



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique  
et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي  
بدرج بوعريريج  
Université Mohamed  
El Bachir El Ibrahimi  
de Bordj Bou Arréridj



**Faculté des Sciences et de la Technologie**  
**Département de Génie de l'Environnement**

## **Mémoire de fin d'études**

PRESENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION

DU DIPLOME DE : **Master**

**Filière : Génie des Procédés**

**Option : Génie des Procédés de l'Environnement**

THÈME :

**Etude de redimensionnement des ouvrages de la  
station d'épuration des eaux usées de la ville de  
Bordj Bou Arréridj**

**Préparé par :**

**M<sup>elle</sup> LAMRANI LYNDA**

**M<sup>elle</sup> BELABASSI CHAHRAZED**

<b>R.AYECHE</b>	<b>Président</b>	<b>MCA</b>	<b>Université Bordj Bou Arréridj</b>
<b>M.ASSASSI</b>	<b>Examinatrice</b>	<b>MCB</b>	<b>Université Bordj Bou Arréridj</b>
<b>A.BAHLOUL</b>	<b>Encadreur</b>	<b>Pr.</b>	<b>Université Bordj Bou Arréridj</b>
<b>A.ROKBANE</b>	<b>Co-encadreur</b>	<b>MAA</b>	<b>Université Bordj Bou Arréridj</b>

**Année Universitaire : 2020/2021**

### *Remerciements*

*Nous voudrions tout d'abord exprimer toute notre gratitude en vers **ALLAH**, de nous avoir donné la force et le courage d'effectuer ce projet de fin d'étude.*

*Nos remerciements s'adressent à notre promoteur **Mr A. Bahloul**, **Mr A. ROUBAN** pour nous avoir proposé ce sujet intéressant, ses conseils précieux sa patience aussi pour sa confiance et sa gentillesse.*

*Nous remercions les enseignants de notre département '**Génie de l'environnement**' et tous les enseignants qui nous ont aidés de près ou de loin pendant toutes nos années d'études.*



*Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parents. Ma mère pour m'avoir mis au monde et pour m'avoir accompagné tout le long de ma vie. Je lui dois une fière chandelle. Mon père qui sans lui je ne serais pas arrivé jusqu'ici. J'espère toujours rester fidèle aux valeurs morales que vous m'avez apprises.*

*A ma petite sœur et toute ma famille et tous mes amis.*

*Lamrani Lynda*



*Dédicace*

*Je remercie le bon dieu de m'avoir donné le courage et la volonté nécessaire pour atteindre mon objectif.*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Tout particulièrement à celle qui m'a donné la vie et la illuminée jour après jour, celle qui a toujours été à mes côtés et m'a soutenu, celle qui m'a appris les principes de la vie, Bien sûr, c'est ma mère*

*A mon père qui m'a protégé et m'a soutenu durant mes études.*

*A mes chères sœurs et mes chères frères ainsi qu'à toute la famille.*

**Belabassi Chahrazed**

## *Table des matières*

<b>Introduction générale.....</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre I : Recherche Bibliographique</b>	
<b>I.1. Généralité sur la pollution des eaux .....</b>	<b>03</b>
I.1.2. Origines de la pollution .....	03
I.1.2.1 Pollution industrielle.....	03
I.1.2.2. Pollution agricole .....	05
I.1.2.3. Pollution domestique .....	05
I.1.2.4. Pollution par les eaux pluviales. ....	06
I.1.2.5. Pollution d'origine naturelle .....	06
<b>I.2. Présentation de la ville de BBA.....</b>	<b>07</b>
I.2.1. Situation démographique.....;	07
I.2.2. Situation géologique de la ville de Bordj Bou Arréridj.....	07
I.2.3. Situation climatique....., ....	08
I.2.4. Activités industrielles .....	08
<b>I.3. Présentation de milieu d'étude.....,</b>	<b>09</b>
I.3.1. Présentation de l'ONA .....	09
I.3.2. Historique de l'office national de l'assainissement .....	10
I.3.3. Missions de l'office national de l'assainissement.....	10
<b>I.3.4. Organisation de l'office national de l'assainissement .....</b>	<b>11</b>
<b>I.4. Etapes de traitement des eaux usées au niveau de la STEP à boue activé de BBA.....</b>	<b>12</b>
I.4.1 Prétraitement.....	12
I.4.1.1. Dégrillage.....	13
I.4.1.2. Déshuilage et dégraissage .....	14
I.4.1.3. Dessablage .....	15
I.4.2. Traitements primaire.....	15
I.4.2.1. Décantation primaire.....	15
I.4.3. Traitement biologique (secondaire).....	16
I.4.3.1. Clarification .....	18
I.4.4. Traitement des boues .....	19

I.4.4.1. Epaissement .....	20
I.4.4.2. La déshydratation.....	20
I.4.4.3. Le séchage .....	20
I.4.4.4. Stabiliser la matière organique.....	20
I.4.4.4.1. La stabilisation biologique .....	20

## **Chapitre II :Résultats et Discussion**

<b>II.1. Évaluation des charges polluantes .....</b>	<b>22</b>
II.1.1. Estimation des débits.....	22
<b>II.1.2. Estimation des charges polluantes.....</b>	<b>24</b>
<b>II.2. Poste de relevage .....</b>	<b>25</b>
<b>II.3. Prétraitements.....</b>	<b>26</b>
II.3.1. Dégrillage .....	26
II.3.2. Dessablage.....	29
<b>II.3.3. Déshuilage dégraissage .....</b>	<b>31</b>
<b>II.4. Traitement primaire.....</b>	<b>31</b>
II.4.1. Décanteur primaire .....	31
<b>II.5. Traitement secondaire.....</b>	<b>35</b>
II.5.1. Calcul du clarificateur (décanteur secondaire).....	35
<b>II.6. Bassin d'aération .....</b>	<b>36</b>
II.6.1. Dimensionnement du bassin d'aération. ....	39
II.6.2. Besoins théoriques en oxygène .....	42
II.6.3. Calcul des caractéristiques de l'aérateur .....	44
II.6.4. Bilan de boues. ....	47

## **Chapitre III : Comparaison des résultats**

III.1. Bâche de pompage.....	52
III.2. Dégrilleur.....	52
III.3. Dessableur .....	53
III.4. Décanteur.....	54
III.5. Bassin d'aération .....	55
III.5.1. Bilan des boues .....	56
III.6. Clarificateur .....	57

<b>Conclusion générale .....</b>	<b>58</b>
----------------------------------	-----------

## LISTE DES ABREVIATIONS ET SYMBOLES

<b>a</b>	Coefficient de passage libre
<b>Ab</b>	Age des boues.
<b>a'</b>	besoin pour la synthèse de la biomasse.
<b>B</b>	diamètre des barreaux
<b>b</b>	besoin pour la respiration.
<b>B<sub>dur</sub></b>	Matières organiques en suspension difficilement biodégradables
<b>B<sub>min</sub></b>	Matières minérales (MM) en suspension apportées par l'effluent (sortie)
<b>C</b>	Coefficient de colmatage
<b>C<sub>m</sub></b>	Charge massique.
<b>C<sub>v</sub></b>	Charge volumique.
<b>d</b>	Diamètre du bassin.
<b>DBO</b>	Demande biochimique en oxygène.
<b>e</b>	Espacement entre les barreaux.
<b>EH</b>	Equivalent habitant
<b>En</b>	puissance de l'aérateur nécessaire
<b>h</b>	hauteur
<b>I<sub>m</sub></b>	Indice de MOHALMAN
<b>l</b>	Largeur du dessableur-déshuileur.
<b>L<sub>e</sub></b>	Charge polluante DBO <sub>5</sub> éliminé.
<b>MES</b>	Matière en suspension.
<b>MM</b>	Matières minérales.
<b>MVS</b>	Matières volatiles en suspension.
<b>Nb</b>	Nombre des barreaux
<b>Ne</b>	Nombre d'espacement
<b>Na</b>	Nombre d'aérateurs.
<b>P<sub>a</sub></b>	Puissance spécifique absorbé
<b>P<sub>b</sub></b>	Puissance de brassage.
<b>Q<sub>air</sub></b>	Débit d'air injectés
<b>Q<sub>excè</sub></b>	Débit de boues en excès
<b>Q<sub>j</sub></b>	Débit journalier
<b>Q<sub>moyj</sub></b>	Débit moyen journalier.
<b>Q<sub>p</sub></b>	Débit de pointe.

<b>Qd</b>	Debit diurne
<b>qh</b>	Quantité d'oxygène horaire.
<b>qO<sup>2</sup></b>	La quantité d'oxygène nécessaire par m <sup>3</sup> du bassin.
<b>qo<sub>2</sub>pt</b>	La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe
<b>Re</b>	Rendement
<b>R</b>	Taux de recyclage
<b>S</b>	Surface
<b>S<sub>h</sub></b>	Surface horizontale.
<b>S<sub>0</sub></b>	Concentration en DBO <sub>5</sub> à entrée du bassin d'aération.
<b>S<sub>s</sub></b>	DBO <sub>5</sub> exigée par l'OMS
<b>T</b>	Température.
<b>T<sub>d</sub></b>	Période diurne.
<b>T<sub>s</sub></b>	Temps de séjour.
<b>T<sub>r</sub></b>	Temps de rétention
<b>V</b>	Volume
<b>v</b>	Vitesse de l'écoulement
<b>X<sub>a</sub></b>	Masse totale des boues dans le bassin
<b>[X<sub>a</sub>]</b>	La concentration des boues
<b>X<sub>m</sub></b>	Concentration de boues en excès
<b>τ</b>	Le taux de débordement
<b>θ</b>	angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal.
<b>β</b>	coefficient qui tient compte de la forme des barreaux.
<b>ΔH</b>	Perte de charge.
<b>ΔB</b>	Boues en excès kg/j.
<b>ONA</b>	Office National de l'Assainissement.
<b>Step</b>	Station d'Epuration des eaux usées.



## ***Liste des tableaux***

<b><i>Tableau 01: Fiche technique de la station d'épuration de la ville BBA .....</i></b>	<b><i>10</i></b>
<b><i>Tableau 02 : caractérise l'estimation des débits et des charges polluantes nécessaires au dimensionnement.....</i></b>	<b><i>25</i></b>
<b><i>Tableau 03: Dimensions de la grille.....</i></b>	<b><i>29</i></b>
<b><i>Tableau 04 : Caractéristique des dimensions et performances du dessableur.....</i></b>	<b><i>31</i></b>
<b><i>Tableau 05 : Dimensions et performances de chaque décanteur .....</i></b>	<b><i>34</i></b>
<b><i>Tableau 06 : Dimensions de chaque clarificateur.....</i></b>	<b><i>35</i></b>
<b><i>Tableau 07 : La charge volumique .....</i></b>	<b><i>37</i></b>
<b><i>Tableau 08: La charge massique.....</i></b>	<b><i>38</i></b>
<b><i>Tableau 09 : Besoins pour la synthèse de la biomasse et pour la respiration .....</i></b>	<b><i>42</i></b>
<b><i>Tableau 10 : Dimensions et performances du bassin d'aération. ....</i></b>	<b><i>46</i></b>
<b><i>Tableau 11 : Bilan des boues.....</i></b>	<b><i>51</i></b>
<b><i>Tableau 12 : Comparaison de dimensions de la bêche de pompage.....</i></b>	<b><i>52</i></b>
<b><i>Tableau 13 : Comparaison de dimensions de la grille .....</i></b>	<b><i>53</i></b>
<b><i>Tableau 14: Comparaison de dimensions et performances du déssableur.....</i></b>	<b><i>53</i></b>
<b><i>Tableau 15: Comparaison de dimensions et performances de chaque décanteur.....</i></b>	<b><i>54</i></b>
<b><i>Tableau 16 : Comparaison de dimensions et performances du bassin d'aération .....</i></b>	<b><i>55</i></b>
<b><i>Tableau 17 : Comparaison de bilans des boues .....</i></b>	<b><i>56</i></b>
<b><i>Tableau 18 : Comparaison de dimensions de chaque clarificateur.....</i></b>	<b><i>57</i></b>

## ***Liste des figures***

<b><i>Figure 01 : Les rejets industriels</i></b> .....	04
<b><i>Figure 02 : Point de rejet d'eaux usées</i></b> .....	06
<b><i>Figure 03 : Carte géographique de la ville de Bordj Bou Arreridj</i></b> .....	07
<b><i>Figure 04 : Zone industrielle de Bordj Bou Arreridj</i></b> .....	08
<b><i>Figure 05 : Station d'épuration des eaux usées de la ville de Bordj Bou Arreridj</i></b> .....	09
<b><i>Figure 06 : Organigramme de l'effectif du personnel de la STEP BBA</i></b> .....	12
<b><i>Figure 08 : Déshuileur et dégraisseur (STEP BBA)</i></b> .....	14
<b><i>Figure 09 : Dessaleur (STEP BBA)</i></b> .....	15
<b><i>Figure 10 : Décanteur primaire (STEP BBA)</i></b> .....	16
<b><i>Figure 11 : Bassin d'aération</i></b> .....	17
<b><i>Figure 12 : Schéma du traitement biologique</i></b> .....	17
<b><i>Figure 13: Décanteur secondaire (STEP BBA)</i></b> .....	18
<b><i>Figure 14 : Air de stockage des boues déshydratées ( STEP BBA)</i></b> .....	19
<b><i>Figure 15 : Bâche de pompage</i></b> .....	25
<b><i>Figure 16 : Schéma clarificateur</i></b> .....	35
<b><i>Figure 17 : Schéma du bassin d'aération et du décanteur secondaire</i></b> .....	40
<b><i>Figure 18 : Schéma du bassin d'aération</i></b> .....	41

# Annexe

## Calcul des charges et les concentrations polluantes :

- La charge moyenne journalière en DBO<sub>5</sub> :

$$L_0 = C_{DBO_5} * Q_{moy,j}$$

Avec :

- L<sub>0</sub>: Charge moyenne journalière en DBO<sub>5</sub> (Kg/j)
- C<sub>DBO<sub>5</sub></sub> : La concentration en DBO<sub>5</sub> moyenne (Kg/m<sup>3</sup>)
- Q<sub>moy,j</sub>: Débit moyen journalier en (m<sup>3</sup>/j)

Date	28/02 /2019	04/03/2019	18/03/2019	01/04/2019	08/04/2019	29/04/2019
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	262	268	158	180	138	228
DBO <sub>5</sub> moyenne (Kg/m <sup>3</sup> )	0,20566					

$$L_0 = 0,20566 * 26936,96 = 5540,034 \text{ Kg/j}$$

Ce qui représente 5540,034 Kg de DBO par jour.

- ◆ La charge moyenne journalière en MES :

$$N_0 = C_{MES} * Q_{moy,j}$$

Avec :

- N<sub>0</sub>: Charge moyenne journalière en MES. (Kg/j)
- C<sub>MES</sub> : La concentration en MES moyenne (Kg/m<sup>3</sup>)
- Q<sub>moy,j</sub> : Débit moyen journalier en (m<sup>3</sup>/j)

Date	28/02/2019	04/03/2019	18/03/2019	01/04/2019	08/04/2019	29/04/2019
MES (mg/l)	198	204	300	131	83	129
Date	13/05/2019	20/05/2019	03/06/2019	10/06/2019		
MES (mg/l)	163	247	209	216		
MES moyenne (Kg/m <sup>3</sup> )	0,188					

$$N_0 = 0,188 * 26936,96 = 5064,148 \text{ Kg/j}$$

Ce qui représente 5064,148 Kg de MES par jour.



