



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
كلية العلوم و التكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie



N° d'ordre : M...../GP/2019

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTERACADEMIQUE

Filière : Génie des Procédés

Option : Génie des procédés de l'environnement

Thème

**VERIFICATION DES DIMENSIONS DE LA STATION
D'EPURATION DES EAUX USEES DU COMPLEXE GL3/Z**

Présenté par :

BOUABDALLAH Mounir Sif El Islam

Soutenu le 11/07/2019 devant le jury composé de :

Président	Pr. M R. GHEZZAR	Université de Mostaganem
Examineur :	Dr. A. BELHAINE	Université de Mostaganem
Encadreur :	Dr. I S. ABDELLI	Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2018/2019

REMERCIEMENTS

J'adresse mon vif remerciement à mon encadreur **Mm. I S. ABDELLI** pour ses conseils et ses aides et ses orientations efficaces.

Je tiens également à remercier **Mr. BELHAINE**, d'avoir accepté d'examiner mon rapport de stage.

Mon remerciement s'adresse aussi au professeur **M.R.GHAZZAR**, pour l'intérêt qu'il accorde à mon travail en présidant notre jury et pour l'aide précieuse qu'il m'a apporté.

Je ne peux oublier mes enseignants et enseignantes qui ont pu me former, moi et mes collègues, tout au long de ce cursus universitaire. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma haute gratitude.

En fin, je remercie toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mon cher père

Ma chère mère

Mes frères

Mes tantes

Mes proches amis

Tous mes Professeurs

Tous mes collègues

Tous ceux qui me sont chers

SOMMAIRE

Introduction générale	1
Chapitre I :Présentation de la station d'épuration de complexe GL3/Z	
I-Introduction	3
I.1-présentation de la station à boue activée	3
I.2- Les moyens d'autocontrôle des rejets liquides au complexe GL3/Z	4
I.3- L'échantillonnage	4
I.4- Qualité des eaux rejets	5
Chapitre II : Présentation de l'état de l'art sur les différentes techniques des eaux usée	
II. Introduction	6
II.1 Différentes techniques des traitements des eaux par voie microbiologique	6
II.1.1 Traitement primaire (dégrillage)	6
II.1.2 Déshuilage	8
II.2 Traitement biologique	8
II.2.1 Bassin sélectif	9
II.2.2 Bassin d'aération primaire et secondaire	9
II.2.2.a bassin d'aération primaire	9
II.2.2.b Bassin d'aération secondaire	9
II.2.3 Clarificateur	10
II.2.4 Bassin de désinfection	11
II.2.5 Digesteur	12
II.2.6 Traitement des boues	12
II.3 La Centrifugation	13
II.3.1 Déshydratation Mécanique : Filtration – Compression	14
Chapitre III : Partie Calculs	
Introduction	15
III.1 Dimensions et dispositifs	15
III.2 Calcul des débits et des charges polluantes	16
III.2.1 Débit moyen horaire	16
III.2.2 Calcul des charges polluantes	17
III.3 Prétraitements	17
III.3.1 dégrillage	17
III.4 Traitement primaire-chimique	20
III.4.1 Volume	20
III.4.2 Bilan de matière	21
III.5 Traitement secondaire-biologique	23
III.5.1 Bassin d'aération	23
III.5.2 Décanteur secondaire-Clarificateur	26
III.5.3 Traitement des boues	28
III.5.4 Production des boues	28
III.6 Désinfection	31
III.7 Comparaison des dimensions des ouvrages	32
Conclusion générale	33

SOMMAIRE

Introduction générale

Le rejet des eaux usées dans la nature sans les épurer est l'un de principaux phénomènes qui ont contribuent à la pollution de l'environnement, à la contamination des eaux souterraines et par la suite à la propagation des maladies. Pour lutter contre les effets néfastes de ces eaux, l'implantation des stations d'épuration demeure un outil fondamental car elles garantissent des eaux conformes aux normes de rejet. Cependant, pour aboutir aux résultats voulus, différentes dispositions doivent être prises en considération telle que le contexte géologique, démographique et hydrologique.

La politique nationale de protection des ressources en eau s'apprécie en termes qualitatif et quantitatif. La pollution s'entend comme une modification nocive des propriétés des eaux, produite directement ou indirectement par les activités humaines, les rendant impropres à l'utilisation normale établie. Il est interdit d'évacuer, de rejeter ou d'injecter dans les fonds du domaine public hydraulique des matières de toute nature et ; notamment, des effluents urbains et industriels contenant des substances solides, liquides ou gazeuses, des agents pathogènes, en quantité et concentration de toxicité susceptibles de porter atteinte à la santé publique, à la faune et à la flore ou nuire au développement économique (Décret exécutif n°93-160 du 10 juillet 1993 (JO, 1993) et décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006 (JO, 2006).

« SONATRACH » adhère à ce nouveau concept de la protection de l'environnement, allant ainsi de la performance industrielle à la performance environnementale. La société nationale « SONATRACH » s'inscrit résolument dans la voie du développement durable.

Cette préoccupation est prise en compte par le complexe GL3/Z dans son programme de mise en œuvre de la normalisation de l'entreprise, par des démarches qualité et de management environnemental, qui se sont par une gestion des aspects environnementaux en développant des projets pour faire face à la pollution.

Dans le cadre de la certification ISO 14001, le complexe a défini un plan d'action qui consiste en une prise en charge totale des aspects environnementaux au sein du complexe dont, particulièrement, le traitement des rejets liquides.

Le but de ce travail est donc de faire un calcul technologique et un dimensionnement de la station de traitement à boues activées des eaux usées rejetées par le complexe de GL3/Z et de faire ainsi une comparaison entre les résultats obtenus et les installations de la STEP existante dans le complexe.

Ce travail est présenté, Outre l'introduction générale, sous forme de trois chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude « la STEP du complexe GL3/Z » ;

Introduction générale

- Le second chapitre donne des généralités sur les différents procédés des eaux usées ;
- Le dernier chapitre expose attentivement la partie calcul de vérification des dimensions des différents ouvrages de la STEP existante dans le complexe.

En fin, une conclusion générale viendra clore ce travail.

Introduction

La station de traitement des eaux industrielles et sanitaires exploite les eaux générées par l'activité du complexe et les eaux usées en provenance, des toilettes, lavabos, douches, planchers, cuisines, des différents bâtiments du complexe. Ces eaux sont essentiellement constituées de Matière Organique biodégradables, de germes pathogènes et de produits chimiques, caractérisées par une pollution.

I-1 Présentation de la zone d'étude

Le complexe rejette quotidiennement une moyenne de 205 m³ d'eaux sanitaires. Ces eaux qui proviennent essentiellement du circuit de la cuisine et plusieurs départements au niveau du complexe.

Pour une prise en charge totale des aspects environnementaux au sein du complexe GL3/Z et, parmi ses aspects, les rejets liquides, le complexe a défini un plan d'action dans le cadre de la certification ISO 14001. Le complexe GL3/Z assure le traitement des eaux usées et industrielles par plusieurs stations d'épuration et de déshuilage et de neutralisation. Le schéma de cette station est reporté sur la figure suivante :

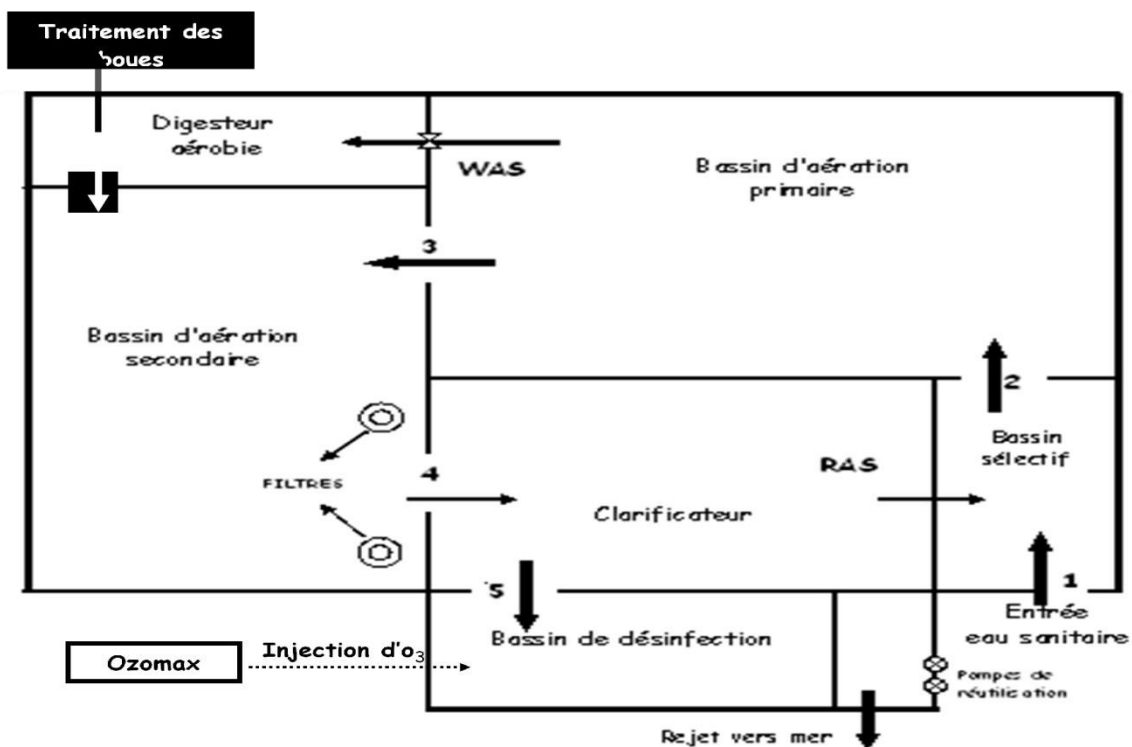


Figure I.1 : schéma de complexe GL3/Z de la station phase 1[1]

I.2 Les moyens d'autocontrôle des rejets liquides au complexe GL3Z

Pour les autocontrôles, le complexe GL3Z dispose de plusieurs appareils de contrôle des rejets liquides. Le tableau suivant donne un aperçu sur les moyens à utiliser pour contrôler le complexe.

