

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : TECHNOLOGIE
Département : GENIE DES PROCEDES
Domaine : SCIENCES ET
TECHNOLOGIES
Filière : GENIE DES PROCEDES.
Spécialité : GENIE DES PROCEDES
DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master
Thème :

**REDIMENSIONNEMENT DU DÉCANTEUR DE LA STEP DES
EAUX USÉES DE L'ALLELICK- COMMUNE D'EL BOUNI-
ANNABA- ALGÉRIE**

Présenté par : DIABATE Sekou

BONCANA Boubacar

Encadrant : L. LARBI *Grade : MAA* *Université Badji Mokhtar Annaba*

Jury de Soutenance :

EL.K. GUECHI	Pr	UBMA	Présidente
L.LARBI	MAA	UBMA	Encadrante
O.BECHIRI	Pr	UBMA	Examinatrice

Année Universitaire : 2022/2023

SOMMAIRE

Résumés	I
Remerciements	II
Dédicace	III
Nomenclatures	IV
Abréviations et sigles	V
Listes des figures	VI
Listes des tableaux	VII

INTRODUCTION GENERALE	1
------------------------------------	---

CHAPITRE I : PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE	3
--	---

I.1 – Introduction	3
---------------------------------	---

I.2 – Présentation de l'entreprise	4
---	---

I.2.1 – Présentation de l'ONA.....	4
------------------------------------	---

I.2.2 – Description de la STEP de l'Allelick.....	4
---	---

I.2.3 – Etape de traitement des eaux usées au niveau de la STEP de l'Allelick.....	7
--	---

I.2.3.1 – Prétraitement.....	7
------------------------------	---

I.2.3.1.1 – Dégrillage.....	7
-----------------------------	---

I.2.3.1.2 – Dessablage – déshuilage.....	8
--	---

I.2.3.2 – Traitement primaire.....	8
------------------------------------	---

I.2.3.3 – Traitement secondaire ou biologique.....	9
--	---

I.2.3.4 – Clarification.....	10
------------------------------	----

I.2.3.5 – Traitement de boues.....	10
------------------------------------	----

I.2.3.5.1 – Epaississement.....	12
---------------------------------	----

I.2.3.5.2 – Déshydratation.....	13
---------------------------------	----

I.2.3.5.3 – Stabilisation ou digestion.....	13
---	----

I.3 – Quelques problèmes influençant l'efficacité des décanteurs	14
---	----

I.3.1 – Problèmes lors de la conception des décanteurs.....	14
---	----

I.3.2 – Problèmes dans le décanteur dans le décanteur de la STEP de l'Allelick.....	15
---	----

I.4 – Conclusion	16
-------------------------------	----

CHAPITRE II : GENERALITES SUR LES EAUX USEES	17
---	----

II.1 – Généralités sur les eaux usées	17
--	----

II.1.1 – Définition.....	17
--------------------------	----

II.1.2 – Origine des eaux usées.....	17
--------------------------------------	----

II.1.2.1 – Effluents domestiques.....	18
---------------------------------------	----

II.1.2.2 – Eaux usées pluviales.....	19
--------------------------------------	----

II.1.2.3 – Eaux usées agricoles.....	19
--------------------------------------	----

II.1.2.4 – Eaux usées industrielles.....	20
II.2 – Pollution des eaux.....	21
II.2.1 – Définition de la pollution des eaux.....	21
II.2.2 – Les types de pollution et leur impact sur le milieu naturel.....	21
II.2.3 – Paramètres de pollution des eaux usées.....	23
II.2.3.1 - Paramètres organoleptiques.....	23
II.2.3.1.1 – Odeur.....	23
II.2.3.1.2 – Couleur.....	23
II.2.3.2 – Paramètres physico – chimiques.....	23
II.2.3.2.1 – Température.....	23
II.2.3.2.2 – Turbidité.....	24
II.2.3.2.3 – Potentiel hydrique.....	24
II.2.3.2.4 – Conductivité.....	24
II.2.3.2.5 – Matière en suspension.....	24
II.2.3.2.6 – Demande chimique en oxygène.....	25
II.2.3.2.7 – Demande biochimique en oxygène.....	25
II.2.3.2.8 – Biodégradabilité.....	25
II.2.3.2.9 – Carbone organique total.....	26
II.2.3.2.10 – Oxygène dissous.....	26
II.3 – Réutilisation des eaux usées épurées.....	27
II.3.1 – Normes de réutilisation des eaux usées épurées.....	29
II.3.2 - Récapitulatif sur les différentes normes de réutilisation des eaux usées épurées en Algérie.....	30
II.4 – Aperçu sur le processus de décantation et les différents types de décanteurs.....	31
II.4.1 – Aperçu sur le processus de décantation.....	31
II.4.2 - Différents types de décanteurs.....	33
II.4.2.1 – Les décanteurs statiques.....	34
II.4.2.2 – Les décanteurs à contact de boues.....	35
II.4.3 – Problèmes liés à la décantation.....	35
II.5 – Conclusion	36
CHAPITRE III : - REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D’AERATION DE LA STEP ALLELICK.....	38
III.1 - Introduction.....	38
III.2 – Evaluation des charges polluantes.....	38
III.2.1 – Estimation des débits.....	38

a – Débit journalier.....	38
b – Débit moyen horaire.....	39
c – Débit de pointe.....	39
d – Débit diurne.....	40
III.2.2 – Evaluation de la charge polluante.....	40
a – Charge en DBO ₅	40
b – Charge en MES.....	41
III.3 – Dimensionnement du bassin d’aération.....	41
a – Charges polluantes en DBO ₅	41
b – Rendement d’élimination.....	43
c – Volume du bassin d’aération.....	43
d – Masse de boues dans le bassin.....	44
III.3.1 – Besoins théoriques en oxygène.....	48
III.3.2 – Calcul des caractéristiques de l’aérateur.....	51
III.3.3 – Bilan de boues.....	54
III.4 – Discussion.....	59
III.4.1 – Bassin d’aération.....	59
III.4.2 – Bilan de boues.....	60
III.5– Conclusion.....	61
CONCLUSION GENERALE	63
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	64
ANNEXE.....	VIII

Résumé :

La ville de Annaba est une ville industrielle, abritant un grand nombre de population, qui produit une importante quantité d'eau usée qui doit être traitée avant le rejet dans l'Oued Seybouse ou réutilisée pour différents usages. Ce traitement est assuré par la STEP de l'Allelick, qui a été conçue en 2010, pour traiter un effluent de 580700 équivalents habitants.

L'objectif de notre travail est de réétudier le dimensionnement du décanteur de la STEP, plus précisément le bassin d'aération qui est un élément majeur d'une station d'épuration à boue activée. Son dimensionnement et sa performance conditionnent la qualité des eaux usées épurées.

Mots clés : Redimensionnement ; eaux usées ; STEP ; décanteur.

Abstract :

The city of Annaba is an industrial town with a large population, which produces a large quantity of wastewater that has to be treated before being discharged into the Oued Seybouse or reused for a variety of purposes. This treatment is provided by the Allelick WWTP, which was designed in 2010 to treat an effluent of 580,700 population equivalents.

The aim of our work is to re-examine the sizing of the settling tank at the WWTP, and more specifically the aeration tank, which is a major component of an activated sludge treatment plant. Its sizing and performance determine the quality of the treated wastewater.

Key words : Resizing ; wastewater ; WWTP ; settling tank.

بالعربية:

التي الصحي الصرف مياه من كبيرة كمية وتنتج ، الناس من كبير عدد يسكنها ، صناعية مدينة هي عنابة مدينة قبل من العلاج هذا توفير يتم .مختلفة لاستخدامات استخدامها إعادة أو سيبوس واد في تصريفها قبل معالجتها يجب الصحي الصرف مياه لمعالجة 2010 عام في تصميمها تم والتي ، Allelick الصحي الصرف مياه معالجة محطة السكان من 580،700 تعادل التي

دقة أكثر وبشكل ، الصحي الصرف مياه معالجة محطات ترسيب خزان حجم دراسة إعادة هو عملنا من الهدف مياه جودة هي الأداء وظروف تحجيمها .المنشطة الحمأة معالجة محطة في رئيسياً عنصراً يعد الذي التهوية حوض المعالجة الصحي الصرف

.المصفق خطوة؛ ؛ يضيع تحجيم؛ : الرئيسية الكلمات

Remerciements

Tous d'abord nous commençons par remercier ALLAH, Dieu de la création, du vivant et du mort prière et salue sur son bien aimé prophète. Lui qui nous accorde sa miséricorde jour et nuit. Qui nous a permis d'avoir la santé et les moyens nécessaires à la poursuite de nos études, de réaliser ce mémoire de fin d'étude en bonne compagnie. Nous implorons son pardon, sa clémence et sa satisfaction envers notre personne.

Nous remercions sincèrement et avec le plus grand respect notre Directrice de mémoire et encadrante **L. LARBI**, qui nous a été d'une grande aide dans la réalisation de notre mémoire depuis le début par sa présence, son courage, sa disponibilité à toute heure et à tout moment, ses conseils mais aussi son respect envers nous durant le travail ainsi que nos membres de soutenance, **la Présidente du jury Pr EL.K.GUECHI** avec l'examinatrice du mémoire **Pr O. Bechiri**.

Nous remercions toutes ces personnes qui de loin ou de près ont contribué à la réalisation de ce travail et à la finalisation de ce mémoire, que qu'ALLAH vous bénisse.

Dédicaces

Heureux et satisfait du travail réalisé, je me dois d'exprimer mes sincères reconnaissances à toutes ces personnes qui m'ont soutenu depuis toujours mentalement et physiquement ; de près ou de loin. De ce fait, je dédie ce travail particulièrement :

À ceux qui m'ont mis au monde, **Kanté Amy** et **Diabaté Mamadou**, et aussi à mon oncle **Diabaté Youssouf**, eux qui ont toujours cru en moi, qui m'ont inculqué les bonnes valeurs humaines, qui m'ont octroyé une bonne éducation tant religieuse que sociale, qui ont toujours fait plus que le nécessaire pour ma réussite de tous les jours et qui ont fait de moi aujourd'hui l'enfant que je suis. Je Vous aime. Je ne peux que les remercier et prier Allah pour qu'il les accorde une longue vie auprès de nous et le meilleur des deux mondes.

À ma fratrie constituée de personnes merveilleuses, chaleureuses avec les bonnes valeurs humaines: **Diabaté Môgontafé**, **Diabaté Djangou Mamadou**, **Diabaté Djibril Soufran** et **Touré Sanata**. Ceux-là qui font ma fierté, et qui ont toujours cru en mes capacités et qui me donnent le courage d'avancer. Je prie Allah qu'il vous accorde une vie pleine de bonheur avec vos conjoints et le paradis Firdaws.

À mes neveux **Alhassane Keita** et **Zakaria Ahmed Tidiane Fofana**, et mes nièces **Rokia Keita**, **Kadidia Keita**, **Tata Fofana**, **Ada Fofana** et **Touty Fofana** qui me donnent le sourire et le courage de continuer chaque jour pour pouvoir contribuer à leur réussite de demain.

À mes frères et compagnons **Koné Yacouba Tidiani** et **COULIBALY Abdoulaye** qui aujourd'hui, ne sont plus des connaissances mais une famille. Puisse Allah nous accorder le meilleur.

Et enfin à mon frère et binôme **BONCANA Boubacar** qui fut patient et compréhensif tout au long de notre parcours Universitaire.

DIABATE Sekou

NOMENCLATURES

Liste des abréviations et sigles

Ab: Age des boues.

a': besoin pour la synthèse de la biomasse.

b': besoin pour la respiration.

B_{dur}: Matières organiques en suspension difficilement biodégradables

B_{min}: Matières minérales (MM) en suspension apportées par l'effluent (sortie)

C_m: Charge massique.

C_v: Charge volumique.

DBO: Demande biochimique en oxygène.

EH: Equivalent habitant

E_n: puissance de l'aérateur nécessaire

H: hauteur

I_m: Indice de MOHLMAN

l: Largeur du dessableur-déshuileur.

L_e: Charge polluante DBO₅ éliminé.

L_o: Charge polluante en DBO₅ à l'entrée du bassin d'aération.

MES: Matière en suspension.

MM: Matières minérales.

MVS: Matières volatiles en suspension.

N_a: Nombre d'aérateurs.

P_a: Puissance spécifique absorbé

P_b: Puissance de brassage.

Q_{excès}: Débit de boues en excès

Q_j: Débit journalier

Q_p: Débit de pointe.

Q_d: Débit diurne

Q_h: Quantité d'oxygène horaire.

q_{O₂}: La quantité d'oxygène nécessaire par m³ du bassin.

q_{O₂pt}: La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe

Re: Rendement

R: Taux de recyclage

S_h: Surface horizontale.

S_o: Concentration en DBO₅ à l'entrée du bassin d'aération.

S_s: DBO₅ exigée par l'OMS

T: Température.

T_d: Période diurne.

t_s: Temps de séjour.

V: Volume

X_a: Masse totale des boues dans le bassin

[X_a]: La concentration des boues

X_m: Concentration de boues en excès

ΔB: Boues en excès kg/j.

ONA: Office National de l'Assainissement.