*Introduction  
Générale*

## **Introduction générale**

En Algérie, l'eau est un élément de plus en plus rare et de moins en moins renouvelable [1].

La gestion durable de l'eau est l'un des principaux axes du développement durable, dans la mesure où cette dernière doit répondre aux besoins des générations actuelles et satisfaire les générations futures. L'agriculture constitue le plus gros consommateur des ressources hydriques, vu la diminution des apports en eau constatée depuis plusieurs décennies. Les agriculteurs, notamment ceux des régions continentales, s'intéressent à l'utilisation des eaux usées [2].

Les disponibilités en eau sont estimées à 17 milliards de m<sup>3</sup> par an dont 12 milliards de m<sup>3</sup> dans les régions nord (ressources souterraines 2 milliards de m<sup>3</sup>, ressources superficielles 10 milliards de m<sup>3</sup>) et 5 milliards de m<sup>3</sup> dans le sud. Sachant que toutes les ressources souterraines du nord sont mobilisées en plus de 70% des ressources superficielles.

La pollution des eaux de surface et souterraines est possible par les rejets d'eaux usées tant domestiques qu'industrielles ainsi que par l'utilisation d'engrais et de pesticides en agriculture. La pollution risque de constituer, à court terme, un risque de pénurie d'eau accentué imposant la nécessité de protéger cette ressource contre toute altération et utilisation irrationnelle.

Le volume annuel d'eaux usées domestiques rejetées est estimé à 800 millions m<sup>3</sup>. Ce sont des quantités importantes et facilement localisables [3].

L'intérêt porté par les pouvoirs publics algériens au traitement des eaux usées s'est manifesté par l'allocation de crédits importants à la réalisation de stations d'épurations qui sont en nombre d'une centaine déjà réalisées ou en voie de réalisation.

Seulement, ces réalisations n'ont pas été suffisantes pour atteindre l'objectif de protéger l'environnement d'une manière générale et les ressources hydriques en particulier.

La politique de valorisation des eaux usées est nécessaire d'autant plus que celles-ci une fois traitées, pourraient constituer une source non négligeable pouvant participer à la réduction du déficit du bilan hydrique par sa valorisation en irrigation.

L'objectif de ce travail vise à faire une étude de redimensionnement de chaque ouvrage dans la station d'épuration des eaux usées à boues activées de la ville de Bordj Bou Arréridj avec les nouvelles données (2020), et faire une étude de redimensionnement de la STEP à l'horizon 2050.

Le travail est structuré de trois chapitres :

- ❖ Le premier chapitre, sera consacré à la présentation d'une recherche bibliographique sur les eaux usées et les procédés d'épuration dans la STEP de Bordj Bou Arréridj.
- ❖ Le deuxième chapitre, consistera à faire une étude préliminaire suivie par les calculs des dimensionnements de la station nécessaire pour traiter les eaux usées de la ville de Bordj Bou Arréridj.
- ❖ Le troisième chapitre, comportera la comparaison des résultats de calculs avec les dimensions réelles de la STEP de Bordj Bou Arréridj.



*Chapitre I*  
*Recherche*  
*Bibliographie*

## **I.1. Généralité sur la pollution des eaux**

La pollution comme étant toute modification défavorable des propriétés physiques, chimiques ou biologiques, ou tout rejet de substances liquides, gazeuses ou solides dans l'eau de façon à créer une nuisance ou à rendre cette eau dangereuse d'utilisée.

La pollution de l'eau est due essentiellement aux activités humaines ainsi qu'aux phénomènes naturels. Elle a des effets multiples qui touchent aussi bien la santé publique que les organismes aquatiques, ainsi que la flore et la faune terrestre.

L'ensemble des éléments perturbateurs parviennent au milieu naturel de deux façons différentes : par rejets bien localisés (villes et industries) à l'extrémité d'un réseau d'égout ou par des rejets diffus (lessivage des sols agricoles, des aires d'infiltration dans les élevages, décharges, ...).

L'introduction dans le sous-sol provoque une pollution des eaux souterraines qui est caractérisée par une propagation lente et durable (une nappe est contaminée pour plusieurs dizaines d'années) et une grande difficulté de résorption ou de traitement [4].

### **I.1.2. Origines de la pollution**

Il existe plusieurs origines des pollutions des eaux, on peut citer :

- Pollution industrielle ;
- Pollution agricole ;
- Pollution domestique ;
- Pollution par les eaux pluviales ;
- Pollution d'origine naturelle.

#### **I.1.2.1 Pollution industrielle**

La fabrication des produits industriels génère très souvent des rejets d'eau polluée par les ateliers de production. Ils sont appelés effluents industriels. Ces effluents doivent impérativement être traités car la pollution qu'ils contiennent peut être très concentrée, ou avoir un effet toxique sur les organismes vivants et ainsi nuire au pouvoir d'autoépuration de l'eau. Ils peuvent aussi induire l'accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (métaux, radioactivité, substances toxiques...). Les rejets d'eaux chaudes peuvent aussi perturber tout l'écosystème d'une rivière [5].





*Figure 01 : Les rejets industriels [6].*

Toutes les industries ne génèrent pas une pollution de même type ni de même importance. On distingue les pollutions organiques, les pollutions chimiques, les pollutions toxiques et les pollutions physiques.

- ✓ Les industries agro-alimentaires (conserveries de légumes, caves coopératives, laiteries...) rejettent principalement des matières organiques ou azotées.
- ✓ Les industries lourdes, les industries chimiques et certaines industries de transformation des métaux peuvent être la source d'une pollution toxique et persistante.
- ✓ Les effluents provenant d'une tannerie par exemple, sont chargés de chrome et d'acides, produits toxiques utilisés pour le tannage des peaux. C'est une pollution chimique.
- ✓ La pollution physique peut être due au réchauffement de l'eau par les centrales thermiques, aux matières en suspension des mines, des carrières ou de la sidérurgie.

Les origines des pollutions accidentelles peuvent être multiples, mais à la différence des autres types de pollutions, elles restent très ponctuelles. Certains déversements de produits polluants ou d'eaux polluées sont dus à des accidents (camion-citerne, bacs endommagés, fuites sur canalisations, fuites au cours du chargement ou du déchargement des produits...). D'autres surviennent dans les usines, lorsque des quantités importantes de gaz ou de liquides toxiques s'en échappent et sont disséminés en peu de temps dans la nature. C'est le cas

notamment lors d'incendies où les eaux d'extinction en contact avec les produits polluants sont alors souillées. Des équipements spécifiques sont très souvent installés sur les sites afin de retenir ces pollutions et éviter leur transfert vers le milieu naturel.

Pour les sites et les sols pollués, il s'agit essentiellement des pollutions historiques, souvent à base d'hydrocarbures ou de substances organiques. La plupart du temps, il s'agit de déchets qui ont été volontairement ou non enfouis, ou d'anciennes lagunes de traitement des effluents industriels qui n'ont pas été réhabilitées. Ces pollutions ont souvent contaminé les sols des anciennes usines encore en activité ou non. Le traitement de la pollution de tels sites est difficile et souvent coûteux. Une bonne étude préalable, la suppression de l'origine de la pollution ou éviter que la pollution ne se répande dans les ressources en eaux souterraines sont des étapes importantes avant le traitement éventuel des sols [5].

### **I.1.2.2. Pollution agricole**

La concentration des élevages entraîne un excédent de déjections animales par rapport à la capacité d'absorption des terres agricoles. Ces déjections, sous l'effet du ruissellement de l'eau et de l'infiltration dans le sous-sol enrichissent les cours d'eau et les nappes souterraines en dérivés azotés et constituent une source de pollution bactériologique.

Les cultures industrielles impliquent un usage massif d'engrais chimiques (nitrates et phosphates), de produits phytosanitaires, mais aussi un recours accru à l'irrigation. Le problème est multiple :

- La spécialisation des filières, et donc la monoculture intensive, a des effets négatifs : variétés sensibles aux ravageurs (parasites, insectes, champignons, mauvaises herbes...), ruissellement accru, érosion des sols, perte de la biodiversité...

L'amélioration du rendement des cultures nécessite l'utilisation croissante des produits phytosanitaires : herbicides, fongicides, insecticides... La disparition des haies, en plus, ne permet pas aux insectes auxiliaires de s'installer durablement autour des parcelles et donc de protéger les plantes contre les ravageurs [5].

### **I.1.2.3. Pollution domestique**

On distingue deux types d'eaux usées domestiques :

- ✓ les eaux de lavage ou eaux ménagères, qui proviennent des salles de bain et de cuisines et qui sont généralement chargées de graisses, de débris organiques, de détergents, de solvants ;

- ✓ les eaux vannes, qui viennent des toilettes et sont chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

La pollution journalière produite par une personne est évaluée à :

- ❖ 70 à 90 g de matières en suspension,
- ❖ 60 à 70 g de matières organiques,
- ❖ 12 à 15 g de matières azotées,
- ❖ 3 à 4 grammes de phosphore,
- ❖ plusieurs milliards de germes pour 100 ml [5].



*Figure 02 : Point de rejet d'eaux usées [7].*

#### **I.1.2.4. Pollution par les eaux pluviales**

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, Eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours).

Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sorte de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des déchets végétaux, etc., et toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...etc. [8].

#### **I.1.2.5. Pollution d'origine naturelle**

On distingue les polluants naturels et les polluants générés par les activités humaines. Ils ont un impact sur notre environnement et sur notre santé. Tour d'horizon de ces polluants et de leurs origines.

Les polluants naturels gaz ou particules, ils sont émis par :

- ✓ les volcans, qui envoient dans l'atmosphère d'énormes quantités de gaz et de particules ;
- ✓ les plantes qui produisent des pollens, dont certains peuvent entraîner des allergies ;
- ✓ la foudre qui émet des oxydes d'azote et de l'ozone ;
- ✓ l'érosion qui produit des poussières. Transportées par le vent, elles peuvent parcourir de très longues distances [9].

## I.2. Présentation de la ville de BBA

### I.2.1. Situation démographique

Le nombre de la population de la ville de Bordj Bou Arreridj est évaluée à 240 000 habitants pour l'année 2020 [ dans Municipal de bordj Bou Arreridj] , selon le bureau de recensement de l'APC BBA, ce qui représente une densité de population 2959,33 habitants/Km<sup>2</sup>.

### I.2.2. Situation géologique de la ville de Bordj Bou Arreridj

La ville de Bordj Bou Arreridj (Figure 03) se situe au centre des plaines de la Medjana, avec les montagnes de Mourissan au nord, les Maadhid au sud, les hauts plateaux à l'est et les monts Tafiatas (le mont chauve) et Djebel Mansoura à l'ouest.



**Figure 03** : Carte géographique de la ville de Bordj Bou Arreridj [10].

Elle culmine à 920 mètres d'altitude. Les coordonnées géographiques de la ville de Bordj Bou Arreridj sont pour latitude: 36.0667, longitude: 4.76667 36° 4' 0" nord, 4° 46' 0" est. La superficie est estimée à 8110 hectares ce qui représente 81,10 km<sup>2</sup>. La situation de la ville est sur une altitude moyenne de 928 m [11].

### I.2.3. Situation climatique

La wilaya se caractérise par un climat continental, qui offre des températures chaudes en été et très froides en hiver, parmi les plus basses d'Algérie. La pluviométrie annuelle est de 300 à 700 mm [11].

### I.2.4. Activités industrielles

La wilaya de Bordj Bou Arreridj est devenue un jeune pôle industriel. Elle figure parmi les wilayas les plus dynamiques d'Algérie, notamment dans le secteur de l'électronique et l'agroalimentaire. Elle a été rebaptisée par les Algériens « capitale de l'électronique ». Plusieurs groupes à dimension nationale sont installés tel que : Condor Electroniques, Géant Electroniques, UPAC, Attias Electroniques, Tecno Works Groups, SALGPEM, Christo, High Star, Bledou, Bys Etoile, CBI, Pacific Négoce, Matoir.etc.



Figure 04 : Zone industrielle de Bordj Bou Arreridj [10].

Le gouvernement algérien encourage le développement de la région des Hautes Plaines (Sétif – Bordj-Bou-Argeridj) à travers le déploiement de plusieurs initiatives d'envergure : construction d'infrastructures comme l'autoroute Est-Ouest, création de zones d'activités industrielles intégrées, etc. Une nouvelle zone industrielle a été créée dans la commune d'El Hamadia pour désengorger la zone industrielle de la ville de Bordj Bou Argeridj, ainsi que sur les territoires de la daïra de Bir Kasdali, la daïra d'Aïn Taghrout et la daïra de Ras El Oued [11].

### I.3. Présentation de milieu d'étude

#### I.3.1. Présentation de l'ONA

L'ONA se substitue à l'ensemble des établissements et organismes publics, nationaux, régionaux et locaux en charge du service public de l'assainissement, notamment :

- L'Agence Nationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (AGEP)
- Les établissements publics nationaux à compétence régionale de gestion de l'assainissement.
- Les EPEDEMIA de wilaya : les régies et services communaux de gestion des systèmes d'assainissement.



**Figure 05** : Station d'épuration des eaux usées de la ville de Bordj Bou Arreridj [10].

### I.3.2. Historique de l'office national de l'assainissement

L'office national de l'assainissement (ONA) est un établissement public national à caractère industriel et commercial (E.P.I.C), créée par décret exécutif n : 01-102 du 21 avril 2001. Il est placé sous la tutelle du Ministère des ressources en Eau. La station de traitement des eaux usées de BBA est localisée au sud de la ville sur une surface de 42750 m<sup>2</sup> elle a été mise en service en mai 2002 et inaugurée par le président de la république Algérienne le 17 octobre 2003. Sa capacité 150.000 équivalent habitants, soit un débit journalier de 30.000 m<sup>3</sup>/j.

Elle est spécialisée dans le traitement des eaux domestiques et pluviales déversées par la ville de BBA dont elle utilise le procédé d'épuration par boues activées à faible charge.

Les eaux épurées de la station sont déversées dans l'OUED K'SOB. Elle qui est située à environ 200 m de la station qui alimente le barrage K'SOB dans la wilaya de Msila, utilisé pour l'irrigation des terres en sol aval. Aussi ses eaux épurées sont recyclées dans l'agriculture et les boues d'épuration sont utilisées comme fertilisant.

### I.3.3. Missions de l'office national de l'assainissement

L'office National de l'Assainissement est chargé de l'exploitation et de la maintenance des ouvrages et des infrastructures d'assainissement. Il assure ainsi :

- ✓ La protection et sauvegarde des et environnement hydriques.
- ✓ La lutte contre toutes les sources de pollution hydrique.
- ✓ La préservation de la santé publique.

L'ONA assure également pour le compte de l'Etat, la maîtrise d'ouvrage et d'œuvre déléguée concernant les projets d'étude, de réalisation, de réhabilitation et de diagnostic des stations d'épuration, des stations de relevage, des réseaux d'assainissement et de collecte de l'eau pluviale.

