifs, le phosphore se retrouvant essentiellement dans les matières en suspension (MES), il est important que le séparateur apporte un excellent rendement d'abattement de MES. Les différents séparateurs physico chimiques, applicables en traitement de l'eau.

La phase de précipitation constitue, dans le cas de la déphosphoration chimique, la phase de coagulation.

La phase de floculation permet l'agglomération des floccs d'hydroxydes métalliques et de précipités colloïdaux de phosphate.

La séparation peut être réalisée :

- par décantation, les décanteurs lamellaires à recirculation de boues seront à privilégier pour leur optimisation de la floculation, leur compacité et leur capacité à épaissir les boues.
- par flottation à l'air dissous (ou aéroflottation) ;
- plus rarement par filtration (sauf dans des cas particuliers, par exemple en présence d'une faible quantité de phosphore résiduel à piéger) ; les MES physico-chimiques liées à la précipitation du phosphate s'ajoutent aux MES qui s'échappent naturellement du traitement biologique secondaire or la filtration est souvent mal adaptée à une quantité importante de MES à retenir. (Truc, 2007)

3.1.2 La technique physique d'adsorption

Elle consiste à extraire de l'eau des polluants résiduels solubles en utilisant les propriétés adsorbantes de certains composés (charbons actifs, alumine activée). Ces adsorbants s'utilisent en grains ou en poudre.

L'adsorption utilise des charbons actifs en grain (CAG) ou en poudre (CAP), plus rarement des résines, qui se caractérisent par une très grande surface spécifique (porosité) et par la présence de sites actifs qui fixent les molécules dissoutes et les éliminent ainsi du milieu à traiter.

-Le charbon actif, outre son application tertiaire de fixation des composés organiques dissous de la DCO dure, peut être employé lorsque l'effluent n'est pas biodégradable ou lorsqu'il contient des éléments toxiques. Dans ce cas, il permet de retenir sélectivement les éléments toxiques et, par suite, de retrouver un effluent normalement biodégradable (s'il n'est pas tertiaire, cet emploi participe aussi au traitement de la DCO dure).

-Le charbon actif en poudre se présente sous forme de particules de dimensions comprises entre 10 à 50 μm et est le plus souvent utilisé en combinaison avec un traitement de clarification tertiaire

Introduit en continu dans l'effluent avec le réactif de floculation, il se trouve inséré dans les floes et est ensuite extrait de l'effluent avec eux (boues). (Truc, 2007)

3.1.3 Technique de séparation physique.

3.1.3.1 Filtration sur matériau granulaire

Dans cette technique, également appelée filtration en profondeur, l'effluent traverse une masse poreuse (sable, graviers, anthracite, matériaux divers naturels ou synthétiques) qui retient une fraction des particules en suspension dans l'eau. Le processus se fait à flux ascendant ou à flux descendant dans des filtres ouverts gravitaires ou des filtres fermés sous pression. La masse filtrante est constituée de matériau uniforme ou de matériau multicouche (plusieurs granulométries et densités) pour accroître la capacité de rétention du filtre. La taille des particules en suspension retenues est en général nettement inférieure à celle des pores du filtre du fait d'une filtration complémentaire à travers la masse de matières en suspension retenues. La filtration se double en plus d'un affinage sur les pollutions solubles biodégradables dû au développement d'une biomasse dans le filtre. L'addition de floculant (polyélectrolytes, sels métalliques), qui agglomèrent les fines particules en flocons volumineux plus faciles à retenir, permet d'améliorer les performances.

L'accumulation des matières retenues dans le filtre entraînant son colmatage, des lavages doivent être effectués. Ils sont généralement réalisés périodiquement en fonction du degré de colmatage du filtre. Le fonctionnement du filtre est alors discontinu avec alternance de périodes de filtration et de périodes de lavage. Dans certaines technologies, le lavage du matériau est permanent et réalisé simultanément à la filtration, ce qui permet un fonctionnement continu. L'efficacité de la filtration dépend de nombreux paramètres : épaisseur de la couche filtrante, forme et granulométrie du matériau, taille des particules en suspension dans l'eau, vitesse de filtration. En filtration tertiaire aval d'une boue activée, les granulométries utilisées sont de 1 à 3 mm et les vitesses appliquées de 5 à 20 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$. Les performances habituelles sont 60 à 80 % de rendement sur les matières en suspension avec élimination des pollutions particulières associées (titrant en DCO, DBO, azote organique, P). Les œufs d'helminthes (20 à 140 μm), forme parasitaire la plus contrôlée, sont efficacement retenus. (GILLES, 1999)

3.1.3.2 Filtration membranaire

La filtration y est réalisée sous pression sur des membranes qui retiennent en surface les particules de granulométrie supérieure à leur seuil de coupure. Avec le temps, du fait de l'accumulation des particules qui crée une résistance supplémentaire, le débit de filtration décroît jusqu'à une valeur limite pour laquelle un nettoyage de la membrane est effectué. La qualité du filtrat obtenu est plus constante qu'en filtration classique. L'écoulement du fluide à traiter par rapport à la membrane filtrante est soit frontal, soit tangentiel. Il existe une grande variété de membranes assemblées en modules qui diffèrent par :

— le seuil de coupure : certaines membranes peuvent retenir des particules bien plus fines que ne le ferait un filtre ; selon le pouvoir de coupure elles se classent en microfiltration (0,1 à 10 μm), ultrafiltration (0,001 à 0,1 μm), nanofiltration (0,0005 à 0,005 μm) ;

— la nature de la membrane : organique ou minérale.