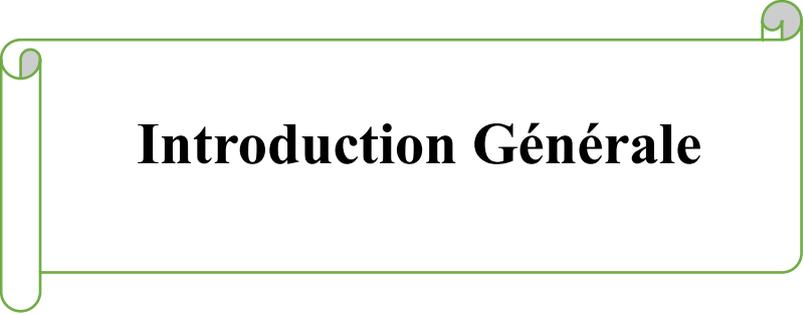
Step: Station d'Épuration des eaux usées

Liste des tableaux

Tableau II.1: Synthèse sur les différents types de pollution et leur impact.....	21
Tableau II.2: Normes de rejets internationaux OMS.....	30
Tableau II.3: Valeurs limites des paramètres de rejets dans le milieu récepteur.....	30
Tableau III.1: Estimation des débits et des charges polluantes.....	41
Tableau III.2: Charge volumique.....	44
Tableau III.3: Charge massique.....	45
Tableau III.4: Besoin pour la synthèse de la biomasse et pour la respiration.....	49
Tableau III.5: Dimensions et performances du bassin d'aération.....	53
Tableau III.6: Bilan de boues.....	58
Tableau III.7: Comparaison et performance du bassin d'aération.....	59
Tableau III.8: Comparaison du bilan de boues	60

Liste des figures

Figure I.1 : Vue aérienne de la STEP.....	6
Figure I.2 : Dégrilleur.....	7
Figure I.3 : Dessableur – déshuileur.....	8
Figure I.4 : Décanteur primaire.....	9
Figure I.5 : Bassin biologique ou bassin d’aération.....	10
Figure I.6 : Clarificateur.....	11
Figure I.7 : Epaisseur.....	12
Figure I.8 : Filtre à presse.....	13
Figure I.9 : Digesteur.....	14
Figure II.1 : Déversement des eaux usées.....	17
Figure II.2 : Eaux usées domestiques.....	18
Figure II.3 : Eaux pluviales.....	19
Figure II.4 : Pollution agricole.....	20



Introduction Générale

Introduction générale :

Chaque vie sur terre (micro-organismes , plantes , animaux , êtres humains....) est principalement constituée d'eau d'où son importance vitale.

Ce n'est pas l'eau qui manque dans notre planète mais la rareté est liée dans la valeur de la qualité de l'eau.

L'Algérie compte parmi les continents les plus touchés par ce fléau et c'est aussi un pays où peu d'importance est accordée à la couverture des services d'assainissement comparée à la couverture des services d'approvisionnement en eau et encore moins d'importance est accordée à l'épuration des eaux. En effet, seulement 20% des eaux usées collectées en Algérie sont traitées, contre une couverture du réseau d'assainissement de l'ordre de 85% [1].

D'après un rapport publié par l'Office National d'Assainissement (ONA) en 2015 [19], l'Algérie compte 120 stations d'épuration qui produisent un volume de 14,6 millions de mètres cubes d'eaux usées épurées par mois.

Les eaux usées issues des industries et des collectivités ne devraient pas être directement rejetées dans le milieu naturel, car sans traitement, elles peuvent engendrer des problèmes environnementaux et de santé publique. Par conséquent, elles devraient être dirigées vers les stations d'épuration qui ont pour rôle de réduire la nocivité ou de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme d'un résidu et de rejeter une eau épurée répondant aux normes admises et cela par des voies ou des procédés physico-chimiques et biologiques.

La réutilisation des eaux usées est une pratique très répandue dans les régions du monde affectées par des pénuries de ressource en eau. En Algérie, cette pratique n'est pas trop développée et le dispositif mis en place ne permet pas d'atteindre les perspectives voulues pour faire face aux problèmes émanant des eaux usées.

Cependant, l'intérêt porté par les pouvoirs publics algériens aux traitements 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 réalisée ou en vie de réalisation. La

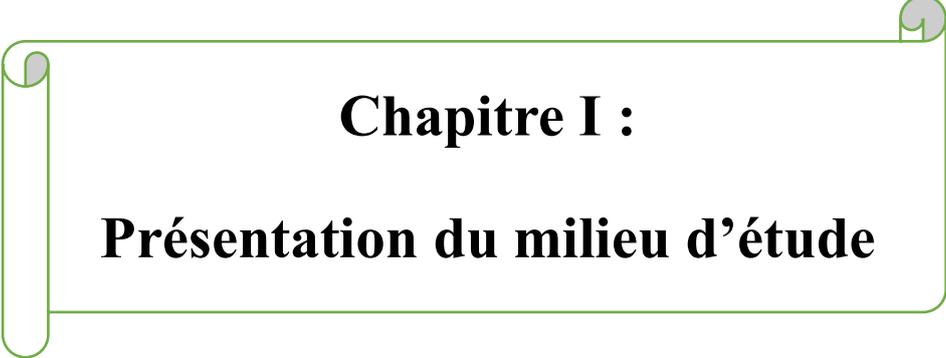
politique de valorisation des eaux usées est nécessaire d'autant plus celles-ci une fois traitées, peuvent constituer une source non négligeable pouvant participer à la réduction du déficit du bilan hydrique par sa valorisation en irrigation.

C'est dans ce sens et dans le but de projet de fin de cycle en Master 2 en spécialité du Génie des Procédés de l'Environnement que s'est inscrit notre étude dont son objectif est de redimensionner le décanteur, plus précisément le bassin d'aération, de la STEP de l'Allelick de la ville de Annaba .Ce choix d'étude de redimensionnement du bassin d'ération est ,d'un côté , parce qu'il est le pilier ou le centre du traitement des eaux usées dans une station d'épuration et , d'un autre côté , parce qu'il faut vérifier le dimensionnement du décanteur à chaque changement de qualité d'eau à traiter et ou à chaque changement de charge polluante à traiter ; la bonne qualité de l'effluent avant le rejet dans l'Oued Seybouse dépend du bon rendement d'élimination du bassin d'aération et de sa capacité à faire un bon traitement biologique.

Cette étude s'est donc faite en stage de courte durée à la step et s'est rédigée dans ce mémoire en trois chapitres:

- Le premier chapitre, réservé à une présentation du milieu d'étude (la STEP de l'Allelick en général et l'ONA en particulier); et aux étapes de traitement des eaux usées dans la STEP;
- Le deuxième chapitre, consacré à une synthèse bibliographique sur les eaux usées et le différents types de décanteurs utilisés en traitement ;
- Le troisième chapitre, attribué à la partie du redimensionnement du décanteur (BA) en le comparant aux résultats des dimensions réelles de la STEP de l'Allelick.

Et pour finir cette rédaction de mémoire, nous ressortons en conclusion nos résultats et l'intérêt de cette étude.



Chapitre I :
Présentation du milieu d'étude

I : PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE**I.1 - INTRODUCTION :**

Annaba est l'une des plus anciennes villes côtières de l'Est de l'Algérie, fondée en 1295 avant J.C., connue sous les noms successifs d'Ubon, Hippo Reguis, Hippone, Bouna, Bled El Aneb, Bône et enfin, Annaba. Elle est située 600 km d'Alger et s'étend sur 1 439 Km² avec 80 km sur le littoral méditerranéen. Ses coordonnées : longitude 7° 40' E et la latitude 36° 30' N. Elle est limitée au sud par la wilaya de Guelma et Souk Ahras, au Nord par la mer méditerranée, A l'Est par la wilaya de EL Tarf, et à l'Ouest par la wilaya de Skikda. Son relief est composé des montagnes, des plateaux et des plaines. Sa population est estimée à 753.706 habitants en 2020, avec un taux d'accroissement de 1 % [1].

La wilaya de Annaba est découpée administrativement en 6 Daïra et 12 communes dont la commune d'El Bouni, qui abrite la station d'épuration de l'Allelick sur laquelle va se consacrer notre étude.

Le climat de la wilaya d'Annaba est de type méditerranéen, humide en hiver et chaud en été. La pluviométrie varie entre 650 et 1000 mm/an et la température moyenne varie entre 14°C et 34°C.

En ce qui concerne les activités industrielles de la wilaya d'Annaba, elle est formée principalement des complexes SIDERURGIQUES d'El Hadjar, FERTIAL (ex ASMIDAL) et FERROVIAL (anciens ateliers de transformation métallique), ainsi que 260 autres unités PME/PMI qui activent dans le domaine de la sous-traitance et dans l'agro-industriel.

I.2 – PRESENTATION DE L'ENTREPRISE :**I.2.1 – Présentation de l'ONA :**

L'office national de l'assainissement (ONA) est un établissement public national à caractère industriel et commercial (E.P.I.C), crée par décret exécutif n° : 01-102 du 21 avril 2001. Il est placé sous la tutelle du Ministère des ressources en Eau.

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.

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 la sauvegarde de l'environnement hydrique ;
- ❖ 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.

1.2.2 - Description de la station d'épuration de l'Allelick :

Le site d'implantation de la station d'épuration de l'Allelick est à la commune d'El Bouni ; elle est définie par l'étude d'assainissement de l'oued Seybouse. La commune en question est située à l'Est de la wilaya de Annaba, elle compte 06 agglomérations secondaires, Sidi Salem, Haï Es Sarouel, Chabbia, Cité 01 Mai 1956, Oued Ennil et Aïn Djebbarra [1], limité :

- Au Nord : par Seraïdi, Annaba ;
- Au Sud : par Sidi Amar, El Hadjar ;
- A l'est : par la wilaya d'El Tarf ;
- Et à l'ouest : par Barrahel, Oued El Aneb.

La station d'épuration de l'Allelick, située à 05 kilomètres au Sud de la ville de Annaba, elle est fonctionnelle depuis Juillet 2010 et sa gestion est confiée à l'office national d'assainissement (ONA) depuis juillet 2012, à raison de traiter environ : 5 924 m³/h soient 1,64 m³/s au temps sec et 8 884 m³/h soient 2,46 m³/s au temps de pluie. La station est implantée sur un terrain agricole de 7.8 Hectares avec un volume de 83 620m³, une capacité 580 700 équivalent/habitant (674 000 éq/h à l'horizon en 2035). Elle utilise le procédé de culture libre, « boue activée », comme procédé d'épuration.

Elle est réalisée afin de protéger le bassin versant de la mer méditerranéenne à travers l'effluent qui est le milieu récepteur de l'Oued Seybouse qui joue un rôle important dans le cadre écologique et économique dans la région du nord-Est de l'Algérie.

Le site présente les avantages suivants :

- ❖ Facilité d'accès;
- ❖ Présence de la ligne électrique à basse tension à proximité ;
- ❖ Il est non inondable.

L'alimentation en eau potable est assurée par un réseau de 1.205 Km de longueur. Les ressources mobilisées sont de l'ordre de 92,6 millions de m³ /an et proviennent des eaux superficielles et souterraines.

En ce qui concerne l'assainissement, elle est assurée par un réseau de 1.033 Km de longueur de type unitaire (c'est-à-dire, englobe tous en même temps : les égouts, les rejets industriels, individuels...etc.) [1]. Les eaux usées de la STEP proviennent de :

- la ville de Annaba Ø1200.
- El Bouni Ø700.
- Sidi Salem Ø600.



Figure I.1: Vue aérienne de la STEP

I.2.3 – Etapes de traitement des eaux usées au niveau de la STEP à boue activée de l'Allelick

Le traitement des eaux usées au niveau de la STEP à boue activée de l'Allelick passe par plusieurs étapes :

- Prétraitement (dégrillage et déshuilage – dessablage) ;
- Traitement primaire (décantation primaire des matières solides en suspension dans l'eau) ;
- Traitement secondaire ou biologique (bassin d'aération et décantation) ;
- Traitement de boues (épaississement, déshydratation et stabilisation ou digestion, et les boues proviennent des décantations primaires et secondaires).

I.2.3.1 – Prétraitement

I.2.3.1.1 – Dégrillage :

Le dégrillage est le premier poste du traitement résiduaire. C'est l'opération qui consiste à retenir l'ensemble des matières volumineuses et des déchets qui peuvent être contenus dans les eaux usées. Cette opération est assurée par une grille métallique à commande automatique qui, par des mouvements de va-et-vient de bas vers le haut, permet :

- ❖ De protéger les ouvrages en aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des colmatages ;
- ❖ De séparer et évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute et qui pourraient nuire à l'efficacité du traitement.
- ❖ Le dégrilleur peut être plus ou moins efficace selon l'écartement entre les barreaux de la grille. Donc un dimensionnement est nécessaire.



Figure I.2 : Dégrilleur

I.2.3.1.2 – Dessablage – Déshuilage

Dans la STEP d'Allelick, ces deux procédés se font dans le même bassin.

Le dessablage est une opération qui consiste à retenir les sables entraînés par l'écoulement. Il a pour but d'éviter le colmatage des canaux au cours de l'acheminement

de l'eau ; cette opération ne concerne que les particules de granulométrie supérieure à 200 μm .

Quant au déshuilage, c'est une opération de séparation liquide – liquide. Il vise à éliminer la présence de corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient par la suite.



Figure I.3 : Dessableur – déshuileur

I.2.3.2 – Traitement primaire

Les effluents, après le prétraitement, conservent une charge polluante dissoute et des matières en suspension. Les procédés de traitement primaire sont physiques, comme la décantation. Ces traitements éliminent 50 à 60% des matières en suspension.

Dans la plupart des stations d'épuration dans le monde et plus précisément en Algérie, on effectue deux décantations : l'une sur les eaux issues du prétraitement et l'autre après le traitement biologique. 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 dans la décantation primaire contiennent une forte proportion de matières organiques (de 20 à 30% de matières sèches et 6 à 30% de matières grasses). Ces boues

présentent un aspect non homogène, elles sont généralement brunes et d'odeurs désagréables.