**Tableau 01:** Fiche technique de la station d'épuration de la ville BBA

Nom de la station	STEP de Bordj Bou Arreridj
• <b>Commune</b>	➤ Bordj Bou Arreridj
• <b>Wilaya</b>	➤ Bordj Bou Arreridj
• <b>Capacité de la station</b>	➤ 150 000 Eh 30 000 Eh

• <b>Milieu récepteur</b>	➤ Oued k'sob eau réutilisée à des fins agricole (périmètre d'irrigation 300 hectares)
• <b>Procédé de traitement</b>	➤ Boue activé à faible charge
• <b>Entreprise retenue pour la réalisation du génie-civil</b>	➤ Hydrotraitement
• <b>Date de mise en service de la station</b>	➤ 15/06/2000
• <b>Date de transfert de la station à L'ONA</b>	➤ 16/07/2003

#### I.3.4. Organisation de l'office national de l'assainissement

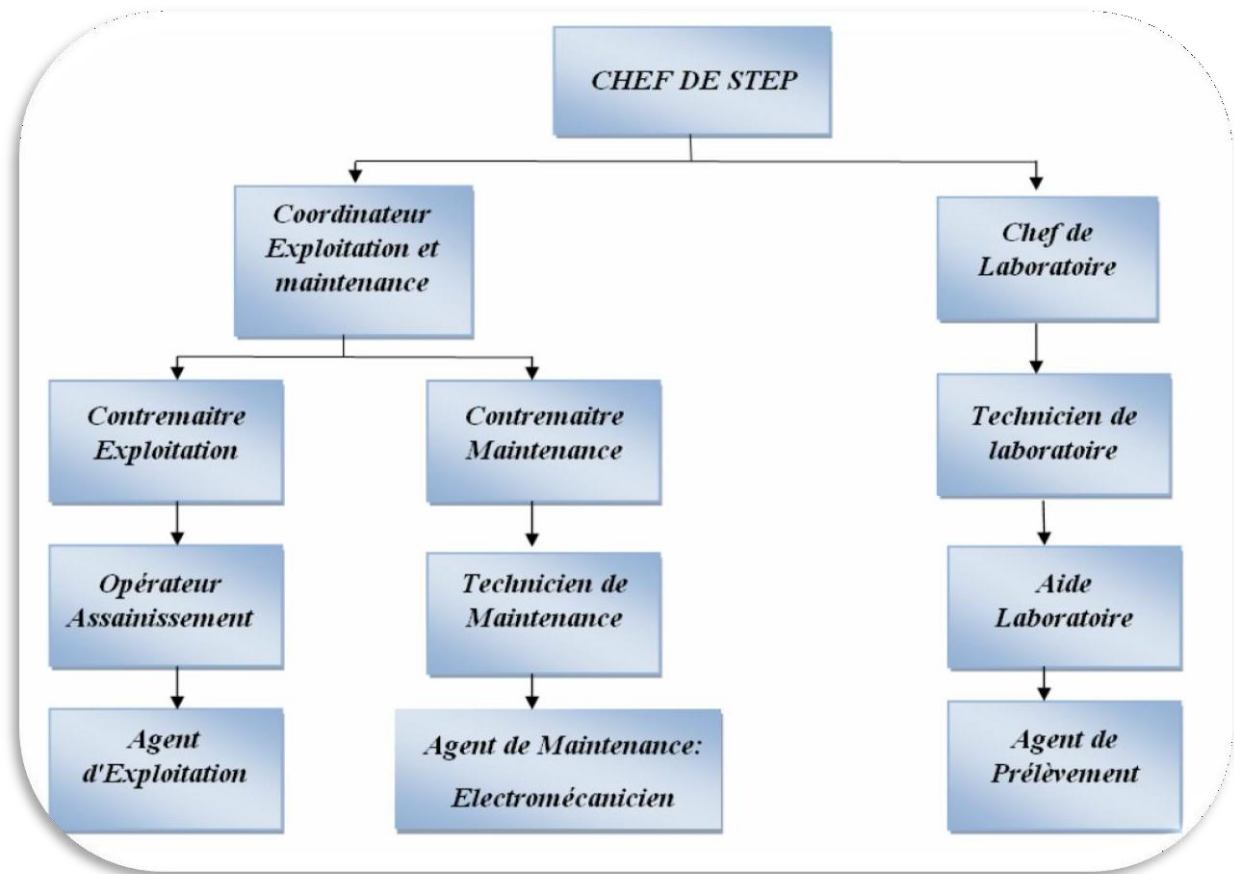
L'ONA est doté d'un conseil d'orientation surveillance et est dirigé par un directeur générale.

Sous l'autorité du directeur général :

- ❖ Deux assistants chargés respectivement du développement et de l'exploitation
- ❖ Deux conseillers chargés respectivement de la communication et de la sécurité interne.
- ❖ Six centrales chargées respectivement des finances et de la comptabilité, des ressources humaines et de la formation, de l'exploitation et de la maintenance, des études et travaux, patrimoine des moyens généraux et enfin de la réglementation et de la gestion déléguée.
- ❖ Douze (12) zones, deux (02) Direction Assainissement, (42) Unités Assainissement correspondant à (42) Wilaya, deux (02) Unités travaux et réhabilitation.

La figure 06 représente l'organigramme de l'effectif du personnel de la STEP BBA.





*Figure 06 : Organigramme de l'effectif du personnel de la STEP BBA.*

#### **I.4. Etapes de traitement des eaux usées au niveau de la STEP à boue activé de BBA**

Le traitement des eaux usées au niveau de la STEP à boue activé de BBA passe par plusieurs étapes :

- Prétraitement (dégrillage déshuilage et dessablage) ;
- Traitement primaire (décantation des matières solides en suspension dans l'eau).
- Traitement secondaire ou traitement biologique (bassin d'aération et décantation).
- Traitement des boues (elles proviennent des décanteurs primaires et secondaires).

##### **I.4.1 Prétraitement**

Le prétraitement est un l'ensemble d'opérations physiques et mécaniques destinées à extraire de l'eau brute. Ils ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs. S'il s'agit de déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage).

### **I.4.1.1. Dégrillage**

Cette opération est assurée par une grille métallique à commande automatique qui, par mouvement de va et viens de bas vers le haut, permet :

De protéger les ouvrages contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des colmatages dans les différentes unités de l'installation.

De séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements qui suivent [12].



**Figure 07 : Dégrilleurs (STEP BBA)**

### **I.4.1.2. Déshuilage et dégraissage**

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide (à la condition que la température de l'eau soit suffisamment basse, pour permettre de figer les graisses). Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient par la suite [13]. La rétention environ 80% de la matière grasse lorsque la température est inférieure à 30°C [14].



*Figure 08 : Déshuileur et dégraisseur (STEP BBA)*

### I.4.1.3. Dessablage

C'est une opération physique qui consiste à retenir les sables entraînés par l'écoulement de l'eau. Le dessablage a pour but d'éviter le colmatage des canaux au cours de l'acheminement de l'eau ; cette opération conserve les particules de granulométrie supérieure à 200  $\mu\text{m}$  [12].



*Figure 09 : Dessaleur (STEP BBA)*

## I.4.2. Traitements primaire

### I.4.2.1. Décantation primaire

Pour faciliter la précipitation des matières en suspension de diamètre inférieur à 0,2 mm, on fait circuler l'eau lentement dans un bassin dont on racle ou aspire périodiquement les matériaux rassemblés au fond.

Dans la plupart des stations d'épuration on effectue deux décantations : L'une sur les eaux issues du prétraitement l'autre après le traitement biologique (ou chimique). Dans ce paragraphe il ne sera question que des boues de décantation primaire car les autres dépendent du traitement subi par l'eau. Les boues formées contiennent une forte proportion de matières organiques (de 20 à 30% des matières sèches, des matières grasses 6 à 30%). Ces boues présentent un aspect non homogène, elles sont généralement brunes et d'odeur désagréable [15].



*Figure 10 : Décanteur primaire (STEP BBA).*

#### **I.4.3. Traitement biologique (secondaire)**

Les traitements secondaires également appelés traitements biologiques visent à dégrader la matière organique biodégradable contenue dans l'eau à traiter. Des microorganismes mis en contact avec l'eau polluée assimilent la matière organique qui, leur sert de substrat de croissance. L'ensemble de la pollution avec les microorganismes vivants forme la liqueur mixte ou boue biologique contenue dans des bassins de traitement biologique. En règle générale, l'élimination complète de la pollution organique de ces bassins se déroule en conditions aérées par des souches aérobies strictes ou facultatives. Plusieurs procédés existent à ce stade du traitement biologique. Ce sont les procédés à culture en suspension ou procédés à boues activées, les procédés à culture fixée (disques biologiques rotatifs, lits bactériens, etc.), les procédés à décantation interne (lagunage), les techniques d'épandage-irrigation, etc.

Le traitement par boues activées est très largement utilisé. Il s'agit d'un réacteur qui contient les eaux à traiter, dans lequel est injectée une boue chargée de bactéries. Les bactéries consomment la matière organique et contribuent aussi à l'élimination de l'azote et du phosphore. A la sortie du réacteur, l'effluent passe dans un clarificateur. La boue décantée est séparée en deux flux : l'un rejoint le réacteur (ensemencement) et l'autre est évacué vers la

filère des boues. L'action des bactéries dans le réacteur nécessite de l'oxygène (Fig. 11 et Fig. 12) [16].



Figure 11 : Bassin d'aération

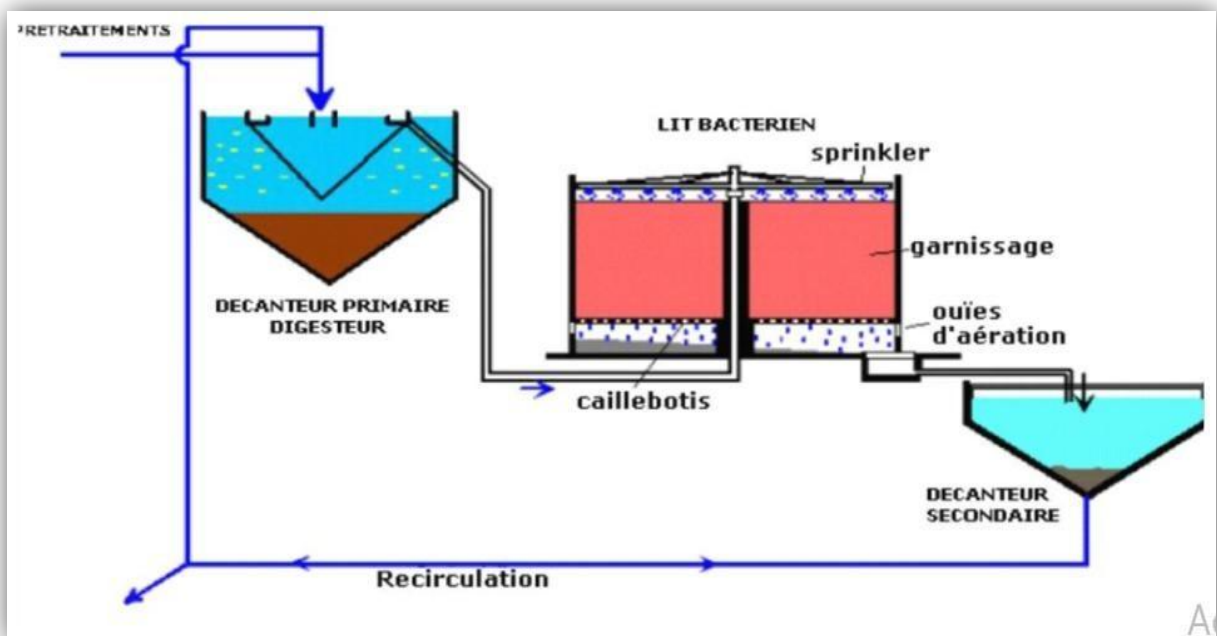


Figure 12 : Schéma du traitement biologique (Metahri.,2012).

Les techniques de traitement biologique les plus couramment employées sont :

- les boues activées ;
- les lits bactériens (bactéries fixées) ;
- les bios filtres (bactéries fixées) ;

#### **I.4.3.1. Clarification**

La clarification permet de séparer par décantation l'eau épurée des boues secondaires issues du traitement biologique (Figure13). Cette décantation se fait dans des ouvrages spéciaux, le plus souvent circulaires, appelés clarificateurs ou décanteurs secondaires. Une partie des boues secondaires est évacuée en aval vers le traitement des boues ; l'autre partie est recyclée vers le bassin d'aération pour maintenir la masse biologique nécessaire au fonctionnement de l'installation. Dans la plupart des cas, l'effluent peut être rejeté dans le milieu naturel après la clarification. Le rejet se fait par un canal équipé de capteurs de mesure pour l'auto surveillance de la station [17].



*Figure 13: Décanteur secondaire (STEP BBA)*

#### **I.4.4. Traitement des boues**

Le traitement d'un mètre cube d'eaux usées produit de 350 à 400 grammes de boues. Ces boues, généralement très liquides, contiennent une forte proportion de matières organiques. Elles sont donc très fermentescibles et susceptibles de causer des nuisances.

Le traitement a pour but de les conditionner en fonction des filières d'élimination :

- Réduction de leur volume par épaissement,
- Déshydratation, séchage thermique ou incinération.
- Diminution de leur pouvoir de fermentation par stabilisation biologique, chimique ou thermique (rajout de chaux par exemple).

Un traitement chimique des odeurs est souvent associé à ce traitement.

La gestion des boues représente souvent une préoccupation pour les exploitants des usines de traitement et pour les collectivités locales. L'élimination des boues connaît d'importantes évolutions, en particulier au niveau des filières et des débouchés finaux : utilisation agricole, compostage, incinération, récupération d'énergie, envoi en centre d'enfouissement technique [18].



**Figure 14 :** Air de stockage des boues déshydratées ( STEP BBA )



#### **I.4.4.1. Epaissement**

Il s'agit de la première étape de traitement des boues, qui s'opère en général avant le mélange des boues issues des différentes étapes d'épuration des eaux usées boues primaires, secondaires, et éventuellement tertiaires. Cette étape peut être précédée de l'ajout d'un flocculant organiques de synthèse ou minéraux (chaux, sels de fer ou d'aluminium), afin de faciliter la séparation des phases solide et liquide des boues.

L'épaissement consiste à laisser s'écouler les boues par gravitation à travers un silo placé au-dessus d'une table d'égouttage ou d'une toile semi-perméable. Autre technique de concentration : la flottation, basée sur l'injection de gaz dans les boues, ce qui sépare les phases liquides et solides par différence de densité. En sortie, les boues sont encore liquides avec une siccité de 4 à 6 %. [16]

#### **I.4.4.2. La déshydratation**

La déshydratation permet de diminuer la teneur en eau des boues, et d'atteindre en sortie une siccité allant de 15 à 40%, variable selon la filière de traitement des eaux, la nature des boues et la technique de déshydratation utilisée. Elle s'opère sur un mélange de boues primaire, secondaire voire tertiaire.

#### **I.4.4.3. Le séchage**

Le séchage des boues est une déshydratation quasi-totale des boues par évaporation de l'eau qu'elles contiennent ; la réduction de volume qui en résulte est conséquente.

#### **I.4.4.4. Stabiliser la matière organique**

Cela consiste à diminuer le caractère fermentescible des boues et ainsi, notamment, de supprimer les mauvaises odeurs. Les traitements de stabilisation des boues s'appliquent aux boues mixtes fraîches ou uniquement aux boues de traitement secondaire des eaux usées.