— l'arrangement des modules : plans, spiralés, en fibres creuses ou tubulaires Microfiltration, ultrafiltration et nanofiltration, toutes plus performantes que la filtration tertiaire sur matériau, permettent d'éliminer la totalité des matières en suspension et des pollutions particulières qui y sont associées. Selon leur seuil de coupure, ces membranes éliminent en plus successivement :

— en microfiltration, tout ou partie des bactéries et des colloïdes, partiellement les virus

— en ultrafiltration, tout ou partie des virus et certains composés organiques à haute masse molaire

— en Nanofiltration, d'autres composés organiques à masse molaire plus faible, et partiellement des sels minéraux dissous bivalents (Ca^{2+} . Mg^{2+} ...).

Un abattement significatif de la couleur est obtenu sur les colorants en dispersion colloïdale. (GILLES, 1999)

3.1.4 Désinfection des eaux

3.1.4.1 Désinfection par chlore

La méthode la plus ancienne de désinfection est l'utilisation de chlore. Le chlore est injecté directement dans les eaux usées. Il peut être utilisé sous forme de chlore gazeux, hypochlorite de sodium et bioxyde de chlore. Cet oxydant très puissant permet l'élimination de la plupart des microorganismes pathogènes même à faible dose. En effet, il endommage les membranes des cellules. C'est une technique très facile à mettre en place et peu coûteuse. Toutefois, la désinfection des eaux usées par chloration peut avoir un impact négatif sur la faune et flore aquatique (toxicité du chlore résiduel). De plus, les réactions entre le chlore et les matières organiques restantes dans les eaux peuvent former des sous-produits organochlorés, parfois cancérigène. (BOURBON, et al., 2015)

3.1.4.2 Désinfection par l'ozone

L'ozone est un gaz oxydant très puissant, qui permet de dégrader la matière organique et d'éliminer les principales sources pathogènes présentes dans l'eau. En effet, son potentiel d'oxydation est de 2,07. Il est nettement supérieur à celui du chlore qui n'est que de 1,35. Il peut oxyder les bactéries et les virus. Les propriétés de l'ozone sont les suivantes, il est désinfectant, désodorisant, respectueux de l'environnement et purificateur.

Comparé aux autres traitements de désinfection, l'ozone est très performant et très efficace

Pour l'élimination des virus. Il a une très bonne efficacité sur l'inactivation des virus. Cependant, il ne permet pas de détruire tous les micro-organismes présents dans l'eau comme par exemple les parasites cryptosporidium, giardia et toxoplasmose. De plus, en raison du coût élevé de ce type de désinfection (équipements volumineux et cher) et la toxicité de l'ozone (mesures supplémentaires obligatoires), il est actuellement peu utilisé. (BOURBON, et al., 2015)

3.1.4.3 Désinfection aux ultraviolets

La désinfection aux ultraviolets tend à se développer de façon plus intense car elle présente un certain nombre d'avantages comme des temps de contacts très courts, pas d'utilisation de produits chimiques, une bonne efficacité sur les bactéries et sur les virus.

Le principe d'action des UV repose sur le fait que les rayons ultraviolets sont des ondes électromagnétiques qui correspondent à une gamme de longueur d'onde comprise entre 100 et 400 nm.

L'absorption de ces rayons par les micro-organismes provoque une modification de leur ADN qui bloque toute réplication du matériel génétique et engendre leur mort. (BERLAND, Traitement des eaux résiduaires des agglomérations - Filières extensives, 2014)

3.1.5 Le lagunage tertiaire

Consiste à utiliser plusieurs lagunes appelées « lagunes de maturation ». Elles sont de faibles profondeurs (entre 0,8 et 1,2m) et permettent une désinfection des eaux. En effet, grâce à une faible profondeur, le rayonnement UV réalise la désinfection. La présence d'algues aux pouvoirs germicides peut aussi participer à cette désinfection. La durée de temps de séjour est un facteur très important. Plus le temps de séjour est long et plus l'élimination des microorganismes est notable. Les bactéries pathogènes sont éliminées de 90 à 99 %. Par contre, l'élimination des virus est moins efficace. Il est nécessaire de surveiller le lagunage pour éviter toutes dégradations de la qualité à cause des développements d'algues et de végétaux ou à la présence d'animaux. (BOURBON, et al., 2015)

3.1.6 Réutilisations des eaux usées

3.1.6.1 Réutilisation dans l'industrie

La demande en eau au niveau de l'industrie est importante mais ne nécessite pas toujours une qualité de type eau potable. Pour les usages en lavage ou en transport de produits bruts, une qualité type eau épurée est souvent suffisante. Pour les usages en refroidissement, des propriétés non entartrâtes sont essentiellement requises. La réutilisation en eau de procédé nécessite des caractéristiques précises de l'eau recyclée, caractéristiques propres à chaque procédé mais qui souvent se rapprocheront d'une eau potable. Elles s'obtiendront par un affinage plus poussé portant sur la réduction des pollutions résiduelles conventionnelles, sur la salinité ou sur la couleur. Une désinfection complémentaire est nécessaire pour la protection du personnel et du réseau de distribution. (GILLES, 1999)

3.1.6.2 Production d'eau pour l'irrigation

Les recommandations du CSHPF (Conseil supérieur de l'hygiène publique de France) de juillet 1991 précisent que le sol peut constituer un moyen d'évacuation mais en aucun cas un moyen d'épuration dans le cadre de la réutilisation des eaux usées. Les eaux doivent, en conséquence, avoir un niveau de traitement suffisant pour que l'irrigation ne puisse être décrite comme moyen d'épuration. Parasites, bactéries et virus peuvent être à l'origine de maladies par transmission directe à l'homme. Présents en nombres significatifs même dans un effluent correctement épuré, ils représentent un risque sanitaire. Pour éviter ce risque, les eaux doivent au niveau microbiologique être traitées pour satisfaire, selon les cas d'utilisation