Pour faciliter la précipitation des matières organiques de diamètre inférieur à 0,2 mm, on fait circuler lentement l'eau dans le bassin de décantation dont il est raclé ou aspiré périodiquement les matériaux rassemblés au fond.



Figure I.4 : Décanteur primaire

I.2.3.3 - Traitement secondaire ou biologique

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. 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 comme : 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.

En Algérie, 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 filière des boues. L'action des bactéries dans le réacteur nécessite de l'oxygène.

Les techniques couramment utilisées dans le traitement biologique sont :

- ✓ Les boues activées ;
- ✓ Les lits bactériens (bactéries fixées) ;
- ✓ Les bios filtres (bactéries fixées).

Dans la STEP de Allelick le traitement a eu lieu dans des réacteurs où les microorganismes purifiés entrent en contact avec l'effluent à épurer. En se nourrissant de matière en continue ou semi-continue, les microorganismes se nourrissent de matières organiques en absorbant des contaminants décomposables de la masse bactérienne.



Figure I.5 : Bassin biologique ou bassin d'aération

I.2.3.4 – Clarification

La clarification permet de séparer par décantation l'eau épurée des boues secondaires issues du traitement biologique. 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.



Figure I.6 : Clarificateur

I.2.3.5 – Traitement de boues

Le traitement d'un mètre cube (m^3) d'eaux usées produit 350 à 400 grammes de boues. Les boues, qui proviennent des décantations primaires et secondaires et généralement liquides, contiennent une très grande proportion de matières organiques. Elles sont donc très fermentescibles et susceptibles de causer des nuisances.

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

- Epaissement pour réduire leur volume ;
- Déshydratation, séchage thermique ou incinération ;
- Diminution de leur pouvoir de fermentation par stabilisation biologique, chimique ou thermique (rajout de chaux).

Dans la station d'épuration d'Allelick, le traitement de boues se fait par :

- Epaissement ;
- Déshydratation.
- Stabilisation ou digestion

I.2.3.5.1 – Epaissement

C'est la première étape de traitement des boues, qui s'opère généralement avant le mélange des boues issues des décantations primaires, secondaires et voire tertiaires s'il y a eu lieu. Afin de faciliter la séparation des phases solides et liquides des boues, on ajoute un flocculant de synthèse ou des minéraux (chaux, sels de fer d'aluminium).

L'épaissement permet de réduire trois à six fois le volume des boues, réduisant ainsi le coût de transport et de stockage. Il 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.

Cet épaissement peut se faire également par flottation, basée sur l'injection de gaz dans les boues, ce qui permettra de séparer les phases liquides et solides des boues par différence de densité. Cette étape a pour effet d'augmenter la proportion en matières sèches dans les boues et à sa sortie, elles sortent avec une siccité de 4 à 6%, donc sont encore liquides.



Figure I.7 : Epaisseur

I.2.3.5.2 – 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.

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



Figure I.8 : Filtre à presse

I.2.3.5.3 – Stabilisation ou digestion

La stabilisation est un procédé de digestion anaérobie mésophile à 30°. Elle vise les objectifs suivants :

- Stabiliser la boue ;
- Réduire le volume de la boue ;
- Produire une boue de bonne qualité agronomique ;
- Récupérer du biogaz (méthane) valorisable.

On distingue:

- La stabilisation aérobie qui consiste d'apporter de l'oxygène aux boues par l'intermédiaire de turbines ou d'insufflateurs type vibrafi afin de favoriser l'oxydation de la matière organique constitutive des boues.
- La stabilisation anaérobie, ou fermentation méthanique, où les boues fermentent à l'abri en générant du biogaz ($\text{CO}_2 + \text{CH}_4$) [17].



Figure I.9 : Digesteur

I.3 – QUELQUES PROBLEMES INFLUENÇANT L'EFFICACITE DES DECANTEURS :

Ils sont multiples et se situent au niveau de plusieurs points :

I.3.1 – Problèmes lors de la conception des décanteurs :

Ils sont liés :

- **Charge solide excessive :** Si la quantité de particules solides à séparer dépasse la capacité du décanteur, cela peut entraîner une diminution de l'efficacité. Les particules peuvent s'accumuler dans le décanteur, réduisant ainsi la clarté de l'eau traitée ;
- **Taille inappropriée des particules :** Les décanteurs sont conçus pour séparer des particules de tailles spécifiques. Si les particules sont trop petites, elles peuvent ne pas se déposer correctement et être entraînées avec l'eau clarifiée. Contrairement, si elles sont trop grosses, elles peuvent ne pas se séparer efficacement et rester en suspension dans l'eau ;
- **Vitesse du flux :** Une vitesse d'écoulement inadéquate peut influencer l'efficacité des décanteurs. Si le flux est trop élevé, les particules peuvent être

entraînées avec l'eau clarifiée. Tandis que si le flux est trop petit, les particules peuvent ne pas se déposer correctement et rester en suspension ;

- **Forme et conception du décanteur** : La conception du décanteur, y compris sa forme et ses dimensions, jouer un rôle important dans son efficacité. Une mauvaise conception peut entraîner des zones mortes où les particules peuvent être s'accumuler et compromettre l'efficacité du décanteur ;
- **Maintenance inadéquate** : Un manque d'entretien du décanteur peut entraîner l'accumulation de boues et des dépôts. Donc, il est important d'y faire un nettoyage régulier et de retirer les matériaux accumulés.

Il est très essentiel de prendre ces problèmes en compte lors de la conception du décanteur afin de garantir une efficacité optimale dans le traitement des eaux usées.

I.3.2 – Problèmes dans le décanteur étudié de la STEP de l'Allelick :

- **Accumulation excessive de boues** : Si les boues ne sont pas correctement extraites ou si le système de vidange est obstrué, elles peuvent s'accumuler excessivement pour ainsi réduire son efficacité et affecter sa capacité à séparer les solides du liquide ;
- **Colmatage** : C'est un problème très fréquent dans les décanteurs. Les particules solides peuvent s'accumuler sur les surfaces internes du décanteur notamment sur les plaques inclinées ou les tubes de décharge, réduisant ainsi le débit d'écoulement et perturbant la séparation des solides ;
- **Contraintes mécaniques** : Les décanteurs sont soumis à des contraintes mécaniques en raison des charges de processus, de la pression hydraulique ou d'autres forces externes. Si celles-ci dépassent les limites de résistance du matériau du décanteur, des fissures peuvent se former ;
- **Vibration** : Les vibrations excessives peuvent causer des dommages aux décanteurs. Cela peut être dû à une mauvaise isolation des équipements adjacents, à des vibrations induites par les pompes ou d'autres sources de vibrations présentes dans l'environnement de la STEP. Les vibrations répétitives peuvent également entraîner des fissures dans les décanteurs.

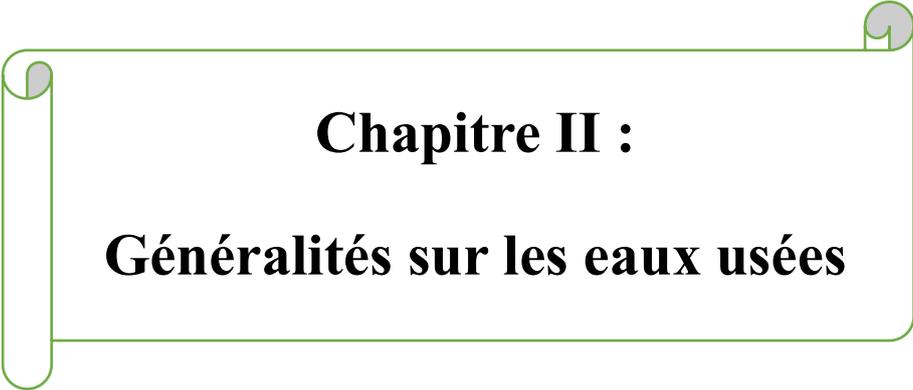
- **Produits chimiques agressifs** : Certains produits chimiques utilisés dans le processus de traitement des eaux usées peuvent être corrosifs ou réactifs, ce qui peut endommager les matériaux du décanteur et éventuellement conduire à des fissures.

En cas de fissures dans les décanteurs dans la STEP, il faut impérativement les réparer pour éviter une détérioration supplémentaire et assurer le bon fonctionnement du processus de traitement des eaux usées. Des inspections régulières, une maintenance adéquate et des mesures de prévention appropriées peuvent aider à minimiser les risques de fissures dans les décanteurs et ainsi avoir une très bonne efficacité.

I.4 – CONCLUSION

Les eaux usées de différentes compositions et de diverses origines constituent un problème pour la nature lors du rejet sans subir de traitements au préalable. Afin de montrer l'intérêt de leur épuration, nous avons présenté dans ce chapitre, les différentes étapes utilisées pour l'épuration ainsi que l'importance des stations d'épuration. Nous avons exposé les problèmes recensés influençant l'efficacité des décanteurs et diagnostiqué ceux observés dans celui de la STEP de l'Allelick.

A partir de cette inspection nous passons au deuxième chapitre littéral sur les eaux usées, l'intérêt de leur réutilisation après leurs traitements et les différents décanteurs utilisés et plus précisément le type utilisé dans la STEP en étude.



Chapitre II :
Généralités sur les eaux usées

II : Généralités sur les eaux usées

II.1 - Les eaux usées :

Les eaux usées sont des eaux dont les caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques sont dégradées à partir des sources domestiques, industrielles et pluviales qui contiennent des matières en suspension (MES), les matières à l'origine de la demande biochimique en oxygène (DBO) ou de la demande chimique en oxygène (DCO) [2].

II.1.1 – Définition :

Les eaux usées sont des liquides de composition hétérogène, chargées de matières minérales ou organiques, pouvant être en suspension ou en solution, et dont certaines peuvent avoir un caractère toxique. Les eaux usées, qui sont un mélange de plusieurs types d'eaux et pour éviter la pollution, sont acheminées par un réseau d'assainissement vers une station d'épuration pour y être traitées et si possible réutilisées. Avant le choix d'une filière de traitement, il est essentiel de connaître la composition des eaux usées.[2]



Figure II.1 : Déversement des eaux usées

II.1.2 – Origine des eaux usées

Comme l'eau est très utilisée par l'homme dans plusieurs domaines, cela implique une formation d'eaux usées en différentes concentrations d'impuretés.

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue quatre (4) catégories d'eaux usées :

II.1.2.1 - Les effluents domestiques :

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

Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales ; ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension.

Elles proviennent essentiellement :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides) et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses ;
- Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;
- Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées ;
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires, très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganismes [3].



Figure II.2 : Eaux usées domestiques

II.1.2.2 - Les eaux usées 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 toute sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des déchets végétaux, etc... et toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...) [4]



Figure II.3 : Les eaux usées pluviales

II.1.2.3 - Les eaux usées agricoles :

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur des ressources en eau. Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- Apport des eaux de surface de nitrate et de phosphate utilisés comme engrais
- Apport de pesticides chlorés ou phosphorés de désherbants d'insecticides
- Apport de sulfate de cuivre de composés arsenicaux destinés à la protection des plantes. [2]



Figure II.4 : La pollution agricole

II.1.2.4 - Les eaux usées industrielles

Les déchets et les effluents industriels définissent largement la qualité et le taux de pollution de ces eaux usées. Les établissements industriels utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en très faible partie, le reste est rejeté. On peut néanmoins, faire un classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent :

- Pollution due aux matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés....) ;
- Pollution due aux matières en solution minérales (usine de décapage, galvanisation...)
- Pollution due aux matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissages, pâte à papier...)
- Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, produits pharmaceutiques...)
- Pollution due aux rejets toxiques (déchets radioactifs non traités, effluents radioactifs des industrie nucléaires...) [3].

II.2 - POLLUTION DE L'EAU

II.2.1 - Définition de la pollution des eaux

Définition de la pollution donnée par la Directive européenne 2000/60/CE du 23 octobre 2000 : « Introduction directe ou indirecte, par suite de l'activité humaine, de substance ou de chaleur dans l'air, l'eau ou le sol, susceptibles de porter atteinte à la santé humaine ou à la qualité des écosystèmes aquatiques ou des écosystèmes terrestres, qui entraînent des détériorations aux biens matériels, une détérioration ou une entrave à l'agrément de l'environnement ou à d'autres utilisations légitimes de ce dernier » [4].

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation douteuse et ou perturbe l'écosystème ; elle peut concerner les eaux superficielles et ou les eaux souterraines) [2].

II.2.2 - Les types de la pollution et Impact sur le milieu naturel

Le tableau ci-dessous récapitule les différents types de pollution et leur impact sur l'environnement.

Tab. II.1 : Synthèse sur les différents types de pollution et leur impact [2], [4]

Types de pollution	Impact sur le milieu naturel
Pollution insoluble	
Phase polluante solide (minérale et/ou organique) : Débris grossiers Matières en suspension Matières non colloïdales Matières colloïdales Phase polluante (organique) : Non dispersée Dispersée (émulsion)	Nuisances esthétiques Dépôt des sédiments Diminution de la photosynthèse Diminution des transferts d'oxygène
Phase soluble	
Pollution de nature minérale : Acidité ou basicité Oxydants ou réducteur (chrome, cyanure, sulfate...) Sels toxiques (métaux lourds : Cu, Pb, Zn, Cd, Hg...) Formes minérales de l'azote (ammonium, nitrites, nitrates) et du phosphore (phosphates) Pollution de nature organique : Biodégradable Non biodégradable	Toxicité aiguë entraînant une mortalité rapide Toxicité différée par bioaccumulation (trouble du métabolisme des espèces) Eutrophisation : prolifération surabondante d'algues, toxicité

Formes organiques de l'azote(urée) et du phosphore Substances toxiques (phytosanitaires, hydrocarbures, polycycliques aromatiques, composés phénolés...)	Consommation de l'oxygène dissous (mortalité des poissons par asphyxie) Contamination des chaînes trophiques Eutrophisation (déséquilibre de l'écosystème, altération de la qualité de l'eau) Toxicité à long terme (trouble de la reproduction des espèces)
Pollution thermique	Diminution de l'oxygène dissous, modification de l'écosystème
Pollution microbiologique	Présence des germes pathogènes et de virus, dangereux pour l'homme et les animaux

II.2.3 - Paramètres de pollution des eaux usées :

Pour une meilleure appréciation de la composition des eaux usées, il existe des critères d'évaluation de la pollution qui sont : la température de l'eau, le potentiel hydrique (pH), la conductivité électrique, les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote, le phosphore et autres critères microbiologiques tels que les coliformes fécaux. On trouve aussi les métaux lourds qui peuvent représenter une nuisance potentielle [2].