Tableau N° II-03. Les moyens d'autocontrôle du complexe GL3Z [2]

Item	Autocontrôle	Elément de contrôle	fréquence
Température	Existe	pH mètre	1 fois/jour
Ph	Existe	pH	1 fois/jour
MES	Existe	spectrophotomètre	2 fois/jour
DBO ₅	Existe	DBO mètre	2 fois /jour
DCO	Existe	spectrophotomètre	2 fois/jour
NO ₂ ⁻	Existe	Spectrophotomètre	2 fois /jour
NO ₃ ⁻	Existe	Spectrophotomètre	2 fois / jour
AZOTE KJELDAHL	Existe	Spectrophotomètre	2 fois/ jour
Phosphate	Existe	Spectrophotomètre	2 fois /jour
Fer	Existe	Spectrophotomètre	2 fois/jour

I-3 L'échantillonnage

L'échantillon destiné à l'analyse est le plus souvent prélevé de façon à représenter le plus exactement possible le milieu d'où il provient, la concentration étant supposée être la même dans le milieu d'origine et dans l'échantillon tout en respectant les modes de conservation cités en ANNEXES. Nous avons prélevé deux échantillons pour chaque prélèvement :

1^{er} point : Entrée station : du bassin de sélection.

2^{eme} point : Sortie station : du canal de rejet vers mer.

I.4 Qualité des rejets

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques du rejet de la station à pleine production.

Tableau N° II-04. La charge polluante moyenne dans l'eau brute produite par la station

Paramètres	Valeurs moyennes	Pic Maximum	Décret Algérien93_160
pH	7.27	8.5	5.5 à 8.5
Température	26.5	44	30
O ₂ dissous (mg/l)	2.2	9.25	2
DCO	370	420	120
DBO ₅	200	244	40
MES	200	266	30
Fer	0.6	2.11	05
NO ₂ ⁻	0.3	0.65	-
PO ₄ ³⁻	7	22.3	02

Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons l'essentiel des procédés de traitement des eaux à caractère urbain. Les procédés biologiques ont été détaillés par rapport à la fréquence de leur utilisation dans toute technique d'épuration destinée à traiter les eaux domestiques. Ces procédés sont générateurs de boues biologiques riches en éléments nutritifs au même titre que l'eau rejetée en aval de la STEP. C'est pour cette raison que la réutilisation de ces substances a été évoquée dans cette partie du mémoire.

II.1. Prétraitement

Les prétraitements et les traitements primaires visent essentiellement à l'élimination des matières flottantes ou en suspension des eaux provenant à la station d'épuration. Ils sont utilisés avant les traitements biologiques.

Les étapes d'un prétraitement sont généralement, le dégrillage ou visuellement le tamisage ; le dessablage et le déshuilage.

II.1.1 Traitement primaire (dégrillage)

Il consiste à faire passer les eaux usées à travers une grille dont les barreaux plus ou moins espacés, retiennent les éléments les plus grossiers afin de protéger les installations ultérieures de la station. L'espacement est déterminé en fonction de la nature de l'effluent.

Le dégrillage est classé en trois catégories selon l'écartement entre les barreaux de la grille:

- un pré-dégrillage : espacement de 30 à 100mm,
- un dégrillage moyen: espacement de 10 à 25mm,
- un dégrillage fin: espacement de 3 à 10mm

Il existe différents types de grilles selon la conception des fabricants et la nature

De l'effluent à traiter .On distingue :

- **Grilles manuelles** : elles sont cependant réservées aux petites stations (<5000habitants). Généralement inclinées par rapport l'horizontale (60° à 80°), le nettoyage s'effectue manuellement à l'aide d'un râteau.
- **Grilles mécaniques** : Au de là de 2000 équivalents habitants la station doit être équipée de grilles mécaniques .Elle sont classées en deux catégories
- **Grille droites** : fortement relevées (inclinaison de 80°), elles sont conçues avec des dispositifs de nettoyage différents tel que:
 - Des râtaux ou des peignes;
 - Des brosses montées sur chaîne sans fin;

-Des grappins alternatifs, à commande par câble permettant remonter, les Détritus sur de grande hauteur (figure 02)

-**Grilles courbes:** ces grilles sont conçues pour traiter les eaux d'une station traitant 10 à 5000 m³/h. constituées de barreaux en fer plat formés en quart de cercle, elles sont nettoyées par un duo râteau tournant ou encore par un système de bielles appliquées contre la grille. (Figure3)

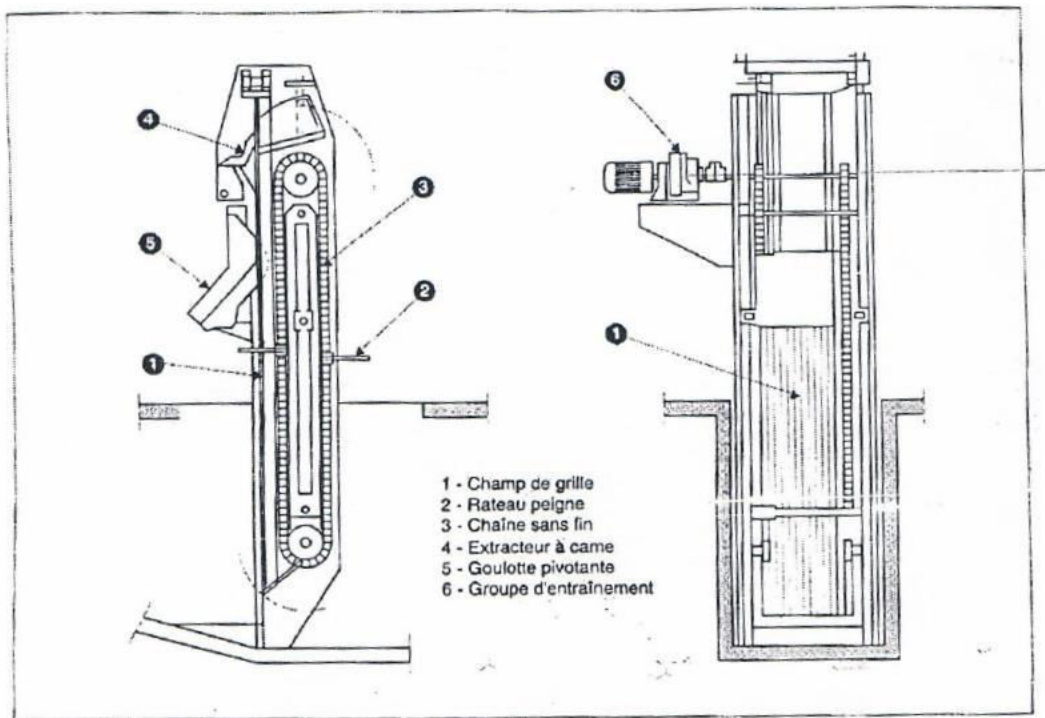


Figure 03. Grille mécanique droite.

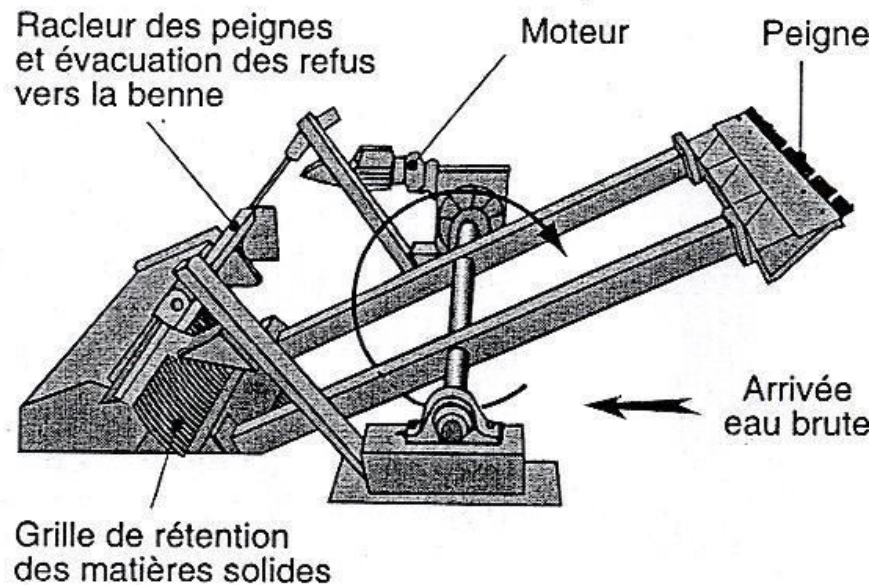


Figure 3. Grille mécanique courbe

II.1.1 Dégraissage -Désuilage

Il existe au niveau de la cantine un séparateur d'huiles et graisses végétales.