Un traitement complémentaire de désinfection permet de réduire bactéries et virus. En revanche, la pollution parasitaire, par exemple les œufs d'helminthes, peu sensible à la désinfection chimique, est préférentiellement éliminée par un traitement physique performant de rétention des matières en suspension. (GILLES, 1999)

Tableau 3.1 : Directives concernant la qualité microbiologique des eaux usées utilisées dans l'agriculture (brochure OMS-778). (GILLES, 1999)

| Catégorie | Conditions de réutilisation | Groupe exposé | Nématodes intestinaux (nombre d'œufs par litre, moyenne arithmétique) | Coliformes intestinaux (nombre par 100 ml ; moyenne géométrique) |
|-----------|--|--|---|---|
| A | Irrigation des cultures densités à être consommées cruës, des terrains de sport, des jardins publics | Ouvriers agricoles Consommateurs Public | <1 | <1000 |
| B | irrigation des cultures céréalières, industrielles et fourragères, des pâturages et des plantations d'arbres | Ouvriers agricoles | <1 | Aucune norme n'est recommandée |
| C | Irrigation localisée des cultures de la catégorie B, si les ouvriers agricoles et le public ne sont pas exposés | Néant | Sans objet | Sans objet |

3.2 Présentation de traitement tertiaire dans la STEP -Ben Chäabane-

3.2.1 Introduction

Le traitement tertiaire est composé de 4 files de traitement d'un débit de 625 m³/h chacune composée d'une étape de coagulation/floculation, d'un tamisage et d'une désinfection UV. Chaque pompe de relevage d'un débit de 823 m³/h alimente une filière de traitement tertiaire complété ci-dessous :

- coagulation – Floculation.
- Tamisage par des tamis de 10 microns.
- Désinfection des eaux par les rayons Ultra-Violet (UV).
- Bâche tampon.
- Pompage des eaux traitées vers l'irrigation.



Figure 3.1 : traitement tertiaire de la STEP BOUFARIK (GROUPE, 2024)

3.2.2 Tamisage

Nous avons prévu en amont des tamis ; une étape de coagulation au sulfate d'alumine et une étape de floculation avec injection de polymère. La coagulation-floculation permet de recréer les floes après l'étape de clarification et d'améliorer les performances du tamisage. Des vannes sont prévues sur les conduites de refoulement du poste de relevage permettant de by-pass l'étape de coagulation-floculation.



Figure 3.2 : Coagulation-floculation

La qualité de l'eau traitée annoncée dans cette offre ne peut être garantie si l'étape de coagulation- floculation est by-passée.

Chaque étape est dimensionnée sur des temps de contact qui sont de 2 minutes minimum pour la coagulation et de 5 minutes minimum pour la floculation.

Le traitement tertiaire a pour but de retenir les matières en suspension résiduelles et donc la majeure partie de la pollution présente sous forme particulaire.

La filtration tertiaire par micro tamisage est réalisée avec 4 filtres mécaniques. La capacité hydraulique de chaque file est de 625 m³/h.

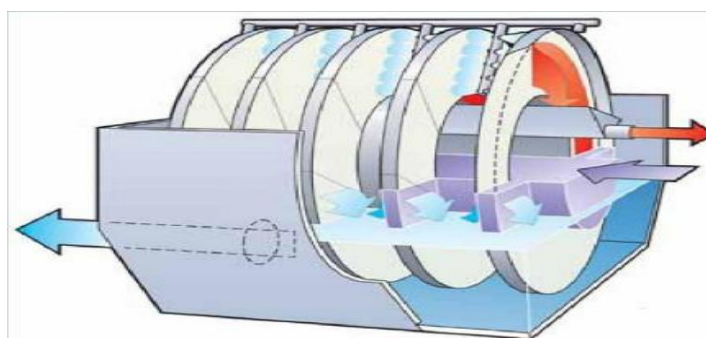


Figure 3.3 : Les 4 filtres mécaniques.

Les eaux sales provenant des tamis sont évacuées par 4 pompes de relevage dans 1 en secours installé vers le poste toutes eaux de la station.

3.2.2.1 Description du fonctionnement

Chaque filtre est composé de disques installés en parallèle d'une surface totale de 224 m avec une toile filtrante d'une porosité de 10 Um. Le disque est constituant Panneaux interchangeables sur lesquels est fixée la toile filtrante.



➤ Eau entrée

➤ Eau sortie

 Eau de lavage

Figure 3.4 : Vue générale tamis (GROUPE, MEMOIRE DESCRIPTIF DU TRAITEMENT TERTIARE DES EAUX EPUREES DE LA STEP DE LA VILLE DE BOUFAIK5 (W.BLIDA)°)

Le tamis est en partie immergé. L'eau s'écoule gravitairement à travers le filtre, de l'intérieur vers l'extérieur du disque (**Figure 3.4**).

Les matières en suspension présentes dans l'effluent sont séparées de l'eau par la toile filtrante et retenues à l'intérieur du disque.

Les solides s'accumulent progressivement sur la toile, ce qui obstrue l'écoulement de l'eau et entraîne une variation de la perte de charge. La perte de charge à travers le tamis peut varier entre 50 et 250 mm. La perte de charge maximale admissible sur le tamis avant bypass est de 450 mm.

Lorsque le tamis se colmate, le rétro lavage se met en route. D'une part le disque se met en rotation et d'autre part un rinçage de l'extérieur vers l'intérieur du disque repousse les solides collés à la toile filtrante. Les solides et l'eau de lavage sont collectés dans une goulotte et renvoyés vers le poste toutes eaux.

Ce rétro lavage est asservi à un système de contrôle automatique du niveau d'eau. Quand la perte de charge, entre l'effluent de chaque côté de la toile filtrante, dépasse une valeur fixée, le rétro lavage s'enclenche.

