

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المركز الجامعي لعين تموشنت
Centre Universitaire d'Ain Témouchent



Institut des Sciences et de la Technologie
Département de Génie de l'Eau et de l'Environnement

PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme de Master en :

Domaine : SCIENCE ET TECHNOLOGIE

Filière : HYDRAULIQUE

Spécialité : SEE

Thème

Dimensionnement de la station d'épuration (STEP Ain-Tolba)

Présenté Par :

- Benayad Nora
- Benkrich Saida Nour Elhouda

Présenté le Juin 2017 devant le jury composé de :

Président	Mme Baghli Nawel	MAB
Examineur	Mr Benaicha Mohamed	MAB
Encadreur	Mme Benchaker hasiba	MAB
Co Encadreur	Mr Ababou Hbibe	Ingénieur d'état

Année universitaire 2017/2018

❧ REMERCIEMENT ❧

En préambule à ce mémoire nous remerciant ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Au moment où s'achève cette mémoire, nous plait ici d'exprimer notre profonde gratitude, on tient à remercier nos encadreurs Mme. Benchaker . Et Mr Ababou Ingénieur d'état de la DRE de la wilaya de Ain-Temouchent, de nous avoir dirigé dans notre travail avec attention, détermination et pour les efforts qu'ils ont fournis et leurs conseils.

Nos tiens à remercier aussi les équipes techniques de la station d'épuration de Ain Tolba, particulièrement Mr Senoussi qui nous avons eu des échanges avec lui au sujet de la station.

On remercie également le président des jurés M^{eme} Baghli Nawel, nos examinateurs Mr Benaicha Mohamed, de nous faire l'honneur d'accepter de nous examiner et discuter sur nos travaux,

On tient aussi à remercier tous les enseignantes qui ont contribués à notre formations depuis les écoles primaire jusqu'aux études universitaire.

❧ DEDICACE ❧

Je dédie ce modeste travail

A ALLAH Le très Haut, le très Grand, le Clément

D'avoir permis à ce travail d'aboutir à son terme

Je dédie ce mémoire a mes chers parents qui je dois tout ce travail est le fruit de leur

Amour, leurs encouragements

A ma chère mère

A mon cher père

A ma chère sœur sihem, fatima, ikram

A tout mes frères

A toutes mes amies et toute personne qui ont contribué la réalisation de ce travail.

Benayad nora

∞ DEDICACE ∞

J'adresse mon dédicace ;

A mes parents, mes sœurs ;

A ma famille ;

A mon encadreur M^{elle} H. benchekor ;

A tous les personnes qui de près ou de loin, qui m'ont soutenue dans ce travail.

Benkrich Saida Nour El houda

Résumé

Résumé

Le rejet des eaux usées dans le milieu naturelle sans leur épurer est l'un de principaux phénomènes qui ont contribuent à la pollution de l'environnement particulièrement à la contamination des eaux et par la suite à la propagation des maladies.

Pour lutter contre les effets nocifs de ces eaux nous avons mis en place des stations d'épuration ce qui est outil fondamental car elles garantissent des eaux conformes aux normes de rejet. Cependant, pour obtenir aux résultats voulus, différentes dispositions doivent être prises en considération telle que le contexte géologie-hydrologie, démographique et climatologique. Alors, construction d'une station d'épuration dans cette région s'avère d'une grande importance.

Le bassin biologique, est l'élément majeur d'une station d'épuration à boue activée. Son fonctionnement conditionne la qualité d'épuration telle que l'aération doit permettre la fourniture d'oxygène aux micro-organismes responsables de la dégradation de la matière organique contenue dans les eaux usées.

La bonne conception et le bon dimensionnement des ouvrages de la station épuration des eaux usées sont nécessaire pour assurer la qualité et la fiabilité d'épuration des eaux usées, pour cette raison, l'objet du présent mémoire est prendre cas de la ville d'ain tolba, et d'étudier le dimensionnement des ouvrages d'un station d'épuration pour avoir un meilleure rendement d'épuration.

Mot clés : Station D'épuration, Ain Tolba, Eaux Usées, Boues Activée Par Oxydation Alternée, Dimensionnement.

Abstract

Abstract

The discharge of waste water into the natural environment without purifying them is one of the main phenomena which have contributed to the pollution of the environment, particularly to the contamination of water and to the spread of diseases.

To fight against the harmful effects of these waters we have set up wastewater treatment plants, which is a fundamental tool because they guarantee waters that comply with the discharge standards. However, in order to achieve the desired results, different arrangements must be taken into account such as the geological, hydrological, demographic and climatological context. Therefore, construction of a sewage treatment plant in this area is of great importance.

The biological basin is the major element of an activated sludge treatment plant. Its functioning conditions the quality of purification, such that aeration must allow the supply of oxygen to the microorganisms responsible for the degradation of the organic matter contained in the wastewater.

The proper design and dimensioning of the wastewater treatment plant works are necessary to ensure the quality and reliability of waste water treatment. For this reason, the purpose of this memorandum is to take the case of the city of Ain Tolba, and to study the design of the works of a treatment plant in order to obtain a better purification efficiency.

Keywords: Wastewater Treatment Plant, Ain Tolba, Wastewater, Sludge Activated by Alternative Oxidation, Dimensioning.

الملخص

تصريف مياه الصرف الصحي في البيئة الطبيعية دون تنقيتها هي واحدة من الظواهر الأساسية التي تسهم في التلوث البيئي وخاصة في تلوث المياه وبالتالي انتشار المرض.

لمكافحة الآثار الضارة لهذه المياه أنشأنا محطات المعالجة التي هي أداة أساسية لأنها ضمان المياه متوافقة على الوفاء بالمعايير. ومع ذلك، للحصول على النتائج المرجوة، ينبغي أن تؤخذ الأحكام المختلفة في الاعتبار كما سياق الجيولوجيا والهيدرولوجيا والمناخ والديموغرافية. لذلك بناء محطة لمعالجة في هذا المجال له أهمية كبيرة

الحوض البيولوجي هو عنصر رئيسي من الحمأة المنشطة محطة المعالجة. شروط عملية نوعية المعاملة التهوية ينبغي أن يسمح للإمدادات الأوكسجين إلى الكائنات الدقيقة المسؤولة عن تدهور المواد العضوية في مياه الصرف الصحي

التصميم الجيد والتصميم الهيكلي السليم من مياه الصرف الصحي محطة معالجة ضرورية لضمان الجودة والاعتمادية من مياه الصرف الصحي مياه الصرف الصحي، وبالتالي فإن الهدف من هذه المذكرة هو أن تأخذ القضية مدينة عين الطلبة، ودراسة التصميم الهيكلي للمحطة لمعالجة مياه الصرف الصحي لتحسين كفاءة التنظيف

الكلمات الرئيسية: مياه الصرف الصحي من محطة، عين الطلبة، الصرف الصحي، الحمأة الأكسدة مكن بالتناوب، أبعاد

SIGNES ET ABREVIATIONS

VAS : village agricole socialiste

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours

DCO : Demande Chimique en Oxygène

MES : Matière en Suspension

Hab : habitant

E.H : Equivalent habitat

T : température

°C: Degré Celsius

H : heure

j : jours

kg : Kilogramme

mg : Milligramme

m³ : mètre cube

S : scande

L : litre

Hects : hectare

Km : kilomètre

mm : millimètre

m : mètre

cm : centimètre

τ : Le taux de déversement superficiel

t_s : temps de séjours

NCC : Nombre des compartiments de clarifications

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre III Situation d'Ain –Tolba

Tableau III 1: Température moyennes 1994-2000	15
Tableau III 2: Précipitations maximales.....	17
Tableau III 3: Taux de croissance de la population pour la période 1998-2030.....	19
Tableau III 4: La population entre les années 1998-2030.....	20

Chapitre IV Dimensionnement de la station épuration

Tableau IV 4: Estimation des charges polluantes en 2015.....	32
Tableau IV 5: Estimation des charges polluantes en 2030.....	32

LISTE DE FIGURE

CHAPITRE II Différents procédé de traitement

Figure II 1: coagulation-floculation	9
Figure II 2: schéma simple d un procédé de traitement par boues activées	10
Figure II 3: lagunage aéré.....	11
Figure II 4: lits bactériens.....	11
Figure II 5: Disque biologique	12

CHAPITRE III Situation d'Ain –Tolba

Figure III 6: ville Ain Tolba (Google Earth).....	14
---	----

CHAPITRE IV Dimensionnement de la station épuration

Figure IV 7: présentation de procédé biologique par oxydation alterné	27
---	----

LISTE D'IMAGE

CHAPITRE IV Dimensionnement de la station épuration

Image IV 1: grille fine	25
Image IV 2: grille grosse	25
Image IV 3: dégraissage-deshuillage	26
Image IV 4: Lit de séchage	28

TABLE DES MATIERES

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
الملخص	
Abstract	
Signes et Abréviation	
Liste des Tableaux	
Liste des Figures	
Introduction Générale	

Chapitre I

pollution des eaux

I.1	Pollution des eaux :.....	3
I.1.1	Domestique	3
I.1.2	Agricole	3
I.1.3	Industriel	3
I.2	Les types de pollution	4
I.2.1	Pollution physique	4
I.2.2	Pollution microbiologique	4
I.2.3	Pollution chimique	4
I.3	Impact sur l'environnement.....	4
I.3.1	Impact sur les eaux douces	5
I.3.2	Impact sur la sante	5
I.3.3	Impact sur les etres vivants	5

Chapitre II

Différents procédé de traitement

II.1	Traitement physico-chimique	8
II.1.1	Coagulation-floculation :	8
II.1.2	Precipitation chimique :	9
II.2	Traitement biologique.....	9
II.2.1	Culture libre.....	10
II.2.2	Culture fixee	11

Chapitre III

Situation d'Ain –Tolba

III.1	Situation géographique	14
III.2	Climatologique	15
III.2.1	L'ensoleillement	15
III.2.2	Les températures	15
III.2.3	Les vents	16
III.2.4	Precipitation	16
III.3	Le relief de la region.....	18
III.4	Agricole	18
III.5	Population.....	19
III.5.1	Etude demographique	19
III.5.2	Estimation de la population du chef lieu.....	19
III.4	Aspect hydrologie –hydrogeologie.....	20
III.4.1	L'aspect hydrologie.....	20
III.4.2	L'aspect hydrogeologique.....	21

Chapitre IV

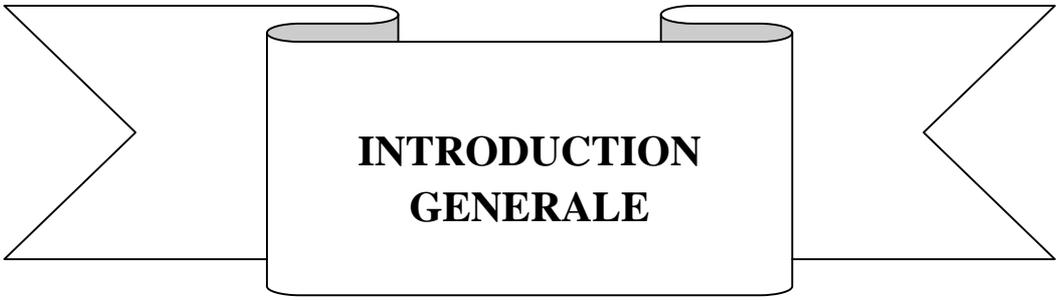
Dimensionnement de la station épuration

IV.1 Fonctionnement de la step	24
IV.1.1 Pretraitement	24
IV.2.2 Traitement biologique.....	26
IV.2.3 Deshydrations des boues.....	28
IV.2.4 Lit de séchage	28
IV.2 Dimensionnement.....	29
IV.2.1 Calcul de base	29
IV.2.2 Dimensionnement de l'ouvrage d'eau	35
IV.2.3 Dimensionnement des ouvrages de traitement des boues.....	45

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexe



**INTRODUCTION
GENERALE**

INTRODUCTION GENERALE

Les problèmes liés à l'environnement, en particulier ceux concernant la pollution chimique et biologique de l'eau, sont devenus une préoccupation majeure pour l'ensemble de la population. Or, utiliser l'eau, c'est accepter de la polluer. Toute activité, quelle soit domestique, agricole ou encore industrielle, engendre des rejets polluants indésirables.