##### **I.4.4.4.1. La stabilisation biologique**

Elle s'opère selon deux voies biologiques possibles : aérobie et anaérobie. La stabilisation aérobie consiste à mettre les boues dans des bassins d'aération dits aussi bassins de stabilisation aérobie. En sortie, les boues sont dites « aérobies » ou « stabilisées aérobies ». Le compostage est un mode de stabilisation aérobie des boues, le plus souvent après déshydratation. Il s'agit souvent d'un traitement de stabilisation biologique complémentaire, destiné à la fabrication d'un produit : le compost. Cependant, il constitue le seul mode de stabilisation des boues primaires et secondaires issues d'un traitement physico-chimique des

eaux usées. La stabilisation anaérobie concerne surtout les installations de plus de 100.000 EH. Elle consiste à mettre dans des digesteurs les boues directement issues de la décantation primaire de la filière de traitement des eaux usées, et à les porter à haute température (de 50 à plus de 100°C) afin d'en éliminer bactéries et virus. Stabilisées avec 30 à 60 % de quantités de matière organique en moins, en sortie les boues sont dites « anaérobies », « stabilisées anaérobies » ou « digérées ». Elles présentent une siccité pouvant aller au-delà de 20 à 30 %. Ces procédés de digestion anaérobie, appelés aussi méthanisation, s'accompagnent de la production de biogaz riche en méthane (65%) et en dioxyde de carbone (35%), avec des concentrations faibles d'hydrogène sulfuré saturé en eau. La récupération et la valorisation de ce biogaz, sous forme de chaleur, d'électricité, de combustible ou de carburant, représente un des postes permettant de réduire l'empreinte environnementale de la filière boue.



*Chapitre II:*  
*Résultats et Discussion*

## II. Dimensionnement de la station d'épuration

La station d'épuration est un outil fondamental pour la protection des milieux naturels. La valorisation de l'image de la station passe par un ensemble de dispositions qui sont à prendre en considération dès l'élaboration du projet en commençant par le choix de l'emplacement du site.

A cet égard, quelques règles doivent être rappelées :

- Éviter les zones inondables entraînant parfois des dysfonctionnements pendant de longues périodes.
- Éviter de construire à proximité d'habitations, de zones d'activités diverses (sportives, touristiques, ...). Dans la pratique, et pour éviter tout contentieux avec le voisinage, on réserve une distance minimale de 200 m en tenant compte de la dominance des vents.
- S'éloigner le plus possible des zones de captage même si le périmètre de protection est respecté.
- Penser aux extensions ou aux aménagements futurs de la ville et de la station lui-même (disponibilité et réservations de terrains)

### II.1. Évaluation des charges polluantes

#### II.1.1. Estimation des débits

##### a) débits journaliers

Le débit journalier se calcul comme suit [19]:

$$Q_j = D * N * Cr \quad (1)$$

- D : dotation (l/hab/j) ;
- N : nombre d'habitant l'horizon considéré ;
- Cr : coefficient de rejet Cr=0.8 ;

N= 240000 habitants dans la ville de Bordj Bou Arréridj (2020)

D= 150 L/habitant/jour

$$Q_j = (150 * 240000 * 0,8)/1000 = 28800 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_j = 28800 \text{ m}^3/\text{j}$$

##### a.1) La population future

$$P_n = P_0 [1+(1/100)]^n \quad (2)$$

**P<sub>n</sub>** : population future de l'horizon considéré (2050) = N

**P<sub>0</sub>** : population de l'année 2020

**n** : nombre d'années séparant P<sub>n</sub> et P<sub>0</sub>

**T** : taux d'accroissement annuel de la population (1%)

### Horizon 2050

$$P_{2050} = P_{2020} [1 + (1/100)]^n$$

$$P_{2050} = 240000 [1 + (1/100)]^{30}$$

$$P_{2050} = 323483,73 \text{ habitants}$$

$$Q_j = D \cdot N \cdot C_r$$

$$Q_j = (150 * 323483,73 * 0,8)/1000 = 38818,04 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débits journaliers est de : **Q<sub>j</sub> = 38818,04 m<sup>3</sup>/j** pour l'horizon 2050

#### b) Débit moyen horaire

Il est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy},j} = \frac{Q_j}{24} \quad (3)$$

$$= \frac{28800}{24}$$

$$Q_{\text{moy},j} = \mathbf{1200 \text{ m}^3/\text{h}}$$
 pour l'année 2020

$$Q_{\text{moy},j} = \frac{Q_j}{24}$$

$$= \frac{38818,04}{24}$$

$$Q_{\text{moy},j} = \mathbf{1617,41 \text{ m}^3/\text{h}}$$
 pour l'horizon 2050

#### c) Débit de Pointe

On le calcule par la relation suivante :

$$Q_{\text{pte}} = C_p * Q_{\text{moy},j} \quad (4)$$

- $C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}}$  (si  $Q_{\text{moy},j} \geq 2,8 \text{ l/s}$ )
- $C_p = 3$  (si  $Q_{\text{moy},j} \leq 2,8 \text{ l/s}$ )

$$Q_m = \mathbf{1200 \text{ m}^3/\text{h}} \rightarrow Q_m = \frac{1200 * 1000}{3600} = 333,333 \text{ L/s}$$

**A.N**

$$C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{333,333}} = 1,636$$

Alors le débit de pointe est égale à :

$$Q_p = 1.636 * 1200 = 1963,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_p = \mathbf{1963,2 \text{ m}^3/\text{h}}$$
 pour l'année 2020

#### L'horizon 2050

$$Q_m = \mathbf{1617,41 \text{ m}^3/\text{h}} \rightarrow Q_m = \frac{1617,41 * 1000}{3600} = 449,280 \text{ L/s}$$

**A.N**

$$C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{449,280}} = 1,617$$

Alors le débit de pointe est égale à :

$$Q_p = 1.617 * 1617,41 = 2615,35 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_p = 2615,15 \text{ m}^3/\text{h} \text{ pour l'horizon 2050}$$

**d) Le débit diurne :**

Le débit diurne correspond à la période diurne de 16 heures consécutives au cours de laquelle la station reçoit le plus grand volume d'eau usée, soit :

$$Q_d = \frac{Q_j}{16 \text{ heures}} \text{ (m}^3/\text{h)} \quad (5)$$

On a :  $Q_j = 28800 \text{ m}^3/\text{j}$

Alors :

$$Q_d = \frac{28800}{16} = 1800 \text{ m}^3/\text{h}$$

Le débit diurne est :  $Q_d = 1800 \text{ m}^3/\text{h}$  pour l'année 2020

**L'horizon 2050**

$$Q_d = \frac{Q_j}{16 \text{ heures}} \text{ (m}^3/\text{h)}$$

On a :  $Q_j = 38818,04 \text{ m}^3/\text{j}$

Alors :

$$Q_d = \frac{38818,04}{16} = 2426,12 \text{ m}^3/\text{h}$$

Le débit diurne est :  $Q_d = 2426,12 \text{ m}^3/\text{h}$  pour l'horizon 2050

**Estimation des charges polluantes**

**a) la charge en DBO<sub>5</sub>**

$$\begin{aligned} \text{DBO}_5 \text{ (kg/j)} &= Q_j \text{ (m}^3/\text{j)} \times [\text{DBO}_5 \text{ mg/l}] \times 10^{-3} \\ &= 28800 * 205,6 * 10^{-3} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\text{DBO}_5 \text{ (kg/j)} = 5921,28 \text{ kg/j} \text{ pour l'année 2020}$$

**L'horizon 2050**

$$\begin{aligned} \text{DBO}_5 \text{ (kg/j)} &= Q_j \text{ (m}^3/\text{j)} \times [\text{DBO}_5 \text{ mg/l}] \times 10^{-3} \\ &= 38818,04 * 205,6 * 10^{-3} \end{aligned}$$

La charge en DBO<sub>5</sub> est  $\text{DBO}_5 \text{ (kg/j)} = 7980,98 \text{ kg/j}$  pour l'horizon 2050

**b) La charge en MES**

$$\begin{aligned} \text{MES (kg/j)} &= Q_j \text{ (m}^3/\text{j)} \times [\text{MES mg/l}] \times 10^{-3} \\ &= 28800 * 188 * 10^{-3} \end{aligned} \quad (7)$$

MES (kg/j) = 5414,4 kg/j pour l'année 2020

### L'horizon 2050

$$\begin{aligned} \text{MES (kg/j)} &= Q_j (\text{m}^3/\text{j}) \times [\text{MES mg/l}] \times 10^{-3} \\ &= 38818,04 * 188 * 10^{-3} \end{aligned}$$

La charge en MES est MES (kg/j) = 7297,79 kg/j pour l'horizon 2050

*Tableau 02 : l'estimation des débits et des charges polluantes nécessaires au dimensionnement*

Données de base	Unité	Valeur de 2020	Valeur pour 2050
Débit journalier (Q <sub>j</sub> )	m <sup>3</sup> /j	28800	38818,04
Débit moyen horaire (Q <sub>m</sub> )	m <sup>3</sup> /h	1200	1617,41
Débit de pointe par heure (Q <sub>p</sub> )	m <sup>3</sup> /h	1963,2	2615,15
Débit de pointe par seconde (Q <sub>p</sub> )	m <sup>3</sup> /s	0,545	0,726
Débit diurne (Q <sub>d</sub> )	m <sup>3</sup> /h	1800	2426,12
Charge en MES	kg/j	5414,4	7297,79
Charge en DBO <sub>5</sub>	kg/j	5921,28	7980,98

## II.2. Poste de relevage:

### Bâche de pompage :

L'ouvrage se présente sous la forme d'un parallélépipède vertical. Il sera réalisé en béton armé.

Le dimensionnement de la bâche de pompage est basé sur le volume utile (Vu) calculé par la formule :

$$V_u = Q_p/4 * Z \quad (8)$$

Avec :

V<sub>u</sub> : volume utile ;

Q<sub>p</sub> : débit de pointe horaire (m<sup>3</sup>/h) ;

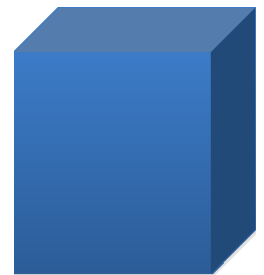
Z : Nombre maximal de démarrage par heure est fixé de 6 à 10 en fonction de la puissance de la pompe, (On peut la fixer au minimum Z à 7).

$$V_u = 1963,2/4 * 7 = 70,114 \text{m}^3 \text{ pour l'année 2020}$$

### L'horizon 2050

$$V_u = Q_p/4 * Z$$

le volume utile (Vu) est V<sub>u</sub> = 2615,15/4\*7 = 93,398 m<sup>3</sup> pour l'horizon 2050



*Figure 15 : Bâche de pompage*

## II.3. Prétraitements

### II.3.1. Dégrillage

Nous allons détailler, dans cette partie, la phase de dimensionnement relative à la première étape de traitement. Cette étape est composée d'un dégrillage grossier puis fin et d'un dégrilleur en by-pass manuel.

Les calculs, relatifs au dégrilleur, consistent à déterminer la surface de la grille nécessaire à l'élimination des matières volumineuses puis la largeur associée.

#### a. Surface de grille

La superficie ouverte (surface verticale) de la grille est donnée par la formule : [33]

$$S = \frac{Q_p}{v \cdot a \cdot c} \quad (9)$$

Avec :

$Q_p$  : Débit maximal à travers la grille ( $m^3/s$ ).

$v$  : Vitesse de l'écoulement à travers la grille.

$a$  : Coefficient de passage libre donné par la relation :

$$a = \frac{\text{diamètre des barreaux}}{\text{diamètre des barreaux} + \text{espace entre les barreaux}} \quad (10)$$

$c$  : Coefficient de colmatage dépendant de la qualité de l'eau et du système de reprise des résidus.

$0,1 < c < 0,3$  pour une grille manuelle.

$0,4 < c < 0,5$  pour une grille automatique.

#### A.N

Les caractéristiques de dégrilleur

$L$  : 1500mm

$C$  : 0,3 (grille manuelle)

$Q_p$  : 0.545  $m^3/s$  pou l'année 2020

$v$  : 0,77  $m/s \approx 0,8 m/s$

Ecartement entre les barreaux : 50mm

Diamètre des barreaux : 10mm



$$a : \frac{10}{10+50} = 0,1666$$

Donc

$$S = \frac{0.545}{0,77*0.3*0,1666} = 14,1615\text{m}^2$$

$$S = 14,1615 \text{ m}^2 \text{ pour l'année 2020}$$

### L'horizon 2050

$$S = \frac{Q_p}{v*a*c}$$

$Q_p$  : 0,726 m<sup>3</sup>/s pou l'horizon 2050

$$S = \frac{0.726}{0,77*0.3*0,1666} = 18,8646 \text{ m}^2$$

Surface de grille est :  $S = 18,8646 \text{ m}^2$  pour l'horizon 2050

#### b. hauteur de la grille

La hauteur de la grille est donnée par la relation

$$\text{Hauteur de la grille} = \frac{\text{superficie ouverte}}{\text{largeur de la grille}} \quad (11)$$

A.N

$$h = \frac{S}{L} = \frac{14,1615}{1.5} = 9,441 \text{ m}$$

$$h = 9,441\text{m} \text{ pour l'année 2020}$$

### L'horizon 2050

$$h = \frac{S}{L} = \frac{18,8646}{1.5} = 12,576 \text{ m}$$

La hauteur de la grille est:  $h = 12,455 \text{ m}$  pour l'horizon 2050

#### c. nombre des barreaux

La largeur de la grille égale

$$L = N_e \cdot e + N_b \cdot b \quad (12)$$

Avec :

$N_b$  : Nombre des barreaux

$N_e$  : Nombre d'espacement

$e$  : espacement entre les barreaux

$b$ : diamètre des barreaux

$$N_e = N_b + 1 \quad (13)$$

Par suite :

$$N_b = \frac{\text{largeur de la grille} - \text{espacement entre les barreaux}}{\text{espacement entre les barreaux} + \text{diamètre des barreaux}} \quad (14)$$

A.N

$$N_b = \frac{1500 - 50}{10 + 50} = 24,16 \approx 25$$

$$N_b = 25$$

**d. pertes de charges**

Les pertes de charges à travers la grille sont données par l'équation de Kirchmer :

$$\Delta h = \beta * \left(\frac{b}{e}\right)^{\frac{4}{3}} * \left(\frac{v^2}{2g}\right) \sin \theta \quad (15)$$

Avec:

e : espacement entre les barreaux ;

b : diamètre des barreaux

$\theta$ : angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal.

$\beta$ : coefficient qui tient compte de la forme des barreaux.

A.N

e : 50mm

b : 10mm

$\theta$ : 70°

$\beta$ : 1,83 (Les barreaux sont de type rectangulaire avec face amont circulaire)

g : 9,81 m/s<sup>2</sup>

v : 0,77 m/s

$$\Delta h = 1,83 * \left(\frac{10}{50}\right)^{\frac{4}{3}} * \left(\frac{0,77^2}{2*9,81}\right) \sin 70$$

$$\Delta h = 0,00656 \text{ m} = 6,56 \text{ mm}$$

Les dimensions de la grille sont données dans le tableau 03 :

**Tableau 03: Dimensions de la grille**

	Unité	Valeur de 2020	Valeur Pour 2050
<b>Superficie ouverte de la grille</b>	m <sup>2</sup>	<b>14,1615</b>	<b>18,8646</b>
<b>Hauteur de la grille</b>	m	<b>9,441</b>	<b>12,576</b>
<b>Nombre des barreaux</b>	-	<b>25</b>	<b>25</b>
<b>Pertes de charges</b>	mm	<b>6,56</b>	<b>6,56</b>

Notons que la valeur des pertes de charges est inférieure à la valeur admissible ( $6.56 < 150$  mm).