La filtration de l'effluent est continue, même durant la phase de rétro lavage. En effet la partie du disque immergée et encrassée est remplacée immédiatement par la partie émergée et lavée grâce à la rotation du disque.

3.2.3 Descriptif du fonctionnement UV

Les émetteurs UV utilisés pour la désinfection sont des lampes à vapeur de mercure. Ce qui s'explique par le fait que lors de leur excitation par décharge électrique, les atomes de mercure présentent une raie de résonance qui a son maximum à 253.7 nm et qui correspond justement à la longueur d'onde de destruction de l'ADN.



Figure 3.5 : installation de lampes UV en canal ouvert

Le développement de la technologie et des lampes à vapeur de mercure en particulier, permet de déposer Actuellement d'une large gamme d'émetteurs U.V. puissance variable

Nous avons prévu La mise en œuvre de 4 canaux chacun équipé de lampes de type basse pression et haute intensité

Le débit instantané traité peut atteindre 625 m³ /h. Les lampes sont regroupées pour former une série de 2 bancs. Ces bancs sont installés dans un canal ouvert et équipé de 64 lampes chacun.

Afin d'assurer une irradiation optimale, une disposition de maintien de plan d'eau est placé en aval de chaque canal de désinfection. En effet, pour que l'action des rayons UV ne soit pas altérée, la lame d'eau au-dessus des lampes ne doit pas dépasser 5 cm. Pour cela, un capteur de niveau est placé à l'aval des bancs pour réguler la vanne pelle motorisée en sortie de canal.



Figure 3.6 : les bancs UV

Les lampes sont utilisées et éprouvées depuis de nombreuses années dans le domaine industriel. Pour augmenter leur durée de vie, des gaines de protection en quartz ont été créées.

Pour faciliter l'exploitation de l'unité de désinfection, chaque module est équipé d'un dispositif de nettoyage automatique des lampes. Ce nettoyage consiste en un raclage mécanique Le long des gaines de quartz, le balayage s'effectuant toutes les 20 minutes environ. Les atouts de cette technologie sont nombreux :

3.2.3 Qualité de la désinfection

Pas de formation de sous-produits formés par des réactions chimiques, Technique simple et efficace conduite à des abattements élevés en germes microbiens, Nettoyage simple et efficace

3.2.3.1 Simplicité et sécurité d'exploitation

Facilité de maintenance grâce au système automatisé de nettoyage dont cette installation dispose, limitant ainsi les besoins d'un personnel spécialisé et les risques de casse lampes.

Tableau 3.2 : caractéristiques système UV (GROUPE, MEMOIRE DESCRIPTIF DU TRAITEMENT TERTIAIRE DES EAUX EPUREES DE LA STEP DE LA VILLE DE BOUFAIK5 (W.BLIDA)°)

| | |
|--|-------------|
| Débit maximum admissible (m3/h) | 2500 |
| Nombre de files (u) | 4 |
| Débit maximum admissible par file (m3/h) | 625 |
| Nombre de lampes par canal (u) | 128 |
| Puissance par canal (kW) | 32 |
| Dose UV minimale (MJ/cm2) | 86.3 |
| Transmittance UV minimale a 254 nm et sur 10 mm (%) | 50 |

3.2.3.2 Qualité des eaux après traitement tertiaire :

Ces nouvelles installations de traitement tertiaire devront respecter la qualité des eaux traitées de catégorie A définie dans les recommandations de l'OMS concernant l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en pisciculture. Le niveau de contrainte de type A correspond à une réutilisation en irrigation de cultures pouvant être consommées crues, en arrosage de terrains de sport ou de parcs publics.

La qualité des eaux après désinfection par UV aura la qualité suivante :

Tableau 3.3 : La qualité des eaux après désinfection par UV (GROUPE, MEMOIRE DESCRIPTIF DU TRAITEMENT TERTIAIRE DES EAUX EPUREES DE LA STEP DE LA VILLE DE BOUFAIK5 (W.BLIDA)°)

| Paramètres | Valeur |
|-------------------|---------------|
| DBO5 | 5 à 15mg/l |
| DCO | 30 à 90 mg/l |
| MES | ≤10 mg/l |

La qualité bactériologique des eaux après désinfection par UV aura la qualité suivante :

Tableau 3.4 : La qualité bactériologique des eaux après désinfection par UV (GROUPE, MEMOIRE DESCRIPTIF DU TRAITEMENT TERTIAIRE DES EAUX EPUREES DE LA STEP DE LA VILLE DE BOUFAIK5 (W.BLIDA)°)

| | |
|-----------------------|----------------|
| Nématodes intestinaux | Absence |
| Coliformes fécaux | <100 UFC/100mL |

3.2.4 Bâche tampon des eaux désinfectées :

La bâche tampon des eaux désinfectées possède un volume de 148 m3. Un groupe de pompage (2 pompes dont une en secours installé) est prévu afin de permettre le remplissage de la bâche de stockage des eaux industrielles depuis la bâche tampon.



Figure 3.7 : Réservoir d'eau destiné à l'irrigation après traitement tertiaire

Nous avons prévu un poste de surpression des eaux désinfectées composé de 2 pompes dont 1 en secours installé débit 40 m³/h, HMT= 4 bars). Ce poste permet de transférer les eaux désinfectées depuis la bêche tampon soit vers une potence de remplissage soit pour un raccordement agricole ultérieur. (GROUPE, MEMOIRE DESCRIPTIF DU TRAITEMENT TERTIARE DES EAUX EPUREES DE LA STEP DE LA VILLE DE BOUFAIK5 (W.BLIDA)°)



Figure 3.7 : Tube de remplissage pour les agriculteurs

3.3 Matériel et Méthodes

La surveillance régulière de la qualité de l'eau traitée à chaque étape est très importante pour évaluer l'efficacité des stations d'épuration dans le traitement des eaux. L'analyse abordée dans cette partie concerne les eaux usées de la station de **Ben Chäabane-Boufarik**. Nous aborderons le suivi des caractéristiques physiques et chimiques des échantillons suivants **PH, Température, L'oxygène dissous, Conductivité électrique, MES, DBO5, DOC, PHOSPHORE, MS** depuis l'entrée des eaux usées dans la station jusqu'à la fin du traitement.