Cette opération est destinée à éliminer les graisses et les huiles à cause des inconvénients qui peuvent provoqués leurs présences dans l'eau qui est les suivants:

- Envahissement des décanteurs.
- Diminution des capacités d'oxygénation des installations du traitement.
- Les mauvaises sédimentations dans les décanteurs.
- Le bouchage des pompes et des canalisations.

Pour faire un bon dégraissage, il faut assurer une température de l'eau inférieure a 30°C

II.2 Traitement biologique

Le traitement biologique des eaux résiduaires a pour but d'éliminer la matière organique dissoute par actif des bactéries et micro organismes.

Il permet de passer des éléments présents sous forme soluble ou colloïdale en éléments floculables et de constituer des agrégats que l'on peut séparer de l'eau.

Il faut aussi signaler que la plupart des procédés biologiques exigent un domaine optimum de pH compris entre 6,5 et 8,5 quant à l'activité microbienne, elle est optimale à 30°C et requière des quantités suffisantes en nutriments

II.2.1 Bassin sélectif

Le liquide pénètre dans le bassin sélectif aéré où les eaux usées brutes sont combinées avec la biomasse des boues circulées du clarificateur, pour fournir ainsi un pré conditionnement de l'eau usée brute qui empêche la croissance filamenteuse permettant alors un arrangement rapide. Le principe des bassins communicants permet à ce mélange de s'écouler ensuite dans le bassin d'aération primaire.

Volume total 13,6 m³, Nombre de bassin 01, Temps de rétention 48 min.

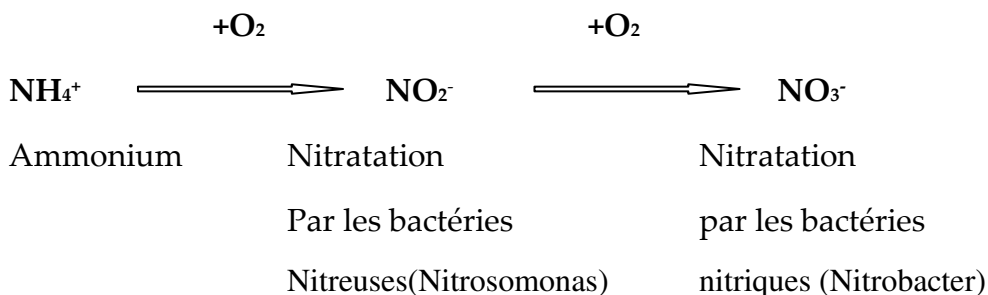
II.2.2 Bassin d'aération primaire et secondaire

a) Bassin d'aération primaire

L'aération est constante et est assurée par les huit (08) diffuseurs installés au fond du bassin. La turbulence créée par l'air, mélange les bactéries avec la matière organique, et les maintient en suspension, donc en contact permanent.

A ce stade, un temps de rétention adéquat est assuré pour permettre la consommation (oxydation) de la matière organique par les bactéries en transformant le carbone en CO₂ et l'azote en nitrates (la nitrification) d'où l'extraction de la DBO et de l'ammoniaque.

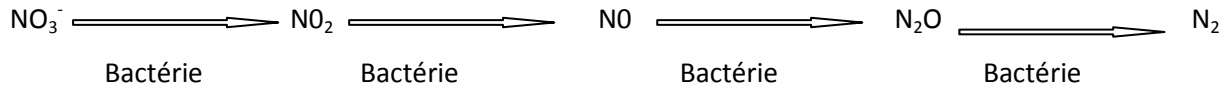
Une partie de la boue formée suite à cette oxydation de la charge organique passe dans le deuxième bassin d'aération (boues fraîches), l'autre partie est pompée vers le digesteur aérobie (boues en excès).



b) Bassin d'aération secondaire

Dans ce bassin, l'aération est assurée par huit (08) diffuseurs installés au fond du bassin, fonctionnant en intermittence. Lors de l'arrêt de l'aération, la biomasse se dépose. Dans un état concentrée, elle passe rapidement d'anoxique à anaérobie, amenant un certain nombre d'espèces de bactéries a utiliser le nitrate comme source d'oxygène en libérant l'azote

à l'état d'élément. A ce stade, la pollution de la phase liquide est transférée vers la phase « boues ». Le mélange passe au travers de deux filtres et pénètre alors dans le clarificateur.



Le schéma de ce bassin est reporté sur la figure suivante :



Figure 4. Bassin de dénitrification puis filtration

II.2.3 Clarificateur

Durée 1 heure, Volume total 40,8 m³, Nombre de réservoir 01, Taux des boues recyclées 100 %. L'affluent est dirigé depuis la surface du bassin d'aération, vers la grille d'entrée du clarificateur. Cet ouvrage non aéré permet la décantation des boues dans des conditions optimales et assure sa séparation de l'eau traitée.

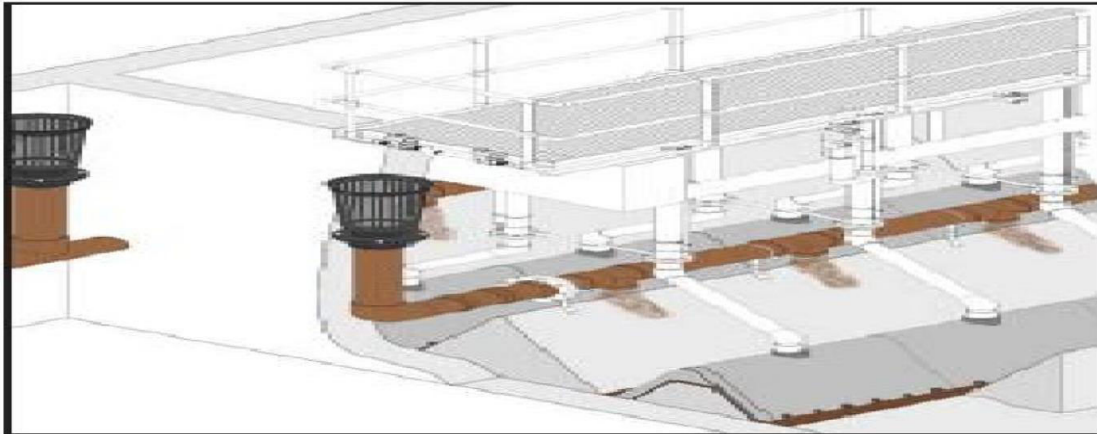
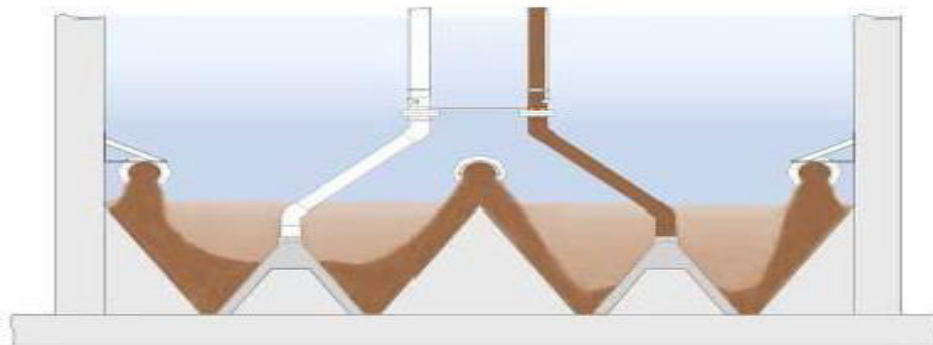


Figure 5 : Mécanisme de circulation des boues (Clarificateur)

Pour conserver un stocke constant et suffisant de bactéries dans les bassins de boues activées, les boues décantées sont rapidement enlevées du fond du clarificateur par le biais des capots de succion hydrauliques, ces dispositifs pneumatiques fournissent la tête de succion nécessaire pour la récupération rapide des boues.

La boue est aspirée dans un canal sur le dessus du clarificateur et déversée à nouveau dans le bassin sélectif, ce phénomène est appelé retour des boues activées« **RAS** ». Des déversoirs submergés répartissent l'effluent de façon uniforme à la surface du clarificateur et l'écoulement se fait par un système breveté de réglage du débit vers le bassin de désinfection.



Les capots hydrauliques de succion ont des ports de long du fond du clarificateur pour permettre le déplacement de solides par les dispositifs de succion de boues également espacés sur la longueur des capots de succion.