### II.3.2. Dessablage

#### a. Volume du dessableur

On adoptera un dessableur rectangulaire du type couloir (STEP BBA),  
le volume du dessableur est donné par [34]:

$$V = Q_p * T_s \quad (16)$$

$Q_p$  : le débit de pointe =  $1963,2 \text{ m}^3/\text{h}$  pour année 2020

$T_s$  : temps de séjour =  $5 \text{ min} = 0.0833\text{h}$

**A.N**

$$V = 1963,2 * 0.0833 = 163,534 \text{ m}^3$$

$$V = 163,534 \text{ m}^3 \text{ pour l'année 2020}$$

#### L'horizon 2050

$$V = Q_p * T_s$$

$Q_p$ : le débit de pointe =  $2615,15 \text{ m}^3/\text{h}$  pour l'horizon 2050

$$V = 2615,15 * 0.0833 = 217,841 \text{ m}^3$$

Le volume du dessableur est :  $V = 217,841 \text{ m}^3$  pour l'horizon 2050

#### b. Longueur du dessableur

La longueur de dessableur est donné par :

$$L = \text{Volume}/\text{hauteur} * \text{largeur} \quad (17)$$

$V$  : Volume du dessableur

$h$  : hauteur de dessableur =  $4 \text{ m}$  (STEP BBA)

$l$  = largeur de dessableur =  $4 \text{ m}$  (STEP BBA)

A.N

$$L = v / h * 1 = 163,534 / (4 * 4)$$

$$L = \mathbf{10,220 \text{ m}}$$
 pour année 2020

**L'horizon 2050**

$$L = v / h * 1 = 217,841 / (4 * 4)$$

La longueur de dessableur est : **L = 13,615 m** pour L'horizon 2050**c. Débit volumique d'air injecté**

La quantité d'air à injecter est donnée par la relation :

$$Q_{\text{air}} = Q_p * V \quad (18)$$

Avec

Q<sub>p</sub> : le débit de pointe par seconde = 0.545 m<sup>3</sup>/s pour année 2020V : volume d'air à injecter (m<sup>3</sup> / m<sup>3</sup>) = 1.25

A.N

$$Q_{\text{air}} = Q_p * V = 0.545 * 1,25 = 0,681 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{air}} = \mathbf{0,681 \text{ m}^3/\text{s}}$$

**L'horizon 2050**Q<sub>p</sub> : le débit de pointe par seconde = 0,726 m<sup>3</sup>/s pour l'horizon 2050

A.N

$$Q_{\text{air}} = Q_p * V = 0,726 * 1,25 = 0,907 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit volumique d'air injecté est : **Q<sub>air</sub> = 0,907 m<sup>3</sup>/s** pour l'horizon 2050**d. Quantité de matières éliminées**

Le dessableur élimine 80% de la matière minérale existant dans les eaux usées. La matière minérale représente 20% de la charge en matière en suspension (MES), les 80% restants, représentent les matières volatiles en suspension (MVS).

A.N

**Pour année 2020**Les matières minérales totales = 0,20 \* 5414,4 = **1082,88 kg/j**Les matières minérales éliminées par le dessableur = 0,80 \* 1082,88 = **866,304 kg/j**Les matières minérales restantes = 1082,88 - 866,304 = **216,576 kg/j**MES sortant du dessableur = 0.80 \* 5414,4 + 216,576 = **4548,096 kg/j****L'horizon 2050**

Les matières minérales totales =  $0,20 * 7297,79 = 1459,558 \text{ kg/j}$

Les matières minérales éliminées par le dessableur =  $0,80 * 1459,558 = 1167,6464 \text{ kg/j}$

Les matières minérales restantes =  $1459,558 - 1167,6464 = 291,9116 \text{ kg/j}$

MES sortant du dessableur =  $0.80 * 7297,79 + 291,9116 = 6130,1436 \text{ kg/j}$

Le dimensionnement de dessableur est résumé dans le tableau 04 :

**Tableau 04 : Caractéristique des dimensions et performances du dessableur.**

Designation	Unité	Valeur de 2020	Valeur pour 2050
<b>Temps de séjour</b>	Min	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Hauteur du dessableur</b>	m	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Largeur du dessableur</b>	m	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Volume du dessableur</b>	m <sup>3</sup>	<b>163,534</b>	<b>217,8341</b>
<b>Longueur du dessableur</b>	m	<b>10.220</b>	<b>13,615</b>
<b>Débit d'air à injecter</b>	m <sup>3</sup> /s	<b>0,681</b>	<b>0,907</b>
<b>Quantité de MM éliminée</b>	kg/j	<b>866,304</b>	<b>1167,6464</b>
<b>Quantité de MES sortant du dessableur</b>	kg/j	<b>4548,096</b>	<b>6130,1436</b>

### II.3.3. Déshuilage dégraissage

Le déshuilage pourrait retenir 80 à 90% des huiles contenues dans les eaux si la température s'y prête à leur solidification. Un dégraissage efficace est assuré par une température inférieure à 30°C, si elle est supérieure, un refroidissement préalable est nécessaire.

## II.4. Traitement primaire

### II.4.1. Décanteur primaire

#### a. Surface du décanteur

La surface totale de décantation est donnée par la relation :

$$S_{\text{total}} = \frac{Q_p}{r} \quad (19)$$

$Q_p$  : débit de pointe journalière

$\tau$  : Le taux de débordement (charge au débordement)

A.N

$Q_p$  : débit de pointe par heure =  $1963,2 \text{ m}^3/\text{h}$  pour l'année 2020

$$\tau = 2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$$

$$S_{\text{total}} = \frac{1963,2}{2} = 981,6 \text{ m}^2$$

Surface du décanteur est :  $S_{\text{total}} = 981,6 \text{ m}^2$  pour l'année 2020

### L'horizon 2050

$Q_p$  : débit de pointe par heure =  $2615,15 \text{ m}^3/\text{h}$  pour l'horizon 2050

$$\tau = 2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$$

$$S_{\text{total}} = \frac{2615,15}{2} = 1307,57 \text{ m}^2$$

Surface du décanteur est :  $S_{\text{total}} = 1307,57 \text{ m}^2$  pour l'horizon 2050

### b. Volume du décanteur

Le volume total est :

$$V_{\text{tot}} = Q_p * T_r \quad (20)$$

$Q_p$  : débit de pointe par heure =  $1963,2 \text{ m}^3/\text{h}$

$T_r$  : temps de rétention = 1,5h

### A.N

$$V_{\text{tot}} = 1963,2 * 1,5 = 2944,8 \text{ m}^3$$

Le volume total est :  $V_{\text{tot}} = 2944,8 \text{ m}^3$  pour l'année 2020

Si on utilise dans la STEP deux décanteurs de surface, alors:

$$S_{\text{unitaire}} = \frac{981,6}{2} = 490,8 \text{ m}^2 ; \quad V_{\text{unitaire}} = \frac{2944,8}{2} = 1472,4 \text{ m}^3$$

$S_{\text{unitaire}} = 490,8 \text{ m}^2$  et  $V_{\text{unitaire}} = 1472,4 \text{ m}^3$  pour l'année 2020

### L'horizon 2050

$Q_p$  : débit de pointe par heure =  $2615,15 \text{ m}^3/\text{h}$

$T_r$  : temps de rétention = 1,5h

### A.N

$$V_{\text{tot}} = 2615,15 * 1,5 = 3922,72 \text{ m}^3$$

Le volume total est :  $V_{\text{tot}} = 3922,72 \text{ m}^3$  pour l'horizon 2050

Si on utilise dans la STEP deux décanteurs de surface, alors:

$$S_{\text{unitaire}} = \frac{1307,57}{2} = 653,785 \text{ m}^2 ; \quad V_{\text{unitaire}} = \frac{3922,72}{2} = 1961,36 \text{ m}^3$$

$S_{\text{unitaire}} = 653,785 \text{ m}^2$  et  $V_{\text{unitaire}} = 1961,36 \text{ m}^3$  pour l'horizon 2050

**c. Diamètre du décanteur**

Le diamètre de chaque décanteur est donc :

$$D = \sqrt{4 \frac{S_{unitaire}}{\pi}} \quad (21)$$

**A.N**

$$D = \sqrt{4 \frac{490,8}{\pi}} = 24,998$$

Le diamètre du décanteur est : **D =24,998 m** pour l'année 2020

**L'horizon 2050**

$$D = \sqrt{4 \frac{653,785}{\pi}} = 28,851 \text{ m}$$

Le diamètre du décanteur est : **D =28,851 m** pour l'horizon 2050

**d. charges polluantes**

Le décanteur primaire élimine 35% de la DBO<sub>5</sub> et 95% de matière minérale.

DBO<sub>5</sub> = 5921,28 kg/j.

Les matières minérales restantes = 596,35 - 477,08 = 119,27 kg/j.

Charge en DBO<sub>5</sub> = 0,35 \* 5921,28 = 2072,448Kg/j

**Charge en DBO<sub>5</sub> = 2072,448Kg/j** pour l'année 2020

Les matières minérales restantes = **216,576 kg/j.**

Charge en MM = 216,576 \*0,95 =205,747 Kg/j.

**Charge en MM =205,747 Kg/j** pour l'année 2020

**L'horizon 2050**

DBO<sub>5</sub> =**7980,98** kg/j.

Charge en DBO<sub>5</sub> = 0,35 \* 7980,98 = 2793,343 Kg/j

**Charge en DBO<sub>5</sub> =2793,343 Kg/j** pour l'horizon 2050

Les matières minérales restantes = **291,9116 kg/j**

Charge en MM = 291,9116 \*0,95 =277,316 Kg/j

**Charge en MM = 277,316 Kg/j** pour l'horizon 2050

**e. Volume des boues par jour**

La quantité totale des boues produites (BT) dans les deux décanteurs est :

$$BT = DBO_5 + MM \text{ (éliminé)} = 2072,448 + 205,747 = 2278,188 \text{ kg/j}$$

$$\text{Pour chaque décanteur le } BT_{d1} = (DBO_5 + MM)/2 = (2278,188)/2 = 1139,094 \text{ kg/j}$$

$$MES = BT/Q_j$$

Avec

$$Q_j : \text{débit journalier égale à } 28800 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$BT = 2278,188 \text{ kg/j}$$

$$MES = 2278,188 / 28800 = 79,1 \text{ mg/L}$$

**MES = 79,1 mg/L** pour l'année 2020

**L'horizon 2050**

$$BT = DBO_5 + MM \text{ (éliminé)} = 2793,343 + 277,316 = 3070,659 \text{ kg/j}$$

$$\text{Pour chaque décanteur le } BT_{d1} = (DBO_5 + MM)/2 = (3070,659)/2 = 1535,329 \text{ kg/j}$$

$$MES = BT/Q_j$$

Avec

$$Q_j : \text{débit journalier égale à } 38818,04 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$BT = 3070,659 \text{ kg/j}$$

$$MES = 3070,659 / 38818,04 = 79,1 \text{ mg/L}$$

**MES = 79,1 mg/L** pour l'horizon 2050

Le tableau 05 résume les dimensions et performances de chaque décanteur.

*Tableau 05 : Dimensions et performances de chaque décanteur*

Désignation	Unité	Valeur de 2020	Valeur pour 2050
<b>Volume</b>	m <sup>3</sup>	<b>1472,4</b>	<b>1961,36</b>
<b>Hauteur</b>	m	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Diamètre</b>	m	<b>24,998</b>	<b>28,851</b>
<b>Temps de rétention</b>	h	<b>1h30</b>	<b>1h30</b>
<b>Charges à l'entrée</b>			
- DBO <sub>5</sub>	kg/j	<b>5921,28</b>	<b>7980,98</b>
- MM	kg/j	<b>216,576</b>	<b>291,9116</b>
<b>Charge éliminée</b>			
-DBO <sub>5</sub>	kg/j	<b>2072,448</b>	<b>2793,343</b>
-MM	kg/j	<b>205,747</b>	<b>277,316</b>

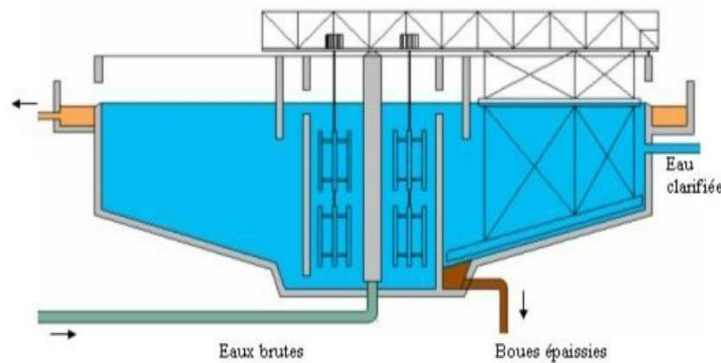


<b>Charge à la sortie</b>			
-DBO <sub>5</sub>	kg/j	<b>3848,832</b>	<b>5187,637</b>
-MM	kg/j	<b>10,82</b>	<b>14,59</b>
<b>La quantité totale des boues produites (BT) dans les deux décanteurs</b>	Kg/j	<b>2278,188</b>	<b>3070,659</b>
<b>MES</b>	mg/L	<b>79,1</b>	<b>79,1</b>

## II.5. Traitement secondaire

### II.5.1. Calcul du clarificateur (décanteur secondaire)

Le clarificateur a pour but la séparation des floccs biologiques de l'eau à épurer. Les boues déposées dans le clarificateur sont recirculées vers le bassin d'aération afin d'y maintenir une concentration quasi constante en bactéries et les boues en excès sont évacuées vers les installations de traitement de boues (épaississement, déshydratation).



*Figure 16 : Schéma clarificateur*

### Dimensionnement

Les dimensions du clarificateur seront identiques à celles du décanteur primaire, puisque nous allons traiter le même débit d'eau.

*Tableau 06 : Dimensions de chaque clarificateur.*

Désignation	Unité	Valeur de 2020	Valeur pour 2050
<b>Volume du clarificateur</b>	m <sup>3</sup>	<b>1472,4</b>	<b>1961,36</b>
<b>Hauteur</b>	m	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Diamètre</b>	m	<b>24,998</b>	<b>28,851</b>
<b>Temps de séjour</b>	H	<b>1h30</b>	<b>1h30</b>

Il existe deux clarificateurs de forme circulaires au niveau de la STEP BBA. Le tableau 21 résume les dimensions du bassin d'aération et de clarificateur.

## II.6. Bassin d'aération

Les bassins d'aération sont des réacteurs biologiques dans lesquels s'effectue l'élimination de la matière organique par les microorganismes aérobies. Ils constituent un élément fondamental de la filière boues actives [35].