3.3.1 Prélèvement et échantillonnage :

L'échantillonnage de l'effluent brut en entrée de station est effectué en aval des Dégrilleur fins par préleveur automatique réfrigéré asservi à la mesure de débit d'entrée. (OTV, réalisation et exploitation de la station d'épuration de la ville de boufarik)



Figure 3.8 : Préleveur d'échantillon réfrigéré

3.3.2 Mesure de potentiel d'hydrogène (PH) et température, l'oxygène dissous, Conductivité électrique :

Ces paramètres chimiques sont mesurés par des dispositifs électroniques précis, qui comprennent :

- Potentiel d'hydrogène (PH) : **pH-mètre**
- Température : **Thermomètre**
- L'oxygène dissous : **Oxymètre ORION Star A213**
- Conductivité électrique : **Conductimètre**



Figure 3.9 : Conductimètre



Figure 3.10 : Oxymètre



Figure 3.11 : pH-mètre

ORION Star A213

3.3.2.1 Protocole de travail

- Un échantillon d'eau (brutes / traitée) est prélevé et placé dans Baker
- Un appareil de mesure est utilisé et une sonde est immergée dans l'eau distillée pour garantir des résultats précis.
- La sonde est placée dans l'échantillon et on attend quelques minutes pour que les valeurs se stabilisent sur l'appareil, puis on enregistre les résultats.

3.3.3 Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5)

Pour déterminer le taux de pollution et l'efficacité du traitement, nous réalisons ce test sur deux échantillons d'eau (brute/ épeurée), Cela consiste à suivre la quantité d'oxygène consommée après 5 jours en utilisant un appareil mesure DBO5 **-OxiDirect-**.

3.3.3.1 Protocole de travail

- Nous prenons deux bouteilles et les nettoyons avec de l'eau distillée. Ensuite, nous ajoutons 160 millilitres d'eau non traitée et 420 millilitres d'eau traitée.
- Nous ajoutons quelques gouttes de KOH pour absorber le CO2 et assurer des résultats précis.
- Les échantillons sont placés dans l'incubateur à une température de 20 degrés Celsius et connectés à un appareil de mesure **-OxiDirect-**
- Après cinq jours, l'appareil affiche les valeurs pour nous.



Figure 3.12 : Incubateur et appareil de mesure DBO5 -OxiDirect

3.3.4 Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

Pour mesurer le DCO, nous utilisons le **spectrophotomètre Lovibond**.

3.3.4.1 Protocole de travail

- Nous plaçons 2 ml d'eau d'entrée et de sortie dans un tube.
- Nous ajoutons 5 gouttes de chromate de potassium.
- Nous introduisons le tube dans l'appareil et le réglons à une température de 148 degrés pendant deux heures.



Figure 3.13 : spectrophotomètre Lovibond

3.3.5 Mesure du phosphore total

Pour la détermination du (PT), on doit utiliser la méthode colorimétrique par le test Cuve HACH LCK 350 à l'aide du spectrophotomètre.

3.3.5.1 Protocole de travail

- Prélever 1 ml à l'aide d'une pipette à jauger, et l'introduisez dans un bécher et le Compléter jusqu'à 10 ml avec l'eau distillée.
- Ajouter le réactif (phosphore PGT) à cette eau et on le fait une agitation.
- Remplir la cuve neutre dans le spectrophotomètre, presser 0, en suite on ajoute l'échantillon préparé et on le laisse pendant 2 min après lire le résultat affiché.

3.3.6 Mesure de matières en suspension

La filtration des eaux usées est le processus d'élimination des impuretés et des particules grosses des eaux usées en utilisant différents systèmes de filtration tels que des filtres. Cette analyse vise à déterminer la quantité de matières en suspension présentes dans l'eau. À la station de Boufarik, un appareil est utilisé Erlenmeyer, entonnoir gradué et pompe à vide pour la mesure de MES.

3.3.6.1 Protocole de travail

- Nous préparons le filtre et le pesons vide, notant les résultats, puis le plaçons dans l'appareil de filtration.
- Nous remplissons l'appareil avec un échantillon d'eau brute et traitée, et démarrons la pompe. Ensuite, nous retirons le filtre avec précaution pour ne pas perdre les petites particules, et le plaçons dans un four à 105 degrés pendant 3 heures.
- Une fois l'échantillon sec, nous le pesons à nouveau et notons les résultats.

Pour calculer, nous utilisons la relation suivante : $MES = \frac{P1 - P0}{V} * 1000$

-P1 : Poids du filtre retenu. **-P0** : Poids du filtre vide. **-V** : Volume d'eau versé dans la fiole.



Figure 3.14 : Erlenmeyer, entonnoir gradué et pompe à vide pour la mesure de MES

3.3.7 Test de décantation V_{30}

L'objectif de ce test est de déterminer le volume de décantation dans l'eau pendant 30 minutes.

3.3.7.1 Protocole de travail

- Nous prélevons deux échantillons d'eau, l'un du bassin biologique et bassin de recirculation, que nous plaçons dans un cylindre d'un litre.
- Nous les laissons reposer pendant 30 minutes pour permettre la sédimentation, puis nous enregistrons les valeurs obtenues.