II.2.3.1 - Paramètres organoleptiques

II.2.3.1.1 - Odeur

Les eaux d'égout fraîches normales ont une odeur démoisie qui n'est normalement pas gênante, mais après un délai de 3 ou 4 heures, tout l'oxygène dissous présent dans les eaux d'égout est épuisé et il commence à se dégager une mauvaise odeur due au sulfure d'hydrogène et à d'autres composés de soufre produits par les micro-organismes anaérobies [7].

II.2.3.1.2 - Couleur :

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

(composés organiques colorés). La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seuil du domaine du visible.

La couleur des eaux usées est généralement grisâtre qui devient noirâtre avec le temps.

II.2.3.2 - Paramètres physico-chimiques

II.2.3.2.1 - Température

Généralement, la température des eaux usées est plus élevée que celles des eaux potables, en raison de l'ajout d'eaux chaudes des ménages et des industries.

Quand la température augmente, la viscosité augmente ce qui a pour conséquence de précipiter les matières en suspensions. Les températures extrêmement basses affectent défavorablement l'efficacité de la sédimentation [7].

II.2.3.2.2 - La turbidité

La turbidité des eaux usées dépend de la quantité des matières en suspensions. L'essai de turbidité est employé pour indiquer la qualité de matière colloïdale. La turbidité dépend de la concentration des eaux d'égout ou des eaux résiduaires. Plus forte est sa concentration, plus grande est sa turbidité.[7]

II.2.3.2.3 - Potentiel hydrique

L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H_3O^+ (notée H^+ pour simplifier). De manière à faciliter cette expression ; on utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ion H^+ : c'est le pH [6].

II.2.3.2.4 - Conductivité

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution. Sa mesure est indispensable dans le cas d'une réutilisation des eaux usées en irrigation [6].

II.2.3.2.5 - Matière en suspension

Les matières en suspension (MES) constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée. Elles peuvent être composées de particules de sable, de terre et de sédiment arrachées par l'érosion, de divers débris apportés par les eaux usées ou les eaux pluviales très riches en MES, d'êtres vivants planctoniques (notamment les algues). Elles correspondent à la concentration en éléments non dissous d'un échantillon. [8]

L'abondance des matières en suspension dans l'eau favorise la réduction de la luminosité et abaisse la production biologique du fait, en particulier, d'une chute de l'oxygène dissous consécutive à une réduction des phénomènes de photosynthèse.

II.2.3.2.6 - La demande chimique en Oxygène

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale. Ainsi, par la mesure de la DCO, on pourra évaluer la charge polluante d'une eau usée en matières organiques avant et après un traitement physique, chimique ou biologique afin de contrôler le fonctionnement d'une STEP et l'activité des microorganismes [8].

II.2.3.2.7 - La demande biochimique en Oxygène

La demande biochimique en oxygène (DBO) est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques. La détermination de la DBO sert à évaluer la concentration des polluants organiques dans les entrées et sorties de station d'épuration biologique, c'est-à-dire à mesurer le rendement. [8]

II.2.3.2.8 - La biodégradabilité

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

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K , tel que $K = DCO/DBO_5$, selon la littérature [6] :

- Si, $K < 1.5$: Cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables.
- Si, $1.5 < K < 2.5$: Cela signifie que les matières oxydables sont biodégradables.
- Si, $2.5 < K < 3$: Les matières oxydables sont peu biodégradables.
- Si, $K > 3$: Les matières oxydables sont non biodégradables.

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

La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique [6].

II.2.3.2.9 - Carbone Organique total

Détermine des propriétés variables du carbone organique dissous et particulaire, du carbone organique provenant de substances volatiles et du carbone minéral dissous [2].

II.2.3.2.10 - Oxygène dissous

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est en fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l. Elle est en fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l [2].

II.3 – REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES

Plus la demande en eau croît, plus les ressources en eau se raréfient alors que simultanément, le volume d'eau rejeté s'accroît.

L'objectif principal de la réutilisation des eaux usées est non seulement de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité en accélérant le cycle d'épuration naturelle de l'eau, mais également d'assurer l'équilibre de ce cycle et la protection du milieu environnant. Le traitement de l'eau usée doit être complété pour adapter la qualité des eaux pour la rendre compatible avec l'usage prévu.

Par définition, la réutilisation des eaux usées est une action volontaire et planifiée qui vise la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler des déficits hydriques.

En d'autres termes, la réutilisation des eaux est l'emploi nouveau des eaux de deuxième main pour un usage différent de celui de son premier grâce à des actions volontaires.

La réutilisation des eaux usées épurées peut être réalisée de manière directe ou indirecte :

- Elle est dite directe quand l'eau ne revient jamais dans le milieu naturel ; les eaux épurées sont directement acheminées de la station d'épuration à l'usine de traitement pour l'eau potable. L'unique exemple dans le monde de réutilisation directe se trouve en Afrique, à Windhoek, capitale de la Namibie [9].
- La réutilisation est indirecte et non planifiée quand les eaux épurées sont rejetées dans un cours d'eau ou une réserve souterraine qui sert à l'alimentation d'une usine de traitement, sans que ce lien soit volontaire. Tandis qu'elle est indirecte et planifiée quand elle consiste à rejeter des effluents de station volontairement en amont d'une usine de traitement, au niveau du plan d'eau ou de la nappe qui sert d'ultime réservoir naturel avant le pompage et le traitement [10].

La réutilisation des eaux usées épurées a pour avantages de :

- Protéger l'environnement, qu'il soit marin, lacustre ou souterrain, afin de permettre le maintien d'usages ou de biodiversités en aval.

- On peut ainsi bâtir un projet de réutilisation en vue d'une limitation du rejet dans l'environnement, voire atteindre un rejet zéro dans le milieu ;
- Préserver la ressource pour faire face à une situation de stress hydrique [11].

A cause de la diversité du climat, de la géologie et de la géographie, du type de sols et de cultures, et surtout du contexte économique, politique et social de chaque pays, qu'il n'existe pas une réglementation commune à l'échelle en ce qui concerne la réutilisation des eaux usées.

Cependant, l'OMS, la FAO, l'USPEA et d'autres organismes et gouvernements ont établi des normes de réutilisation des eaux usées à l'échelle internationale que beaucoup de pays à travers le monde prennent comme source d'inspiration.

Les recommandations de l'USEPA concernent tous les usages envisageables pour des eaux usées épurées (usage urbain, agricole, industriel, recharge de nappe, etc.) ce qui en fait un outil puissant. Plusieurs paramètres sont pris en compte : le pH, la Demande biologique en oxygène, la turbidité ou les solides en suspension et les coliformes fécaux. Il faut retenir que seul le facteur "coliformes fécaux" permet de juger de la qualité microbiologique.

Le pH est toujours fixé entre 6 et 9. La turbidité ne doit pas dépasser en général 2 NTU. La DBO maximale est fixée soit à 10 mg/l, soit à 30 mg/l, selon les usages. Les coliformes fécaux doivent être soit en concentration inférieure à 200 CF/100 ml (pour l'irrigation avec restriction, les usages paysagers, industriels et environnementaux), soit à un niveau de non-déteçtabilité (pour l'irrigation sans restriction, la baignade et la réutilisation indirecte pour l'eau potable). Enfin, ce qui est un des aspects les plus drastiques des normes de l'USEPA, dans la plupart des cas il est imposé une norme en chlore résiduel de 1 mg/l.

Celles de l'OMS publiées en 2006 [13], tiennent compte des situations locales et privilégient les moyens à prendre pour réduire au minimum les risques sanitaires posés par ces eaux. Par conséquent, les normes de l'OMS ne concernent que l'usage agricole, donc il y a un vide juridique pour les autres usages.

En ce qui concerne la réutilisation des eaux usées en Algérie, cette technique est utilisée surtout en agriculture. Ceci nécessite dans un premier temps d'identifier et de quantifier les volumes d'eaux usées rejetées par les agglomérations à travers le pays. Le volume d'eaux usées rejetées annuellement par les agglomérations dépassant 20.000 habitants est estimé à 58 300 m³ par an. La réutilisation des eaux usées pour l'irrigation concerne en priorité les zones déficitaires en eau naturelle qui devient de plus en plus rare [12].

II.3.1 - Les normes de réutilisation des eaux usées épurées :

➤ Normes microbiologiques :

La norme Algérienne représente un bon compromis entre les recommandations de l'OMS et celles plus sévères de l'USEPA [14].

➤ Normes physico-chimiques :

En ce qui concerne les normes physico-chimiques, l'Algérie a suivi avec rigueur les directives de la FAO [14].

Ces normes ont pour objectif de :

- ✓ Protéger le public et les ouvriers agricoles ;
- ✓ Protéger les consommateurs des produits agricoles ;
- ✓ Protéger les ressources en eau superficielle et souterraine et les sols ;
- ✓ Protéger le matériel d'irrigation ;
- ✓ Maintenir des rendements acceptables [15].

II.3.2 - Récapitulatif sur les différentes normes de réutilisation des eaux usées épurées en Algérie

Tab.II.2- Normes de rejets internationales OMS [15]

Paramètres	Unité	Normes utilisées (OMS)
pH	-	6.5 – 8.5
DBO ₅	mg/l	< 30

DCO	mg/l	< 90
MES	mg/l	< 20
NH ₄ ⁺	mg/l	< 0.5
NO ₂ ⁻	mg/l	
NO ₃ ⁻	mg/l	< 1
P ₂ O ₅	mg/l	< 2
Température T	°C	< 30
Couleur	-	Incolore
Odeur	-	Inodore

Tab.II.3- Les valeurs limites des paramètres de rejet dans le milieu récepteur [15]

Paramètres	Valeurs limites	Unités
Température	30	°C
pH	6.5 – 8.5	-
MES	30	mg/l
DBO ₅	30	mg/l
DCO	90	mg/l
Azote	30	mg/l
Phosphates	0.2	mg/l
Phosphore total	10	mg/l
Cyanures	0.1	mg/l
Aluminium	0.3	mg/l
Calcium	0.2	mg/l
Fer	03	mg/l
Manganèse	01	mg/l
Mercure total	0.01	mg/l
Nickel total	0.5	mg/l
Plomb total	0.5	mg/l

Cuivre total	0.5	mg/l
Zinc total	0.3	mg/l
Huiles et grasses	20	mg/l
Hydrocarbures totaux	10	mg/l
Indice phénol	0.3	mg/l
Fluor et composés	15	mg/l
Etain total	0.2	mg/l
Composés organiques	05	mg/l
Chrome total	0.5	mg/l
Chrome III ⁺	03	mg/l
Chrome VI ⁺	0.1	mg/l
Solvants organiques	20	mg/l
Chlore actif	01	mg/l
PCB	0.001	mg/l
Détergents	02	mg/l
Tensioactifs anioniques	10	mg/l

En conclusion, la réutilisation des eaux usées épurées est considérée comme une méthode pour réduire les pénuries d'eau, en particulier dans l'activité agricole. L'organisation mondiale de la santé et la République algérienne ont adopté des règles pour la réutilisation des eaux usées notamment en agriculture pour la protection de l'environnement et en même temps assurer la sécurité des consommateurs.

La réutilisation des eaux usées épurées dans le domaine agricole ; en irrigation sans respecter les normes de l'OMS et JORA peut avoir des conséquences négatives sur la santé des consommateurs et des agriculteurs qui sont en contact avec ces eaux sanitaires. L'environnement peut également être touché par les eaux usées traitées qui ne sont pas dans les normes comme les ressources hydriques superficielles et souterraines.

C'est pour ces raisons que nous avons effectué notre fin d'études en spécialité de Génie des procédés de l'environnement au service du public en exploitant nos acquis

scientifiques afin de vérifier ne serait que, vu la durée de notre stage, le dimensionnement du décanteur car il est quand même l'un des piliers au bon ou non aboutissement de traitements efficaces des eaux usées de la STEP Allelick.

II.4 – APERÇU SUR LE PROCESSUS DE DECANTATION ET LES DIFFERENTS TYPES DE DECANTEURS

II.4.1 – Aperçu sur le processus de décantation :

La décantation est une étape clé dans le traitement des eaux usées. C'est un processus qui permet de séparer les particules solides en suspension dans les eaux usées afin de les éliminer avant le rejet ou la réutilisation de l'eau traitée et c'est un procédé basé sur la pesanteur.