Figure 6. Capots de succion hydraulique

II.2.4 Bassin de désinfection

Ainsi même après un traitement secondaire l'eau véhicule presque toujours des microorganismes et des micropolluants qui risquent de provoquer des dangers. La désinfection a pour objectif principal d'améliorer la qualité bactériologique de l'effluent afin de protéger les zones sensibles (zone de baignade, zone conchylicole).

Elle se faisait le plus souvent par chloration (la dose à appliquée est de 2 à 10 mg/l environ), mais les dérivés du chlore sont maintenant jugés dangereux, c'est pourquoi on utilise de préférence le dioxyde de chlore ou le brome et, l'usage de l'ozone se répand progressivement

Dans la STEP de GNL/1 L'eau purifiée passe dans le bassin de désinfection où une injection d'ozone est assurée par un dispositif de production de l'ozone à partir de l'air ambiant appelé « **OZOMAX** » fournissant en moyenne 120 g/h d'ozone, celui-ci n'assure pas que la désinfection, il permet aussi la désodorisation et le blanchissement.

II.2.5 Digesteur

L'âge des boues dans le digesteur 38 jours. Son volume total 42,5 m³, tant dis que le volume soutiré du digesteur 1,04 m³/j et le nombre de bassin est 0.

Durant les étapes précédentes, les bactéries respirent, se nourrissent et se reproduisent. A un certain moment il y a plus de bactéries qu'initialement. Cette augmentation du stock est évacuée une fois par jour pendant 15 minutes d'une manière routinière du circuit du bassin d'aération primaire pour maintenir une concentration optimale de la population des microorganismes d'où un bon traitement.

L'évacuation des boues du système est dite déchargement des boues activées « **WAS** » vers le digesteur aérobie. Lors de cette évacuation, l'aération dans le digesteur assurée par deux diffuseurs d'air (O₂), est arrêtée. Une fois les boues arrivées au digesteur, une faible aération est déclenchée dont le but de maintenir le mélange en suspension et prévenir des dégagements d'odeurs. Les boues sont soumises à un régime de respiration endogène caractérisé par un taux de mortalité supérieur au taux de croissance.

On interrompt l'aération environ une heure (01) avant le pompage des boues fraîches afin de permettre aux vieilles boues de se déposer et d'être évacuées du digesteur. Ce soutirage se fait pendant une demi-heure vers le système de traitement des boues. Le liquide surnageant se décante et retourne au bassin d'aération secondaire

II.2.6 Traitement des boues

Les boues stabilisées en provenance du digesteur sont aspirées à travers une canalisation souterraine par une l'ajout du flocculant « **ZETAG 7587** » pour casser la stabilité colloïdale et pour augmenter artificiellement la taille des particules ceci permet alors la formation d'un floc de boue et d'un liquide clair, cette mixture est pompée par la suite vers le dispositif de déshydratation naturelle « **DRAIMAD** » où sont suspendus six (06) sacs poreux en polyéthylène, qui reçoivent la mixture refoulée.

Les particules solides sont retenues et compactées dans les sacs et le liquide est drainé à travers un dispositif situé en bas du « DRAIMAD », les sacs sont laissés dans l'unité pendant 12 à 24 heures. Le temps de séchage varie de 3 semaines à un mois et demie, selon les conditions climatiques. Le mécanisme entier est contrôlé automatiquement, les boues séchées sont transportées vers la décharge.



Figure II.5 : DRAIMAD (Déshydratation des boues)

II-3- paramètre de dimensionnement

Pour pouvoir étudier un projet de réalisation d'une STEP, il faut au préalable disposer de certaines données de bases nécessaires pour le dimensionnement de la station telle que :

- Type de réseau : séparatif ou unitaire;
- Nombre équivalent habitant EH;
- Rejet spécifique (1 / Hab /j);
- Débit total journalier (m^3 / j);
- Débit moyen horaire (m^3 / h);
- Débits de point par temps sec (m^3 / h);
- Charge polluante (DBO, DCO, MES).

En ce qui concerne les données de la qualité d'eaux usées, il faudra effectuer des analyses chimiques, physiques et bactériologiques de l'effluent. Il faut prendre en considération aussi, que des levés topographiques doivent être réalisés pour une implantation adéquate.

Conclusion

Les eaux résiduaires avant d'être rejetées dans le milieu naturel, doivent passer par une chaîne d'épuration afin de corriger leur caractéristique et ne pas être nuisibles à l'environnement.

Les différents procédés d'épuration on été détaillés durant ce chapitre.

Le choix du procédé est conditionné par les caractéristiques de l'eau à épurer et leur réutilisation ainsi que la nature du milieu récepteur.

Introduction

Le dimensionnement d'une station d'épuration dépend de la charge à l'entrée, qui est fonction du débit, et des concentrations moyennes des paramètres de pollution (DBO5, MES...).

Le but de ce chapitre est de présenter une station d'épuration des eaux usées déjà existante au niveau du complexe GL3/Z. Il s'agit donc de vérifier le dimensionnement des différents ouvrages composant la STEP, à savoir : dégrillage mécanique, bassin de sélection, bassin d'aération primaire, bassin d'aération secondaire, clarificateur, bassin de désinfection et digesteur.

III.1. Dimensions et dispositifs

Le dimensionnement d'une installation d'épuration biologique à boues activées porte à la fois sur l'ouvrage d'aération, l'ouvrage de clarification, et son système de recirculation, cette station comprend six (06) bassins comme le montre le tableau suivant :

Tableau III-1 : dimensionnement des ouvrages [7]

Bassin	Dimensions	Diffuseurs
Bassin de sélection	1,25 m x 3,0 5m	02 Diffuseurs d' Air
Bassin d'aération primaire	4,35 m x 5,21 m	08 Diffuseurs d' Air
Bassin d'aération secondaire	3,90 m x 5,25 m	08 Diffuseurs d' Air
Clarificateur	3,05 m x 3,66 m	Aucun Diffuseur
Bassin de désinfection	1,00 m x 3,66 m	01 Diffuseur
Digesteur	2,15 m x 3,90 m	02 Diffuseurs d' Air

Le tableau suivant présente les différents paramètres en amont et en aval de la STEP, paramètres indispensables au dimensionnement de la STEP.

Tableau III-2. Différents paramètres à la sortie et l'entrée de STEP du GL3/Z [18]

Système	Procédé utilisé	Types des eaux à l'entrée	Eaux à la sortie	destination
STEP (AERO-MOD)	Traitement biologique à boues activées à aération prolongée	<u>Eaux sanitaires</u> Débit = 175 m ³ /J DBO ₅ = 180 mg/l MES = 300 mg/ N-NH ₄ ⁺ = 40mg/l T = 20°C	Eaux traitées + boues séchées	<u>Rejet vers mer</u> Débit = 140 m ³ /J DBO ₅ = 20 mg/l MES = 10 mg/l N-NH ₄ ⁺ = 01 mg/l Prévue Vers décharge

III.2. Calcul des débits et des charges polluantes

III.2.1. Débit moyen horaire

Selon les rapports journaliers émanant du service d'exploitation de l'ancienne STEP, le débit journalier Q_{mj} serait de 175 m³/j. Les débits moyens horaire (Q_{mh}) et par seconde (Q_{ms}) sont donc comme suit :

a) Débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la relation : $Q_{mh} = \frac{Q_{mj}}{24}$ (III.1)

AN : $Q_{mh} = \frac{175}{24}$ donc $Q_{mh} = 7,29 \text{ m}^3/\text{h}$

b) Débit moyen par seconde :

$$Q_{ms} = \frac{7.29}{3600} \quad Q_{ms} = 2,02 \text{ L/s}$$

c) Débit de pointe:

Par définition le débit de pointe est défini par la relation [19]

$$Q_{pte} = K_p \times Q_{mj} \quad (III.2)$$

Avec:
$$\left\{ \begin{array}{ll} K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{ms}}} & \text{si } Q_{ms} \geq 2.8 \text{ L/s} \\ K_p = 3 & \text{si } Q_{ms} \leq 2,8 \text{ L/s} \end{array} \right.$$

Dans notre cas : $K_p = 3$, d'où le débit de pointe est :

$$Q_p = 3 \times 175 = 525 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit de pointe horaire est de $Q_{pte} = 21,87 \text{ m}^3/\text{h}$

III.2.2. Calcul des charges polluantes

a) Charge moyenne journalière en DBO_5

Cette charge est estimée par la relation suivante : [20]

$$L_0 = C_{DBO_5} \times Q_{mj} \quad (\text{III.3})$$

Où :

L_0 : Charge moyenne journalière en DBO_5 (kg/j)

C_{DBO_5} : Concentration en DBO_5 moyenne (kg/m³)

Q_{mj} : Débit moyen journalier en (m³/j)

On obtient : $L_0 = 180 \times 10^{-3} \times 175$ donc $L_0 = 31,5 \text{ kg/j}$

b) Charge moyenne journalière en MES (N_0)

Cette charge est calculée comme suit : [20]

$$N_0 = C_{MES} \times Q_{mj} \quad (\text{III.4})$$

Où :

N_0 : Charge moyenne journalière en MES (Kg/j)

C_{MES} : Concentration moyenne en MES (kg/m³)

Donc : $N_0 = 300 \times 10^{-3} \times 175$ donc $N_0 = 52,5 \text{ kg/j}$

c) Charge moyenne journalière en DCO (M_0)

$M_0 = 370 \times 10^{-3} \times 175 = 64,75 \text{ kg/j}$

d) Charge moyenne journalière en matières minérales M.M(I_0)

$I_0 = 50 \times 175 \times 10^{-3} = 8,75 \text{ kg/j}$

III.3. Prétraitements

III.3.1 Dégrillage

Nous avons opté pour une grille fine dont le dimensionnement est le suivant :

σ : Coefficient de colmatage de la grille. Il est de 0.25 pour un dégrillage manuel.