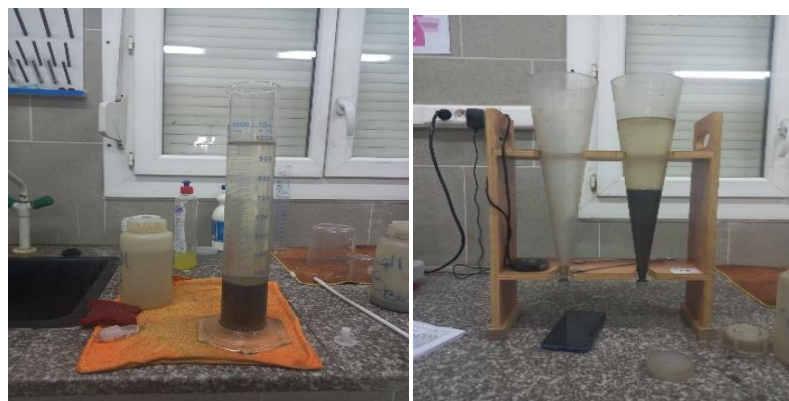


Figure 3.15 : Décantation après 30 minutes

Dans annexe 1 on a les résultats obtenus en traitement primaire après analyse de l'échantillon d'eau à la **STEP-ben Chäabane-**

3.3.8 Analyse microbiologique

Nous avons effectué des analyses dans un laboratoire privé, et les résultats des analyses sont détaillés en Annexe 2. Nous avons obtenu des résultats très satisfaisants après traitement aux rayons ultraviolets, car ils sont conformes aux normes mentionnées dans la loi J.O N°41 du juillet 2012.

Tableau 3.5 : Spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation

| GROUPES DE CULTURES | PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES | |
|--|---|---|
| | Coliformes fécaux (CFU/100ml) (moyenne géométrique) | Nématodes intestinaux (œufs/l) (moyenne arithmétique) |
| Irrigation non restrictive. Culture de produits pouvant être consommés crus. | <100 | Absence |
| Légumes qui ne sont consommés que cuits. Légumes destinés la conserverie ou la transformation non alimentaire. | <250 | <0,1 |
| Arbres fruitiers. Cultures et arbustes fourragers. Cultures céréalières. Cultures industrielles. Arbres forestiers. Plantes florales et ornementales. | Seuil recommandé <1000 | <1 |
| Cultures du groupe précédent (CFU/100ml) utilisant l'irrigation localisée. | pas de norme recommandée | pas de norme recommandée |

Conclusion générale

Notre étude a porté sur l'évaluation de l'effet de traitement tertiaire de la station d'épuration -ben Chäabane- située dans la ville de Boufarik wilaya Blida

Les eaux brutes reçues par la STEP passent par les différents procédés d'épuration : le prétraitement (dégrillage, déshuilage), le traitement primaire (décantation primaire), le traitement secondaire (bassin biologique et décantation secondaire).

Au cours de chaque processus, nous avons prélevé des échantillons pour le suivi de l'évolution des paramètres physico-chimiques (Température, pH, Conductivité Electrique et l'oxygène dissous) et des paramètres de pollution (DBO5, DCO et MES). Les dosages sont effectués au niveau du laboratoire de la STEP. Et les analyses microbiologique sont effectuées dans un laboratoire privé.

Au terme des résultats d'analyses obtenus pour les deux étapes traitement, nous pouvons dire que :

- Pour le traitement secondaire les valeurs de DBO5 DCO et MES sont respectent les normes algérienne et OMS qui sont liée à les rejets des stations d'épuration.
- Le traitement tertiaire avec le procédés (coagulation-floculation, tamisage, désinfection par UV) répond ou besoin réutilisation des eaux traitées, car les valeurs des paramètres de pollution et les paramètres microbiologique sont conforme a les normes algérienne d'après ce normes en peut utiliser les dans utilisée dans Irrigation des différents cultures (Arbres fruitiers, Cultures fourragères, Culture industrielles...) et dans industrielles comme eau refroidissement.

Finalement on peut dire que le traitement tertiaire à une grande influence sur les deux secteurs : l'agriculture et l'industrie par la réutilisation des eaux épurées.

Ce qu'il fait la STEP couvre une partie des besoins d'irrigation et d'industrie.

LES ANNEXES

Annexe 1

| | | | |
|---|---------------------------------|--|-------------------------|
| | <h1>Journal du laboratoire</h1> | | Pôle laboratoire |
| | | | Journal du. Laboratoire |
| | | | MA. J Le : 12/12/2022 |
| | | | Par : F. GHERBI |
| STEP de Boufarik | | | |
| Conditions météorologiques | 31/01/2024 | | |
| Date/heure des échantillons | EB/EE/BB/BREC | | |
| Points de prélèvements | BOUGHALE01/GHERBI | | |
| Identité du laborantin | 31/01/2024 | | |
| Débit journalier Entrée (m ³ /j) | | | |
| Débit journalier Sortie (m ³ /j) | | | |

Filière Eaux :

Paramétré physico-chimique

Echantillon Ponctuel

| Paramétré | Echantillon | Unité | Temps |
|----------------|-------------|-------|-------|
| T° | E B | (°) | 17.5 |
| | E Ep | | 17.3 |
| PH | E B | / | 7.31 |
| | E Ep | | 17.52 |
| Cond | E B | μs/cm | 956.6 |
| | E Ep | | 1879 |
| O ₂ | E B | mg/l | 0.8 |
| | E Ep | | 3.6 |

Paramétré de pollution

| | DCO _T | DCO _S | DBO ₅ |
|-------|------------------|------------------|------------------|
| Unité | mg/l | mg/l | mg/l |
| E B | 287.82 | | 268 |
| E Ep | 42.31 | | 28 |

| MES, MVS | | | | | | |
|------------|-----------|----------------|----------------|----------------|------|------|
| | V Prélevé | M ₀ | M ₁ | M ₂ | MES | MVS |
| Unité | l | g | g | g | mg/l | mg/l |
| Eau brute | 100 | 0.1236 | 0.1337 | | 113 | |
| Eau épurée | 250 | 0.1236 | 0.1344 | | 28.4 | |