Les quatre étapes du processus de décantation dans le traitement des eaux usées sont :

- a. **Coagulation/floculation** : Avant la décantation, des produits chimiques de coagulation et de floculation sont ajoutés sur l'eau usée pour faciliter la formation des floes. Les coagulants sont pour neutraliser la charge électrique des particules solides et favoriser leur agglomération, tandis que les floculants sont pour agglomérer les particules en floc plus gros et plus lourds.
- b. **Décantation primaire** : L'eau prétraitée est introduite dans un bassin de décantation, encore appelé clarificateur ou décanteur primaire. Elle y est laissée reposer pendant quelques heures pour que les particules solides se déposent au fond du bassin sous l'effet de la gravité. Ils se forment au fond du clarificateur une couche de boue ou de sédiments, tandis que l'eau clarifiée se trouve en surface.
- c. **Élimination des sédiments** : Après que la décantation primaire soit complète, la couche de boue accumulée au fond du bassin est éliminée. Cette élimination est possible à l'aide de racleurs mécaniques qui enlèvent les sédiments vers un point de collecte.
- d. **Décantation secondaire** : C'est une étape qui est facultative dans certains systèmes de traitement des eaux usées mais qui est ajoutée pour une meilleure clarification de l'eau. Cela nécessite alors l'utilisation de bassins de décantation

supplémentaires pour une décantation plus poussée des particules solides résiduelles. [16]

Après la décantation, l'eau clarifiée peut être soumise à d'autres étapes de traitement pour éliminer les contaminants restants, tels que la désinfection pour éliminer les bactéries et les virus et la filtration pour enlever les particules fines. Une fois que l'eau a été traitée conformément aux normes de qualité de l'eau, elle est rejetée dans l'environnement ou utilisée à des fins de réutilisation selon les besoins locaux.

Il est à retenir que la décantation est un processus essentiel dans le traitement des eaux usées car elle permet de séparer efficacement les particules solides en suspension et l'eau à traiter, réduisant ainsi la charge de polluants de l'eau traitée et ainsi contribuer à produire une eau plus propre et plus sûre pour l'environnement et la santé humaine.

II.4.2 – Les différents types de décanteurs

De manière générale, le dimensionnement des décanteurs consistera à déterminer deux paramètres principaux :

- La surface du décanteur qui sera d'autant plus grande que les vitesses de décantation sont faibles ;
- La profondeur du bassin qui déterminera le temps de séjour de la suspension dans le bassin. Ce temps devra être suffisant pour permettre la formation d'une boue au fond de l'appareil.

Ils sont entre autres :

II.4.2.1 – Les décanteurs statiques :

Ce sont des décanteurs qui n'utilisent pas les boues déjà formées dans le processus de décantation. Ce type de décanteur est généralement précédé d'une chambre de mélange où l'on assure une diffusion rapide des réactifs et d'un flocculateur à brassage lent pour favoriser la floculation.

Les décanteurs statiques sont de 5 types :

- **Décanteurs statiques à flux horizontal**

Ce sont des décanteurs qui sont constitués d'une cuve parallélépipédique. L'eau chargée en matière pénètre par une extrémité et l'eau décantée ressort par l'autre suivant un écoulement horizontal. Il nécessite également une surface de bassin de décantation importante avec une vitesse de sédimentation généralement faible.

- **Décanteurs statiques à flux vertical :**

Dans ce type d'ouvrage, l'eau suit un écoulement vertical. La vitesse de chute des particules est contrariée par une force résultante de la composition de la force de frottement et de la vitesse ascensionnelle de l'eau.

Les décanteurs à flux vertical font appel au voile de boue du fait de cet équilibre des vitesses et ce, quelle que soit la technique utilisée avec ou sans flocculateur. Le rôle du voile de boue est essentiel et joue également le rôle de filtre pour les flocons de faible dimension.

- **Les décanteurs lamellaires :**

C'est un ouvrage de décantation dans lequel des lamelles parallèles inclinées permettent de multiplier la surface de décantation utile tout en réduisant la surface au sol. Les décanteurs utilisant des plaques ou des tubes réalisent une décantation considérable plus rapide que la décantation classique.

- **Les décanteurs cylindro-coniques :**

Ce type d'appareil à flux ascendant est surtout utilisé dans les petites stations dont les débits Q sont inférieurs à $20 \text{ m}^3 / \text{h}$. On le trouve fréquemment aussi, lorsqu'il s'agit d'éliminer les produits résultant de l'utilisation de réactifs chimiques, par exemple dans le cas de la décarbonatation. La vitesse ascensionnelle de l'eau ne doit pas dépasser 1 à 2 m/h et la pente de la partie conique doit être comprise entre 45 et 65°.

- **Les décanteurs circulaires :**

Les décanteurs circulaires, dans leur fonctionnement, peuvent être considérés comme la juxtaposition de multiples décanteurs « classiques ». Les calculs relatifs à ces derniers leur sont donc applicables à condition toutefois de prendre en compte la modification de la vitesse moyenne horizontale. [17]

II.4.2.2 – Les décanteurs à contact de boues

Il existe deux types de décanteurs à contact de boues :

- **Les décanteurs à recirculation de boues**

Ils se caractérisent par la présence d'une zone centrale de réaction entourée d'une zone de décantation. Ces deux zones communiquent par le haut et le bas. Une turbine située à la partie supérieure de la zone de réaction, fait circuler l'eau flocculée vers la zone de décantation. Une fraction des boues qui se dépose est recyclée ; il s'ensuit un enrichissement en matière solides qui permet d'assurer une floculation plus rapide et générer la formation d'un floc plus dense.

- **Décanteur à lit de boues**

Une amélioration de la floculation peut aussi être obtenue par passage de l'eau coagulée à travers un lit de boues maintenu en fluidisation homogène. Ce type d'appareil est surtout représenté par le Pulsator dans lequel l'eau à clarifier traverse verticalement le lit de boues qui joue un rôle de filtre fluidisé très efficace.

Les pulsations (qui lui ont donné le nom) garantissent la bonne floculation et l'homogénéité du lit de boues.

A surface de décantation égale, la vitesse autorisée est souvent 2 à 3 fois celle d'un appareil statique (soit 3 à 5 m³ .h⁻¹.m⁻¹). [18]

II.4.3 – Les problèmes liés à la décantation

Ces problèmes peuvent être entre autres :

- **Présence de sable :** un dessablage préliminaire évitera l'engorgement du décanteur ;
- **Fortes pointes de matières en suspension :** suivant le cas, on choisira un appareil statique raclé de préférence à un décanteur accéléré, ou bien on placera un débourbeur (pré décanteur spécialement conçu à cet effet, précédé ou non d'une injection de coagulant) en amont d'un appareil accéléré à contact de boues ;
- **Variations brutales de température :** du fait des courants de convection qu'elles engendrent, elles provoquent des départs de boues si l'eau n'est pas

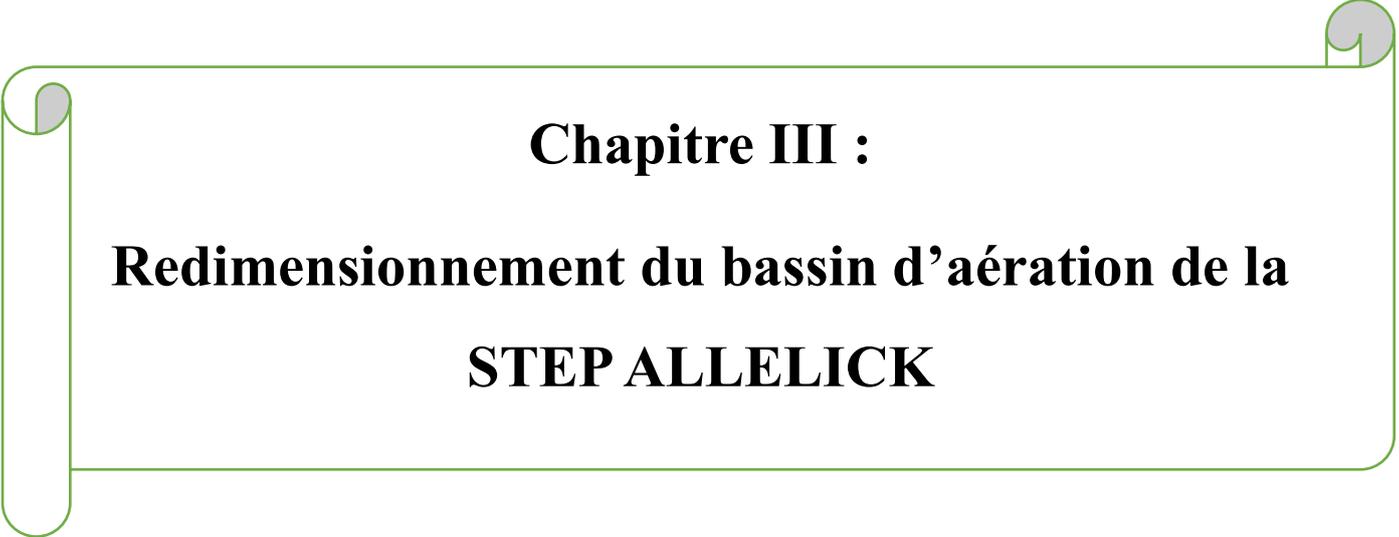
parfaitement répartie dans l'appareil (dans une usine, il faut donc éviter d'utiliser l'eau brute comme échangeur de chaleur avant une phase de décantation, surtout si cet échange thermique présente des paramètres variables ;

- **Abondance d'algues :** les bulles gazeuses qu'elles émettent provoquent des remontées de boues ; une préchloration, une ozonation et/ou un traitement simultané au charbon actif en poudre entrave ces phénomènes. [19]

II.5- CONCLUSION :

En somme, Les eaux usées sont traitées dans le but d'être rejetées en milieu naturel. Elles se doivent de respecter certaines normes de dépollution d'où l'intérêt de les faire passer par les stations d'épuration. On peut comprendre par ces quelques lignes les contraintes par lesquelles passe la dépollution des eaux usées et ses limites. Elles nous permettent également de mesurer l'enjeu que représente chaque litre d'eau souillée et que nous nous interrogeons aussi sur les conséquences environnementales que peut avoir une eau imparfaitement dépolluée.

En ayant contourné ces revues littérales, nous passons dans le chapitre qui suit sur la pratique de notre étude en établissant les calculs réservés aux dimensions du bassin d'aération afin de comparer les valeurs aux dimensions réelles et actuelles.



Chapitre III :
Redimensionnement du bassin d'aération de la
STEP ALLELICK

III- REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

III.1 – Introduction

Vue la croissance très importante de la population de la ville de Annaba enregistré en 2020 et à celle prévu en 2035, il est nécessaire d'améliorer la performance des ouvrages de la station d'épuration (STEP Allelick) et plus principalement les ouvrages principaux (bassin d'aération en question). L'objectif global de notre projet est donc de redimensionner le bassin d'aération pour atteindre les normes de qualité de rejet d'eau dans l'Oued Seybouse et l'adapter à l'augmentation de la population.

III.2 – Evaluation des charges polluantes

III.2.1 – Estimation des débits

a) Débits journaliers

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

D : dotation (l/hab/j) = 180 l/hab/j

N : nombre d'habitant de l'horizon considéré = 753706 habitants (2020)

Cr : coefficient de rejet (Cr = 0.8)

A.N:

$$Q_j = 180.10^{-3} * 753706 * 0.8 = 108533 \text{ m}^3/\text{j}$$

$Q_j = 108533 \text{ m}^3/\text{j}$ pour l'année 2020

- **La population future**

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

P_n: population future de l'horizon considéré (2035) = N

P₀: population de l'année 2020

n: nombre d'années séparant P_n et P₀

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

T: taux d'accroissement annuel de la population (1%) Horizon 2035

$$P_{2035} = P_{2035} [1 + (1/100)]^n$$

$$P_{2035} = 753706 * [1 + (1/100)]^{15} = 875029.3 \text{ habitants}$$

$$P_{2035} = 875029.3 \text{ habitants}$$

$$Q_j = D * N * Cr$$

$$Q_j = (180.10^{-3} * 875029.3 * 0,8) = 126004.2 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le debit journalier est de : $Q_j = 126004.2 \text{ m}^3/\text{j}$ pour l'horizon 2035

b) Debit moyen horaire

Il est donné par la relation suivante :

$$Q_m = Q_j/24 = 108533.6 / 24 = 4522.2 \text{ m}^3/\text{h} \quad (3)$$

$Q_m = 4522.2 \text{ m}^3/\text{h}$ pour l'année 2020

$$Q_m = Q_j/24 = 126004.2 / 24 = 5250.2 \text{ m}^3/\text{h}$$

$Q_m = 5250.2 \text{ m}^3/\text{h}$ pour l'horizon 2050

c) Débit de pointe

On le calcule par la relation suivante :

$$Q_p = C_p * Q_j \quad (4)$$

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

- $C_p = 3$ (si $Q_j \leq 2,8 \text{ l/s}$)

$$Q_m = 4522.2 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \frac{4522.2 * 1000}{3600} = 1256.2 \text{ l/s}$$

A.N:

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

$$C_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_m}} = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{1256.2}} = 1.570$$

$$Q_p = 1.570 * 4522.2 = 7099.8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_p = 7099.8 \text{ m}^3/\text{h} \text{ pour l'année 2020}$$

Horizon 2035

$$Q_m = 5250.2 \text{ m}^3/\text{h h} \rightarrow \frac{5250.2 * 1000}{3600} = 1458.4 \text{ l/s}$$

A.N:

$$C_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_m}} = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{1458.4}} = 1.565$$

$$Q_p = 1.565 * 5250.2 = 8216.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_p = 8216.5 \text{ m}^3/\text{h} \text{ pour l'horizon 2035}$$

d) 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 :

$$Q_d = \frac{Q_j}{16 \text{ heures}} \quad (5)$$

On a : $Q_j = 108533.6 \text{ m}^3/\text{j}$, alors :

$$Q_d = \frac{108533.6}{16} = 6783.3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Le débit diurne est : $Q_d = 6783.3 \text{ m}^3/\text{h}$ pour l'année 2020

Horizon 2035

On a : $Q_j = 126004.2 \text{ m}^3/\text{j}$, alors :

$Q_d = \frac{126004.2}{16} = 7875.3 \text{ m}^3/\text{h}$; Le débit diurne est : $Q_d = 7875.3 \text{ m}^3/\text{h}$ pour l'horizon 2035.