Ces ainsi que la lutte contre cette pollution constitue la priorité des pays développés ou en voie de développement, c'est pourquoi il existe un certain nombre de techniques de dépollution des eaux résiduelles basées sur deux grands axes. Les procédés physico chimique tels que (la précipitation, Coagulation – Flocculation et échange ionique) et les procédés biologiques tels que le lagunage, boue activée ou les biofiltres.

Le travail présenté dans ce mémoire porte sur une étude de dimensionnement de la station d'épuration d'Ain Tolba par boue activée. Quatre chapitres constituent cette étude.

Dans le premier une étude bibliographique détaillée sur la pollution des eaux et son impact sur l'environnement,

Le second s'intéressera aux différents procédés de traitement des eaux,

Le troisième donne un aperçu sur la situation d'Ain –Tolba,

Enfin, le quatrième est l'étude de dimensionnement de la station d'Ain-Tolba.



CAPITRE I
POLLUTION DES
EAUX

CHAPITRE I

POLLUTION DE L'EAU

L'eau dans l'environnement est essentielle à la survie de tous les êtres vivants plantes, animaux et humains

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, cette dégradation provoquée par les activités l'homme (domestique, agricole ou industriel), cette perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques.

I.1 POLLUTION DES EAUX :

I.1.1 DOMESTIQUE :

Elle provient des habitations et elle est, en générale, véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration. La pollution domestique se caractérise par la présence de germes fécaux, de forte teneur en matière organique, des sels minéraux et des détergents. Elle peut être responsable de l'altération des conditions de transparence et d'oxygénation de l'eau ainsi que du développement de l'eutrophisation dans des rivières [1].

I.1.2 AGRICOLE :

Ces effluents proviennent des terres cultivées après lessivages et ruissellement. Ces eaux sont riches en éléments fertilisants (azote et phosphore) et en polluants organiques (pesticides).

I.1.3 INDUSTRIEL :

Les rejets industriels peuvent être de nature très divers. La composition de l'eau usée industriels dépend notamment des procédés de production, on distingue [2] :

- Les matières organiques et graisses (industrie agro-alimentation, dégraissage ...);
- Les sels métalliques ;
- Les acides, bases, produits chimique....
- Les eaux chaudes (circuit de refroidissement des centrales thermiques).

I.2 LES TYPES DE POLLUTION :

I.2.1 POLLUTION PHYSIQUE

I.2.1.1 POLLUTION THERMIQUE :

Elle correspond à une hausse ou diminution de la température d'un milieu par rapport à la température normale, cet écart est du en général à l'action de l'homme. Généralement la pollution thermique concerne les eaux (cours d'eau, lac de barrage, etc.) et influence la vie aquatique. Les principales causes de pollution thermique sont les rejets des eaux de refroidissement des centrales électriques [3].

I.2.1.2 POLLUTION RADIOACTIVE :

Cette pollution est occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouve sa source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ses formes (installations et centrales nucléaires, exploitation de mines d'uranium, traitement des déchets radioactifs...).

I.2.2 POLLUTION MICROBIOLOGIQUE :

La pollution microbiologique des eaux est le terme utilisé pour désigner la présence de bactéries et virus. Invisibles à l'œil nu, ces microorganismes à l'origine de contamination des eaux, proviennent d'hommes ou d'animaux qui hébergent dans leur appareil digestif, une quantité considérable de bactéries, voire de virus [4].

I.2.3 POLLUTION CHIMIQUE :

Ce type de pollution des eaux de surface résulte le plus souvent de l'introduction dans le milieu de substances à effet toxique [5], les polluants chimiques sont nombreux et d'origines diverses : sels minéraux dissous, métaux lourds, pesticides, détergents et hydrocarbures.

Cette forme de pollution issue de substances chimiques telles que les insecticides ou les désherbants provoque la destruction de la qualité des eaux de surface (cours d'eau, lacs...) et celle des eaux souterraines [6].

I.3 IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Malgré toute l'importance que nous reconnaissons à l'eau pour la santé et pour celle de l'environnement, et de la faune et de la flore, en contribuant, par toutes les activités des sociétés industrielles, à la polluer et à dégrader sa qualité [7].

I.3.1 IMPACT SUR LES EAUX DOUCES :

L'eau douce ne représente que 3 % de l'eau totale sur la planète. Les trois quarts de cette eau douce se présentent sous forme de glace piégée dans les calottes glaciaires ou les glaciers continentaux. L'eau douce libre est piégée à 98,5% dans les aquifères souterrains.

La pollution de l'eau douce est due aux pesticides utilisés dans l'agriculture pour traiter les champs, mais aussi au déversement des eaux usées directement dans les rivières sans passer par les usines de traitement.

L'eau de pluie ruisselle sur le sol et entraînent les polluants dans les rivières ces produits s'infiltrent également dans le sol et polluent les nappes phréatiques.

I.3.2 IMPACT SUR LA SANTE :

Les maladies liées à la présence d'éléments pathogènes ou de molécules toxiques sont très répandues. Les parasitoses d'origine hydrique dominent très largement la pathologie des habitants du tiers monde, 5 millions de personnes meurent chaque année, à cause de l'eau ; ce qui correspond à environ 6000 enfants par jour.

La majorité des victimes se situent en Afrique et en Asie car les eaux usées domestiques et les déchets industriels sont directement rejetés dans les rivières, sans aucun traitement : dysenteries, choléra, diarrhées, aigües...sont les principales épidémies.

Même dans les pays industrialisés, le problème se pose : les nappes phréatiques qui alimentent les eaux potables, sont de plus en plus polluées (pollutions agricoles,...est.) elles provoquent des diarrhées, des gastro-entérites.

Les métaux lourds comme le mercure, le plomb, cadmium, le cuivre, présentent la particularité de se concentrer dans la chaîne biologique. Ils ne sont pas dégradables, leur présence est donc rémanente. Ils conduisent à des pathologies diverses en fonction de leurs natures, pathologies qui peuvent être très graves, voir mortelles.

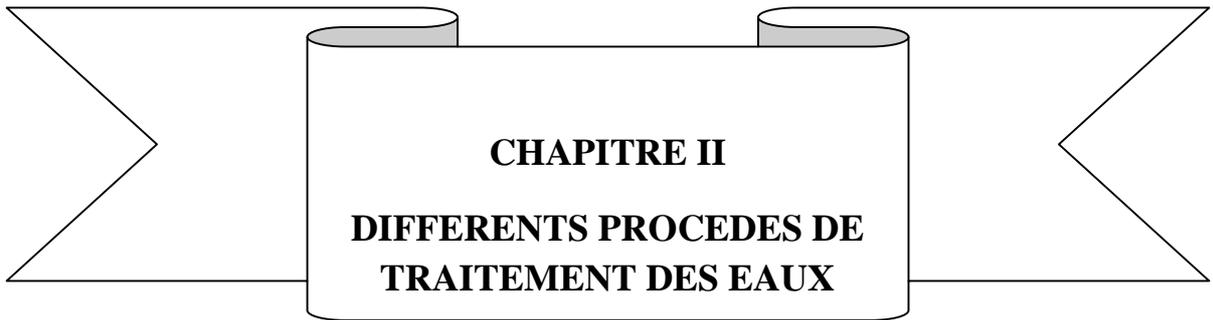
I.3.3 IMPACT SUR LES ETRES VIVANTS

Le rejet de matières organiques entraîne une surconsommation d'oxygène par les microorganismes. Cette diminution de l'O₂ dissous dans l'eau peut provoquer dans certains cas des mortalités importantes de poissons. Les matières en suspensions conduisent aussi au colmatage des branchiers des poissons.

On a aussi les produits toxiques qui sont rejetés sous différentes formes, ces substances provoquent des effets qui peuvent être de deux formes :

- Effet immédiat ou à court terme conduisant un effet toxique brutal et donc à la mort rapide de différents organisme,

- Effet différé ou à long terme, par accumulation au cour du temps, des substances chez certains organismes.



CHAPITRE II
DIFFERENTS PROCEDES DE
TRAITEMENT DES EAUX

CHAPITRE II

DIFFERENTS PROCEDES DE TRAITEMENT DES EAUX

Traiter les eaux demande l'application de différentes techniques. Leur mise en œuvre peut être simultanée ou successives suivant les pollutions mises en jeu dans les eaux à traiter. Ces techniques peuvent être physico-chimiques ou biologiques. Le but étant toujours d'assainir l'eau rejetée ou utilisée afin qu'elle soit compatible avec l'environnement ou l'usage que l'on compte en faire.

II.1 TRAITEMENT PHYSICO-CHIMIQUE

Le traitement physico-chimique a pour but d'extraire le maximum de matière en suspension et de matières organiques facilement décantable par l'ajout de produits chimiques. Il existe plusieurs voies de traitements, les plus utilisés sont :

II.1.1 COAGULATION-FLOCCULATION :

La couleur et la turbidité d'une eau de surface sont dues à la présence de particules de très faible diamètre: les colloïdes. Leur élimination ne peut se baser sur la simple décantation. En effet, leur vitesse de sédimentation est extrêmement faible. Le temps nécessaire pour parcourir un mètre en chute libre peut être de plusieurs années.

La coagulation et la floculation sont les processus qui permettent l'élimination des colloïdes. La coagulation consiste à les déstabiliser. Il s'agit de neutraliser leurs charges électrostatiques de répulsion pour permettre leur rencontre. La floculation rend compte de leur agglomération en agrégats éliminés par décantation et/ou filtration [8].