### a. Charges polluantes en DBO<sub>5</sub>

Les charges polluantes en DBO<sub>5</sub> à l'entrée du bassin d'aération seront notées

$$(L_0) \text{ DBO}_5 = L_0 = 3848,832 \text{ kg/j}$$

La concentration en DBO<sub>5</sub> à l'entrée est S<sub>0</sub>:

$$S_0 = L_0/Q_j$$

$$Q_j : \text{débit journalier égale à } 28800 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$S_0 = L_0/Q_j = 3848,832 / 28800 = 0,133 \text{ Kg/m}^3$$

$$S_0 = 0,133 \text{ g/L pour l'année 2020}$$

La concentration en DBO<sub>5</sub> à la sortie doit répondre aux normes de rejets établies par l'OMS 30 mg /l, d'où la charge à la sortie.

$$L_s = S_s \cdot Q_j$$

$$S_s : \text{DBO}_5 \text{ exigée par l'OMS } 30 \text{ mg/L} = 0,03 \text{ g/L}$$

$$Q_j : \text{débit journalier}$$

$$L_s = 0,03 * 28800 = 864 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$$

$$L_s = 864 \text{ kg DBO}_5/\text{j pour année 2020}$$

La charge en DBO<sub>5</sub> éliminée est

$$L_e = L_0 - L_s = 3848,832 - 864 = 2984,83$$

$$L_e = 2984,83 \text{ kg DBO}_5/\text{j pour l'année 2020}$$

### L'horizon 2050

$$(L_0) \text{ DBO}_5 = L_0 = 5187,637 \text{ kg/j}$$

La concentration en DBO<sub>5</sub> à l'entrée est S<sub>0</sub>:

$$S_0 = L_0/Q_j$$

$$Q_j : \text{débit journalier égale à } 38818,04 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$S_0 = L_0/Q_j = 5187,637 / 38818,04 = 0,133 \text{ Kg/m}^3$$

$$S_0 = 0,133 \text{ g/L pour l'horizon 2050}$$

La concentration en DBO<sub>5</sub> à la sortie doit répondre aux normes de rejets établies par l'OMS 30 mg /l, d'où la charge à la sortie.

$$L_s = S_s \cdot Q_j = 0,03 \cdot 38818,04 = 1164,541 \text{ kgDBO}_5/\text{j}$$

$L_s = 1164,541 \text{ kgDBO}_5/\text{j}$  pour l'horizon 2050

La charge en DBO<sub>5</sub> éliminée est

$$L_e = L_0 - L_s = 5187,637 - 1164,541 = 4023,096$$

$L_e = 4023,096 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$  pour l'horizon 2050

### b. Rendement d'élimination

Le rendement d'élimination est :

$$R = \frac{L_0 - L_s}{L_0} * 100\%$$

$$R = \frac{3848,832 - 864}{3848,832} * 100\%$$

Le rendement d'élimination est :  $R = 77,551\%$  pour année 2020

### L'horizon 2050

$$R = \frac{L_0 - L_s}{L_0} * 100\%$$

$$R = \frac{5187,637 - 1164,541}{5187,637} * 100\%$$

Le rendement d'élimination est :  $R = 77,551\%$  pour l'horizon 2050

### c. Volume du bassin

Le volume du bassin est déduit de la charge volumique  $C_v$  :

*Tableau 07 : La charge volumique*

	$C_v$ (Kg DBO <sub>5</sub> / m <sup>3</sup> j)
Aération prolongée	< 0,36
Faible charge	0,36 à 0,7
Moyenne charge	0,7 à 1,7
Forte charge	1,7 à 3
Très forte charge	> 3

Nous allons supposer que le traitement par les boues activées sera à faible charge (STEP BBA):

$$0,36 < C_v < 0,7 \text{ Kg DBO}_5/\text{ m}^3\text{j}.$$

Pour calculer le volume nous prenons :

$$C_v = 0,5 \text{ Kg DBO}_5/\text{ m}^3\text{j}$$

$$C_v = \frac{\text{kg DBO}_5 \text{ reçue}}{\text{volume (bassin d'aération)}} \quad (22)$$

$$\text{DBO}_{5 \text{ reçue}} = L_0 = 3848,832 \text{ kg/j}$$

$$\text{Volume (bassin d'aération)} = \frac{\text{kg DBO}_5 \text{ reçue}}{C_v} = \frac{3848,832}{0,5}$$

$$\text{Volume (bassin d'aération)} = 7697,664 \text{ m}^3 \text{ pour l'année 2020}$$

### L'horizon 2050

$$\text{DBO}_5 \text{ reçue} = L_0 = 5187,637 \text{ kg/j}$$

$$\text{Volume (bassin d'aération)} = \frac{\text{kg DBO}_5 \text{ reçue}}{C_v} = \frac{5187,637}{0,5}$$

$$\text{Volume (bassin d'aération)} = 10375,274 \text{ m}^3 \text{ pour l'horizon 2050}$$

### d. Masse des boues dans le bassin

La masse totale des boues dans le bassin est déduite de la charge massique:

*Tableau 08: La charge massique*

	$C_m$ DBO <sub>5</sub> / kg MVS j
Aération prolongée	< 0,1
Faible charge	0,1 à 0,2
Moyenne charge	0,2 à 0,5
Forte charge	0,5 à 1
Très forte charge	> 1

Nous allons supposer que le traitement par les boues activées sera à faible charge (STEP BBA):

$$0,1 < C_m < 0,2 \text{ Kg DBO}_5 / \text{ Kg MVS j.}$$

Pour calculer le volume nous prenons :

$$C_m = 0,15 \text{ Kg DBO}_5 / \text{ Kg MVS j}$$

$$C_m = \frac{\text{kg DBO}_5 \text{ reçue}}{\text{Masse total des boues dans le bassin}} \quad (23)$$

$$\text{DBO}_5 \text{ reçue} = L_0 = 3848,832 \text{ kg/j}$$

$$\text{Masse totale des boues dans le bassin} = \frac{\text{kg DBO}_5 \text{ reçue}}{C_m} = \frac{3848,832}{0,15}$$

$$\text{Masse totale des boues dans le bassin} = 25658,88 \text{ Kg pour année 2020}$$

La concentration des boues dans le bassin est :

$$\text{La concentration des boues} = [Xa] = \frac{\text{Masse totale des boues dans le bassin}}{\text{Volume (bassin d'aération)}}$$

**A.N**

$$\text{La concentration des boues} = \frac{25658,88}{7697,664}$$

La concentration des boues = [  $Xa$  ] = 3,33 Kg/m<sup>3</sup> = **3,33 g/L** pour l'année 2020

### L'horizon 2050

$$\text{DBO}_{5 \text{ reçue}} = L_0 = \mathbf{5187,637 \text{ kg/j}}$$

$$\text{Masse totale des boues dans le bassin} = \frac{\text{kg DBO5 reçue}}{C_m} = \frac{5187,637}{0,15}$$

Masse totale des boues dans le bassin = **34584,24 Kg** pour l'horizon 2050

La concentration des boues dans le bassin est :

$$\text{La concentration des boues} = [  $Xa$  ] = \frac{\text{Masse totale des boues dans le bassin}}{\text{Volume (bassin d'aération)}}$$

### A.N

$$\text{La concentration des boues} = \frac{34584,24}{10375,274}$$

La concentration des boues = [  $Xa$  ] = 3,33 Kg/m<sup>3</sup> = **3,33 g/L** pour l'horizon 2050

## II.6.1. Dimensionnement du bassin d'aération

Pour dimensionner le bassin d'aération nous prenons comme base de calcul la relation suivante :

**Longueur du bassin = 1,5 x largeur du bassin**

et une hauteur du bassin d'aération comprise entre 3 et 5 m, nous prenons une hauteur de 4 m.

### a. Surface horizontale

$$S_h = \frac{V}{H} \quad (24)$$

Avec:

Sh : surface horizontale

V : volume du bassin d'aération

H : hauteur du bassin d'aération

### A.N

$$V : 7697,664 \text{ m}^3$$

$$H : 4 \text{ m}$$

$$S_h = \frac{7697,664}{4}$$

La surface horizontale est :  $S_h = \mathbf{1924,41 \text{ m}^2}$  pour l'année 2020

### L'horizon 2050

$$V : 10375,274 \text{ m}^3$$

$$H : 4 \text{ m}$$

$$S_h = \frac{10375,274}{4}$$

La surface horizontale est :  $S_h = 2593,81 \text{ m}^2$  pour l'horizon 2050

**b. Largeur de bassin**

$$I = \sqrt{\frac{S_h}{1,5}} \quad (25)$$

A.N

$$I = \sqrt{\frac{1924,41}{1,5}}$$

La largeur de bassin est :  $I = 35,81 \text{ m}$  pour l'année 2020

**L'horizon 2050**

$$I = \sqrt{\frac{2593,81}{1,5}}$$

La largeur de bassin est :  $I = 41,58 \text{ m}$  pour l'horizon 2050

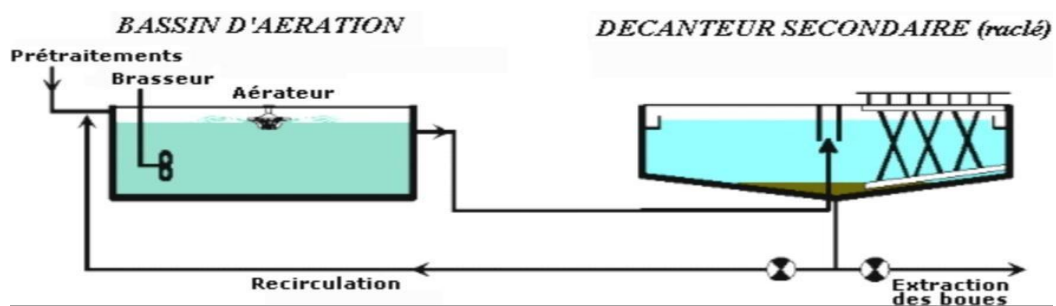


Figure 17 : Schéma du bassin d'aération et du décanteur secondaire

**c. Longueur de bassin**

$$L = 1,5 * I \quad (26)$$

A.N

$$L = 1,5 * 35,81$$

La longueur de bassin est :  $L = 53,71$  m pour l'année 2020

**L'horizon 2050**

$$L = 1.5 * 41,58$$

La longueur de bassin est :  $L = 62,37$  m pour l'horizon 2050

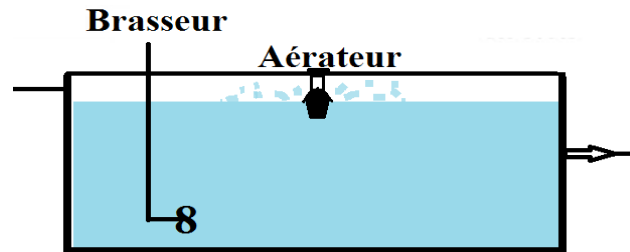


Figure 18 : Schéma du bassin d'aération

**d. Temps de séjour  $T_s$**

C'est le temps de séjour hydraulique de l'eau dans un bassin, il correspond au rapport du volume du bassin ( $V$ ) sur le débit de l'effluent entrant ( $Q_p$ ).

$$T_s = \frac{V}{Q_p} \quad (27)$$

$V$  : volume du bassin d'aération =  $7697,664 \text{ m}^3$

$Q_p$  : débit de pointe par heure =  $1963,2 \text{ m}^3/\text{h}$

**A.N**

$$T_s = \frac{7697,664}{1963,2}$$

le temps de séjour est :  $T_s = 3,92$  h pour l'année 2020

**L'horizon 2050**

$V$  : volume du bassin d'aération =  $10375,274 \text{ m}^3$

$Q_p$  : débit de pointe par heure =  $2615,15 \text{ m}^3/\text{h}$

$$T_s = \frac{10375,274}{2615,15}$$

Le temps de séjour est :  $T_s = 3,96$  h pour l'horizon 2050

## II.6.2. Besoins théoriques en oxygène

### a. La quantité d'oxygène journalière [21]

$$q_{O_2} \text{ (kg/j)} = (a' * L_e) + (b' * X_a) \quad (28)$$

$q_{O_2}$ : Besoin en oxygène (Kg/j).

$L_e$  : Charge en DBO<sub>5</sub> éliminée.

Les paramètres  $a'$  et  $b'$  sont des coefficients déterminés expérimentalement sous une température de 20°C.

$a'$  : besoin pour la synthèse de la biomasse.

$b'$  : besoin pour la respiration

$X_a$  : Masse totale des boues dans le bassin

**Tableau 09** : Besoins pour la synthèse de la biomasse et pour la respiration

	$a'$	$b'$
<b>Faible charge</b>	0,65	0.065
<b>Moyenne charge</b>	0,6	0,08
<b>Forte charge</b>	0,55	0,12

**A.N**

$$a' = 0,65$$

$$b' = 0,065$$

$$X_a = 25658,88 \text{ Kg}$$

$$L_e = 2984,83 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$$

$$q_{O_2} = (0,65 * 2984,83) + (0,065 * 25658,88) = 3607,966 \text{ kg/j}$$

La quantité d'oxygène journalière est :  $q_{O_2} = 3607,966 \text{ kg O}_2/\text{j}$  pour l'année 2020

**L'horizon 2050**

$$q_{O_2} \text{ (kg/j)} = (a' * L_e) + (b' * X_a)$$

$$X_a = 34584,24 \text{ Kg}$$

$$L_e = 4023,096 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$$

**A.N**

$$q_{O_2} = (0,65 * 4023,096) + (0,065 * 34584,24) = 4862,988 \text{ kg/j}$$

La quantité d'oxygène journalière est :  $q_{O_2} = 4862,988 \text{ kg O}_2/\text{j}$  pour l'horizon 2050

### b. La quantité d'oxygène horaire

$$q_h = \frac{q_{O_2}}{24} = \frac{3607,966}{24} \quad (29)$$



$$q_h = 150,331 \text{ kg O}_2/\text{h pour l'année 2020}$$

### L'horizon 2050

$$q_h = \frac{q_{o2}}{24} = \frac{4862,988}{24}$$

La quantité d'oxygène horaire est :  $q_h = 202,624 \text{ kg O}_2/\text{h}$  pour L'horizon 2050

### c. La quantité d'oxygène nécessaire par m<sup>3</sup> du bassin

$$q_2 / \text{m}^3 = \frac{q_{o2}}{V} = \frac{3607,966}{7697,664} \quad (30)$$

La quantité d'oxygène nécessaire est :  $q_{o2} = 0,468 \text{ kg O}_2/\text{j.m}^3$  pour l'année 2020

### L'horizon 2050

$$q_{o2} / \text{m}^3 = \frac{q_{o2}}{V} = \frac{4862,988}{10375,274}$$

La quantité d'oxygène nécessaire est :  $q_{o2} = 0,468 \text{ kg O}_2/\text{j.m}^3$  pour L'horizon 2050

### d. La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe

$$q_{o2\text{pte}} = (a' \cdot L_e / T_d) + (b' \cdot X_a / 24) \quad (31)$$

$T_d$  : période diurne en heures  $T_d = 16\text{h}$

$L_e$  : Charge en  $\text{DBO}_5$  éliminée = 2984,83 kg  $\text{DBO}_5/\text{j}$

$a'$  : besoin pour la synthèse de la biomasse = 0,65

$b'$  : besoin pour la respiration = 0,065

$X_a$  : Masse totale des boues dans le bassin = 25658,88 Kg

A.N

$$q_{o2\text{pte}} = (0,65 \cdot 2984,83 / 16) + (0,065 \cdot 25658,88 / 24)$$

$$q_{o2\text{pte}} = 190,751 \text{ kg O}_2/\text{h pour l'année 2020}$$

### L'horizon 2050

$X_a$  : Masse totale des boues dans le bassin = 34584,24 Kg

$L_e$  : Charge en  $\text{DBO}_5$  éliminée = 4023,096 kg  $\text{DBO}_5/\text{j}$

$$q_{o2\text{pte}} = (a' \cdot L_e / T_d) + (b' \cdot X_a / 24)$$

A.N \*

$$q_{o2pte} = (0,65 * 4023,096 / 16) + (0,065 * 34584,24 / 24)$$

La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe est :  $q_{o2pte} = 257,103 \text{ kg O}_2/\text{h}$

### II.6.3. Calcul des caractéristiques de l'aérateur

#### a. Calcul de la puissance de l'aérateur (En)

$$E_n = \frac{q_{o2}}{E_a} \quad (32)$$

En : puissance de l'aérateur nécessaire

$q_{o2}$  : besoin réel en oxygène de pointe (kg/h) = **190,751 kg O<sub>2</sub>/h**

$E_a$  : quantité d'O<sub>2</sub> par unité de puissance = 1,7 kgO<sub>2</sub>/ Kw.h

avec :  $1,5 \leq E_a \leq 1,9 \text{ kg(O}_2\text{)/Kwh}$

A.N

$$E_n = \frac{190,751}{1,7} = 112,206$$

la puissance de l'aérateur est : **En = 112,206 Kw** pour l'année 2020

#### L'horizon 2050

$$E_n = \frac{q_{o2}}{E_a}$$

$q_{o2}$  : besoin réel en oxygène de pointe (kg/h) = **257,103 kg O<sub>2</sub>/h**

A.N

$$E_n = \frac{257,103}{1,7} = 151,237 \text{ Kw}$$

La puissance de l'aérateur est : **En = 151,237 Kw** pour l'horizon 2050

#### b. Puissance de brassage

La puissance nécessaire pour le brassage et le maintien des solides en suspension est donnée par la relation [23] :

$$E_b = S_h * P_a \quad (33)$$

Avec

$S_h$  : surface horizontale du bassin = 1924,41 m<sup>2</sup>

$P_a$  : puissance spécifique absorbé  $70 \leq P_a \leq 80$

On prend une valeur moyenne  $P_a = 75 \text{ w/m}^2$

A.N

$$E_b = 1924,41 * 75 = 144330,75 \text{ w} = 144,330 \text{ Kw}$$

La Puissance de brassage est :  $E_b = 144,330 \text{ Kw}$  pour l'année 2020

### L'horizon 2050

$$S_h : \text{surface horizontale du bassin} = 2593,81 \text{ m}^2$$

A.N

$$E_b = 2593,81 * 75 = 194535,75 \text{ w} = 194,535 \text{ Kw}$$

La Puissance de brassage est :  $E_b = 194,535 \text{ Kw}$  pour l'horizon 2050

### c. Calcul de nombre d'aérateur dans le bassin

$$N_a = \frac{E_n}{E_b} \quad (34)$$

A.N

$$N_a = \frac{112,206}{144,330} = 0,77 \approx 1 \text{ aérateur}$$

nombre d'aérateur est : **1 aérateur** pour année 2020

### L'horizon 2050

$$N_a = \frac{E_n}{E_b}$$

A.N

$$N_a = \frac{151,237}{194,535} = 0,77 \approx 1 \text{ aérateur}$$

nombre d'aérateur est : **1 aérateur** pour l'horizon 2050

Le tableau 10 résume les dimensions et performances du bassin d'aération :

Tableau 10 : Dimensions et performances du bassin d'aération.