Q_{pte} : Débit de pointe (m³ / s)

d: épaisseur de barreaux (cm)

e: espace libre entre barreaux (mm)

V : vitesse de passage à travers la grille (m/s) $V = (0.6 - 1) \text{ m/s}$

Donc la largeur de la grille peut être exprimée par la relation suivante : [21]

$$L = \frac{Q_p \times \sin \alpha}{V \times h_{max} \times (1 - \beta) \times \sigma} \quad (\text{III.5})$$

Il existe un dégrilleur mécanique (à barreaux rectangulaire) ayant les caractéristiques suivantes :

- La vitesse à travers la grille : $v = 0.6 \text{ m/s}$.
- Angle d'inclinaison : $\alpha = 80^\circ$
- $\beta = 2.42$ pour les barreaux rectangulaires à arrête à angle droit
- . Espacement entre les barreaux : $e = 50 \text{ mm}$.
- Barreaux circulaires de diamètre : $b = 5 \text{ mm}$.
- Hauteur de la grille $H_{MAX} = 0.4 \text{ m}$.
- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Pour la section de passage d'eau on a : $S = \frac{QP}{V}$

$$S = \frac{525}{0,6 \times 24 \times 3600} = 0,015 \text{ m}^2$$

La largeur : $L = \frac{S \times \sin \alpha}{H_{MAX} (1 - \theta) \delta}$

Avec : Le coefficient de colmatage (grille manuelle) : $\delta = 0,25$

La fraction occupée par les barreaux : $\theta = \frac{e}{e + a} = \frac{50}{50 + 5} = 0,91$

Alors : $L = \frac{0,015 \times \sin 80}{0,4 \times (1 - 0,91) \times 0,25} = 1,64 \text{ m} = 164 \text{ cm}$

Le nombre des barreaux : $N = \frac{L}{a+e} + 1 = \frac{1,64}{0,005 + 0,05} + 1$

$N=31$ barreaux

Ce nombre ne correspond pas au nombre de barreaux du dégrilleur installé à l'entrée de la STEP du complexe (25). On constate une sous-estimation du nombre de barreaux.

Calcul des pertes de charge

Le calcul des pertes de charge est un paramètre important pour le dégrilleur. Pour le calculer, Kirsch mer a établi une relation (éq. III.6) entre la perte de charge, le coefficient de forme des barreaux et l'angle de la grille avec l'horizontale.

$$\Delta H = \beta (a/e)^{4/3} \cdot (V^2/2g) \text{Sin}\alpha \quad (\text{III.6})$$

- ΔH est la perte de charge (mm) ;
- β est le coefficient de forme des barreaux ;
- a est épaisseur de barreau ; e est espace entre les barreaux ;
- V est la vitesse de l'eau ; g est la gravité ;
- α est l'angle de grille avec l'horizontale.

Les valeurs de β dépendent de la forme des barreaux comme le montre le tableau suivant : [21]

Tableau III.3. Les valeurs de β suivant la forme des barreaux [21]

Types de barreaux	B
Section circulaire	1,79
Section rectangulaire	2,42
Section rectangulaire arrondi en semi-circulaire à l'amont	1,67

$$\Delta H = \beta (a/e)^{4/3} \cdot (V^2/2g) \times \text{Sin}\alpha = 2,42 (5/50)^{4/3} \cdot (0,6^2/2 \cdot 9,81) \times \text{Sin}80$$

$$\Delta H = 2,045 \text{ mm H}_2\text{O}$$

Calcul de la longueur mouillée de la grille

La longueur mouillée de la grille est égale au rapport entre la hauteur maximale dans le canal et le sinus de l'angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal. Il vient par la suite :

$$L = h_{\max} / \text{sin}\alpha \quad (\text{III.6})$$

$$L = \frac{0,4}{\text{sin} 80}$$

$$L \cong 0.42 \text{ m}$$

Par la suite, on s'intéresse au calcul du nombre d'unité selon la formule suivante : [22]

$$U = \frac{L}{(e+d)} \quad (\text{III.7})$$

$$U = \frac{420}{(50+5)} = 7.63$$

La largeur nette de passage : $l_p = e \times U = 0.05 \times 7.63 = 0.381 \text{ cm}$

Le refus annuel de dégrillage par équivalent habitant est donné par l'expression [22]

$$R = \frac{12 \text{ à } 15}{e}$$

$$R = \frac{15}{5} = 2.40 \text{ L/EHG}$$

D'où le refus total d'une année est : $R_t = 2.4 * 40 = 102 \text{ l}$

$$\mathbf{R_t = 0.102 \text{ m}^3/\text{an}}$$

III.4 Traitement primaire-chimique

III.4.1 Volume

Nous optons pour un décanteur d'une forme circulaire, donc le volume est donné par la formule : [23]

$$V = Q_p \times t_s \quad (\text{III.8})$$

V : volume du décanteur (m^3) ;

Q_p : débit de pointe (m^3/h) ;

t_s : temps de séjour est imposé à $t_s = 30 \text{ min}$.

Remarque : vue la disponibilité de la surface il serait préférable de prendre 3 h.

$$V = 21,87 \times 0.5 = 10,93 \text{ m}^3, \text{ donc :} \quad V = 10,93 \text{ m}^3$$

En fin le diamètre est exprimé par la formule : [23]

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi h}} \quad (\text{III.9})$$

D : diamètre du décanteur (m) ;

V : volume du décanteur (m^3) ;

h : hauteur du décanteur tel que $h = 1 - 3 \text{ m}$, on prend $h = 1.04 \text{ m}$,

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi h}} = \sqrt{\frac{4 \times 21,89}{3.14 \times 1.04}}$$

$$\mathbf{D = 5,19 \text{ m}}$$

III.4.2 Bilan de matière

Les charges éliminées par le traitement chimique avec ajout de réactifs. Ils peuvent atteindre des taux assez importants mais pour limiter la consommation en produits chimiques, nous avons opté pour des taux relativement bas mais relativement important pour faire la différence avec la décantation purement physique. Ces taux imposés sont résumés dans le tableau suivant :[23]

Tableau III.4. Rendement de la décantation en présence de coagulation [23]

Paramètres	MES	DCO	DBO ₅	N	P	MM
Elimination(%)	70	40	50	70	60	90

Les charges éliminées sont comme suit :

- $DBO_{5e} = 0.5 \times 40 = 20 \text{ Kg/j}$
- $DBO_{5e} = 20 \text{ Kg/j}$
- $MMe = 0.9 \times 10 = 9 \text{ Kg/j}$
- $MM_e = 9 \text{ Kg/j}$
- $MES_e = 0.7 \times 40 = 28 \text{ Kg/j}$
- $MES_e = 28 \text{ Kg/j}$
- $DCO_e = 0.4 \times 74 = 29.6 \text{ Kg/j}$
- $DCO_e = 29.6 \text{ Kg/j}$
- $P = 0.7 \times 1.4 = 0.98 \text{ Kg/j}$
- $P = 0.98 \text{ Kg/j}$
- $N = 0.6 \times 0.06 = 0.036 \text{ Kg/j}$
- $N = 0.036 \text{ Kg/j}$

Les charges résiduelles retrouvées à la sortie du décanteur primaire sont comme suit :

- $DBO_5 = 40 - 20 = 20 \text{ Kg/j}$
- $DBO_5 = 20 \text{ kg/j}$
- $MM_s = 10 - 9 = 1 \text{ Kg/j}$
- $MM_s = 9 \text{ kg/j}$
- $MES_s = 40 - 28 = 12 \text{ kg/j}$
- $MES = 12 \text{ kg/j}$
- $DCO_s = 74 - 29.6 = 44.4 \text{ kg/j}$

- $DCO_s = 44.4 \text{ kg/j}$
- $P_s = 1.4 - 0.38 = 1.02 \text{ kg/j}$
- $P_s = 1.02 \text{ kg/j}$
- $N_s = 0.06 - 0.036 = 0.024 \text{ kg/j}$
- $N_s = 0.024 \text{ kg/j}$

Les concentrations en réactifs de coagulation-floculation sont calculées en fonction des taux d'élimination imposés dès le début du dimensionnement et la nature chimique des réactifs. Un dispositif de pompe doseuse et un système de régulation prévoit le maintien de la concentration constante.

Bien que le traitement chimique a éliminé une quantité considérable de MES et de charge organique sous forme de DCO, DBO₅ et azote, il reste insuffisant. Un traitement biologique est indispensable pour arriver à une eau de qualité acceptable.