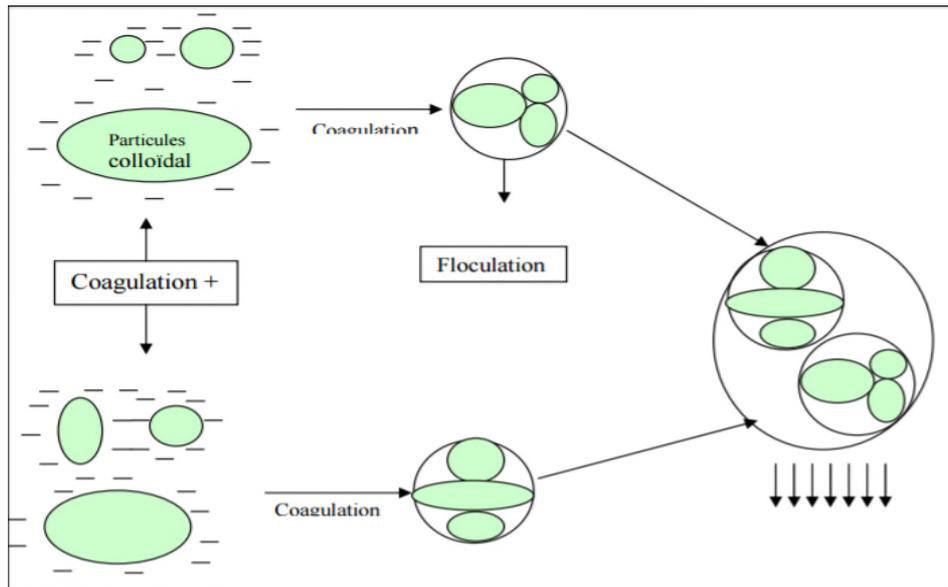


Figure II 1: coagulation-floculation

II.1.2 PRECIPITATION CHIMIQUE :

La précipitation, en général, consiste à la transformation de composés métalliques fortement dissociés (sels en solution) en produits insolubles. Cette opération implique toujours l'ajout d'un réactif de précipitation réalisant la transformation chimique souhaitée. La précipitation est depuis longtemps utilisée pour le traitement de solutions fortement chargées en sels de métaux. L'objectif essentiel est alors la récupération des métaux plutôt que l'épuration de l'effluent.

II.2 TRAITEMENT BIOLOGIQUE

L'épuration biologique des eaux usées résiduaires est basée sur les mêmes phénomènes que ceux de l'autoépuration naturelle des cours d'eau (rivières, barrages, lacs, mer) sous l'action des micro-organismes aquatiques.

Le traitement des eaux usées dans les stations de traitement biologique et d'épuration fait appel à différentes techniques soit culture fixe ou culture libre

II.2.1 CULTURE LIBRE

Le traitement biologique à culture libre est inspiré du traitement biologique des lagunes naturelles. Le principe du traitement est la formation des bioflocs constitués de microorganismes maintenus en suspension. La dégradation de la matière organique présente dans les rejets est due au contact des bioflocs avec les eaux.

- BOUE ACTIVE

Le procédé de traitement par boues activées est l'un des plus répandus. Il consiste à cultiver une masse considérable de bactéries agglomérées sous forme de flocs biologiques en suspension dans un bassin (réacteur biologique) aéré et convenablement brassé. Ce procédé est le plus fiable et le plus performant pour traiter aisément et conjointement la pollution carbonée, la pollution azotée et phosphorée [9].

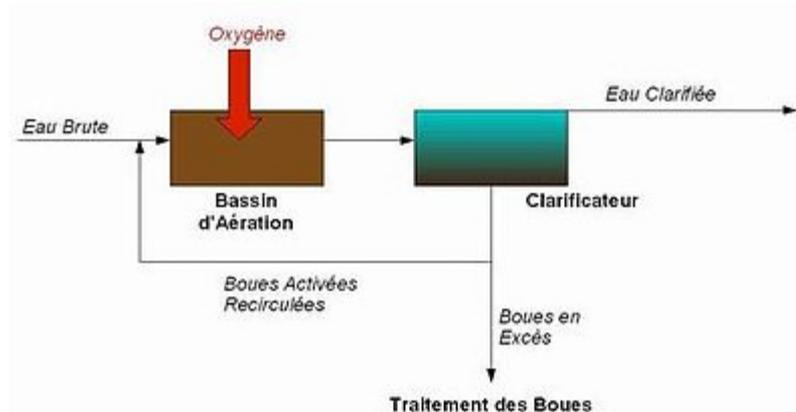


Figure II 2: schéma simple d'un procédé de traitement par boues activées

- TRAITEMENT PAR LAGUNAGE AERE

C'est un procédé de traitement biologique constitué d'une lagune aérée de façon artificielle, alimentée gravitairement en eaux usées et dans laquelle intervient principalement la biodégradation aérobie de la pollution carbonée. L'apport en oxygène est assuré par un équipement électromécanique. Ce procédé n'ayant pas de boucle de recirculation de boues comme dans la boue activée, il en résulte une concentration en micro-organismes faible dans la lagune aérée. Il implique un temps de séjour moyen dans la lagune aérée de l'ordre de vingt jours [10].

Il est rare, en raison de la concentration relativement élevée en matières en suspension, que l'on puisse rejeter directement l'effluent traité à l'exutoire sans décantation finale [11].

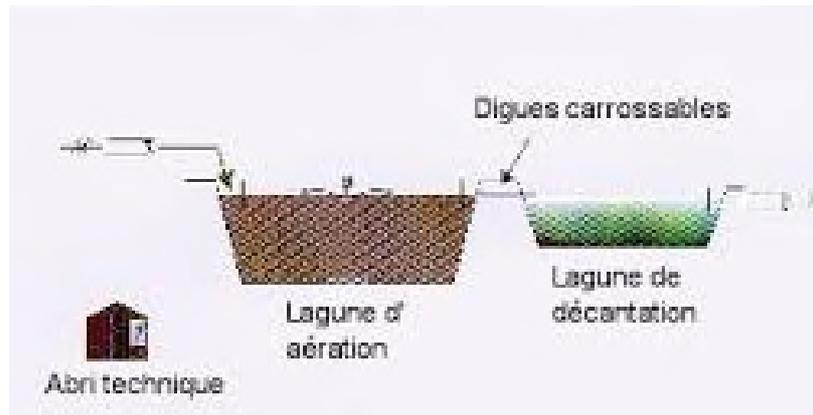


Figure II 3: lagunage aéré

II.2.2 CULTURE FIXEE

Le principe de traitement biologique à culture fixée est la culture d'une agglomération de microorganismes fixée sur un support formant un biofilm. Il existe une gamme de ce type de procédés parmi lesquels sont :

- LE LIT BACTERIEN

Le procédé d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux à traiter sur une masse de matériaux, de grande surface spécifique. Les matériaux ou garnissage servent de support aux bactéries qui y forment un biofilm, plus ou moins épais [12].

L'effluent est distribué par aspersion en surface et apporter l'oxygène par la ventilation naturelle de bas en haut. En ruisselant, l'eau à épurer forme un film liquide qui sera traversé par l'oxygénation venant de l'air et formé CO₂ dans la biomasse. Les matériaux utilisés comme les minéraux (pouzzolane et le coke métallurgique) ou plastiques.

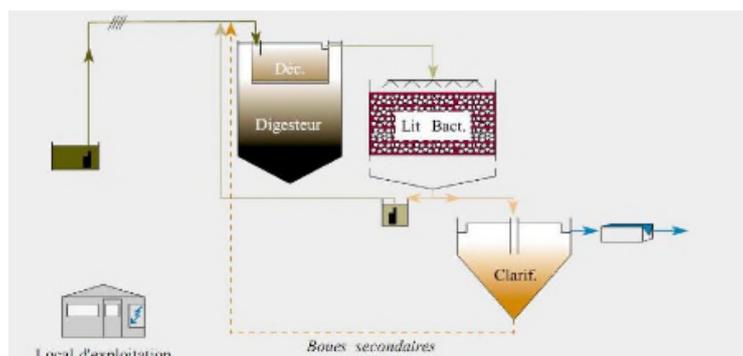


Figure II 4: lits bactériens

- DISQUE BIOLOGIQUE

Les supports de la microflore épuratrice sont des disques partiellement immergés dans l'effluent à traiter et animés d'un mouvement de rotation lequel assure à la fois le mélange et l'aération.

Les microorganismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques sont semi-immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée.

L'effluent est préalablement décanté pour éviter le colmatage du matériau support. Les boues qui se décrochent sont séparées de l'eau traitée par clarification.

Les disques biologiques sont constitués de disques en plastique rotatifs dans un bassin ouvert rempli d'eaux usées.

Les disques tournent lentement dans le bassin et lorsqu'ils passent dans les eaux usées, les matières organiques sont absorbées par le biofilm fixé sur le disque rotatif. L'accumulation de matières biologique sur les disques en augmente l'épaisseur et forme une couche de boues. Lorsque les disques passent à l'air libre, l'oxygène est absorbé, ce qui favorise la croissance de cette biomasse. Quand cette dernière est suffisamment épaisse une certaine quantité se détache et se dépose au fond de l'unité [13].

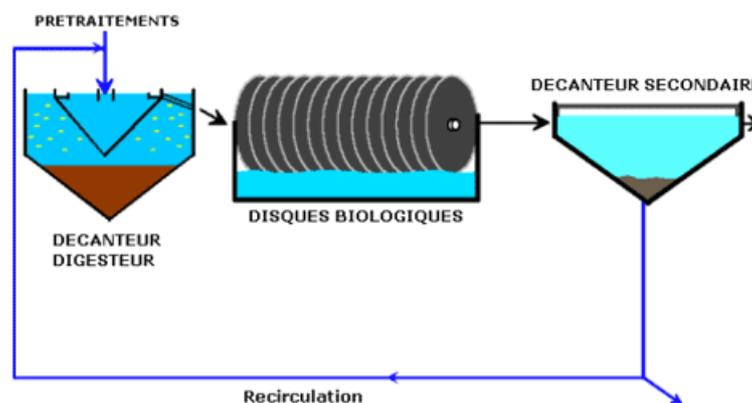
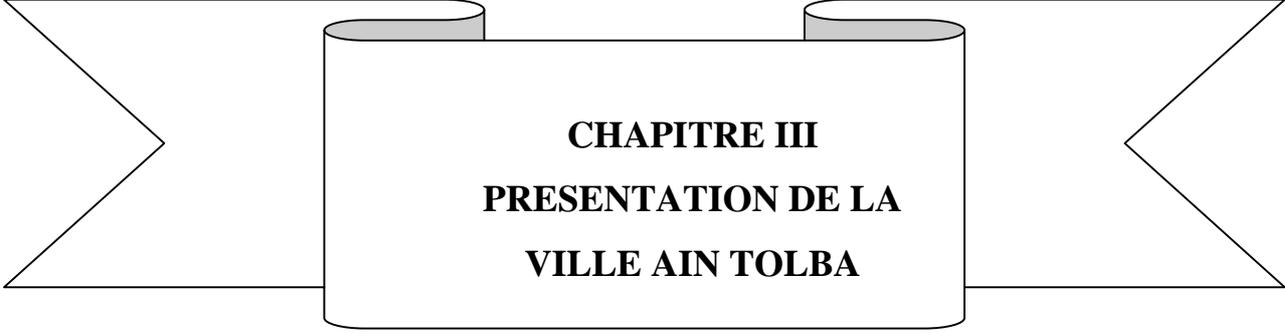


Figure II 5: Disque biologique



CHAPITRE III
PRESENTATION DE LA
VILLE AIN TOLBA

CHAPITRE III

PRESENTATION DE LA VILLE AIN TOLBA

III.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

L'agglomération d'Ain-Tolba est délimitée à l'Est par la ville d'Ain-Temouchent, à l'Ouest par la ville de Tlemcen, au Sud-ouest par la ville d'Oran. Le centre d'AIN TOLBA est situé à près de 55 Km de TLEMCEN, 90 Km D'ORAN et est distant de 16 Km de la ville de AIN TEMOUCHENT chef lieu de wilaya.