Désignation	Unité	Valeur de 2020	Valeur pour 2050
Charges polluantes en DBO <sub>5</sub> à l'entrée du bassin d'aération	kg/j	3848,832	5187,637
Concentration en DBO <sub>5</sub> à l'entrée	g/L	0,133	0,133
Concentration en DBO <sub>5</sub> à la sortie	kgDBO <sub>5</sub> /j	864	1164,541
Charge en DBO <sub>5</sub> éliminée	kg DBO <sub>5</sub> /j	2984,83	4023,096
Rendement d'élimination	%	77,551	77,551
Masse totale des boues dans le bassin	Kg	25658,88	34584,24
Concentration des boues	g/L	3,33	3,33
Volume (bassin d'aération)	m <sup>3</sup>	7697,664	10375,274
Hauteur du bassin	m	4	4
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	1924,41	2593,81
Largeur de bassin	m	35,81	41,58
Longueur de bassin	m	53,71	62,37
Temps de séjour	h	3,92	3,96
Quantité d'oxygène journalière	kg O <sub>2</sub> /j	3607,966	4862,988
Quantité d'oxygène horaire	kg O <sub>2</sub> /h	150,331	202,624
Quantité d'oxygène nécessaire par m <sup>3</sup> du bassin	kg O <sub>2</sub> /j.m <sup>3</sup>	0,468	0,468
Quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe	kg O <sub>2</sub> /h	190,751	257,103
Puissance de l'aérateur	Kw	112,206	151,237
Puissance de brassage	Kw	144,330	194,535
Nombre d'aérateur	/	1	1

#### II.6.4. Bilan de boues

##### a. Calcul de la quantité des boues en excès

Les boues en excès sont proportionnelles à la quantité de la DBO<sub>5</sub> éliminée et dépend de la charge massique dans le bassin d'aération. La quantité des boues en excès est déterminée par la relation suivante [34]:

$$\Delta B = B_{\min} + B_{\text{dur}} + a' L_e - b' X_a \quad (35)$$

Avec :

$\Delta B$  : Boues en excès exprimé en kg/j,

$L_e$  : Charge de la DBO<sub>5</sub> éliminée = **2984,83** kg DBO<sub>5</sub>/j

$X_a$  : Boues organiques dans le bassin (MVS) = **25658,88** kg

$B_{\min}$  : Matières minérales (MM) en suspension apportées par l'effluent (sortie) = **10,82** kg/j

$B_{\text{dur}}$  : Matières organiques en suspension difficilement biodégradables apportées par l'effluent exprimé en kg/j (la quantité de matière organique difficilement biodégradable (30 % de MVS de l'effluent entrant) = **7697,664** Kg/j

$a'$  : Augmentation de la biomasse par élimination de la DBO<sub>5</sub> = 0,65.

$b'$  : Diminution de la biomasse par respiration endogène = 0,065.

#### A.N

$$\Delta B = 10,82 + 7697,664 + 0,65 * 2984,83 - 0,065 * 25658,88$$

la quantité des boues en excès est :  $\Delta B = \mathbf{7980,7963}$  Kg/j pour l'année 2020

#### L'horizon 2050

$$\Delta B = B_{\min} + B_{\text{dur}} + a' L_e - b' X_a$$

$L_e$  : Charge de la DBO<sub>5</sub> éliminée = **4023,096** kg DBO<sub>5</sub>/j

$X_a$  : Boues organiques dans le bassin (MVS) = **34584,24** kg/j

$B_{\min}$  : Matières minérales (MM) en suspension apportées par l'effluent (sortie) = **14,59** kg/j

$B_{\text{dur}}$  : Matières organiques en suspension difficilement biodégradables apportées par l'effluent exprimé en kg/j (la quantité de matière organique difficilement biodégradable (30 % de MVS de l'effluent entrant) = **10375,274** Kg/j

A.N

$$\Delta B = 14,59 + 10375,274 + 0,65 * 4023,096 - 0,065 * 34584,24$$

La quantité des boues en excès est :  $\Delta B = 10756,9008 \text{ Kg/j}$  pour l'horizon 2050

### b. Concentration des boues en excès

$$X_m = \frac{1200}{I_m} \quad (36)$$

Avec :

$X_m$ : Concentration de boues en excès

$I_m$  : L'indice de Mohlman

Si on suppose que les boues se décantent bien, l'indice de Mohlman se situe entre 80 et 150. Cet indice représente le volume occupé par un gramme de poids sec de boues après décantation d'une demi-heure dans une éprouvette de 1 litre.

On prend alors  $I_m = 125$

A.N

$$X_m = \frac{1200}{125}$$

$$X_m = 9,6 \text{ Kg/m}^3$$

### c. Le débit de boues en excès

Le débit de boues en excès est donné par la formule :

$$Q_{\text{excès}} = \frac{\Delta B}{X_m} \quad (37)$$

$\Delta B$  : Boues en excès =  $7980,7963 \text{ Kg/j}$

$X_m$ : Concentration de boues en excès =  $9,6 \text{ Kg/m}^3$

A.N

$$Q_{\text{excès}} = \frac{7980,7963}{9,6} = 831,33 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit de boues en excès est :  $Q_{\text{excès}} = 831,33 \text{ m}^3/\text{j}$  pour l'année 2020

### L'horizon 2050

$\Delta B$  : Boues en excès =  $10756,9008 \text{ Kg/j}$

$$Q_{\text{excès}} = \frac{10756,9008}{9,6} = 1120,51 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit de boues en excès est :  $Q_{\text{excès}} = 1120,51 \text{ m}^3/\text{j}$  pour l'horizon 2050

#### d. Le débit spécifique par $\text{m}^3$ de bassin

Le débit spécifique est donné par la relation :

$$q_{\text{sb}} = \frac{\Delta B}{V} \quad (38)$$

$\Delta B$  : Boues en excès = 7980,7963 Kg/j

V : Volume du bassin = 7697,664  $\text{m}^3$

A.N

$$q_{\text{sb}} = \frac{7980,7963}{7697,664} = 1,036 \text{ Kg/ m}^3.\text{j}$$

Le débit spécifique par  $\text{m}^3$  de bassin est :  $q_{\text{sb}} = 1,036 \text{ Kg/ m}^3.\text{j}$  pour l'année 2020

#### L'horizon 2050

$\Delta B$  : Boues en excès = 10756,9008 Kg/j

V : Volume du bassin = 10375,274  $\text{m}^3$

$$q_{\text{sb}} = \frac{10756,9008}{10375,274} = 1,036 \text{ Kg/ m}^3.\text{j}$$

Le débit spécifique par  $\text{m}^3$  de bassin est :  $q_{\text{sb}} = 1,036 \text{ Kg/ m}^3.\text{j}$  pour l'horizon 2050

#### e. Les boues recyclées

Dans le but de maintenir une concentration moyenne constante de boues dans le bassin, le recyclage est effectué à partir du clarificateur ou décanteur secondaire.

- Le taux de recyclage peut varier de 15 à 100% de débit de l'effluent produit. Il est donné par l'expression suivante [34] :

$$R = \frac{100 [X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]} \quad (39)$$

Avec

R : Taux de recyclage (%)

$[X_a]$  : Concentration des boues dans le bassin = 3,33 Kg/ $\text{m}^3$

$I_m$  : Indice de Mohlman = 125

A.N

$$R = \frac{100 \cdot 3,33}{\frac{1200}{125} - 3,33}$$

$$R = 53,11 \%$$

- Le débit des boues recyclées dans le bassin est donné par la relation :

$$Q_r = \frac{R \times Q_j}{100} \quad (40)$$

R : taux de recyclage (%) = 53,11%

Q<sub>j</sub> : débit journalier = 28800 m<sup>3</sup>/j

A.N

$$Q_r = \frac{53,11 \cdot 28800}{100}$$

Le débit des boues recyclées dans le bassin est :  $Q_r = 15295,68 \text{ m}^3/\text{j}$  pour l'année 2020

**L'horizon 2050**

Q<sub>j</sub> : débit journalier = 38818,04 m<sup>3</sup>/j

A.N

$$Q_r = \frac{53,11 \cdot 38818,04}{100}$$

Le débit des boues recyclées dans le bassin est :  $Q_r = 20616,26 \text{ m}^3/\text{j}$  pour l'horizon 2050

- L'âge des boues est défini comme étant le rapport entre la quantité de boues présentes dans le bassin d'aération et la quantité de boues retirées quotidiennement.

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta B} \quad (41)$$

X<sub>a</sub> : Masse totale des boues = 25658,88 Kg

ΔB : Boues en excès = 7980,7963 Kg/j

$$A_b = \frac{25658,88}{7980,7963} = 3,215 \text{ j}$$

L'âge des boues est :  $A_b = 3,215 \text{ jours}$  pour l'année 2020

**L'horizon 2050**

X<sub>a</sub> : Masse totale des boues = 34584,24 Kg

ΔB : Boues en excès = 10756,9008 Kg/j

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta B}$$



**A.N**

$$A_b = \frac{34584,24}{10756,9008} = 3,215 \text{ j}$$

L'âge des boues est : **A<sub>b</sub> = 3,215 jours** pour l'horizon 2050

Le tableau 11 résume le bilan des boues.

*Tableau 11 : Bilan des boues*

Désignation	Unité	Valeur de 2020	Valeur pour 2050
Quantité des boues en excès	Kg/j	7980,7963	10756,9008
Concentration de boues en excès	Kg/m <sup>3</sup>	9,6	9,6
Débit de boues en excès	m <sup>3</sup> /j	831,33	1120,51
Débit spécifique par m <sup>3</sup> de bassin	Kg/ m <sup>3</sup> .j	1,036	1,036
Taux de recyclage des boue	%	53,11	53,11
Débit des boues recyclées	m <sup>3</sup> /j	15295,68	20616,26
Age des boues	j	3,215	3,215



*Chapitre III*  
*Comparaison des*  
*résultats*

### III.. Comparaison des résultats de calculs avec les dimensions de la STEP de BBA :

Vue la croissance très importante de la population de la ville de Bordj Bou Arréridj enregistré en 2020 et à celle prévu en 2050, il est nécessaire d'améliorer la performance des ouvrages de la station d'épuration (STEP BBA). L'objectif global de notre projet est donc de redimensionner la station pour atteindre les normes de qualité et l'adapter à l'augmentation de la population.

Après les calculs de redimensionnement de chaque ouvrage dans la STEP de BBA, nous avons effectué une comparaison entre ces valeurs calculées les valeurs réelles de la STEP, tous les résultats sont représentés dans les tableaux suivants :

#### III.1. Bâche de pompage

*Tableau 12 : Comparaison de dimensions de la bâche de pompage*

Désignation	Unité	Valeur pour 2020	Valeur pour 2050	STEP BBA
Nombre de pompes	-	07	07	07
Volume utile	m <sup>3</sup>	112,66	112,66	125

D'après les résultats dans le tableau 24, on estime que le volume (125 m<sup>3</sup>) du bâche de pompage reste suffisant jusqu'à 2050.

#### III.2. Dégrilleur

Le tableau 25 représente l'estimation du dimensionnement des dégrilleurs au niveau de la STEP de BBA, nous observons que la largeur des grille reste constant (1,25m), par contre la hauteur des dégrilleurs doit être modifié jusqu'à 12,576 m pour l'année 2050.

Tableau 13 : Comparaison de dimensions de la grille

Désignation	Unité	Valeur pour 2020	Valeur pour 2050	STEP BBA
Superficie ouverte de la grille	m <sup>2</sup>	14,1615	18,8646	/
Largeur	m	1,25	1,25	1,25
Hauteur de la grille	m	9,441	12,576	/
Nombre des barreaux	-	25	25	25
Pertes de charges	mm	6,56	6,56	/

### III.3. Dessableur

Tableau 14: Comparaison de dimensions et performances du déssableur.

Désignation	Unité	Valeur pour 2020	Valeur pour 2050	STEP BBA
Temps de séjour	min	5	5	7,6 (pour un débit 0,521m <sup>3</sup> /s)
Hauteur de zone de dessableur	m	4	4	4
Largeur du dessableur	m	4	4	4
Volume du dessableur	m <sup>3</sup>	163,534	217,8341	207
Longeur du dessableur	m	10.220	13,615	18
Débit d'air à injecter	m <sup>3</sup> /s	0,681	0,907	/
Quantité de MM éliminée	kg/j	866,304	1167,6464	/
Quantité de MES sortant du déssableur	kg/j	4548,096	6130,1436	2 m <sup>3</sup> /j

D'après le tableau 26, nous pouvons constater que le volume de déssableur calculé est 163,534 m<sup>3</sup>, et qui est inférieur à celui dans la STEP de BBA (207 m<sup>3</sup>), mais pour l'année

2050, on doit augmenter ce volume jusqu'à 217,83 m<sup>3</sup>, en augmentant la longueur du déssableur jusqu'à 18 m.