III.2.2 – Evaluation de la charge polluante

a) la charge en DBO₅

$$\text{DBO}_5 \text{ (kg/j)} = Q_j \text{ (m}^3\text{/j)} \times [\text{DBO}_5 \text{ mg/l}] \times 10^{-3} \quad (6)$$

$$\text{DBO}_5 \text{ (kg/j)} = 108533.6 * 451 * 10^{-3} = 48948.6 \text{ kg/j}$$

DBO₅ (kg/j) = 48948.6 kg/j pour l'année 2020

L'horizon 2035

$$\text{DBO}_5 \text{ (kg/j)} = Q_j \text{ (m}^3\text{/j)} \times [\text{DBO}_5 \text{ mg/l}] \times 10^{-3}$$

$$\text{DBO}_5 \text{ (kg/j)} = 126004.2 * 451 * 10^{-3} = 56827.9 \text{ kg/j}$$

La charge en DBO₅ est : **DBO₅ (kg/j) = 56827.9 kg/j** pour l'horizon 2035

b) La charge en MES

$$\text{MES (kg/j)} = Q_j \text{ (m}^3\text{/j)} \times [\text{MES mg/l}] \times 10^{-3} \quad (7)$$

$$\text{MES (kg/j)} = 108533.6 * 521 * 10^{-3} = 56546 \text{ kg/j}$$

MES (kg/j) = 56546 kg/j pour l'année 2020

L'horizon 2035

$$\text{MES (kg/j)} = Q_j \text{ (m}^3\text{/j)} \times [\text{MES mg/l}] \times 10^{-3}$$

$$\text{MES (kg/j)} = 126004.2 * 521 * 10^{-3} = 65648.2 \text{ kg/j}$$

La charge en MES est : **MES (kg/j) = 65648.2 kg/j** pour l'horizon 2035

Tableau III.1: Estimation des débits et des charges polluantes

Désignation	Unité	Valeur de 2020	Valeur en 2035
Debit journalier (Q_j)	m ³ /j	108533	126004.2
Debit moyen horaire (Q_m)	m ³ /h	4522.2	5250.2
Debit de pointe (Q_p)	m ³ /h	7099.8	8216.5
Debit diurne (Q_d)	m ³ /h	6783.3	7875.3

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

Charge en DBO₅	kg/j	48948.6	56827.9
MES	kg/j	56546	65648.2

III.3 – Dimensionnement du 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 de boues.

a. Charges polluantes en DBO₅

Les charges polluantes en DBO₅ à l'entrée du bassin d'aération seront notées L₀

$$\text{DBO}_5 = L_0 = 31816.6 \text{ kg/j}$$

La concentration en DBO₅ à l'entrée est S₀:

$$S_0 = L_0/Q_j \quad (8)$$

Q_j : débit journalier est égal à 108533.6 m³/j

$$S_0 = L_0/Q_j = 31816.6/108533.6 = 0,293 \text{ kg/m}^3 = 0.293 \text{ g/L}$$

S₀ = 0,293 g/L pour l'année 2020

La concentration en DBO₅ à la sortie doit répondre aux normes de rejets établis par l'OMS 30 mg /l, d'où la charge à la sortie.

$$L_s = S_s * Q_j \quad (9)$$

S_s: DBO₅ exigée par l'OMS 30 mg/L=0,03 g/L; Q_j : débit journalier

$$L_s = 0,03 * 108533.6 = 3256 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$$

L_s = 3256 kg DBO₅/j pour l'année 2020

La charge en DBO₅ éliminée est:

$$L_e = L_0 - L_s \quad (10)$$

$$L_e = 31816.6 - 3256 = 28560.6 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$$

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

$L_e = 28560.6 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$ pour l'année 2020

L'horizon 2035 (L_0)

$\text{DBO}_5 = L_0 = 36938.2 \text{ kg/j}$

La concentration en DBO5 à l'entrée est S_0 :

$$S_0 = L_0/Q_j$$

Q_j : débit journalier est égal à $126004.2 \text{ m}^3/\text{j}$

$$S_0 = L_0/Q_j = 36938.2/126004.2 = 0,293 \text{ kg/m}^3$$

$S_0 = 0.293 \text{ g/L}$ pour l'horizon 2035

La concentration en DBO5 à la sortie doit répondre aux normes de rejets établies par l'OMS 30 mg /l , d'où la charge à la sortie.

$$L_s = S_s * Q_j = 0,03 * 126004.2 = 3780.1 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$$

$L_s = 3780.1 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$ pour l'horizon 2035

La charge en DBO5 éliminée est:

$$L_e = L_0 - L_s = 36938.2 - 3780.1 = 33158.1 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$$

$L_e = 33158.1 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$ pour l'horizon 2035.

b. Rendement d'élimination

Il est donné par la formule:

$$R = \frac{L_0 - L_s}{L_0} * 100 \quad (11)$$

A.N:

$$R = \frac{31816.6 - 3256}{31816.6} = 89.7\%$$

Le rendement d'élimination est: $R = 89.7\%$ pour l'année 2020

L'horizon 2035

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

A.N:

$$R = \frac{36938.2 - 3780.1}{36938.2} = 89.7\%$$

Le rendement d'élimination est: $R = 89.7\%$ pour l'horizon 2035.

c. Volume du bassin d'aération

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

Tableau III.2: La charge volumique [20]

	C_v (kg DBO ₅ /m ³ .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

Le traitement par boue active à la STEP d'Allelick est à faible charge, donc C_v est comprise entre 0.36 et 0.7

Pour le calcul du volume, on prendra $C_v = 0.5$ kg DBO₅/m³. j

$$C_v = \frac{\text{kg DBO}_5 \text{ reçue}}{\text{Volume}} \quad (12)$$

kg DBO₅ reçue = $L_0 = 31816.6$ kg/j

$$\text{Volume} = \frac{\text{kg DBO}_5 \text{ reçue}}{C_v} = \frac{31816.6}{0.5} = 63633.2 \text{ m}^3$$

Le volume du bassin d'aération est: $V = 63633.2 \text{ m}^3$ pour l'année 2020

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

L'horizon 2035

kg DBO₅ reçue = L₀ = 36938.2 kg/j

$$\text{Volume} = \frac{\text{kg DBO}_5 \text{ reçue}}{C_v} = \frac{36938.2}{0.5} = 73876.4 \text{ m}^3$$

Le volume du bassin d'aération est : V = 73876.4 m³ pour l'année 2035

d. Masse des boues dans le bassin

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

Tableau III.3: La charge massique [20]

	Cm (kg DBO ₅ /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

Le traitement est à faible charge, donc Cm est comprise entre 0.1 et 0.2 et on prendra Cm = 0.15 kg DBO₅/kg MVS. j)

$$C_m = \frac{\text{kg DBO}_5 \text{ reçue}}{\text{Masse de boues}} \quad (13)$$

On note Xa: la masse totale de boues dans le bassin

$$X_a = \frac{\text{kg DBO}_5 \text{ reçue}}{C_m} ; \text{kg DBO}_5 \text{ reçue} = L_0 = 31816.6 \text{ kg/j}$$

$$X_a = \frac{31816.6}{0.15} = 212110.6 \text{ kg}$$

La masse totale de boues dans le bassin d'aération est : Xa = 212110.6 kg pour l'année 2020

- La concentration de boues dans le bassin d'aération, notée [Xa]

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

$$[Xa] = \frac{\text{Masse totale de boues}}{\text{volume du bassin}}$$

$$[Xa] = \frac{Xa}{V} = \frac{212110.6}{63633.2} = 3.33 \text{ kg/m}^3 = 3.33 \text{ g/L}$$

La concentration de boues: $[Xa] = 3.33 \text{ kg/m}^3 = 3.33 \text{ g/L}$ pour l'année 2020

L'horizon 2035

kg DBO₅ reçue = L₀ = 36938.2 kg/j

$$Xa = \frac{36938.2}{0.15} = 246254.6 \text{ kg}$$

La masse totale de boues dans le bassin d'aération est: $Xa = 246254.6 \text{ kg}$ pour l'année 2035

- La concentration de boues dans le bassin d'aération

$$[Xa] = \frac{\text{Masse totale de boues}}{\text{volume du bassin}}$$

$$[Xa] = \frac{Xa}{V} = \frac{246254.6}{73876.4} = 3.33 \text{ kg/m}^3 = 3.33 \text{ g/L}$$

La concentration de boues: $[Xa] = 3.33 \text{ kg/m}^3 = 3.33 \text{ g/L}$ pour l'année 2035

Maintenant le dimensionnement du bassin d'aération:

On prendra comme base de calcul du dimensionnement la formule suivante:

$$\text{Longueur du bassin} = 1.5 * \text{largeur du bassin}$$

- Surface horizontale S_h

$$S_h = \frac{\text{Volume}}{\text{Hauteur}} \quad (14)$$

Avec hauteur H = 4.5 m

A.N:

H = 4.5 m et V = 63633.2 m³

$$S_h = \frac{63633.2}{4.5} = 14140.7 \text{ m}^2$$

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

La surface horizontale est: $S_h = 14140.7 \text{ m}^2$ pour l'année 2020.

L'horizon 2035

$H = 4.5 \text{ m}$ et $V = 73876.4 \text{ m}^3$

$$S_h = \frac{73876.4}{4.5} = 16416.9 \text{ m}^2$$

La surface horizontale est: $S_h = 16416.9 \text{ m}^2$ pour l'année 2035.

- **Largeur du bassin**

$$l = \sqrt{\frac{S_h}{1.5}} \quad (15)$$

A.N:

$S_h = 14140.7 \text{ m}^2$, alors

$$l = \sqrt{\frac{14140.7}{1.5}} = 97.1 \text{ m}$$

La largeur du bassin est: $l = 97.1 \text{ m}$ pour l'année 2020.

L'horizon 2035

$S_h = 16416.9 \text{ m}^2$, alors

$$l = \sqrt{\frac{16416.9}{1.5}} = 104.6 \text{ m}$$

La largeur du bassin est: $l = 104.6 \text{ m}$ pour l'année 2035.

- **Longueur du bassin**

$$L = 1.5 * l \quad (16)$$

A.N:

$l = 97.1 \text{ m}$, donc $L = 1.5 * 97.1 = 145.6 \text{ m}$

La longueur du bassin est: $L = 145.6 \text{ m}$ pour l'année 2020.

L'horizon 2035

$l = 104.6 \text{ m}$, donc $L = 1.5 * 1040.6 = 156.9 \text{ m}$

La longueur du bassin est: **$L = 156.9 \text{ m}$** pour l'année 2035.

- **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).

$$T_s = \frac{\text{Volume}}{\text{Debit de pointe}} \quad (17)$$

A.N:

$V = 63633.2 \text{ m}^3$ et $Q_p = 7099.8 \text{ m}^3/\text{h}$

$$T_s = \frac{63633.2}{7099.8} = 8.96 \text{ h}$$

Le temps de séjour est : **$T_s = 8.96 \text{ h}$** pour l'année 2020.

L'horizon 2035

$V = 73876.4 \text{ m}^3$ et $Q_p = 8216.5 \text{ m}^3/\text{h}$

$$T_s = \frac{73876.4}{8216.5} = 8.99 \text{ h}$$

Le temps de séjour est : **$t_s = 8.99 \text{ h}$** pour l'année 2035.

III.3.1 – Besoins théoriques en oxygène

- **Quantité d'oxygène journalière**

$$q_{o_2} \text{ (kg/j)} = (a' * Le) + (b' * Xa) \quad (18)$$

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

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

X_a : Masse totale des boues dans le bassin

Tableau III.4: Besoin pour la synthèse de la biomasse et pour la respiration [20]

	a'	b'
Faible charge	0.65	0.065
Moyenne charge	0.6	0.08
Forte charge	0.55	0.12

A.N: La STEP est à faible charge :

$$a' = 0,65$$

$$b' = 0,065$$

$$X_a = 212110.6 \text{ Kg}$$

$$L_e = 28560.6 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$$

$$q_{O_2} = (0,65 * 28560.6) + (0,065 * 212110.6) = 32351.5 \text{ kg O}_2/\text{j}$$

La quantité d'oxygène journalière est : $q_{O_2} = 32351.5 \text{ kg O}_2/\text{j}$ pour l'année 2020

L'horizon 2035

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

$$X_a = 246254.6 \text{ Kg}$$

$$L_e = 33158.1 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$$

A.N

$$q_{O_2} = (0,65 * 33158.1) + (0,065 * 246254.6) = 37559.3 \text{ kg O}_2/\text{j}$$

La quantité d'oxygène journalière est : $q_{O_2} = 37559.3 \text{ kg O}_2/\text{j}$ pour l'horizon 2035

- **Quantité d'oxygène horaire**

$$q_h = \frac{q_{O_2}}{24} \quad (19)$$

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

A.N:

$$q_{O_2} = 32351.5 \text{ kg O}_2/\text{j}, \text{ alors: } q_h = \frac{32351.5}{24} = 1347.9 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

La quantité d'oxygène horaire est: $q_h = 1347.9 \text{ kg O}_2/\text{h}$ pour l'année 2020

L'horizon 2035

$$Q_{O_2} = 37559.3 \text{ kg O}_2/\text{j}, \text{ alors: } q_h = \frac{37559.3}{24} = 1564.9 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

La quantité d'oxygène horaire est: $q_h = 1564.9 \text{ kg O}_2/\text{h}$ pour l'année 2035.