III.5. Traitement secondaire-biologique

Le tableau III.5 présente trois types de traitement biologique que nous pouvons choisir. Dans ce travail, nous avons opté pour l'aération prolongée avec ce qu'elle peut avoir comme avantage principal qui le rendement de l'élimination de la pollution qui s'approche 100%. Notre soucis majeur est de réutiliser les eaux traitée pour l'arrosage, il serait donc plus judicieux d'atteindre de ce taux.

Tableau III.5. Principaux paramètres de fonctionnement des Stations par boues activées en fonction de la charge appliquée : [24]

Type de procédé	Forte charge	Moyenne charge (Conventionnel)	Faible charge & très faible charge (aération prolongée)
Charge massique. Kg(DBO ₅), m ⁻³ j ⁻¹)	0.40 à 1.20	0.15 à 0.40	0.07 à 0.15 faible charge C _m < 0.07 très faible charge
Charge Volumique. Kg(DBO ₅), m ⁻³ j ⁻¹	1.50 à 3	0.50 à 1.5	C _v < 0.40
Durée de rétention (heures)	1 à 2h	2 à 4h	12 h à plusieurs jours
Consommatio d'oxygène Kg(O ₂), Kg ⁻¹ (DBO _{détruite})	0.3 à 0.5	0.50 à 1	1.50 à 2
Production de boues en excès. Kg(MES), Kg ⁻¹ (DBO)	0.80	0.60	0.20
Poucentage de recyclage .%	Jusqu'à 300	50 à 100	10 à 50
Rendement d'épuration. %	< 80%	80 à 90%	Plus de 90%

III.5.1 Bassin d'aération

Nous avons choisi un procédé biologique à aération prolongée avec les charges suivantes : [25]

$$\text{Massique (} C_m \text{) : } C_m = 0.07 \text{ kgDBO}_5/\text{kgMVS}/j$$

$$\text{Volumique (} C_v \text{) : } C_v = 0.25 \text{ kgDBO}_5/\text{m}^3/j$$

Charge en DBO₅ à éliminer

Charge en DBO₅ à l'entrée de bassin d'aération est :

$$L_0 = 120 \times 10^{-3} \times 175 = 21 \text{ kg/j}$$

La concentration (S_s) à la sortie préconise 15 mg d'O₂ de DBO₅.

Pour avoir une marge de sécurité, une concentration en DBO₅ de 20 mg d'O₂/L a été imposée.

Il s'en suit :

Charge à la sortie :

$$L_s = S_s \times Q_{j,j} = 5 \times 175 \times 10^{-3} \text{ j}$$

$$L_s = \mathbf{0,875 \text{ kg DBO}_5/\text{j}}$$

Charge en DBO₅ éliminée :

$$L_e = L'_0 - L_s = 21 - 0,875$$

$$L_e = \mathbf{21,125 \text{ kg/j}}$$

Dimension du bassin

$$V_{BA} = \frac{L'_0}{Cv} = \frac{21}{0.5}$$

$$V_{BA} = \mathbf{42 \text{ m}^3}$$

Hauteur : elle est généralement comprise entre 3 et 5m Nous optons pour H=3m :[25]

Surface horizontale:

$$S_h = \frac{V_{ba}}{H} = 42/3$$

$$S_h = \mathbf{14 \text{ m}^2}$$

Diamètre :

$$D = \sqrt{\frac{4S_h}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 14}{3.14}}$$

$$D = \mathbf{4,22 \text{ m}}$$

Temps de séjour :

$$t_s = \frac{V}{Qh} = \frac{42}{7,29}$$

$$t_s = \mathbf{5.76 \text{ h} = 6 \text{ h}}$$

La masse de boues dans le bassin d'aération se calcul comme suit:[26]

$$X_a = \frac{L'_0}{Cm} \quad (\text{III.10})$$

$$X_a = \frac{21}{0.5} = 42 \text{ kg/j}$$

La concentration de boues dans le bassin est donc : [26]

$$[X_a] = X_a/V_{BA} = 42/42$$

$$[X_a] = 1 \text{ kg/l}$$

Avec un rendement de : [26]

$$R = \frac{L'_0 - L_s}{L'_0} = \frac{21,125 - 0,875}{21,125}$$

$$R = 96\%$$

Besoins en oxygène

Les bactéries en traitement par boues activées ont besoin d'oxygène d'une part pour la dégradation de la pollution organique, d'autre part pour leur subsistance, qu'on appelle communément, respiration endogène. La quantité théorique d'oxygène nécessaire à cet effet, est la somme de celle nécessaire à la synthèse et à la respiration endogène. Elle est donnée par la relation : [26]

$$Q_{O_2} = (a' \times L_e) + (b' \times X_a) + (4.3 \times N_n) - (2.85 \times C' \times N_{DN}) \text{ kg/j} \quad (\text{III.10})$$

Tels que :

Q_{O_2} : Besoin en oxygène *kg/j*

X_a : Quantité de MVS présente par jour dans le bassin *kg*

$L_e = L'_0 - L_s$: Charge en DBO_5 éliminée par jour *kg/j*

a' : Coefficient en relation avec la fraction d'oxygène consommée pour fournir l'énergie de synthèse de la matière vivante, il dépend de la charge massique
 $a' = 0.66$

4.3 : taux de conversion de l'azote réduit en azote nitrique.

N_n : Flux d'azote à nitrifier.

2.85 : taux de conversion de l'azote nitrique en azote gazeux.

C' : fraction de l'oxygène des nitrates récupérés par dénitrification, soit entre 60 et 70 %.

N_{DN} : Flux d'azote à dénitrifier.

b' : Coefficient cinétique de respiration endogène $b' = 0.06$

$N_n = \text{Flux de } N_{EB} - \text{Flux de N assimilé} - \text{Flux de } N_{ET}$

Avec :

N assimilé = 1% de DBO_5 éliminée

$N_{ET} = 0.5 \text{ mg/l}$ et $N-NO_3^-_{ET} = 1 \text{ mg/l}$

$$N_n = 0.024 - (0.05 \times 23) - (0.05 \times 175 \times 0.001)$$

$$N_n = 1.14 \text{ kg/j}$$

$$N_{DN} = N_n - \text{flux de } (N\text{-NO}_3^-_{ET})$$

$$N_{DN} = 0.94 \text{ kg/j}$$

$$Q_{O_2} = (0.66 \times 23) + (0.06 \times 160) + (4.3 \times 1.14) - (2.85 \times 0.7 \times 0.94)$$

$$Q_{O_2} = 27.81 \text{ kg/j}$$

$$\text{Besoin journalières en } O_2 : \quad q_{O_2} = 28 \text{ kg/j}$$

$$\text{Besoin horaire d'oxygène nécessaire : } q_{O_2} = 28/24 = 1.17 \text{ kg/h}$$

$$Q_{O_2} = 1.17 \text{ kg/h}$$

Les quantités d'oxygène nécessaire pour 1 m³ de bassin d'aération sont donc : [27]

$$Q_b = \frac{Q_{O_2}}{Vba} = \frac{28}{42}$$

$$Q_b = 0,66 \text{ kg/j}$$

Notons que cette dernière valeur est utile pour le calcul de puissance des aérateurs du bassin.

Système d'aération

Nous optons pour les aérateurs de surface à basse vitesse et au flux axial qui est le plus répandu, particulièrement dans le traitement des eaux domestiques

Présente : la simplicité de l'installation et d'utilisation ; leur rendement énergétique ; et leur possibilité de brassage.

Pour sa puissance, nous optons pour des aérateurs qui génèrent une quantité d'oxygène de 1.17 kg/kWh.

$$P_t = 28/1.17 \times 24 = 1 \text{ kW/h}$$

On utilisera donc deux aérateurs $p = 1/2 = 0.5 \text{ kW/h}$ pour chaque aérateur.

III.5.2 Décanteur secondaire-Clarificateur

Le clarificateur a pour but, la séparation du floc biologique de l'eau épurée. Les boues sédimentées au fond du clarificateur sont recyclées 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 pour éventuel épaissement et déshydratation. Nous optons pour un décanteur d'une forme circulaire dont le volume est calculé selon la formule suivante : [27]

$$V_{BD} = Q_p \times t_s \quad (\text{III.12})$$

Avec,

V_{BD} : Volume du clarificateur (m^3) ;

Q_p : Débit de pointe (m^3/h) ;

t_s : Temps de séjour généralement est de 5 min.