### III.4. Décanteur

*Tableau 15: Comparaison de dimensions et performances de chaque décanteur*

Désignation	Unité	Valeur pour 2020	Valeur pour 2050	STEP BBA
<b>Surface</b>	m <sup>2</sup>	<b>981,6</b>	<b>1307,57</b>	<b>1452,2</b>
<b>Volume</b>	m <sup>3</sup>	<b>1472,4</b>	<b>1961,36</b>	<b>5800</b>
<b>Hauteur</b>	m	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Diamètre</b>	m	<b>24,998</b>	<b>28,851</b>	<b>45</b>
<b>Temps de débordement</b>	m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1,29</b>
<b>Temps de rétention</b>	h	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>3,1</b>
<b>Charges à l'entrée</b>				
-DBO <sub>5</sub>	kg/j kg/j	<b>5921,28</b>	<b>7980,98</b>	<b>9000</b>
-MM		<b>216,576</b>	<b>291,9116</b>	<b>/</b>
<b>Charge éliminée</b>				
-DBO <sub>5</sub>	kg/j kg/j	<b>2072,448</b>	<b>2793,343</b>	<b>/</b>
-MM		<b>205,747</b>	<b>277,316</b>	<b>/</b>
<b>Charge à la sortie</b>				
-DBO <sub>5</sub>	kg/j kg/j	<b>3848,83</b>	<b>5187,637</b>	<b>/</b>
-MM		<b>10,82</b>	<b>14,59</b>	<b>/</b>
<b>La quantité totale des boues produites (BT) dans les deux décanteurs</b>				
MES	Kg/j	<b>2278,188</b>	<b>3070,659</b>	<b>6300</b>
	mg/l	<b>79,1</b>	<b>79,1</b>	<b>/</b>

Au niveau de la STEP il existe deux décanteurs primaires. Selon les résultats dans le tableau 27, nous pouvons remarquer que la surface calculée de chaque décanteur est de 981,6 m<sup>2</sup> pour l'année 2020 et 1307,57 m<sup>2</sup> pour l'année 2050, cette surface reste inférieure à celle qu'on trouve dans la STEP de BBA (1452,2 m<sup>2</sup>). Aussi le diamètre du décanteur dans la STEP de BBA est 45 m, alors que, d'après les calculs, le diamètre doit être 24,998 m pour l'année 2020 et 28,851 m pour l'année 2050. On observe aussi la charge en DBO<sub>5</sub> calculée à

l'entrée est 5921,28Kg/j pour l'année 2020 et 7980,98 Kg/j pour l'année 2050, ces valeurs sont inférieures à celle de la STEP de BBA (9000 Kg/j).

### III.5. Bassin d'aération

Pour les dimensions et les performances du bassin d'aération (tableau 28), il est difficile de comparer puisque la STEP de BBA dispose de deux bassins d'aération et nos calculs ont montré que le nombre de bassin qu'on a besoin est un seul mais avec une puissance de l'aérateur qui est égale à 112,206 Kw pour l'année 2020 et 151,237 KW pour l'année 2050. Alors que, la puissance de brassage de 144,33 KW pour l'année 2020 et 194,53 KW pour l'année 2050.

**Tableau 16 : Comparaison de dimensions et performances du bassin d'aération.**

Désignation	Unité	Valeur pour 2020	Valeur pour 2050	STEP BBA
Charges polluantes en DBO <sub>5</sub> à l'entrée du bassin d'aération	kg/j	3848,832	5187,637	/
Concentration en DBO <sub>5</sub> à l'entrée	g/L	0,133	0,133	/
Concentration en DBO <sub>5</sub> à la sortie	kgDBO <sub>5</sub> /j	864	1164,541	/
Charge en DBO <sub>5</sub> éliminée	kg DBO <sub>5</sub> /j	2984,83	4023,096	8280
Rendement d'élimination	%	77,551	77,551	/
Masse totale des boues dans le bassin	Kg	25658,88	34584,24	130680
Concentration des boues	g/L	3,33	3,33	5
Volume (bassin d'aération)	m <sup>3</sup>	7697,664	10375,274	26136
Hauteur du bassin	m	4	4	5,5
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	1924,41	2593,81	/
Largeur de bassin	m	35,81	41,58	22 (02 bassins)
Longueur de bassin	m	53,71	62,37	66 (02 bassins)

<b>Temps de séjour</b>	h	<b>3,92</b>	<b>3,96</b>	/
<b>Quantité d'oxygène journalière</b>	kg O <sub>2</sub> /j	<b>3607,966</b>	<b>4862,988</b>	/
<b>Quantité d'oxygène horaire</b>	kg O <sub>2</sub> /h	<b>150,331</b>	<b>202,624</b>	<b>1155</b> (par 12 aérateurs) <b>96,25</b> (par 1 aérateur)
<b>Quantité d'oxygène nécessaire par m<sup>3</sup> du bassin</b>	kg O <sub>2</sub> /j.m <sup>3</sup>	<b>0,468</b>	<b>0,468</b>	/
<b>Quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe</b>	kg O <sub>2</sub> /h	<b>190,751</b>	<b>257,103</b>	/
<b>Puissance de l'aérateur</b>	KW	<b>112,206</b>	<b>151,237</b>	<b>75</b> (par 1 aérateur)
<b>Puissance de brassage</b>	KW	<b>144,330</b>	<b>194,535</b>	<b>63</b>
<b>Nombre d'aérateur</b>	/	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>12</b>

### III.5.1. Bilan des boues

Le tableau 29 montre le bilan des boues, on observe que la quantité des boues en excès calculée est 7980,79 Kg/j pour l'année 2020 alors que pour l'année 2050 une quantité 10756,9 Kg/j sera estimé. Concernant la STEP, elle est destinée pour une quantité maximale des boues de 6300 Kg/j.

*Tableau 17 : Comparaison de bilans des boues*

Désignation	Unité	Valeur pour 2020	Valeur pour 2050	STEP BBA
<b>Quantité des boues en excès</b>	Kg/j	<b>7980,7963</b>	<b>10756,9008</b>	<b>6300</b>
<b>Concentration de boues en excès</b>	Kg/m <sup>3</sup>	<b>9,6</b>	<b>9,6</b>	/
<b>Débit de boues en excès</b>	m <sup>3</sup> /j	<b>831,33</b>	<b>1120,51</b>	/

Débit spécifique par m <sup>3</sup> de bassin	Kg/ m <sup>3</sup> /j	1,036	1,036	/
Taux de recyclage des boues	%	53,11	53,11	/
Débit des boues recyclés	m <sup>3</sup> /j	15295,68	20616,26	/
Age des boues	j	3,215	3,215	21

### III.6. Clarificateur

*Tableau 18 : Comparaison de dimensions de chaque clarificateur.*

Désignation	Unité	Valeur pour 2020	Valeur pour 2050	STEP BBA
Volume du clarificateur	m <sup>3</sup>	1472,4	1961,36	5800
Hauteur	m	3	3	3
Diamètre	m	24,998	28,851	45
Temps de séjour	h	1h30	1h30	/

Concernant les dimensions des clarificateurs, on remarque que d'après le tableau 30, tous les paramètres sont acceptables, puisque les valeurs calculées sont inférieures à celles qu'on trouve dans le STEP de BBA.





*Conclusion*

*Générale*

## **Conclusion générale**

Le but de notre travail est de faire des calculs de redimensionnement de chaque ouvrage de la station d'épuration de Bordj Bou Arreridj biologique (boues activées).

Nous avons effectué une comparaison entre ces valeurs calculées et les valeurs réelles de la STEP de BBA, nous avons remarqué que:

- ❖ Le volume de dessableur calculé est  $163,534 \text{ m}^3$  pour l'année 2020, cette valeur est inférieure à celle de la STEP de BBA ( $207 \text{ m}^3$ ), mais pour l'année 2050, on doit augmenter ce volume jusqu'à  $217,83 \text{ m}^3$ , en augmentant la longueur du déssableur jusqu'à 10,22 m.
- ❖ la surface calculée de chaque décanteur est de  $981,6 \text{ m}^2$  pour l'année 2020 et  $1307,57 \text{ m}^2$  pour l'année 2050, cette surface reste inférieure à celle qu'on trouve dans la STEP de BBA ( $1452,2 \text{ m}^2$ ).
- ❖ Aussi le diamètre du décanteur dans la STEP de BBA est 45 m, alors que, d'après les calculs, le diamètre doit être 24,998 m pour l'année 2020 et 28,851 m pour l'année 2050.
- ❖ la charge en  $\text{DBO}_5$  calculée à l'entrée est estimée à 5921,28 Kg/j pour l'année 2020 et 7980,98 Kg/j pour l'année 2050, ces valeurs sont inférieures à celle de la STEP de BBA (9000 Kg/j).
- ❖ la quantité des boues en excès calculée est 7980,79 Kg/j pour l'année 2020 alors que pour l'année 2050 une quantité 10756,9 Kg/j sera estimé. Concernant la STEP, elle est destinée pour une quantité maximale des boues de 6300 Kg/j.

Enfin, il reste à signaler que le rendement d'une station d'épuration et sa pérennité sont étroitement liés à l'entretien et à la bonne gestion de celle-ci. Nous recommandons à ce que les eaux usées de la station soient valorisées et réutilisées à des fins agricoles, sous réserve que leurs caractéristiques soient compatibles avec les exigences de protection de la santé publique et de l'environnement qui prendra d'effet d'ici à l'horizon 2050.



*Références*

**Références bibliographiques**

- [1].**Djeddi H., 2006** : Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Université Mentouri. Constantine, p 144.
- [2]. **Hannachi A., Gharzouli., Djellouli Tabet Y., 2014** : Gestion et valorisation des eaux usées en Algérie. Université Ferhat ABBAS-Sétif, p52.
- [3].**Metahri., 2012** : élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou.P17, 20, 22, 27, 63, 72,73et74.
- [4]. Chawki. M , Cours Pollution .Université kasdi merbah ouargla (2016)
- [5]. <http://www.septiemecontinent.com/pedagogie/lesson/les-pollutions-leau-maison-agriculture-industrie/>
- [6]. [https://www.siah-croult.org/wp-content/uploads/2013/04/img\\_page\\_rejetsindustriels.jpg](https://www.siah-croult.org/wp-content/uploads/2013/04/img_page_rejetsindustriels.jpg)
- [7]. <https://cdn.acteurdurable.org/wp-content/uploads/2009/08/rejet-eaux-usees.jpg>
- [8]. Zeghoud. M, Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra , mémoire fin d'étude .université d'el-oued (2013)
- [9]. <https://www.mtaterre.fr/dossiers/pourquoi-notre-air-est-il-pollue/polluants-leurs-origines>
- [10]. <https://www.google.fr/maps>
- [11].[https://fr.wikipedia.org/wiki/Bordj\\_Bou\\_Arreidj#Relief,\\_g%C3%A9ologie,\\_hydrographie](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bordj_Bou_Arreidj#Relief,_g%C3%A9ologie,_hydrographie)
- [12].IMKEN. F : les étapes de traitement des eaux et contrôle de qualité, projet de fin d'études, Université sidi Mohamed ben Abdallah (2015).
- [13]. Degrement., (1989). Mémento technique de l'eau, 8 édition, tome 1&2, 1459p.
- [14].Thomas, O., (1995). Métrologie des eaux résiduaires, édition Cebedoc, 192p.)
- [15]. METAHRI., 2012 : élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou.P17, 20, 22, 27, 63, 72,73et74.
- [16]. DEGREMONT, S.A., et al., (2005). Mémento technique de l'eau. Tome 1 Tome 1.
- [17].KARDACHE. L. valorisation énergitique des boules de la station d'épuration de boumerdes, Mémoire fin d'étude. Universite M'HAMED BOUGERA BOUMERDES (2015).

- [18]. AUSSEL H., Dornier G., Galtier Y., Puzin M., Causse F., 2004 : Le traitement des eaux usées. Institut de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles. ED 5026.
- [19]. **Baumont S., Camard J.P., Lefranc A., Franconi A., 2004** : Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île de-France. Rapport ORS, p220.
- [20]. **Cauchi., Hyvrard., Nakache., Schwartzbrod., Zagury., Baron., Carre., Courtois., Denis., Dernat., Larbaigt., Derangere., Martigne., Seguret., 1996** : Dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration. Techniques, Sciences et Méthodes, 2 : 81-118.
- [21]. (Cshapf, (1995). Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines, 22p.)
- [22]. (Asano T, (1998). Wastewater reclamation and reuse. Water quality management Library, 1475p.)
- [23]. (Faby J.A., Brissaud F, (1997). L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office)
- [24]. IMKEN. F : les étapes de traitement des eaux et contrôle de qualité, projet de fin d'études, Université sidi Mohamed ben Abdallah (2015).
- [25]. OURTEJLLI. S ; BRAHIMI. S : contribution à l'étude de l'efficacité du traitement des eaux usées de la station d'épuration de corps gras de Bejaia (CO.G .R) labelle après ensemencement, Université Abderrahmane MIRA de Bejaia (2012 /2013)
- [26]. METAHRI., 2012 : élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou.P17, 20, 22, 27, 63, 72,73et74.
- [27]. KARDACHE. L. valorisation énergétique des boues de la station d'épuration de boumerdes, Mémoire fin d'étude. Université M'HAMED BOUGERA BOUMERDES (2015).
- [28]. AUSSEL H., Dornier G., Galtier Y., Puzin M., Causse F., 2004 : Le traitement des eaux usées. Institut de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles. ED 5026.
- [29]. DEGREMONT, S.A., et al., (2005). Mémento technique de l'eau. Tome 1 Tome 1.
- [30]. <http://www.kurstjens.nl>. [consulté le 12 juin 2020].
- [31]. <http://www.faureequip.com>. [consulté le 12 juin 2020].

- [32]. KALTOUM, F., L. HANA, and Z. SELMA.,( 2015) Etude Microbiologique Des Boues Des eaux Usées De La Ville De Guelma, in science de la nature et de la vie, Université de Guelma
- [33]. KAROUNE S., (2008). Effets Des Boues Résiduairees Sur Le Développement Des Semis Du Chêne Liège (Quercus Suber L.). En Vue De L'obtention Du Diplôme De Magistère. Université Mentouri Constantine.244p.

الملخص:

في ولاية برج بوعريريج، تسببت الامتدادات الحضرية في الزيادة السكانية المسجلة في حدوث مشاكل متزايدة من حيث التلوث وخاصة على مستوى واد العقب، ويرجع ذلك إلى عدم كفاية أداء مشروع في محطات تصفية المياه المستعملة برج بوعريريج والذي يتطلب تجديد الهياكل المختلفة للمحطة.

الهدف من هذا العمل هو إعادة دراسة حجم كل هيكل لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي ببرج بوعريريج لعام 2020 وبحلول عام 2050 . يمكن أن تساعد هذه الدراسة في تحسين الأداء التشغيلي لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي ببرج بوعريريج.

الكلمات المفتاحية : تحجيم، مياه الصرف، محطات تصفية المياه المستعملة برج بوعريريج.

## Résumé :

Dans la wilaya De Bordj Bou Arréridj, les extensions urbaines et la surpopulation enregistrées, ont engendré des problèmes accrus en termes de pollution et surtout au niveau de Oued El'ksob, ceci est dû à l'insuffisance du fonctionnement de la STEP de Bordj Bou Arréridj et qui nécessite une rénovation des différents ouvrages de la station.

L'objectif d ce travail est d'étudier le dimensionnement de chaque ouvrage de la STEP de Bordj Bou Arréridj pour l'année 2020 et à l'horizon 2050. Cette étude pourra aider et améliorer les performances de fonctionnement de la STEP de Bordj Bou Arréridj.

**Mots clefs :** Redimensionnement, Eaux usées, STEP Bordj Bou Arréridj.

## Abstract:

In the wilaya De Bordj Bou Arréridj, the urban extensions and the overpopulation recorded, generated increased problems in terms of pollution and especially at the level of Oued El'ksob, this is due to the insufficient functioning of the STEP of Bordj Bou Arréridj and which requires a renovation of the various structures of the station.

The objective of this work is to re-study the sizing of each structure of the Bordj Bou Arréridj WWTP for the year 2020 and by 2050. This study could help and improve the operating performance of the Bordj Bou Arréridj WWTP.

**Keywords:** Resizing, Wastewater, Bordj Bou Arréridj WWTP.