- **Quantité d'oxygène nécessaire par m³ du bassin**

$$q_{O_2/m^3} = \frac{q_{O_2}}{V} \quad (20)$$

A.N:

$$q_{O_2} = 32351.5 \text{ kg O}_2/\text{j}, \text{ alors: } q_{O_2/m^3} = \frac{32351.5}{63633.2} = 0.508 \text{ kg O}_2/\text{j.m}^3$$

La quantité d'oxygène nécessaire par m³ est : $q_{O_2/m^3} = 0.508 \text{ kg O}_2/\text{j.m}^3$ pour l'année 2020.

L'horizon 2035

$$q_{O_2} = 37559.3 \text{ kg O}_2/\text{j}, \text{ alors: } q_{O_2/m^3} = \frac{37559.3}{73876.4} = 0.508 \text{ kg O}_2/\text{j.m}^3$$

La quantité d'oxygène nécessaire par m³ est : $q_{O_2/m^3} = 0.508 \text{ kg O}_2/\text{j.m}^3$ pour l'année 2035.

- **La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe**

$$q_{O_2pte} = (a' * L_e / T_d) + (b' * X_a / 24) \quad (21)$$

$$T_d = 16\text{h}$$

$$L_e = 28560.6 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$$

$$a' = 0,65$$

$$b' = 0,065$$

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

X_a : Masse totale des boues dans le bassin = 212110.6 Kg

A.N

$$q_{O_2pte} = (0,65 * 28560.6/16) + (0,065 * 212110.6/24) = 1734.7 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

$q_{O_2pte} = 1734.7 \text{ kg O}_2/\text{h}$ pour l'année 2020

L'horizon 2035

X_a : Masse totale des boues dans le bassin = 246254.6 Kg

$L_e = 33158.1 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$

A.N

$$q_{O_2pte} = (a' * L_e / T_d) + (b' * X_a / 24)$$

$$q_{O_2pte} = (0,65 * 33158.1/16) + (0,065 * 246254.6/24) = 2013.9 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe est : $q_{O_2pte} = 2013.9 \text{ kg O}_2/\text{h}$ pour l'année 2035.

III.3.2 – Calcul des caractéristiques de l'aérateur

- Puissance de l'aérateur E_n

$$E_n = \frac{q_{O_2pte}}{E_a} \quad (22)$$

E_n : puissance de l'aérateur nécessaire

q_{O_2} : besoin réel en oxygène de pointe (kg/h) = 1734.7 kg O₂/h

E_a : quantité d'O₂ par unité de puissance = 1,7 kg O₂/ Kw.h

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

A.N

$$E_n = \frac{1734.7}{1.7} = 1020.4 \text{ kW}$$

La puissance de l'aérateur était : $E_n = 1020.4 \text{ kW}$ pour l'année 2020.

L'horizon 2035

A.N

q_{O_2} : besoin réel en oxygène de pointe (kg/h) = 2013.9 kg O₂/h

E_a : quantité d'O₂ par unité de puissance = 1,7 kg O₂/ Kw.h

$$E_n = \frac{2013.9}{1.7} = 1184.6 \text{ kW}$$

La puissance de l'aérateur sera : $E_n = 1184.6 \text{ kW}$ pour l'année 2035.

- **Puissance de brassage E_b**

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

$$E_b = S_h * P_a \quad (22)$$

Avec S_h : surface horizontale du bassin= 14140.7 m² ;

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

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

A.N

$$E_b = 14140.7 * 75 = 1060552.5 \text{ W} = 1060.5525 \text{ kW}$$

La Puissance de brassage était : $E_b = 1060.5525 \text{ kW}$ pour l'année 2020

L'horizon 2035

S_h : surface horizontale du bassin= 16416.9 m²; $P_a = 75 \text{ W/m}^2$

A.N

$$E_b = 16416.9 * 75 = 1231267.5 \text{ W} = 1231.2675 \text{ kW}$$

La puissance de brassage sera $E_b = 1231.2675 \text{ kW}$ pour l'horizon 2035

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

- Calcul du nombre d'aérateur dans le bassin

$$N_a = \frac{En}{Eb} \quad (23)$$

A.N:

$$N_a = \frac{1020.4}{1060.5525} = 0.96 \approx 1 \text{ aérateur}$$

Jusqu'à l'année 2020 on a et on avait un (1) aérateur

Pour l'horizon 2035

A.N:

$$N_a = \frac{1184.6}{1231.2675} = 0.96 \approx 1 \text{ aérateur}$$

On restera sur un (1) aérateur également pour l'année 2035.

Ainsi, tous les résultats obtenus sont résumés et récapitulés dans ce tableau :

Tableau III.5: Récapitulatifs et comparaison des dimensions et performance du bassin d'aération

Désignation	Unité	Valeurs de 2020	Valeurs en 2035
L₀	kg/j	31816.6	36938.2
S₀	g/L	0.293	0.293
L_s	kg DBO ₅ /j	3256	3780.1
L_e	kg DBO ₅ /j	28560.6	33158.1
R	%	89.7	89.7
X_a	Kg	212110.6	246254.6
[X_a]	g/L	3.33	3.33
V	m ³	63633.2	73876.4
H	M	4.5	4.5
S_h	m ²	14140.7	16416.9
L	m	97.1	104.6
L	M	145.6	156.9

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

ts	h	8.96	8.99
q_{O2}	kg O₂/j	32351.5	37559.3
q_h	kg O₂/h	1347.9	1564.9
q_{O2/m³}	kg O₂/j m³	0.508	0.508
q_{O2pte}	kg O₂/h	1734.7	2013.9
E_n	kW	1020.4	1184.6
E_b	kW	1060.552	1231.267
N_a	-	1	1

III.3.3 – Bilan de boues

- **Calcul de la quantité de boues en excès**

Les boues en excès sont proportionnelles à la quantité de la DBO₅ éliminée et dépend de la charge massique dans le bassin d'aération. La quantité des boues en excès est déterminée par la relation suivante :

$$\Delta B = B_{\min} + B_{\text{dur}} + a' L_e - b' X_a \quad (23)$$

Avec :

ΔB : Boues en excès exprimé en kg/j,

$L_e = 28560.6$ kg DBO₅/j

X_a : Boues organiques dans le bassin (MVS) = 246254.6 kg

B_{\min} : Matières minérales (MM) en suspension apportées par l'effluent (sortie) = 113.1 kg/j

B_{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) = 63633.2 kg/j

a' : Augmentation de la biomasse par élimination de la DBO₅ = 0,65.

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

A.N

$$\Delta B = 113.1 + 63633.2 + 0,65 * 28560.6 - 0,065 * 246254.6 = 68523.5 \text{ kg/j}$$

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

la quantité des boues en excès était: $\Delta B = 68523.5 \text{ kg/j}$ pour l'année 2020

L'horizon 2035

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

$$L_e = 33158.1 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$$

$$X_a = 212110.6 \text{ kg/j}$$

B_{\min} : Matières minérales (MM) en suspension apportées par l'effluent (sortie) = 131.3 kg/j

B_{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) = 73876.4 Kg/j

A.N

$$\Delta B = 131.3 + 73876.4 + 0,65 * 33158.1 - 0,065 * 212110.6 = 79553.9 \text{ kg/j}$$

La quantité des boues en excès sera : $\Delta B = 79553.9 \text{ kg/j}$ pour l'horizon 2035

- **Concentration des boues en excès**

$$X_m = \frac{1200}{I_m} \quad (24)$$

X_m : Concentration de boues en excès

I_m : L'indice de Mohlman

En supposant 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:

$$X_m = \frac{1200}{125} = 9.6 \text{ kg/m}^3;$$

- **Débit de boues en excès**

$$Q_{\text{excès}} = \frac{\Delta B}{X_m} \quad (25)$$

A.N

$$Q_{\text{excès}} = \frac{68523.5}{9.6} = 7137.8 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit de boues en excès était : $Q_{\text{excès}} = 7137.8 \text{ m}^3/\text{j}$ pour l'année 2020

L'horizon 2035

A.N

$$Q_{\text{excès}} = \frac{79553.9}{9.6} = 8286.8 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit de boues en excès sera: $Q_{\text{excès}} = 8286.8 \text{ m}^3/\text{j}$ pour l'année 2035.

- **Débit spécifique par m³ du bassin**

$$q_{\text{sb}} = \frac{\Delta B}{V} \quad (26)$$

A.N

$$q_{\text{sb}} = \frac{68523.5}{63633.2} = 1.077 \text{ kg/m}^3.\text{j}$$

Le debit spécifique par m³ du bassin était: $Q_{\text{sb}} = 1.077 \text{ kg/m}^3$ pour l'année 2020.

L'horizon 2035

A.N

$$Q_{\text{sb}} = \frac{79553.9}{73876.4} = 1.077 \text{ kg/m}^3.\text{j}$$

Le débit spécifique par m³ du bassin sera: $Q_{\text{sb}} = 1.077 \text{ kg/m}^3$ pour l'année 2035.

- **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.

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

- Le taux de recyclage peut varier de 15 à 100% [28]

$$R = \frac{100 * [Xa]}{Xm - [Xa]} \quad (27)$$

A.N

$$R = \frac{100 * 3.33}{9.6 - 3.33} = 53.11\% \quad \mathbf{R = 53.11\%}$$

- Le débit de boues recyclées dans le bassin

$$Qr = \frac{R * Qj}{100} \quad (28)$$

A.N

$$R = 53.11\% ; Qj = 108533 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Qr = \frac{53.11 * 108533}{100} = 57641.8 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit de boues recyclées dans le bassin était: $Qr = 57641.8 \text{ m}^3/\text{j}$ pour l'année 2020.

L'horizon 2035

$$Qr = \frac{R * Qj}{100}$$

A.N

$$R = 53.11\% ; Qj = 126004.2 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Qr = \frac{53.11 * 126004.2}{100} = 66920.8 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit de boues recyclées dans le bassin sera : $Qr = 66920.8 \text{ m}^3/\text{j}$ pour l'année 2035.

- L'âge de boues

$$Ab = \frac{Xa}{\Delta B} \quad (29)$$

A.N

$$Xa = 212110.6 \text{ kg}; \Delta B = 68523.5 \text{ kg/j}$$

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

$$A_b = \frac{212110.6}{68523.5} = 3.095 \text{ jours}$$

L'âge de boues était de: $A_b = 3.095$ jours pour l'année 2020.

L'horizon 2035

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

A.N

$X_a = 246254.6$ kg; $\Delta B = 79553.9$ kg/j

$$A_b = \frac{246254.6}{79553.9} = 3.095 \text{ jours}$$

L'âge de boues sera de: $A_b = 3.095$ jours pour l'année 2035.

Résumons tous les résultats et à titre de comparaison des prédictions en 2035 :

Tableau III.6: Récapitulatif et comparaison des bilans de boues

Désignation	Unité	Valeurs de 2020	Valeurs en 2035
Quantité de boues en excès	kg/j	68523.5	79553.9
Concentration de boues en excès	kg/m ³	9.6	9.6
Débit de boues en excès	m ³ /j	7137.8	8286.8
Débit spécifique par m ³ de bassin	kg/m ³ j	1.077	1.077
Taux de recyclage de boues	%	53.11	53.11
Débit de boues recyclés	m ³ /j	57641.8	66920.8
Age de boues	j	3.095	3.095

III.4 - Discussion

L'objectif de notre travail a été de faire le redimensionnement du décanteur de la STEP et nous avons opté pour le bassin d'aération ou le bassin biologique, parce que

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

c'est un ouvrage très important, indispensable et existe dans toutes les stations d'épuration sans exception.

Contrairement au décanteur primaire, c'est un ouvrage qui peut ne pas exister dans certaines stations d'épuration pour le traitement des eaux usées, tout dépend du degré de pollution contenant l'effluent entrant dans la STEP.

Après les calculs de redimensionnement du bassin d'aération de la STEP d'Allelick, nous avons effectué une comparaison entre ces valeurs calculées et les valeurs réelles de la STEP et les résultats sont représentés dans les tableaux ci-dessous.

III.4.1 – Bassin d'aération

Pour les dimensions et les performances du bassin d'aération, il est difficile de faire une comparaison parce que la STEP d'Allelick dispose de trois (3) bassins d'aération et nos calculs nous ont donné un (1) seul bassin d'aération avec une puissance de l'aérateur de 1020.4 kW pur l'année 2020 et 1184.6 kW pour l'horizon d'étude (2035). Alors que, la puissance brassage est de 1060.552 kW pour l'année 2020 et 1231.267 kW pour 2035.

Tableau III.7: Comparaison et performance du bassin d'aération

Désignation	Unité	Valeur de 2020	Valeur en 2035	STEP d'Allelick
L₀	kg/j	31816.6	36938.2	23160
S₀	g/L	0.293	0.293	0.277
L_s	kg DBO ₅ /j	3256	3780.1	2508.6
L_e	kg DBO ₅ /j	28560.6	33158.1	22465.2
R	%	89.7	89.7	-
X_a	kg	212110.6	246254.6	231599.2
[X_a]	g/L	3.33	3.33	5
V	m ³	63633.2	73876.4	82714

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

H	m	4.5	4.5	4.5
S_h	m ²	14140.7	16416.9	6127
l	m	97.1	104.6	52
L	m	145.6	156.9	118
T_s	h	8.96	8.99	-
q_{O2}	kg O ₂ /j	32351.5	37559.3	38942
q_h	kg O ₂ /h	1347.9	1564.9	1622.6
q_{O2/m³}	kg O ₂ /j m ³	0.508	0.508	0.471
q_{O2pte}	kg O ₂ /h	1734.7	2013.9	-
E_n	kW	1020.4	1184.6	2650
E_b	kW	1060.552	1231.267	248
N_a	-	1	1	3

III.4.2 – Bilan de boues

Le tableau III.8 nous montre le bilan de boues, on remarque que la quantité de boues en excès calculée est 68523.5 kg/j en 2020 et 79553.9 kg/j sera estimée pour 2035. Alors que dans la STEP, la quantité de boues en excès est de 28500 kg/j.

Tableau III.8: Bilan de boues

Désignation	Unités	Valeur de 2020	Valeur en 2035	STEP d'Allelick
Quantité de boues en excès	kg/j	68523.5	79553.9	28500
Concentration de boues en excès	kg/m ³	9.6	9.6	-
Débit de boues en excès	m ³ /j	7137.8	8286.8	2968.7
Débit spécifique par m³ de bassin	kg/m ³ j	1.077	1.077	0.344

Chapitre III REDIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION DE LA STEP ALLELICK

Taux de recyclage de boues	%	53.11	53.11	-
Debit de boues recycles	m ³ /j	57641.8	66920.8	-
Age de boues	J	3.095	3.095	20

III.5 - Conclusion

En conclusion, nous avons effectué une comparaison entre ces valeurs et les valeurs réelles de la STEP de l'Allelick, nous avons remarqué que:

- ❖ La STEP d'Allelick dispose de trois (3) bassins d'aération et nos calculs nous ont donné un (1) seul bassin d'aération avec une puissance de l'aérateur de 1020.4 kW pur l'année 2020 et 1184.6 kW pour l'horizon d'étude (2035), alors que, la puissance brassage est de 1060.552 kW pour l'année 2020 et 1231.267 kW pour 2035.
- ❖ On remarque que la quantité de boues en excès calculée est 68523.5 kg/j en 2020 et 79553.9 kg/j sera estimée pour 2035, alors que dans la STEP, la quantité de boues en excès est de 28500 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.



CONCLUSION
GÉNÉRALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

De cette étude, il ressort de tous nos calculs de dimensionnement du décanteur secondaire de la STEP de l'Allelick que :

- ❖ la charge en DBO₅ calculée à l'entrée est estimée à 31816.6 Kg/j pour l'année 2020 et 36938.2 Kg/j pour l'année 2035, ces valeurs sont supérieures à celle de la STEP de BBA (23160 Kg/j).
- ❖ la quantité des boues en excès calculée est 68523.5 Kg/j pour l'année 2020 alors que pour l'année 2035 une quantité 79553.9 Kg/j sera estimé. Concernant la STEP, elle est destinée pour une quantité maximale des boues de 28500 Kg/j.
- ❖ la quantité d'oxygène journalière calculée est de 32351.5 kg O₂/j pour l'année 2020 et 37559.3 kg O₂/j pour l'horizon 2035. Ces valeurs sont inférieures à celle de la STEP, qui est de 38942 kg O₂/j.

Tous ceux-ci nous montrent une importante variation des charges polluantes à l'entrée du bassin à l'augmentation de la population.

Le traitement des eaux usées est l'un des plus importants processus de protection de l'environnement à encourager au niveau mondial. Les eaux usées ont des origines différentes et la plupart des usines de traitement des eaux usées traitent les eaux usées des maisons et des lieux d'affaires comme : les usines de fabrication, raffineries, installations industrielles.

Les eaux usées sont généralement traitées dans les installations sur site. Ces installations sont conçues pour garantir que les eaux usées sont traitées avant de pouvoir être rejetées dans l'environnement local. Une partie de l'eau est utilisée pour refroidir les machines dans les usines et être traitée à nouveau. Ils essaient de s'assurer que rien ne soit perdu. Il est illégal de rejeter des eaux usées non traitées dans des rivières, des lacs, des océans ou dans l'environnement et, si elles sont jugées coupables, elles peuvent faire l'objet de poursuites.

L'objectif de notre étude est accompli en réévaluant les dimensions et les performances du décanteur ; le bassin d'aération en question de la STEP de l'Allelick.

Conclusion générale

Pour cela, nous avons eu à faire des calculs des différents paramètres du BA et avons constaté que la STEP de l'Allelick respecte les normes de rejets indiquées par les organisations internationales et celles de l'Algérie et la station donne de bon rendement épuratoire.



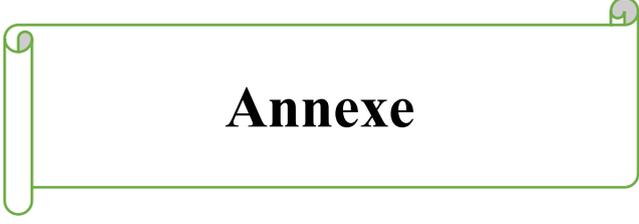
Références bibliographiques

Références bibliographiques:

- [1]. Bouzbid F.E.Z. & Mechri K., 2015. Impact de la STEP de Annaba sur l'environnement. Mémoire de Master en Hydrogéologie, Département de Géologie, FST, Université Badji Mokhtar-Annaba, 58p.
- [2] GROSCLAUDE, Gérard, dir. (1999) L'eau, tome 1, Milieu naturel et maîtrise, et tome 2, Usages et polluants. Versailles, Institut National de la recherche Agronomique (Coll. « Un point sur ... »), 204 p. et 210 p.
- [3] Vaillant J.R., 1974. Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles. Edition Eyrolles, Paris.
- [4] HAMICHE Lydia. Conception d'une station d'épuration pour la région de béli douala. Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique, école nationale supérieure de l'hydraulique 2013.
- [5]. <http://www.septiemecontinent.com/pedagogie/leson/les-pollutions-leau-maison-agriculture-industrie/>
- [6] BALEH Kahina. Conception de la station d'épuration de la ville d'azazga wilaya de Tizi Ouzou. Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique, école nationale supérieure de l'hydraulique. 2011.
- [7] METAHRI Mohammed Saïd 2012. Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou, thèse de doctorat en agronomie UMMTO.
- [7] 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)
- [8] Asano T. Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, 1998, 1475 pages.
- [9] Lunn M. The deliberate indirect wastewater reuse scheme at Essex & Suffolk Water. Colloque de Noirmoutier, 24 septembre 2001, 4 pages.
- [10] BRL. (2011), Réutilisation des eaux usées traitées - perspectives opérationnelles et recommandations pour l'action, Rapport final, Agence Française de Développement d'Horticulture, Maroc, 10 p.
- [11] Medkour M. (2002), Réutilisation des eaux usées épurées, Forum de la gestion de la demande en eau: Réutilisation des eaux usées, 26 et 27 Mars, Rabat, 11 p.
- [12] Journal Officiel de la République Algérienne. (2012), Annexe, Spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation. N° 41, 18-21p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [13] Bouaroudj Sara. (2012), Evaluation de la qualité des eaux d'irrigation, Magistère en écologie, Université Mentouri, Constantine, Algérie.
- [14]. (Cshapf, (1995). Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines, 22p.
- [15]. Raymond Dufournet.(2013) , Techniques de l'ingénieur, traitement des eaux usées, Ed DUNOD.
- [16]. OMS. (2006), WHO guide lines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, volume II, Wastewater use in agriculture, pp 222. OMS. (2006), WHO guide lines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, volume II, Wastewater use in agriculture, pp 222.
- [17]. United States Environmental Protection Agency (USEPA). Guidelines for Water Reuse. 1992: 245 pages.
- [18]. Génie de l'environnement : Traitement et Valorisation des eaux et des boues des STEP
- [19]. Rapport de l'Office National d'Assainissement (ONA), 2015.
- [20]. Lamari Lynda, (2021), Etude de redimensionnement des ouvrages de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Bordj Bou Arréridj, Mémoire de fin d'étude en Génie des Procédés de l'Environnement.



Annexe

Annexe

Dimensionnement du décanteur primaire (valeurs exploitées dans le redimensionnement du bassin d'aération)

Le décanteur est un des ouvrages importants de la STEP car il assure l'élimination des matières en suspension dans l'eau.

a – Surface du décanteur

La surface totale de la décantation est donnée par la relation:

$$S_{totale} = \frac{Qp}{\tau}$$

Qp : débit de pointe journalière

τ : Le taux de débordement (charge au débordement)

A.N :

Qp : débit de pointe par heure = 7099.8 m³/h pour l'année 2020

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

$$S_{totale} = \frac{7099.8}{2} = \mathbf{3550 \text{ m}^2}$$

Surface totale du décanteur est : $S_{totale} = \mathbf{3550 \text{ m}^2}$ pour l'année 2020

Pour l'horizon 2035

$$Qp = 8216.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

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

$$S_{totale} = \frac{8216.5}{2} = \mathbf{4108.25 \text{ m}^2}$$

Surface totale du décanteur est : $S_{totale} = \mathbf{4108.25 \text{ m}^2}$ pour l'année 2035

b – Volume du décanteur

Le volume total est :

$$V_{tot} = Qp * Tr$$

Qp : débit de pointe par heure = 7099.8 m³/h

Tr : temps de rétention = 1,5h

A.N :

$$V_{tot} = 7099.8 * 1,5 = 10649.7 \text{ m}^3$$

Le volume total est : **V_{tot} = 10649.7 m³** pour l'année 2020

Dans la STEP, on utilise deux décanteurs de surface, on a :

$$S_{unitaire} = \frac{3550}{2} = 1775 \text{ m}^2 \quad ; \quad V_{unitaire} = \frac{10649.7}{2} = 5324.8 \text{ m}^3$$

S_{unitaire} = 1775 m² et V_{unitaire} = 5324.8 m³ pour l'année 2020.

L'horizon 2035

Qp : débit de pointe par heure = 8216.5 m³/h

Tr : temps de rétention = 1,5h

A.N :

$$V_{tot} = 8216.5 * 1,5 = 12324.7 \text{ m}^3$$

Le volume total est : **V_{tot} = 12324.7 m³** pour l'année 2035

On utilise dans la STEP deux décanteurs de surface, alors :

$$S_{unitaire} = \frac{4108.25}{2} = 2054.125 \text{ m}^2 \quad ; \quad V_{unitaire} = \frac{12324.7}{2} = 6162.35 \text{ m}^3$$

S_{unitaire} = 2054.125 m² et V_{unitaire} = 6162.35 m³ pour l'année 2035.

c – Diamètre du décanteur

Le diamètre de chaque décanteur est donné :

$$D = \sqrt{4 \frac{S_{unitaire}}{\pi}}$$

A.N :

$$D = \sqrt{4 * \frac{1775}{\pi}} = 47.5 \text{ m}$$

Le diamètre du décanteur est : **D = 47.5 m** pour l'année 2020

Pour l'horizon 2035

$$D = \sqrt{4 * \frac{2054.125}{\pi}} = 51.1 \text{ m}$$

Le diamètre du décanteur est : **D = 51.1 m** pour 2035.

d – Charges polluantes

Le décanteur primaire élimine 35% de la DBO₅ et 95% de matière minérale.

DBO₅ = 48948.6 kg/j.

Charge en DBO₅ = 0,35 * 48948.6 = 17132 Kg/j

Charge en DBO₅ = 17132 Kg/j pour l'année 2020

Les matières minérales restantes = 2261.8 kg/j.

Charge en MM = 2261.8 * 0,95 = 2148.7 Kg/j.

Charge en MM = 2148.7 Kg/j pour l'année 2020

L'horizon 2035

DBO₅ = 56827.9 kg/j.

Charge en DBO₅ = 0,35 * 56827.9 = 19889.7 Kg/j

Charge en DBO₅ = 19889.7 Kg/j pour l'horizon 2035

Les matières minérales restantes = 2625.9 kg/j

Charge en MM = 2625.9 * 0,95 = 2494.6 Kg/j

Charge en MM = 2494.6 Kg/j pour l'horizon 2035

e – Volume de boues par jour

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

$$BT = DBO_5 + MM \text{ (éliminé)} = 17132 + 2148.7 = \mathbf{19280.7 \text{ kg/j}}$$

Pour chaque décanteur le BTd1 = $(DBO_5 + MM) / 2 = (19280.7) / 2 = 9640.35 \text{ kg/j}$

$$MES = BT / Q_j$$

Avec Q_j : débit journalier égale à $108533.6 \text{ m}^3/\text{j}$

$$BT = 19280.7 \text{ kg/j}$$

$$MES = 19280.7 / 108533.6 = 79,1 \text{ mg/L}$$

MES = 0.18 mg/L pour l'année 2020

L'horizon 2050

$$BT = DBO_5 + MM \text{ (éliminé)} = 19889.7 + 2494.6 = \mathbf{22384.3 \text{ kg/j}}$$

Pour chaque décanteur le BTd1 = $(DBO_5 + MM) / 2 = (22384.3) / 2 = 11192.15 \text{ kg/j}$

$$MES = BT / Q_j$$

Avec Q_j : débit journalier égale à $126004.2 \text{ m}^3/\text{j}$

$$BT = 22384.3 \text{ kg/j}$$

$$MES = 22384.3 / 126004.2 = 0.18 \text{ mg/L}$$

MES = 0.18 mg/L pour l'horizon 2035

Le tableau ci-dessous résume les dimensions et les performances de chaque décanteur

Désignation	Unités	Valeur de 2020	Valeur en 2035
Volume	m^3	10649.7	12324.7
Hauteur	m	3.5	3.5

Diamètre	m	47.5	51.1
Temps de rétention	h	1.5	1.5
Charge à l'entrée	Kg/j	- 48948.6	- 56827.9
- DBO ₅		- 2261.8	- 2625.9
- MM			
Charge éliminée	Kg/j	- 17132	- 19889.7
- DBO ₅		- 2148.7	- 2494.6
- MM			
Charge à la sortie	Kg/j	- 31816.6	- 36938.2
- DBO ₅		- 113.1	- 131.3
- MM			
BT	Kg/j	19280.7	22384.3
MES	Mg/l	0.18	0.18