Pour un t_s de 5 min : $V_{BD} = 21,87 \times 5/60 = 1,82 \Rightarrow V_{BD} 1,82 m^3$

Enfin le diamètre du clarificateur est exprimé par la formule : $D = \sqrt{\frac{4 \times V}{\pi \times h}}$

D : Diamètre du clarificateur (m) ;

V : Volume du clarificateur (m^3) ;

h : Hauteur du clarificateur tel que $h = 1.5$, on prend $h = 1.5 m$;

$$\text{Donc : } D = \sqrt{\frac{4 \times 1,82}{3,14 \times 1,5}} = 5,82 m \Rightarrow D \cong 6,0 m$$

Les charges éliminées par le traitement secondaire sont calculées à partir du tableau suivant :

Tableau III.6. Rendement du traitement secondaire [27]

Paramètre	MES	DBO ₅	DCO	N	P
Elimination(%)	80	70	80	10	10

Les charges éliminées sont présentées comme suit : [27]

$$DBO_5 = 0,7 \times 20 = 14 \text{ kg/j}$$

$$MES = 0,8 \times 12 = 9,6 \text{ kg/j}$$

$$DCO = 0,8 \times 44,4 = 35,52 \text{ kg/j}$$

$$P = 0,1 \times 1,02 = 0,102 \text{ kg/j}$$

$$N = 0,1 \times 0,024 = 0,0024 \text{ kg/j}$$

Par ailleurs, les charges retrouvées à la sortie du clarificateur sont présentées comme suit : [28]

$$DBO_5 = 22 - 14 = 8 \text{ kg/j} \Rightarrow DBO_5 = 8 \text{ kg/j}$$

$$MES = 12 - 9,6 = 2,4 \text{ kg/j} \Rightarrow MES = 2,4 \text{ kg/j}$$

$$DCO = 44,4 - 35,52 = 8,88 \text{ kg/j} \Rightarrow DCO = 8,88 \text{ kg/j}$$

$$P = 1,02 - 0,102 = 0,918 \text{ kg/j} \Rightarrow P = 0,918 \text{ kg/j}$$

$$N = 0,024 - 0,0024 = 0,0216 \text{ kg/j} \Rightarrow N = 0,0216 \text{ kg/j}$$

Enfin, nous résumons les concentrations des paramètres indicateurs retrouvées à la sortie de la station entières dans le tableau III.7 en utilisant la formule suivante : [28]

$$[\text{Paramètre}] \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = 10^3 \frac{\text{Flux du paramètre} \left(\frac{\text{kg}}{\text{j}} \right)}{\text{Débit journalier} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{j}} \right)} \quad (\text{III. 13})$$

Tableau III.7. Rendement d'épuration à boue activée [29]

Paramètres	DBO ₅	DCO	MES	N	P
Valeurs (mg/l)	30	40	15	35	1
Norme (mg/l)	<40	<120	<40	<40	<15

III.5.3 Traitement des boues

Les boues stabilisées en provenance du digesteur sont aspirées à travers une canalisation souterraine par une pompe et refoulées dans une cuve en polyéthylène. Reliée à une pompe doseuse.

III.5.4 Production des boues

a) Boues en excès

La quantité de boues en excès est déterminée par la formule d'Eckenfelder :

$$\Delta X = S_{\min} + S_{\text{dur}} + (a_m \times L_e) - (b \times S_v) - S_{\text{eff}} \quad (\text{III.14})$$

a_m : biomasse produite par kg de DBO₅ oxydé ;

b : fraction de biomasse détruite par jour ;

S_{\min} : masse de MES minérale de l'eau brute évaluée à 30% de MES totales ;

S_{dur} : masse de MVS difficilement biodégradable évaluée à 17.5 % de MES totales ;

L_e : masse de DBO₅ à éliminer par jour ;

S_v : masse de boues organiques dans le bassin d'aération en kg de MVS ;

S_{eff} : masse de boues évacuées avec l'effluent traité en kg de MES par jour.

Elle dépend des normes de rejet. On adopte souvent 20 mg/L.

Les valeurs de coefficients a_m et b dépendent de la charge massique. En aération prolongée, elles sont considérées respectivement égales à 0.6 et 0.055.

$$S_{\min} = 0.3 \times 336 = 100.8 \text{ kg/j}$$

$$S_{\text{dur}} = 0.175 \times 336 = 58.8 \text{ kg/j}$$

$$L_e = 312 - 24 = 288 \text{ kg/j}$$

$$b \times S_v = 0.055 \times 336 = 14.8 \text{ kg/j}$$

$$S_{eff} = 0.02 \times 1200 = 24 \text{ kg/j}$$

$$\Delta X = 100.8 + 58.8 + 288 - 14.8 - 24 = 293.6 \text{ kg/j}$$

$$\Delta X = 294 \text{ kg/j}$$

b) Concentration de boues en excès

L'indice de MOHLMAN (I_m) donne une idée sur la décantabilité des boues. Quand sa valeur est comprise entre 50 et 150, la décantabilité est bonne. Cet indice donné par l'équation (III.14) représente le volume occupé par un gramme de poids sec de boues après décantation d'une demi-heure dans une éprouvette de 1 litre. [29]

$$I_m = \frac{\text{Volume}}{\text{Résidu sec}} \quad (\text{III.14})$$

Pour la STEP de GP1/Z, on choisira un indice de 65.4 pour calculer la concentration des boues dans le bassin d'aération

$$X_m : \text{Concentration de boues en excès est } [X_m] = \frac{175}{I_m}$$

$$[X_m] = \frac{175}{65.4}$$

$$[X_m] = 2,68 \text{ g/l}$$

c) Débit de boues en excès

$$\text{Ce Débit est donné par : } Q_{exc} = \frac{\Delta X}{[X_m]} = \frac{294}{2.68} = 109.7 \text{ m}^3/\text{j}$$

d) Débit de boues recyclées

Taux de recyclage

Le recyclage des boues se fait par pompage. Il consiste à extraire les boues activées du fond de clarificateur et les envoyer en tête du bassin d'aération, afin de réensemencer celui-ci et d'y maintenir une concentration sensiblement constante en micro-organismes épurateurs. Le taux de recyclage peut varier de 15 à 100% de débit de l'effluent produit. Il est donné par l'expression suivante : [29]

$$Rec = \frac{100[X_a]}{\frac{175}{I_m} - [X_a]} \quad (\text{III.15})$$

Rec : taux de recyclage (%),

$[X_a]$: concentration des boues dans le bassin

$$\text{Donc : } Rec. = \frac{100 \times 48}{109.7 - 48} = 0.99$$

$$\text{Rec} = 47\%$$

Débit des boues recyclées

Il est calculé par la relation suivante : [29]

$$Q_r = \text{Rec} \times Q_j$$

Donc : $Q_r = 0.47 \times 175 = 78.75 \text{ m}^3$

e) Age des boues

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 retirée quotidiennement [29].

Donc : $A_b = \frac{Xa}{DBOe} = \frac{1200}{14} = 85 \text{ jours}$

f) Epaisseur

L'épaisseur constitue la première étape des filières de traitement des boues.

Il sera dimensionné en fonction des charges polluantes éliminées dans les décanteurs primaire et secondaire. [29]

• Volume de l'épaisseur

Le volume de l'épaisseur : $V_E = Q_{exc} \times t_s$

t_s : temps de séjour : 18 h = 0.76 j

$$V_E = 96.07 \times 0.76 = 73.01 \text{ m}^3$$

Enfin le diamètre de l'épaisseur est exprimé par la formule : [29]

$$D = \sqrt{\frac{4 \times V}{\pi \times h}}$$

D : Diamètre épaisseur (m) ;

V : Volume épaisseur (m^3);

h : Hauteur du décanteur tel que $h = 1.5$, on prend $h = 1.5 \text{ m}$; Donc :

$$D = \sqrt{\frac{73.01}{3.14 \times 1.5}} = 3.94 \text{ m} \Rightarrow D = 3.94 \text{ m}$$

Après l'opération d'épaisseur, les boues atteindront une concentration de l'ordre de 80 à 100 g/L, ce qui donnent un débit de boues à la sortie de l'épaisseur de l'ordre de :

$$Q_{BE} = \frac{\Delta X}{100 \left(\frac{\text{g}}{\text{l}}\right)} \text{ et } Q_{BE} = \frac{294 \left(\frac{\text{kg}}{\text{j}}\right)}{100 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} = 2.94 \text{ m}^3/\text{j}, Q_{BE} = 2.94 \text{ m}^3/\text{j}$$

• Déshydratation des boues

La déshydratation a pour but d'éliminer une partie de l'eau de constitution, avec comme conséquence une diminution du volume des boues et une manipulation plus facile pour procéder à leur évacuation.[29]

• **Lits de séchage**

L'épaisseur maximale (H_S) des boues admissible sur les lits de séchage est de 30 cm.

Le temps de remplissage d'un lit est de 5 à 15 jours, on prend $t=10$ jours.