Filière Boues :

| MES, MS, V ₃₀ , I.B, MVS, Sicité | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|----------------|----------------|----------------|-----|-------|-----------------|-------|------|--------|-------------------|
| | V Prélevé | M ₀ | M ₁ | M ₂ | MES | MS | V ₃₀ | I.B | MVS | Sicité | Volume |
| Unité | l | g | g | g | g/l | g/l | ml/g | Mg/l | mg/l | % | m ³ /j |
| B. Bio | 100 | 98.7420 | 99.791 | | | 10.50 | 330 | 31.42 | | | |
| B. Exée | 100 | 100.5077 | 102.20 | | | 17.02 | | | | | |
| B. Rec | 100 | 97.044 | 97.970 | | | 9.3 | 270 | | | | |
| B. épaisse | | | | | | | | | | | |
| Stabilise | | | | | | | | | | | |
| B. deshy 01 | | | | | | | | | | | |
| B. deshy 02 | | | | | | | | | | | |
| Polymère | | | | | | | | | | | |

Annexe 2



AMAWAZ LAB
LABORATOIRES D'ESSAIS ET D'ANALYSES DE LA QUALITE

LABORATOIRE D'ESSAIS ET D'ANALYSE DE LA QUALITE

Autorisation N°024 du 07 Novembre 2021 Du Ministère Du Commerce Et De La Promotion Des Exportations



Cité 200 Lots N° 75 RDC Diar El Bahri BENI MERED - BLIDA

+213 (0) 774 04 04 01 - amawaz.lab@outlook.com - Amawaz.Lab

EXAMEN PARASTOLOGIQUE

N°P.V : 381/2024

CLIENT : EURL ETAH ENTREPRISE AGRICULTURE ET D'AMENAGEMENT ET HYDRAULIQUES
RAISON SOCIALE : TRAITEMENT DES EAUX
ADRESSE SOCIALE : MSILA

NATURE DU PRODUIT : EAUX USEE (BASSIN)

NOMBRE D'ECHANTILLON : 02 UNITES

PRELEVEMENT PAR : entreprise

DATE DE FABRICATION : //

N°LOT : //

COMPOSITION: //

ETIQUETAGE ET EMBALLAGE: //

DATE DE RECEPTION : 16/04/2024

DLC : //

CODE A BARRE : //

EXAMEN PARASTOLOGIQUE D'UNE EAU TRAITEE PAR UV A Ph 8.5

1. EXAMEN DIRECT GROSSISSEMENT 10-40

Absence de parasites

2. CENTRIFUGATION A 3000 TR/MIN PENDANT 20MIN

Culot très peu important .

Absence de toute forme kystique ou végétative.

3. COLORATION DU CULOT PAR UNE SOLUTION IODO IODUREE /LUGOL OBSERVATION 10/40

Absence de K A O P (kyste -Amibe – Œufs -Parasite)

Absence de toute forme végétative (cestodes -Nématodes -Ascaris-oxuyres- Bothriocéphales ou autre intestinaux).

Conclusion :

Selon la technologie utilisées pour le traitement de cette eau usée par UV a donné d'excellents résultats au vu des observations microscopiques très nombreuses et qui ne laisse apparaitre aucune forme parasitaire

BLIDA LE : 21/04/2024

LA DIRECTRICE



N.B/Le résultat ne concerne que l'échantillon analysé et ceci dans les limites que permet une analyse microbiologique isolée

La Qualité C'est La Vie



AMAWAZ LAB
LABORATOIRES D'ESSAIS ET D'ANALYSES DE LA QUALITE

LABORATOIRE D'ESSAIS ET D'ANALYSE DE LA QUALITE
Autorisation N°024 du 07 Novembre 2021 Du Ministère Du Commerce Et De La Promotion Des Exportations

📍 Cité 200 Lots N° 75 RDC Dlar El Bahri BENI MERED - BLIDA
☎ +213 (0) 774 04 04 01 - ✉ amawaz.lab@outlook.com - 🌐 Amawaz.Lab

BULLETIN D'ANALYSE MICROBIOLOGIQUE

N°P.V : 382/2024

CLIENT : EURL ETAH ENTREPRISE AGRICULTURE ET D'AMENAGEMENT ET HYDRAULIQUES
RAISON SOCIALE : TRAITEMENT DES EAUX
ADRESSE SOCIALE : MSILA

NATURE DU PRODUIT : EAUX USEE (BASSIN)

NOMBRE D'ECHANTILLON : 02 UNITES

PRELEVEMENT PAR : entreprise

DATE DE FABRICATION : //

N°LOT : //

COMPOSITION: //

ETIQUETTAGE ET EMBALLAGE: //

DATE DE RECEPTION : 16/04/2024

DLC : //

CODE A BARRE : //

EXAMEN MICROBIOLOGIQUE D'UNE EAU USEE APRES TRAITEMENT UV A PH 8.5

- Inoculation culture direct (24h)
- Culture après 1^{er} enrichissement (48h)
- Culture après 2^{ème} enrichissement (72h)

Incubation à 37 °C pendant plus de 72h sur milieux spécifiques aux entérobactéries, après isolement.
Identification sur milieux de diagnostique et galerie biochimique.