La superficie urbanisée de la ville d'AIN TOLBA s'étant sur 118,13 hectes



Figure III 6: ville Ain Tolba (Google Earth)

III.2 CLIMATOLOGIQUE :

L'aspect climatique apparaît à priori secondaire pour un projet de système d'épuration. Cette analyse est à pondérer, car le climat peut jouer un rôle à différentes échelles.

La station climatologique la plus proche de la ville d'Ain Tolba est située au nord ouest dans la ville de BENI SAF. [14]

III.2.1 L'ENSOLEILLEMENT:

Ce facteur est primordial dans le bon fonctionnement d'un système d'épuration, car l'apport que peut faire subir le rayonnement solaire sur les différents types de traitement d'éléments fondamentaux. [14]

III.2.2 LES TEMPERATURES :

La température est un élément très important dans le bon fonctionnement d'un système d'épuration biologique, le tableau ci-dessous pour illustrer les données sur les températures moyennes enregistrées pour la période : 1994 – 2000 [14]

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
T (° C)	13.4	14	14.9	16.7	19.3	22.2
Mois	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
T (°C)	24.7	25.6	23	20.1	16.9	14.7

Tableau III 1: température moyennes 1994 –2000

La température moyenne est de 18,80 et de ce fait, nous la considérons comme une température favorable à un bon fonctionnement d'un système d'épuration biologique.

Par ailleurs, les températures maximum et minimum au cours de l'année pour la période 1994-2000 sont de :

13,4 °C pour la température minimale

25,6 °C pour la température maximale.

III.2.3 LES VENTS :

Ce facteur est important, car il nous contraint à donner une orientation géographique du site d'implantation en fonction de la direction et de l'intensité des vents.

Dans notre cas, le site du système d'épuration se trouve éloigné de l'agglomération.

Les directions dominantes des vents se situent vers l'ouest [14].

III.2.4 PRECIPITATION :

Les précipitations maximales journalières sont représentées dans le tableau suivant [14] :

Année	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
1967	1	1	1	5,8	1	13,9	1	1	75	1	0	2,5
1968	0,8	0	32,5	19	3	18,4	20,6	16,5	5,7	14	3	0
1969	4,7	0	16	28	8	5	20,5	12,7	2,5	0	0	6
1970	0	1	4,6	13,5	13,8	0	43,2	24,3	24	2	0	0
1971	6,5	4	23	6,7	6,7	25,1	23,5	16,6	36,2	4,8	0	1,7
1972	72,5	10,8	11,9	26,8	26,8	17,7	46,7	37,7	0,7	13,8	0	2,4
1973	11,5	5,3	8,7	0	0	37,2	16,5	18,6	0	0,2	0	0
1974	1,5	24,7	5,6	3,4	3,4	15,3	22,4	37,1	3,6	0,2	0	0
1975	3,4	3,4	41,8	18,5	18,5	23,7	12,7	19,1	7,1	4,5	5,3	21,8
1976	7,3	26,9	5,7	29,8	29,8	10	28,6	13,7	55,7	0,4	2,5	0
1977	0	4,8	48	19,3	19,3	3,2	9,9	20,5	10	0	0	0
1978	0	22,2	18	27,7	4	0	43,3	11,4	2,4	0	2,7	0
1979	15,5	34,5	11,5	37,8	10,8	31	23,5	14,2	6	0	0	0
1980	6,3	6	11,7	69	24,7	27	27,3	25,7	2,4	38,5	0	0
1981	2	0	0	4,4	2	2	6,4	23	18,2	3	0	0
1982	3	24,6	20,4	8	0	9,6	6,4	0,6	2,6	0	0	0
1983	0	0	4,8	19,6	27,5	20	14,7	0	14,5	0	0	0
1984	5,5	1,2	35,5	9,8	11,9	4	11,6	8,1	10,4	0	0	0

1985	3	0	15,5	30,5	15,5	38	20,1	16,5	2,1	0,8	0	1,6
1986	27	27,5	45,2	25,3	22,1	61,5	2,5	2	9,7	0	2,2	0
1987	5,1	19,1	13,4	24,9	8,2	5,5	4,7	6	6,5	11,3	0	0
1988	6,7	1,5	12,3	0	25	6,8	58,3	5,4	5,9	0,4	0	0
1989	12,1	2,1	6,7	37,5	40,6	0	24	9,1	13,2	0,6	0	0
1990	13,5	4	15	10,7	20,3	14,3	27,7	8	3,6	0	0	0
1991	2,8	15,2	31,4	1	8,8	10,2	29,2	5,3	24,1	9,2	0	0
1992	2	7,3	11,5	5,4	0	62,5	17	11	26,9	3,4	0	0
1993	5,2	27,8	24,9	2,1	15,7	26,3	4,7	8	12,2	0	1,5	0
1994	16	3,3	11	16,8	10,5	27,5	38,5	9,2	0,1	2,5	0	0,1
1995	1,7	28	8	16	9,3	32	10,7	4,7	10,2	0	0	1,4
1996	23	3,2	1	6,8	56	0	0,1	14	6,6	2,3	0,4	4,5
1997	19,7	9	20	14	8,8	15,5	9,7	7,5	31	0	0,6	3,5
1998	5,7	2,7	16	2,5	20,7	65,7	97,4	0	0,3	0	0	0
Max	72,5	34,5	48	69	56	65,7	97,4	37,7	75	38,5	5,3	21,8

Tableau III 2 : Précipitations maximales

Le calcul relatif à l'étude de la pluviométrie à été déterminé à partir des pluies mensuelles et annuelles enregistrées au niveau du pluviomètre de la station 040 214 implanté dans la région concerné par l'étude.

L'analyse des pluies maximales a été faite sur des données pluviométriques observées à la station citée ci-dessus.

Les calculs des pluies maximales journalières correspondant au temps « T » et de fréquence « f » sont faite selon la relation de Body (ANRH) donnée par :

$$P(TC) = [PGMAX(\%) * \frac{TC}{24}]^B \quad (\text{III.1})$$

Avec :

B: Coefficient de Moddy entre 0.33 et 0.37

PGMax(%) : la pluies journalières phréncenciales

TC : temps de concentrations

PTC : pluies journalier qui correspond au temps de concentration

L'intensité pluviale définie par la quantité de précipitation tombant sur une surface horizontale par unité de temps (mm/mn), est donnée par la relation :

$$I = Pf(t) \quad \text{(III.2)}$$

La formule utilisée pour le calcul des intensités n'est pas suffisante pour le dimensionnement de l'égout où elle devrait être exprimée pour chaque chute de pluie et convertie en l/s. ha pour la même saison, on utilise l'intensité de pluie pour les égouts

$$\text{Leg} = \frac{[Pf(t)(\text{mm}) * 1000 \left(\frac{\text{ha}}{\text{m}}\right)]}{t(\text{mm})} = 166.7 * I \left(\frac{\text{l}}{\text{s}} \cdot \text{ha}\right) \quad \text{(III.3)}$$

Les données des précipitations des hauteurs de précipitations correspondantes à des pas, d'hydrographe intensité – durée fréquence selon la relation suivant:

$$Pt/Pj\text{max} = 0.35 * t^{0.32} \quad \text{(III.4)}$$

III.3 LE RELIEF DE LA REGION

La commune d'Ain Tolba est située dans une zone accidentée. Les zones planes sont peu nombreuses [14].

Le relief de la commune est marqué globalement par la présence de deux ensembles :

- Le premier est peu accidentée et se trouvant dans la partie Nord-ouest.
- Le second, accidentée et qui est situé au sud et au sud ouest du territoire communal.

Les possibilités agricoles sont limitées dans la partie sud du territoire communale du fait de sa topographe qui rend la mécanisation de l'agriculture difficile.

Certains piémonts sont fortement érodés et les sols y sont profonds, leur mise en valeur agricole étant difficile. Ces zones devrait être reboisées ne serait ce que pour limiter l'érosion.

III.4 AGRICOLE

De vocation agricole, la région d'AIN TOLBA dispose d'un fort potentiel agro-pédologique favorables aux grandes cultures, les cultures maraîchères et l'arboriculture.

La céréaliculture est dominante, l'arboriculture est dérisoire puisqu'elle représente que 8% de la SAU.

Par ailleurs les maraîchages n'occupent que la faible surface de 12 Ha soit 0,25 %
Seulement de la SAU.

III.5 POPULATION

III.5.1 ETUDE_DEMOGRAPHIQUE [14]

Données à recueillir auprès de l'Office National des Statistiques (ONS)

- Taux de croissance de la population de la commune d'AIN TOLBA.

On observe :

Pour la population d'AIN TOLBA, un taux 3,60 % pour la décennie 1987 - 1998,

En l'année 1998 la population estimé 11.230 hab

- source ONS RGPH 98

Le système de lagunage concerne le chef lieu, La population de l'année 1998 du chef lieu était de 11.230 habitants, la population estimé à l'horizon 2005 selon le taux de croissance national (2,7 %) * est de 13.532 hab..

III.5.2 ESTIMATION DE LA POPULATION DU CHEF LIEU

Sur la base de l'évolution des taux d'accroissement au cours des dernières années et des estimations effectuées par LA DPAT de AIN TEMOUCHENT. Nous estimerons la variation des taux de croissance de la population selon le scénario suivant [14] :

Période	Taux d'accroissement de la population
	d'AIN TOLBA. %
1998- 2005	2,70
2005-2010	2
2010- 2015	2
2015- 2030	2

Tableau III 3: Taux de croissance de la population pour la période 1998-2030

Le taux d'accroissement est supposé constant pour l'horizon 2002 à 2030 et est égal à 2 %.

Le calcul s'effectue comme suit:

$$P = p_0 (1 + x)^n \quad \text{(III.5)}$$

Où :

P : représente la population projetée.

P₀ : représente la population à l'année de référence.

x : représente le taux de croissance.

n : représente la valeur de la période.

Les valeurs ainsi calculées sont consignées dans le tableau suivant :

Année	1998	2005	2010	2015	2030
Population	11230	13532	14940	16000	19000

Tableau III 4 : La population entre les années 1998-2030

III.4 ASPECT HYDROLOGIE –HYDROGEOLOGIE

III.4.1 L'ASPECT HYDROLOGIE

La région étudiée comprend une série d'oueds intermittents, la zone étudiée appartient au bassin versant de oued mekhaissiya (oued djelloul), Malgré des précipitations réduites , l'oued conserve un écoulement pendant une grande partie de l'année .

A l'amont de l'oued et au niveau de la RN ORAN – TLEMCEN, l'oued est sec à l'étiage. La totalité des débits des sources issues des terrains volcaniques est captée pour l'alimentation de l'agglomération d'AIN TOLBA.

Aussi à l'étiage la superficie, du bassin versant située à l'amont (au niveau de la RN ORAN – TLEMCEN), n'alimente pas l'écoulement superficiel : cette aire improductive s'étend sur 8005 ha.

En été seule une fraction du bassin versant participe à la production du débit d'eau, sa superficie est 8605 Hects (surface du BV de 16610- surface amont de 8005).

Le débit spécifique à l'étiage moyen pour l'ensemble du bassin versant de l'oued est de 0,06 l/s/km². Cette valeur très faible vient de ce que la moitié amont du bassin versant essentiellement marneuse (miocène moyen) est improductive. Si l'on considère que la superficie productive du bassin versant à l'aval RN (ORAN – TLEMCEM), le débit spécifique de l'oued est de 0,90 l/s/ km² [14].

III.4.2 L'ASPECT HYDROGEOLOGIQUE

Le réseau hydraulique de la commune se caractérise par la présence d'une série d'oueds intermittents que l'on trouve généralement dans la zone méditerranéenne. Le régime des eaux est très irrégulier.

En hiver les oueds sont généralement en crue pendant la saison des pluies, alors qu'en été ils sont presque à sec.

Les principaux oueds de la commune sont l'oued Beghla, l'oued Zerga et oued Ain-Fendessaya, Ces oueds drainent les eaux de ruissellement des collines et des Djebel.

Les principaux oueds de la commune ont un écoulement Sud-Nord et se jettent dans la mer

Les ressources en eau sont peu nombreuses, il n'y a qu'un seul puits important dans la commune dont le débit est de 3,33 l/s, et qui est destiné à la consommation domestique. C'est ce puits alimente Ain Tolba en eau potable [14] .

- Les formations volcaniques du bassin versant de l'oued Djelloul :

La majorité des apports prévenants des formations volcaniques du bassin versant de l'oued Djelloul, sont issus des vastes épanchements de la région d'Ain Tolba ; ils se chiffrent à environ 35 l/s.

les terrains volcaniques Ain Tolba proviennent d'émission des volcans du Djebel Hafsa et du volcan Ain Tolba qui ont recouvert les marnes du miocène moyen, les coulées de ce dernier, présentent des variations nettes de résistivité selon les secteurs, Vraisemblablement en fonction de leur âge, le chimisme des laves peut évoluer en effort dans le temps au cours de la période d'activité volcanique.

La majorité du débit souterrain s'écoule entre le Koudiat Bou – Sélik et d'Argoub El – Ham (volcan d'Ain Tolba) vers l'oued Djelloul où il donne naissance à Ain Bou Rouba et Ain El Ballouf.

Le débit global mesuré en période d'étiage dans l'oued Djelloul et apporté par ces basaltes fissurés est de 20 l/s.

III.5 Milieu récepteur (Oud Mekhayssia)

Le milieu récepteur du rejet principal est Mekhayssia dont l'embouchure est au niveau de la mer à l'endroit appelé sidi Djelloul.



CHAPITRE IV
DIMENSIONNEMENT
DE LA STEP

CHAPITRE IV

DIMENSIONNEMENT DE LA STEP

Le Village d'Ain Tolba et le VAS (Wilaya de Temouchent) couvre un nouveau procédé dans le domaine d'épuration des eaux usées en Algérie. Le procédé utilisé est boue activée avec oxydation alternée.

IV.1 FONCTIONNEMENT DE LA STEP

IV.1.1 PRETRAITEMENT

IV.1.1.1 DEGRILLAGE

Le premier ouvrage de prétraitement de la station de Ain Tolba consiste deux grilles grossières manuelles et deux grilles fines mécanisées et une grille de by passe manuelle.

Les dégrilleurs assurent la protection des équipements électromécaniques et réduisent les risques de colmatage des conduites mises en place dans la station d'épuration. Les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, l'écartement des barreaux de la grille est défini par le choix de la taille et de la nature des objets acceptés par la station.

Grilles grossières permet récupérer les déchets volumineux entraînés par les eaux s'écoulant dans les canalisations d'assainissement, Les éléments retenus sont éliminés manuellement vers des paniers métalliques qui seront vidés périodiquement suivant le besoin.

Grilles fines mécanisées installées en aval des grilles grossières dans le canal d'entrée de la station pour la rétention des déchets solides de faible et moyenne.

Cette opération est effectuée avant la station de relevage afin de protéger les pompes et de ne pas gêner le fonctionnement des étapes ultérieures du traitement.



Image IV 1 : grille fine



Image IV 2 : grille grosse

IV.1.1.2 DESSABLAGE

On a deux couloirs du dessaleur de forme rectangulaire dans la station de Ain Tolba.

Les eaux usées contiennent du sable.

Le but de dessablage c'est d'extraire des eaux brutes (rejets) les graviers, les sables et les particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et les conduites.

IV.1.1.3 DEGRAISSAGE-DESHUILAGE

Les deux procédés ont pour but d'éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique.

Le déshuilage consiste à récupérer les graisses et les huiles, plus légères que l'eau qui se rassemblent à la surface des eaux usées.



Image IV 3 : Dégraissage-déshuilage

IV.2.2 TRAITEMENT BIOLOGIQUE

Le procédé utilisé de la station d'Ain Tolba c'est le procédé à boue activée par un système d'aération de mode d'oxydation alternée.

Le réacteur est alimenté en eau polluée et le mélange eau usée (bio floes) est appelé liqueur mixte. La liqueur mixte (eau + polluants) est maintenue dans un régime turbulent par le système d'aération et l'oxygène dissous est introduit dans la masse de la liqueur mixte dont il est nécessaire pour la respiration et le développement des micro-organismes aérobies.

Le fonctionnement du traitement biologique d'Ain Tolba se déroule par Cinq étapes qui sont les suivantes:

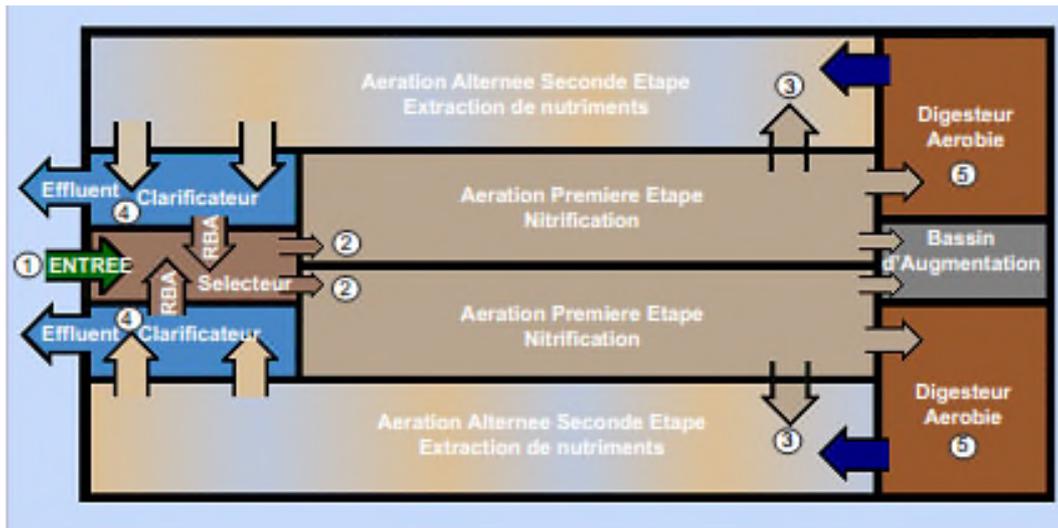


Figure IV 7: présentation de procédé biologique par oxydation alterné

IV.2.2.1 BASSIN SELECTEUR OU D'HOMOGENEISATION.

Après la phase de prétraitement, la formation des bioflocs est entamée : Le rejet pénètre dans un réservoir sélectif nommé bassin sélecteur ou d'homogénéisation, où les eaux usées brutes sont combinées avec la biomasse des boues recyclées provenant des bassins de clarificateurs.

IV.2.2.2 BASSIN DE PREMIERE AERATION

Après la phase de la formation des bioflocs, la phase de l'élimination de la dégradation de la matière organique et l'ammoniaque commence : le mélange s'écoule ensuite dans un bassin de première aération où l'aération est constante. À ce stade, un temps de rétention adéquat est assuré pour permettre l'extraction de la DBO et de l'ammoniaque.

IV.2.2.3 BASSIN DE DEUXIEME AERATION

Pour une meilleure élimination, on prolonge le traitement en temps et lieu en dotant le premier bassin d'aération par un deuxième bassin : L'écoulement se partage ensuite dans deux bassins d'aération secondaires qui opèrent parallèlement (un à l'arrêt et l'autre en fonction).

IV.2.2.4 DECANTEUR SECONDAIRE OU CLARIFICATEUR.

Le mélange pénètre alors dans le clarificateur où la biomasse est décantée et retournée de façon hydraulique au bassin sélecteur avec un taux de recirculation de 100 %.

L'eau clarifiée est retiré par sur verse ou trop plein et est acheminée vers le milieu récepteur.

IV.2.2.5 STABILISATION DES BOUES.

De temps en temps, le retrait des boues est fait du bassin de 1ère aération vers le digesteur des boues aérobie manuellement ou en forme automatique, l'eau surnageant est renvoyer vers le bassin de 2ème aération.

IV.2.3 DESHYDRATIONS DES BOUES.

C'est une déshydratation naturelle des boues qui est prévue.

L'excès de boues est retirées du digesteur pour être acheminée vers des lits de séchage pour être réexpédier une fois sécher vers la décharge ou une éventuelle réutilisation dans l'agriculture

IV.2.4 LIT DE SECHAGE

Le séchage est une opération unitaire du traitement des boues consistant à évaporer de l'eau libre et liée. Le principe du lit de séchage de la station d'Ain Tolba est d'épandre des boues liquides sur une grande surface avec un lit constitué de graviers et de sable. Il se pratique à l'air libre. Cette technique présente l'inconvénient d'être tributaire du climat, les temps de séchage sont relativement longs et les coûts de main d'œuvre sont élevés. Elle ne peut s'adapter qu'aux grandes stations en raison des surfaces nécessaires.

Les eaux de drainage des lits de séchage seront envoyées en tête de la station ou rejetées directement vers l'exutoire est les boues sont utilisé dans l'agriculteur.



Image IV 4: Lit de séchage

IV.2 DIMENSIONNEMENT**IV.2.1 CALCUL DE BASE :****IV.2.1.1 CALCUL DES DEBITS ET DES CHARGES POLLUANTES****✓ CALCUL DES DEBITS**

La dotation de la zone Ain Tolba et VAS à l'horizon de 2015 à 2030 est 150 L/hab/J avec un coefficient de rejet $CR=0.8$ et un coefficient de pointe de temps sec de pluies égale à trois. Il s'agit de déterminer le débit journalier (Q_j) (m^3/j), le débit moyen horaire, le débit de pointe de temps sec (Q_p) et le débit de pointe de temps sec de pluies.

- Le débit journalier

Le débit total journalier (m^3/j) est définie par :

$$Q_j = D * N * R \quad \text{(IV.6)}$$

Avec :

D : dotation (l/hab/j)

N : nombre d'habitant à l'horizon considéré

R : coefficient de rejet ($R=0.8$)

HORIZON 2015 : $Q_j = 150 * 0.8 * 16000 = 1920 \text{ m}^3/j$

HORIZON 2030 : $Q_j = 150 * 0.8 * 19000 = 2640 \text{ m}^3/j$

- Le débit moyen horaire

Le débit moyen horaire (m^3/h) est donné par la relation suivant

$$Q_m = Q_j / 24 \quad \text{(IV.7)}$$

$$Q_m (\text{m}^3/h) = Q_m (\text{l/s}) * 10^{-3} * 3600$$

HORIZON 2015 : $Q_j = 1920 / 24 = 80 \text{ m}^3/j$

HORIZON 2030 : $Q_j = 2640/24 = 110 \text{ m}^3/\text{j}$

- **Le débit de pointe**

Le débit de point (m^3/h) est défini par la relation

$$Q_p = C_p * Q_m \quad (\text{IV.8})$$

Avec :

C_p : coefficient de colmatage

$$C_p : \text{coefficient de colmatage} \begin{cases} C_p = 1.5 + \left(\frac{2.5}{\sqrt{Q_m}} \right) \rightarrow Q_m \geq 2.8 \text{ l/s} \\ C_p = 3 \rightarrow Q_m < 2.8 \frac{1}{s} \end{cases}$$

HORIZON 2015 :

Dans notre cas le $C_p = 2.08$ d'où le calcul du débit de pointe

$$Q_j = 80 * 2.08 = 166.40 \text{ m}^3/\text{j}$$

HORIZON 2030 :

Dans notre cas le $C_p = 1.95$ d'où le calcul du débit de pointe

$$Q_j = 110 * 1.95 = 214.5 \text{ m}^3/\text{j}$$

- **Le débit de point sec de pluies**

Dans notre cas le C_p de pluies égale trois d'où le calcul du débit de pointe de pluies

$$Q_p \text{ de pluies} = Q_p * \text{coefficient de pointe de pluies} \quad (\text{IV.9})$$

HORIZON 2015 : $Q_p \text{ de pluies} = 80 * 3 = 240 \text{ m}^3/\text{h}$

HORIZON 2030 : $Q_p \text{ de pluies} = 110 * 3 = 330 \text{ m}^3/\text{h}$

✓ **CALCUL DES CHARGES POLLUANTES**

Le dimensionnement de la station de Ain Tolba en fonction de ration théorique

Soit les dotations des charges polluants d'un rejet de la ville Ain Tolba est VAS :

$$\text{DBO}_5 = 416.7 \text{ mg/l}$$

$$\text{DCO} = 666.7 \text{ mg/l}$$

$$\text{MES} = 500 \text{ mg/l.}$$

$$\text{NH}_4 = 83.3 \text{ mg/l}$$

Les ratios théoriques choisis entre 35 et 60 g/hab/j. à partir de la loi IV.10 le résultat obtenu dans le tableau suivant :

$$\left[\text{polluant} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) \right] = \text{ration théorique} * P/Q \quad (\text{IV.10})$$

Polluant	Ratios théorique g/hab/j	Concentrations des polluants mg/l
DBO₅	50	46.7
DCO	80	666.7
MES	60	500
NH₄	10	83.3

- **Les charges polluantes journalières sont :**

$$\text{MES} \left(\frac{\text{kg}}{\text{j}} \right) = Q_j \left(\frac{\text{m}^3}{\text{j}} \right) * \left[\text{MES} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) \right] * 10^{-3} \quad (\text{IV.11})$$

$$\text{DBO}_5 \left(\frac{\text{kg}}{\text{j}} \right) = Q_j \left(\frac{\text{m}^3}{\text{j}} \right) * \left[\text{DBO}_5 \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) \right] * 10^{-3} \quad (\text{IV.12})$$

$$\text{DCO} \left(\frac{\text{kg}}{\text{j}} \right) = Q_j \left(\frac{\text{m}^3}{\text{j}} \right) * \left[\text{DCO} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) \right] * 10^{-3} \quad (\text{IV.13})$$

IV.2.1.2 L'ESTIMATION DES CHARGES POLLUANTS DE L'ANNEE 2015 - 2030 :

- Charges polluantes :

concentration à l'entrée		charge polluante à l'entrée
DBO5	416.7 mg/l	800.06 kg/j
DCO	666.7 mg/l	1280.06 kg/j
MES	500 mg/l	960.00 kg/j
NH4	83.3 mg/l	159.94 kg/j
concentration à la sortie		charge polluante à la sortie
DBO5	30 mg/l	57.6 kg/j
DCO	40 mg/l	76.80 kg/j
MES	30 mg/l	57.60 kg/j
NH4	5 mg/l	9.60 kg/j

Tableau IV 4 : Estimation des charges polluantes en 2015

- Charges polluantes :

concentration à l'entrée		charge polluante à l'entrée
DBO5	416.7 mg/l	1100.08 kg/j
DCO	666.7 mg/l	1760.08 kg/j
MES	500 mg/l	1320 kg/j
NH4	83.3 mg/l	219.9 kg/j
concentration à la sortie		charge polluante à la sortie
DBO5	30 mg/l	79.2 kg/j
DCO	40 mg/l	105.6 kg/j
MES	30 mg/l	79.2 kg/j
NH4	5 mg/l	13.2 kg/j

Tableau IV 5: Estimation de charges polluantes en 2030

IV.2.1.3 L'EAU DE REJET A L'ENTRÉE DU SYSTÈME D'ÉPURATION DE L'ANNEE 2015 -2030

- Horizon 2015

PARAMETRES	UNITES	ANNEE : 2015
Nature du réseau		Unitaire
ALTITUDE	M	
NOMBRE D'E.H	E.H	16.000
volume moyen journalier des eaux usées.	m ³ /j	1920
Débit de pointe en temps sec	m ³ /h	166,40
Débit de pointe en temps humide	m ³ /h	240
D.B.O.5 journalière	Kg/j	800.06
D.B.O.5	mg/L	416.7
M.E.S journalière	Kg/j	960
M.E.S	mg/L	500
D.C.O	mg/L	666.7
D.C.O journalière	Kg/j	1280.06
N journalier	Kg/j	159.94
AZOTE	MG/L	83

- Horizon 2030

PARAMETRES	UNITES	ANNEE : 2030
Nature du réseau		Unitaire
ALTITUDE	M	
NOMBRE D'E.H	E.H	19.000
volume moyen journalier des eaux usées.	m ³ /j	2640
Débit de pointe en temps sec	m ³ /h	214.75
Débit de pointe en temps humide	m ³ /h	333
D.B.O.5 journalière	Kg/j	1100.08
D.B.O.5	mg/L	416.7
M.E.S journalière	Kg/j	1320
M.E.S	mg/L	500
D.C.O	mg/L	1760.08
D.C.O journalière	Kg/j	666.7
N journalier	Kg/j	219.9
AZOTE	mg/l	83.3

La station d'épuration de la ville d'Ain-Tolba est conçue pour obtenir les rendements épuratoires suivants :

$$DBO_5 = \frac{(416,7 - 15)}{416,7}; DBO_5 = 96,4\%$$

$$DCO = \frac{(666,7 - 40)}{666,70}; DCO = 94\%$$

$$MES = \frac{(500 - 30)}{500}; MES = 94\%$$

IV.2.2 DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE D'EAU :

IV.2.2.1 PRETRAITEMENT

Le dimensionnement du prétraitement a été effectué pour l'horizon 2030.

IV.2.2.1.1 DEGRILLAGE :

Les déchets véhiculés par l'effluent sont éliminés avant leur arrivée dans la station grâce au dégrillage. Les eaux usées passent par des grilles de plus en plus fines où les matières volumineuses sont retenues.

✓ Critères de conception et dimensionnement

Grille grossier :

Les grilles mises en place sont de type mécanique droit, composé de barreaux droits ronds en inox inclinés à 60° sur l'horizontale.

La grille est dimensionnée avec une vitesse de passage de l'eau brute (v) au débit de pointe (2030)

Soit :

Espacement entre les barreaux (E = 50 mm)

Epaisseur des barreaux (e = 20 mm)

Avec :

Q_{max} : Débit max entrant à la STEP (m³/s) ;

V : Vitesse de passage à travers les grilles : 0,7 m/s

δ : Coefficient de colmatage de la grille

β : représente la fraction de surface occupée par les barreaux

α : Angle des grilles par rapport à l'horizontale : 60°

$\beta = \text{Espacement des barreaux} / \text{Largeur total de la grille}$

$$\beta = 20 / (50 + 20) = 0,29$$

Pour une grille à nettoyage automatique : $\delta = 0,5$

la surface utile du degrileur S_u est donnée par la formule :

$$S_u = Q_{\max} / V \quad (\text{IV.14})$$

$$S_u = 0.119 / 0,7 = 0,17 \text{ m}^2$$

Avec Largeur de la grille: $l = 1.0 \text{ m}$

$$h_{\max} = S_u * \frac{\sin \alpha}{\delta} * (1 - \beta) * l \quad (\text{IV.15})$$

$$h_{\max} = 0,15 \text{ m}$$

Grille fine :

Constitué de grilles encore moins espacées, va éliminer les déchets d'un volume supérieur à 1 cm.

Les grilles mises en place sont de type mécanique droit, composé de barreaux droits ronds en inox inclinés à 60° sur l'horizontale.

La grille est dimensionnée avec une vitesse de passage de l'eau brute (v) au débit de pointe (2030)

Soit :

Espacement entre les barreaux ($E = 20 \text{ mm}$)

Epaisseur des barreaux ($e = 10 \text{ mm}$)

Avec :

Q_{\max} : débit max entrant a la STEP : $0.119 \text{ m}^3/\text{s}$

V : Vitesse de passage à travers les grilles : $0,7 \text{ m/s}$

δ : Coefficient de colmatage de la grille :

β : représente la fraction de surface occupée par les barreaux

α : Angle des grilles par rapport à l'horizontale : 60°

$\beta = \text{Espacement des barreaux} / \text{Largeur total de la grille}$

$\beta = 10 / (10 + 10) = 0,5$

Pour une grille à nettoyage automatique : $\delta = 0,5$

La surface utile du degriilleur S_u est donnée par la formule :

$$S_u = Q_{\max} / V$$

$$S_u = 0.119 / 0,7 = 0,17 \text{ m}^2$$

Largeur de la grille : $l = 1.0 \text{ m}$

$$\text{D'où : } h_{\max} = S_u * \frac{\sin \alpha}{\delta} * (1 - \beta) * l$$

$h_{\max} = 0,20 \text{ m}$

✓ Récapitulation

- Les grilles mises en place sont des grilles mécaniques droites et composées de barreaux droits ronds en inox inclinés à 60° sur l'horizontale pour faciliter le raclage manuel.

$S_u = 0,17 \text{ m}^2$.

Largeur mouillée de la grille : 1.0 m

Longueur : 3.00 m

Grille fine :

Hauteur d'eau = 0,15 m

Espacement de barreau = 10 mm

Epaisseur de barreau = 10 mm

Grille grossier :

Hauteur d'eau = 0,20 m

Espacement de barreau = 50 mm

Epaisseur de barreau = 20 mm

IV.2.2.1.2 LE DESSABLEUR-DESHUILEUR

Soit :

- Une vitesse ascensionnelle de 10 m/h
- Un temps de séjour de 9 min.

Débit à l'horizon (2030) de 429.50 m³/h.

✓ **Volume du canal**

$$V = Q_{\max} * t_s \quad (\text{IV.16})$$

$$V = 429.5 * 9 / 60 = 64.43 \text{ m}^3$$

✓ **Surface du canal**

$$S = \frac{Q_{\max}}{V_{\text{asc}}} \quad (\text{IV.17})$$

$$S = 429.5 / 10 = 42.9 \text{ m}^2$$

$$S = 43 \text{ m}^2$$

✓ **La hauteur**

$$H = V_{\text{asc}} * t_s \quad (\text{IV.18})$$

$$H = V_{\text{asc}} * t_s = 10 * 9 / 60$$

$$H = 1,5 \text{ m}$$

On prévoit deux ouvrages avec les dimensions planes suivantes :

Largeur : $l = 2,00$ m.

Longueur : $L = 21,50$ m

$H_v = 2.50$ m

IV.2.2.2 BASSIN BIOLOGIQUE

- IV.2.2.2.1 BASSIN SELECTEUR D'HOMOGENEISATION :

Cet ouvrage est conçu pour homogénéiser le mélange d'eau usée dessablée et déshuilée avec la biomasse recyclée du fond du bassin clarificateur. Ce bassin rectangulaire étroit offre un temps de séjour limité inférieur d'une heure pour le débit d'eau usée nominal.

Ce débit étant égal à $1920 \text{ m}^3/\text{jour} / 24 = 80 \text{ m}^3/\text{h}$

On prendra un temps de séjour de 0,9 heures ($T_s < 1\text{h}$).

Calcul du volume d'eau $V(\text{m}^3)$ par la relation suivante :

$$V = T_s \cdot Q_{\max}$$

AN :

$$V = 0.9 * 80 = 72.$$

On prendra $V = 80 \text{ m}^3$

calcul de la surface $S(\text{m}^2)$ par la relation suivante :

Si on prévoit une hauteur d'eau dans le bassin sélecteur $H_{\text{eau}} = 4,27$ m.

On aura donc :

$$S = \frac{V}{H_{\text{eau}}} ; S = 80/4,27 ; S = 18.74 \text{ m}^2$$

Si on choisit une largeur du bassin sélecteur $l = 1,55$ m

On aura donc une longueur de l'ordre de:

$$L = S/l \quad (\text{IV.19})$$

$$L = 18,74/1,55 ; L = 12,20 \text{ m}$$

On projette un bassin rectangulaire dont les dimensions sont :

$$L = 12,20 \text{ m} ; l = 1,55 \text{ m} ; H_{\text{eau}} = 4,27 \text{ m} ; H_{\text{voile}} = 4,87 \text{ m} \text{ (0.60 m de sécurité)}$$

IV.2.2.2.2 BASSINS D'AERATION (1^{ERE} 2^{EME} ETAGE) :

Pour les Stations d'épuration des eaux usées domestiques conçues pour effectuer une dénitrification poussée (élimination de l'ammoniaque et de l'azote total pour la protection des plans d'eau potable ou du littoral).

Le critère de dimensionnement des bassins d'aération limite la masse organique journalière (MO) en (DBO/jour) doit être inférieure à 0,32 kg/m³ de volume aéré.

La DBO₅ à l'entrée est de 367,00 mg/l ou 704 kg/j.

La DBO₅ finale est de 30 mg/l ou 57,60 kg/j.

La DBO₅ éliminée sera de (704,00 – 57,60) kg/j = 646,40 kg/j.

Volume Aéré soit égal à :

$$V = \frac{[\text{DBO}_5]_{\text{éliminer}}}{\text{MO(j)}} \quad (\text{IV.20})$$

MO(j) : La masse organique journalière

Avec une charge organique projetée égal à la DBO₅ éliminée de

771,20 kg de DBO/jour, et si on adopte une masse organique journalière de 0,28 kg/m³ de volume aéré.

Tout calcul fait aboutira.

$$V = \frac{646,40}{0,28} ; V = 2310 \text{ m}^3$$

Ces ouvrages rectangulaires sont arrangés en deux trains de deux étages chacun et l'ensemble doivent offrir un volume tel que le temps de séjour y sera légèrement inférieur à 24 heures, soit un peu moins de 12 heures par étage :

✓ Bassins d'Aération 1^{ère} étage :

Nombre de bassin :	02
Longueur du bassin :	23,15 m
Largueur du bassin :	6,10 m
Surface (m ²) :	141,22 m ²
Heau	4,27 m
Hvoile	4.87 m.
Volume/Bassin (m3) :	603,00 m ³

L= 23,15 m ; l= 6,10 m Heau= 4,27 m ; Hvoile= 4,87 m (0.60 m de sécurité)

✓ Bassins d'Aération 2^{ème} étage :

Nombre de bassin :	02
Longueur du bassin :	35,75 m
Largueur du bassin :	3,95 m
Surface (m ²) :	141,22 m ²
Heau	4,27 m
Hvoile	4.87 m.
Volume/Bassin (m3) :	603,00m ³

L= 35,75 m ; l= 3,95 m Heau= 4,27 m ; Hvoile= 4,87 m (0.60 m de sécurité)

✓ Vérification

Volume total aéré = $2*(603+603)-2*0.97*12.60*4.27=2308,00$ m3 (selon la conception)

Volume total aéré = 2308 m³

Le bassin d'aération du 1er étage est continuellement aéré à l'aide de 10 assemblages de diffuseurs d'air coulissants à grosses bulles qui amènent l'oxygène nécessaire à la réduction de la DBO et à la transformation de l'Azote Ammoniacal en Nitrates.

Le bassin d'aération du 2eme étage est aéré toutes les deux heures pendant deux heures à l'aide de 13 assemblages de diffuseurs coulissants. L'alternance est assurée par une vanne de contrôle pneumatique.

Pendant la période d'arrêt de l'aération, la biomasse se dépose et sa partie inférieure devient anoxique, ce qui permet aux Nitrobacters de transformer les nitrates en Azote qui est relâché dans l'atmosphère.

IV.2.2.2.3 BASSINS DE DECANTATION/CLARIFICATION :

Ces ouvrages rectangulaires doivent fournir un taux de déversement superficiel assez conservateur pour assurer une très bonne séparation solides liquide et permettre à l'effluent de ne contenir que 30 mg/l de matière en suspension entraînée(MES). Dans notre cas, le bassin de clarification est composé d'un nombre déterminé de compartiments. Le taux de déversement superficiel est généralement choisi entre 7 et 17 m³/jour/m² [15] [16] [17]et pour la Station d'Ain Tolba, nous avons choisi un taux de 14,20 m³/j/m².

✓ Surface du décanteur

La surface totale de décantation est donnée par la relation :

$$ST = \frac{Q_{moy,j}}{\tau} \quad (IV.21)$$

Avec :

Q_{moy,j}: débit de moyen journalière = 1920 m³/j

$$\tau = 14.20 \text{ m}^3/\text{j}/\text{m}^2$$

Tout calcul fait aboutira à :

$$S = 1920/14.20 \quad ; \quad ST = 135 \text{ m}^2$$

Avec S : surface totale de clarification

✓ **Nombre des compartiments de clarifications**

$$NCC = \frac{S_T}{S_{CC\text{choisi}}} \quad (\text{IV.22})$$

Tout calcul fait aboutira à :

$$NCC = 135 / 37 ; \quad NCC = 3.65 \text{ soit } 04 \text{ modules}$$

En utilisant des compartiments de clarifications de 37 m² nous devons en installer au moins 4 compartiments repartis sur 2 bassins clarificateurs.

✓ **Surface de chaque compartiment**

$$SC = 37 \times 2 = 74 \text{ m}^2.$$

✓ **Largeur du compartiment (l)**

Pour des raisons de configuration sur le terrain, chaque bassin clarificateur est situe de part et d'autre du bassin sélecteur, avec un mur mitoyen de 12,2 m de long.

$$S = l \cdot L \leftrightarrow l = \frac{S}{L}$$

Tout calcul fait aboutira à :

$$l = 74/12.2 ; \quad l = 6.10 \text{ m}$$

La profondeur d'eau reste identique a celle du bassin d'aération de 2eme étage qui alimente le Clarificateur, c'est-à-dire 4,27 m.

Nombre de compartiment : 02

Longueur du bassin : 12,20 m

Largueur du bassin : 6,10 m

Surface (m ²) :	74,00 m ²
Heau	4,27 m
Hvoile	4.87 m.
Volume /bassin (m ³) :	316,00 m ³

L= 12,20m ; l= 6,10 m Heau= 4,27 m ; Hvoile= 4,87 m (0.60 m de sécurité)

Le fond de ces bassins en béton armé contient des formes pyramidales qui servent à diriger les boues décantées vers les capots d'évacuation hydraulique des boues. Ces boues aspirées par air lift sont déversées dans un canal en acier inoxydable situé sous la passerelle du Module de Clarification et recyclées vers le bassin Sélecteur.

L'équipement de chaque Clarificateur est constitué d'éléments en forme de capots perforés en acier inoxydable, de conduites d'amenée des eaux, de conduites d'évacuation des boues en PVC, de conduites de soutirage des effluents épurés et d'un système de contrôle du débit sortant en acier inoxydable ainsi que de passerelles de maintenance avec garde-fous en Aluminium.

Une vanne pneumatique (DN 50) à double détente actionnera l'admission minutée d'air comprimé pour l'aspiration des boues par effet air lift.

IV.2.2.2.4 BASSIN DE DESINFECTION

En dimensionné en fonction du $Q_{moy,j}$ et le temps de séjours(t_s)

$$Q_{moy,j} = \frac{V}{t_s} \rightarrow V = Q_{moy,j} \cdot t_s \quad (IV.23)$$

Avec :

t_s : le temps de séjours en h

$Q_{moy,j}$: débit moyen journalier

Longueur du bassin :	6.10 m
Largueur du bassin :	1.00 m
Surface (m ²) :	6.10 m ²
Heau	4,27 m
Temps de séjours	0.33 h
Volume (m ³) :	26,00 m ³

IV.2.3 DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE TRAITEMENT DES BOUES

IV.2.3.1 DIGESTEURS AEROBIES

Les boues sont soutirées par air lift directement à partir de la liqueur mixte du bassin d'aération de 1er étage et déversées dans un digesteur aérobie où elles sont stabilisées avant d'être évacuées vers des lits de séchage avoisinants.

Ces ouvrages en béton armé sont conçus pour contenir entre 14 et 20 % du débit quotidien nominal d'eaux usées :

$$14\% \times 1920 \text{ m}^3/\text{jour} = 269 \text{ m}^3$$

$$20\% \times 1920 \text{ m}^3/\text{jour} = 384 \text{ m}^3$$

Reparti sur deux bassins d'une profondeur d'eau de 3,4 m cela nous donne une surface par bassin de 39 à 56 m².

✓ La surface de digesteur

$$S = L.l \quad (\text{IV.24})$$

✓ Volume de digestion (V_d)

$$V_d = S. \text{niveaud'eau} \quad (\text{IV.25})$$

Nombre de bassin :	02
Longueur du bassin :	10 ,45 m
Largueur du bassin :	4,55 m
Surface (m2) :	44,94 m ²
Heau	4,40 m
Hvoile	4.87 m.
Volume /bassin (m3) :	192,00 m ³

L= 10,45 m ; l= 4,30 m Heau= 4,40 m ; Hvoile= 4,87 m (0.60 m de sécurité)

Chaque bassin sera muni de cinq assemblages de diffuseurs d'air coulissants et d'un système d'aspiration hydrauliques des boues par air lift. Ces équipements seront fabriqués en acier inoxydable ou en PVC. Une vanne pneumatique contrôlera le rythme d'amenée et d'arrêt d'air et une deuxième vanne pneumatique coordonnera la fréquence et la durée de l'aspiration des boues à partir des bassins d'aération.

Un caniveau d'accumulation des boues sera installé au fond de chaque bassin sur la paroi opposée à l'arrivée des boues. Le déversoir de retour du surnageant sera équipé d'une plaque réglable pour l'ajustement du niveau d'eau dans les digesteurs.

IV.2.2.2 LITS DE SECHAGE

Quatre lits assemblés en deux groupes de deux :

Nombre de Lits	4
Longueur	15m
Largeur	10m
Surface/chacun	150 m ²
Couche de Gravier	15-30 mm de 20 cm de hauteur

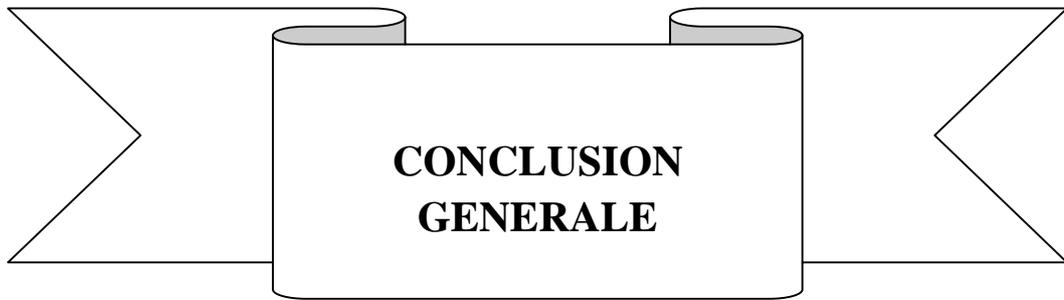
Couche de Sable 0,5-2 mm de 15 cm de hauteur

Avec système de drainage enseveli et puisard de récupération du filtrat pour pompage vers le Digesteur d'origine des boues.

IV.2.2.3 POMPES A BOUES ET RETOUR DU FILTRAT

Les boues stabilisées seront évacuées vers les lits de séchage par le biais de deux pompes a boues installées près des Digesteurs, chacune capable de produire un débit 3,5 m³/Hr. La durée et fréquence de leur utilisation sera dictée par les besoins du Procède en termes d'âges des boues.

Deux pompes de drainage retourneront le filtrat des lits de séchage vers le Digesteur d'origine des boues. Elles seront activées par niveau d'eau dans le puisard.



CONCLUSION GENERALE

La présente étude représente la première expérience de la STEP du ville Ain Tolba du WAT de nouveau procédé d'oxydation alternée par des boues activées de moyen charge, dans cette étude nous sommes intéressés à travail du dimensionnement de ce STEP.

Les techniques d'épuration des eaux usées sont nombreux et ont des caractéristiques différentes selon des les conditions de fonctionnement et du milieu, bien que nombreux mais la plupart de ces systèmes et dimensionnés sur la base de paramètres différents on dits restent souvent inadaptés au contexte socio économiques.

Après avoir examiné l'état du lieu et citons toutes les données sur la région, nous avons étudiée le système d'épuration par oxydation alternée par des boues activée de moyen charge L'horizon de référence est l'an 2030, où le débit moyen journalier des eaux usées sera 1920 m³/j et DBO à la sortie = 30 mg/l.

D'épuration dans les bassins d'aération conventionnellement par la concentration de DBO5 éliminé.

Ce station installé pour une bonne élimination de la DBO5, DCO, MES avec des rendements respectifs de 93

Les objectifs d'épuration dépendent des usages qui seront faits de l'eau traitée, nous citerons :

- protéger l'environnement contre la pollution exactement protéger le Ouad Mkhayssiya;

- crée une nouvelle source pour réutilisé dans l'irrigation : l'utilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation doit être autorisée par les services sanitaires et épidémiologiques et

Introduction générale

les organes de contrôle vétérinaire sur la base des analyses des laboratoires agrochimiques et hydro-chimiques ;

- éliminer les polluants (DBO5, DCO, MES .. ect) ;

- préserver la santé des populations et l'environnement. évité des différents maladies à transmission hydrique.

on à dit le procédé oxydation alternée c'est un procédé performant est le résultat d'un dimensionnement convenable et d'un bon suivi durant toutes les phases de sa réalisation de l'étude jusqu'à la mise en service, d'où il est nécessaire que le personnel chargé des études ou qui suivi les projets de réalisation du ce système, maitrise les étapes de calculs, les règles de la bonne réalisation.

L'exploitation d'un système par oxydation alternée est très difficile mais utile pour garantir un maximum de rendement.

Références bibliographiques

- [1] évaluation du niveau de contamination des eaux de barrage hammam Grouz de la région de Oued Athmania (wilaya de Mila) par les activités agricole.). Mémoire pdf en vue de l'obtention du Diplôme de Projet fin d'études Spécialité Hydraulique présenté par Mr A. AISSAOUI , 2012, , 6p.
- [2] choix et dimensionnement de la station d'épuration de la commune de Terga (wilaya aintémouchent). Mémoire pdf en vue de l'obtention du Diplôme de Projet fin d'études Spécialité Hydraulique présenté par M.A.ABED CHRIF, 2013, 1p.
- [3] Projet fin d'études, choix et dimensionnement de la station d'épuration de la commune de Terga (wilaya aintémouchent). Mémoire pdf en vue de l'obtention du Diplôme de Master Spécialité Hydraulique présenté par M.A.ABED CHRIF, 2013, 3p.
- [4] Contrôle et surveillance de la pollution par la qualité des eaux du littoral - cas de la zone industrielle d'Arzew. Mémoire pdf en vue de l'obtention du Diplôme de Master Spécialité Hydraulique présenté par F. SAHNOUN.2010, 6p.
- [5] pollution microbiologique des eaux souterraines dans le quartier Tanghin d'Ouagadougou : états des lieux et perspectives .mémoire pdf en vue de l'obtention du Diplôme de Master Spécialité Hydraulique présenté par M. O.CAMARA. 2011, 11p.
- [6] Qualité physico-chimique, pollution organique et métalliques des compartiments Eau / Sédiments de l'Oued Rhumel, et des barrages Hammam Grouz et Beni Haroun, mémoire pdf en vue de l'obtention du Diplôme de Master Spécialité Hydraulique . présenté par M M.Mlghite ,2009,6P.
- [7] décoloration d'une eau usée synthétique par l'utilisation d'un déchet agricole, (wilaya Ain-Temouchent). Mémoire pdf en vue de l'obtention du Diplôme de Master Spécialité Hydraulique. Présenté par M^{me} .Lahcene Benchrif Amina, 2015-2016 , p6.

Références bibliographiques

- [8] Les traitements de l'eau pour l'ingénieur (procédés physico-chimiques et biologiques cours et problèmes résolus) Génie de l'environnement. Cardot. 1999.p17.
- [9] chimie et l'environnement. Cours étude de cas et exercice corrigé. Sous la la direction de philippe Behra. Dunod, paris p 151.
- [10] chimie et l'environnement. Cours étude de cas et exercice corrigé. Sous la la direction de philippe Behra. Dunod, paris p 150.
- [11] traitement de la pollution industrielle: eau, air, déchet, sols, boues, edition dunod. Koller.2004
- [12] chimie et l'environnement. Cours étude de cas et exercice corrigé. Sous la la direction de philippe Behra. Dunod, paris p 151.
- [13] Article, AERM - Procédés d'épuration des petites collectivités du bassin Rhin-Meuse – Juillet 2007 Disques biologiques
- [14] direction de ressource en eau wilaya d'Ain Temouchent
- [15] E.W STEEL AND TERENCE J Mc GHEE. Water supply and sewerage edition mc grew hill.
- [16] SHUNDAR LIN WATER AND WASTE WATER CALCULATIONS MANUAL EDITION Mc GRAW HILL.
- [17] Les calcul des besoins en aération du Procède SEQUOX sont standards, tels que stipule par l' EPA Américaine ou par les traites de Metcalf & Eddy, a Consulter.