Largeur (b) optimale de 2m ($b=2m$), Longueur (L) de 5 à 10 m ($L=10m$). [29]

• **Volume de lit**

Le volume épandu dans chaque lit est : $V_L = b \times L \times H = 2 \times 10 \times 0.3 = 6m^3$, $V_L = 6 m^3$ [30]

Nombre des lits

Temps de remplissage d'un lit de séchage est : $t_{rempl} = \frac{6}{0.26} = 23 j.$

Durée de séchage 3 à 4 semaines [30]

Le volume de boues extraites pendant 4 semaines est : $V_I = 0.26 \times 42 = 11 m^3$

$n \geq \frac{V_I}{V_L} n \geq \frac{11}{6} = 1.83$ On prend $n = 3 lits$

III.6 Désinfection

Le temps de séjour dans le bassin est : $t_s = (15-30)$ mn, on prend : $t_s=30$ mn

a) Volume de bassin de désinfection

$$V_{BDES} = Q_{pte} \times t_s, \quad V_{BDES} = \frac{21.89 \times 30}{60} = 10.95 \Rightarrow V_{BDES} = 10.95 m^3$$

b Surface horizontale

$$S_h = \frac{V_{BDES}}{H} = \frac{10.95}{2.15} = 5.01 \Rightarrow S_h = 5m^2$$

c) Largeur et longueur du bassin

$$l = \sqrt{\frac{S_h}{2}} = \sqrt{\frac{5}{2}} = 2.5 ; l = 2.5 m.$$

La longueur de bassin $L = \frac{S_h}{l} = \frac{5}{2.5} = 2 m$

III.7. Comparaison des dimensions des ouvrages

Ouvrage	STEP existante	STEP calculé	Observation
Surface du dégrilleur (m ²)	0.016	0.015	Bonne estimation
Nombre des barreaux de dégrilleur	25	31	sous-estimation
Volume du bassin de clarification chimique (m ³)	125	10.95	Surestimation
Volume du bassin d'aération (m ³)	225	42	Surestimation
Volume du bassin de clarification (m ³)	Bassin inexistant	1.82	/
Volume du bassin de désinfection (m ³)	Bassin inexistant	10.95	/
Volume des épaisseurs	Bassin inexistant	73.01	/

Conclusion générale

L'objectif du traitement des eaux résiduaires est l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejets édictées par la législation et pouvant par suite être évacuée sans danger dans le milieu naturel ou bien être utilisée dans le cadre de mesures nécessaires à une bonne gestion de l'eau (recyclage).

En fait, les effluents du complexe GL3/Z peuvent constituer un risque de pollution lorsqu'ils sont déversés sans traitement convenable dans le milieu naturel.

Le procédé de traitement des eaux utilisé au complexe GL3/Z commence par une épuration physique de toutes les eaux admises à la station puis un traitement chimique suivi d'une épuration biologique (boues activées) à faible charge et qui s'achève par une désinfection.

Les analyses préliminaires effectuées au laboratoire du complexe montrent que la DCO maximal $\approx 420 \text{ mg.L}^{-1}$ avec des matières en suspension de 300 mg.L^{-1} et un pH $\approx 8,5$. Après l'application du procédé à boues activées sur cette eau usée, on remarque une nette amélioration dans la qualité des eaux usées traitées.

La vérification des ouvrages existants dans la STEP ont donné une surestimation, puisque la majorité des calculs donnent des dimensions inférieures à ceux existants.

Références bibliographiques

- [1] A.BOUZIDENE & Z.BAAZIZ, Mémoire d'ingénieur, Etude comparative de la désinfection des eaux résiduaires par système d'ozonation et de chloration au niveau du complexe GP1/Z _ARZEW 2005.
- [2] M.BOUZIANI, Livre de l'eau dans tous ses états, Source de vie, Ressource épuisable, Maladies Hydriques et pollution chimique 2006.
- [3] K.TOUIL et E.YADADENE, Etude des unités de traitement des rejets liquides et contrôle de la qualité, Mémoire projet d'étude de fin d'induction. Département de sécurité, Service prévention, Complexe GP1/Z 2005.
- [4] Manuel Opérateur de la STEP-WWT phase I. Document officiel de traitement des eaux sanitaires par boue activées. Département de production, Service fabrication Complexe GP1/Z2003.
- [5] S.COUTURIER, Thèse de doctorat. Etude de la Déshydratation Mécanique Assistée Thermiquement 2002.
- [6] J.PAINCHAUD, PhD. biologiste. Direction des écosystèmes aquatiques, la qualité de l'eau des rivières du Québec, état et tendances. Ministère de l'environnement et de la faune Mars 1997.
- [7] A. Higounet-Nadal, Hygiène, salubrité, pollutions au Moyen Age. L'exemple de Périgueux, 1975, Mouton.
- [8] http://louisemichelbobigny.fr/IMG/pdf/canal_de_l_ourcq.pdf. Consulté le 02/02/2018
- [9] P. Bequart. Station d'épuration : mythe ou réalité, 230, Biofutur, 2013.
- [10] Office International de l'Eau, Procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés. aux petites et moyennes collectivités, Luxembourg, Office des publications officielles des Communautés européennes, 2001.

- [11] <http://ona-dz.org/>. Consulté le 10/02/2018.
- [12] Paulo Martins. Rapport de coopération union Européenne – ALGÉRIE, Édition 2014.
- [13] A. Hannachi, r. Gharzouli, y. Djellouli Tabet. Gestion et valorisation des eaux usées en Algérie, Larhyss Journal (19) 2014 51-62.
- [14] M. BENBLIDIA. L'efficience d'utilisation de l'eau et approche économique. Plan Bleu, Centre d'Activités Régionales PNUE/PAM, Etude nationale, Algérie, 9-12. 2013.
- [15] Manuel d'exploitation de la STEP.
- [16] W. W. ECKENFELDER. Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Technique et Documentation. Lavoisier 1982.
- [17] L'épuration biologique des eaux résiduaires. Technique et Documentation CEBEDOC 1988.
- [18] Mémento Technique de l'Eau. Degrémont. Technique et Documentation Lavoisier 1989.
- [19] Jean-Claude BOEGLIN .Traitements biologiques des eaux résiduaires. Technique de l'ingénieur. Traité Génie des procédés. J 3942.
- [20] J. Bernard et L. Divet. Les techniques d'épuration des eaux usées domestiques en France. TSM n° 6, 1974.
- [21] J. MERMIA. Principes généraux du traitement des eaux résiduaires industrielles. Colloque organisé par la Sté Royale Belge des Ingénieurs et Industriels 2/3 et 5/4 1974.
- [22] JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE n° 26. (2006). Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels, Algérie, p. 4-5.

- [23] <http://www.degremont.com>. Consulté le 25/03/2018.
- [24] Dinh-Huan NGUYEN. Optimisation de la conception et du fonctionnement des stations de traitement des eaux. Thèse de doctorat. Université de Lorraine. 2014.
- [25] Chachuat, B., Roche, N. & Latifi, M.A., 2001b. Nouvelle approche pour la gestion optimale de l'aération des petites stations d'épuration par boues activées. Eau, Industrie, Nuisance, 240, 24-30.
- [26] Nguyen, D.H. et al., 2013b. Optimal aeration - time programming in a wastewater treatment plant. Récents Progrès en Génie des Procédés, N°104, ISBN: 978-2-910239-78-7, Ed.SFGP, Paris, France.
- [27] Yang, X. & Gen, M., 1994. Evolution program for bicriteria transportation problem. In Gen, M. and Kobayashi, T., editors, 16th Int. Conf. on Computers and Industrial Engineering, pages 451–454, Ashikaga, Japan.
- [28] Eckenfelder, W.W., 1991. Gestion des eaux usées urbaines et Industrielles - Caractérisation, Technique d'épuration, aspects économiques. Tech & Doc, Lavoisier.
- [29] Wastewater Engineering- Treatment and Reuse. MetCalf & Eddy, Editions McGraw Hill, 4^{ième} édition, 2003.
- [30] FAO. Irrigation avec des eaux usées traitées, Manuel d'utilisation, FAO, 2003.

Chapitre I

« Station d'épuration de complexe GL3/Z »

Chapitre

Procédés d'épuration des eaux usées

Chapitre

Partie Calculs

Liste des tableaux et des figures

Figure I.1 : schéma de complexe GL3/Z de la station phase 1[1]

Tableau N° II-03. Les moyens d'autocontrôle du complexe GL3Z [2]

Tableau N° II-04. La charge polluante moyenne dans l'eau brute produite par la station

Figure 03. Grille mécanique droite.

Figure 3. Grille mécanique courbe

Figure 4. Bassin de dénitrification puis filtration

Figure 5 : Mécanisme de circulation des boues (Clarificateur)

Figure 6. Capots de succion hydraulique

Figure II.5 : DRAIMAD (Déshydratation des boues)

Tableau III-1 : dimensionnement des ouvrages [7]

Tableau III-2. Différents paramètres à la sortie et l'entrée de STEP du GL3/Z [18]

Tableau III.3. Les valeurs de β suivant la forme des barreaux [21]

Tableau III.4. Rendement de la décantation en présence de coagulation [23]

Tableau III.5. Principaux paramètres de fonctionnement des Stations par boues activées en fonction de la charge appliquée : [24]

Tableau III.6. Rendement du traitement secondaire [27]

Tableau III.7. Rendement d'épuration à boue activée [29]

Résumé

Le rejet des eaux usées dans la nature est l'un de principaux phénomènes de la pollution de l'environnement, d'où la société nationale « SONATRACH » adhère à ce nouveau concept de la protection de l'environnement, allant ainsi de la performance industrielle à la performance environnementale,

Au complexe GL3/Z cette préoccupation est prise en compte dans son programme de mise en œuvre de la normalisation de l'entreprise et les démarches HSE.

Notre étude traite de:

1. faire un calcul technologique et un dimensionnement de la station de traitement à boues activées des eaux usées rejetées par le complexe de GL3/Z
2. Faire une comparaison entre les résultats obtenus et les installations de la STEP existante dans le complexe.

Les calculs en permis de constaté qu'on a Une bonne estimation de surface de dégrilleur et sous estimation des nombre de bareau de ce dernier Et une sur estimation du bassin de clarificateur et du bassin d'ahération,