RESULTATS : CFU/100ML

| GERMES RECHERCHES | RESULTATS |
|------------------------------------|----------------|
| E COLI | 20 |
| COLIFORMES FÉCAUX | 30 |
| ENTEROBACTERIE | Absence |
| ANAEROBIE SULFITE RÉDUCTEUR | Absence |
| SALMONELLE | Absence |
| SHIGUELLE | Absence |
| VIBRIONS | Absence |

Conclusion :

Présence d'une flore de tractus digestif normale

Absence de germes pathogènes

Conforme au J.O N°41 du 15 juillet 2012 concernant les eaux usées utilisées à des fins d'irrigation.

BLIDA LE : 21/04/2024

LA DIRECTRICE



N.B/Le résultat ne concerne que l'échantillon analysé et ceci dans les limites que permet une analyse microbiologique isolée

La Qualité C'est La Vie

Bibliographie

- ADOUR, I., larbi - habchi, h., & arbia khatraoui, w. (2004). *traitement des eaux usées* (éd. 3). office des publications universitaires.
- AYAT, A. (2022). BIOMATERIAUX ET LEURS APPLICATIONS COMME COAGULANTS/FLOCULANTS DANS LE TRAITEMENT DES EAUX USEES (these doctorat). Faculté de Génie des Procédés, Constantine: Université de Constantine 3 Salah Boubnider.
- BAUMONT, S. (2019). Réutilisation des eaux usées épurées risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Toulouse: École nationale supérieure agronomique de Toulouse.
- BERLAND, J.-M. (2014, 08 10). Traitement des boues d'épuration. TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR.
- BERLAND, J.-M. (2014, 02 10). Traitement des eaux résiduaires des agglomérations - Filières extensives. TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR.
- BERLAND, J.-M. (2014, 02 10). Traitement des eaux résiduaires des agglomérations - Filières extensives. TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR.
- BERLAND, J.-M. (2014, 02 10). Traitement des eaux résiduaires des agglomérations - Filières intensives. TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR.
- BOURBON, B., LAPALUS, G., LE DAHERON, V., LOUVET, C., MARAIS, J., & PAGES, M. (2015). Les traitements tertiaires Pour quoi faire ? université montpellier.
- DJAMAL, A. (2004, 03 10). Faculté de Génie Mécanique et de Génie des Procédés, alger: UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE Houari Boumediene.
- FIDELE, M. K. (2020, 12 17). Conception d'une station expérimentale de traitement des eaux usées par filtres plantés des macrophytes. sciences et technologies de l'information et de la communication , Angola : 'Université Côte d'Azur.
- GILLES, P. (1999, 01 10). Lutte contre la pollution des eaux - Finitions à haute performance.
- GROUPE, E. A. (2024). blida.
- GROUPE, E. A. (s.d.). *MEMOIRE DESCRIPTIF DU TRAITEMENT TERTIARE DES EAUX EPUREES DE LA STEP DE LA VILLE DE BOUFAIK5 (W.BLIDA)*°. BLIDA: ONA.
- KADIR, M. (2011). MODÉLISATION DU FONCTIONNEMENT D'UNE STATION D'ÉPURATION PAR BOUES ACTIVÉES APPLICATION À LA STATION DE BOUMERDES (mémoire majester)). faculté Sciences Agronomiques Département Génie Rural, alger : École Nationale Supérieure Agronomique.
- KHELIF, S. (2018). Impact de l'irrigation avec les eaux usées sur la qualité des sols agricoles et des eaux souterraines de la région de Fesdis. Région Nord de Batna (these doctorat). INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES, batna: UNIVERSITE BATNA1.
- KOLLER, e. (2005). *traitement des pollutions industrielles*. dunod.
- METAHRI, M. S. (2012, 07 1). ÉLIMINATION SIMULTANÉE DE LA POLLUTION AZOTÉE ET PHOSPHATÉE DES EAUX USÉES TRAITÉES, PAR DES PROCÉDÉS MIXTES Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou (these doctorat). FACULTÉ DES SCIENCES BIOLOGIQUES, TIZI-OUZOU: UNIVERSITÉ MOULOUD MAMMARI.

- MEYER, a. (2008). *mémento technique de l'eau (tome 2)*. paris: Eyrolles.
- MIRA, Y. (2008). Contribution à la conception de la station d'épuration d'ISOLA 2000 (mémoire majester). Département Hydraulique, alger : Ecole Nationale Polytechnique .
- NEDJAH, N. (2016). Déphosphatation physico-chimique et biologique des eaux usées (THESE DOCTORAT). Faculté des Sciences de l'ingénieur, ANNABA : UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA.
- OMS. (2012). WHO - SAFE USE OF WASTEWATER EXCRETA AND GREYWATER. 2. Genève.
- ONA. (2021, 12 7). *Office National de l'Assainissement Officiel D.G.* Récupéré sur <https://web.facebook.com:https://web.facebook.com/ONA.Assainissement/videos/%D9%86%D9%82%D8%AF%D9%85-%D9%84%D9%83%D9%85-%D9%81%D8%AF%D9%8A%D9%88-%D9%84%D9%85%D8%AD%D8%B7%D8%A9-%D8%AA%D8%B5%D9%81%D9%8A%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%8A%D8%A7%D9%87-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B3%D8%AA%D8%B9>
- OTV. (2020). réalisation et exploitation de la station d'epuration de la ville de boufarik. *Mémoire technique process*. blida: OTV.
- OTV. (s.d.). *realisation et exploitation de la station d'epuration de la ville de boufarik*. blida: OTV.
- OTV. (s.d.). réalisation et exploitation de la station d'epuration de la ville de boufarik. *Mémoire technique process*. OTV.
- OUANOUKI, B. (2023). *Taitement des eaux usées* (éd. 6). alger: casbah editions.
- TABET, M. (2015). Etude physico-chimique et microbiologique des eaux usées et évaluation du traitement d'épuration (these doctorat). Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et l'Univers, GUELMA: UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA.
- Truc, a. (2007, 10 10). traitement tertiaire des effluents industriels. TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR.