

REMERCIEMENT

Avant de présenter ce travail, tout d'abord, je tiens à remercier mon grand seigneur DIEU tout puissant pour m'avoir donné la foi en lui, d'avoir éclairé ma route et de m'avoir guidé dans le meilleur chemin.

C'est avec une profonde reconnaissance et une considération particulière que je remercie MA promotrice Mme DJOUDAR Dahbia, qui m'a suivi tout au long de cette période et m'a conseillé sur l'orientation que celui-ci devrait prendre, elle a été toujours à mes côtés je n'oublierai jamais son soutien morale ainsi que physique.

Il est particulièrement agréable de témoigner ma reconnaissance à Mr ISSAM BOUDRA pour avoir consacré de son temps pour l'amélioration de la qualité de ce travail, sans son soutien ce travail n'aurait pas abouti.

Je remercie chaleureusement tous les enseignants qui ont contribué à ma formation durant toutes les étapes de mon parcours universitaire, par leurs apports généreux en savoir particulièrement Mr ZEROUEL AYOUB. Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur d'apprécier mon travail. Et Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de ce projet



Avec un grand plaisir, je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents que j'adore et que j'estime beaucoup

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçoit à travers ce travail aussi modeste soit-il,

l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit; merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi

A mes chers frères **Abd El Ghani Zakaria et Walae Eddine** et sœur **Houda** pour leur appui et leur encouragement et leurs enfants **Rachid ,Rafif** et **Rahil** , source de joie et de bonheur

A **WIJDAN**, chère amie et sœur La source d'espoir et de motivation à ma vie Ta Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon amour et mon attachement à toi.

A mon bras droit **NASSIMA** Tu as été et tu seras toujours un exemple pour moi par tes qualités humaines, Je vous J'espère que vous retrouvez dans la dédicace de ce travail

A celui que J'aime beaucoup et qui m a soutenue tout au long de ce projet chère amie **LEMYA** Que DIEU le tout puissant vous garde pour vos parents

A tous ma famille **BAHI** et **MECHEHOUD** a tous mes amis

A vous cher lecteur

Sarra

ملخص

في الجزائر حجم المياه المستعملة التي يتم تصريفها في الوديان و البحار في تزايد. و هذه الوضعية السلبية أفرزت انعكاسات خطيرة على صحة المواطنين و أدت الى تفاقم ظاهرة التلوث البيئي هذا هو حال بلدية سيدي علي ولاية مستغانم التي يتم تصريف مياهها القذرة مباشرة في الوادي دون أي علاج مسبق .

الهدف من مشروعنا هذا هو إنشاء محطة تطهير للمياه المستعملة على مستوى مدينة سيدي علي من أجل المحافظة على الوسط الطبيعي و الصحة العمومية ,

في عملنا الحالي، قمنا بتحديد حجم محطة معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام الحمأة المنشطة لأفقين، وهما الأفق الأول الذي سيجعل من الممكن تنقية مياه الصرف الصحي لما يقرب 40000 نسمة في عام 2031. ثم الأفق الثاني 2051 (التمديد) يقابل زيادة في السعة الأولية للمحطة، أي 49257 نسمة.

الكلمات المفتاحية: محطة معالجة مياه-تحديد حجم المحطة-الحمأة المنشطة.

Résumé

En Algérie, le volume d'eaux usées rejetées dans les oueds, les mers augmente, ce qui a eu de graves répercussions sur la santé des citoyens et a entraîné une augmentation du phénomène de pollution de l'environnement , Telle est le cas de la commune de Sidi-ALI (W. Mostaganem) dont les eaux usées sont évacuées directement dans l'Oued sans aucun traitement préalable.

L'objectif de notre projet consiste à réaliser une station d'épuration des eaux usées au niveau de la ville de Sidi Ali, afin de préserver l'environnement et la santé publique , Dans ce mémoire, nous avons dimensionné une station d'épuration par boues activées pour deux horizons, à savoir le premier horizon qui permette d'épurer les eaux usées de près de 40000 équivalents habitants en 2031. Puis le deuxième horizon 2051 (extension) correspond à une augmentation de la capacité initiale de la station soit de 49257 équivalents habitant.

Mots-clés : station d'épuration- dimensionné-boues activées-deux horizons.

Abstract

In Algeria, the volume of waste water which drains into valleys, seas and oceans is increasing. This negative situation has had serious repercussions on the health of citizens and has led to an increase in the phenomenon of environmental pollution. This is the case of the municipality of Sidi Ali in the state of Mostaganem, whose dirty water is discharged directly into the valley, without any prior treatment. The objective of this project is to establish a waste water treatment plant at the municipality of Sidi Ali in order to preserve the natural environment and public health. Relevant to this, a wastewater treatment plant has been sized using activated sludge for two horizons: the first horizon will make it possible to treat the wastewater of nearly 40000 equivalent inhabitants in 2031 while the second horizon 2051 (extension) corresponds to an increase in the initial capacity of the station, i.e. 49257 inhabitants equivalent.

Keywords: treatment plant- sized plant- activated sludge- two horizons.

Introduction generale :.....1

Le chapitre I : L'état d'épuration dans la wilaya de MOSTAGANEM et la présentation de la zone d'étude

I .Introduction :.....	Erreur !
Signet non défini.	
I.1.L'état d'épuration dans la wilaya de MOSTAGANEM :.....	Erreur ! Signet non défini.
I.1.1. Les Systèmes Epuratoires de Mostaganem :.....	Erreur ! Signet non défini.
I.1.2 Les step et les lagunages travers la Wilaya et détail du rendement de chacun des step :	Erreur ! Signet non défini.
non défini.	
I.2. Présentation de la région d'étude :.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.1. Situation géographique de la zone d'étude :.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.2. Infrastructure routière :	Erreur ! Signet non défini.
I.2.3. La géologie :	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4 . La géomorphologie :.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4.1. Relief et pentes :	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4.2 Altitude et exposition :	Erreur ! Signet non défini.
I.2.5. Sols :.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.6. Réseaux d'écoulement pluvial :.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.7. Occupation végétale :.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.8. Situation climatique:.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.8.1. Les facteurs climatiques :.....	Erreur ! Signet non défini.
I.3. Cadre socio-économique :	Erreur ! Signet non défini.
I.3.1. Population et Activité :	Erreur ! Signet non défini.
I.3.2. Régime foncier ou nature juridique du terrain :.....	Erreur ! Signet non défini.
I.3.3. Milieu économique :	Erreur ! Signet non défini.
I.4.Localisation de la station d'épuration :.....	Erreur ! Signet non défini.
I.5. Origine des eaux brutes :.....	Erreur ! Signet non défini.
I.6. Description générale de la station d'épuration de Sidi Ali :.....	Erreur ! Signet non défini.
Conclusion :.....	Erreur !
Signet non défini.	

Le chapitre II : Les différents procédés de traitement des eaux usées

II . Introduction :	.....	Erreur !
Signet non défini.		
II.1). Définition de la station d'épuration des eaux usées :	.....	Erreur !
Signet non défini.		
II .2). Rôle des stations d'épuration :	.....	Erreur !
Signet non défini.		
II .3. Procédés d'épuration des eaux usées :	.....	Erreur !
Signet non défini.		
II 3.1) Prétraitement :	.....	Erreur ! Signet non défini.
II . 3.1.1) Dégrillage :	.....	Erreur ! Signet non défini.
II 3.1.2) Le dessablage :	.....	Erreur ! Signet non défini.
II 3.1.3) Le dégraissage-déshuilage :	.....	Erreur ! Signet non défini.
II 3.2) .Traitement primaire :	.....	Erreur ! Signet non défini.
II 3.2 .1) Décanteur primaire :	.....	Erreur ! Signet non défini.
II 3.3). Le traitement biologique :	.....	Erreur ! Signet non défini.
II 3.3.1.) Les procédés intensifs ou artificiels.....	.....	Erreur ! Signet non défini.
II 3.3.2.). Les procédés extensifs ou naturels :	.....	Erreur ! Signet non défini.
II 3.4) Les Traitements tertiaires (Complémentaires) :	.....	Erreur ! Signet non défini.
II 3.5) Traitement des boues :	.....	Erreur ! Signet non défini.
II .4) Conclusion.....	.....	Erreur !
Signet non défini.		

Le chapitre III : Analyse des données et choix de procedé

III) Introduction :	.....	Erreur !
Signet non défini.		
III .1) Généralité sur les eaux usées :	.....	Erreur ! Signet non défini.
III .1.1) Définition des eaux usées :	.....	Erreur ! Signet non défini.
III .1.2) Origine des eaux usées :	.....	Erreur ! Signet non défini.
III .1.3) Nature de la pollution :	.....	Erreur ! Signet non défini.
III .1.4) Les paramètre de la pollution :	.....	Erreur ! Signet non défini.
III .1.5) Les normes de rejet :	.....	Erreur ! Signet non défini.
III .1.6) Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux Usées :.....	.....	Erreur !
Signet non défini.		
III .2) Prélèvement d'échantillons :	.....	Erreur ! Signet non défini.
III .2.2) Conditionnement des échantillons avant analyse.....	.....	Erreur ! Signet non défini.

III .2.3) Résultats d'analyse :	Erreur ! Signet non défini.
III .2.4) Interprétation des résultats :	Erreur ! Signet non défini.
III .3) Evaluation des besoins en eau :	Erreur ! Signet non défini.
III .3.1) Besoins domestiques	Erreur ! Signet non défini.
III .3.2) Besoin des équipements :	Erreur ! Signet non défini.
III .4.) Evaluation des débits d'eaux usées :	Erreur ! Signet non défini.
III .4.1) Débit moyen journalier évacué ($Q_{moy,j}$) :	Erreur ! Signet non défini.
III .4 .2) Débit moyen horaire :	Erreur ! Signet non défini.
III .4 .3) Débit de pointe par temps sec	Erreur ! Signet non défini.
III .4 .4) Débit de pointe en temps de pluie (débit de station) :	Erreur ! Signet non défini.
III .5) Evaluation des charges polluantes :	Erreur ! Signet non défini.
III .5 .1) la charge moyenne journalière en DBO_5 :	Erreur ! Signet non défini.
III .5 .2) La charge moyenne journalière en DCO :	Erreur ! Signet non défini.
III .5 .3) La charge moyenne journalière en MES :	Erreur ! Signet non défini.
III) Conclusion :	Erreur !
	Signet non défini.

Chapitre IV : Dimensionnement de la station d'épuration

Partie A : dimensionnement des ouvrages de la STEP

IV.A) Introduction :	Erreur ! Signet non défini.
IV .A. 1) Prétraitement :	Erreur ! Signet non défini.
IV .A. 1.1) Dégrilleur :	Erreur ! Signet non défini.
IV . A.1.1.1) Dimensionnement du dégrilleur :	Erreur ! Signet non défini.
IV .A.1.1.2) Calcul des pertes de charge :	Erreur ! Signet non défini.
IV .A. 1.2) Dessablage-Déshuilage :	Erreur ! Signet non défini.
IV .A.1.2.1) Dimensionnement du bassin de dessablage-déshuilage :	Erreur ! Signet non défini.
IV.A.1.2.2) Calcul des quantités des matières éliminées par le déssableur-déshuileur :	Erreur ! Signet non défini.
IV.A. 2) Traitement Primaire :	Erreur ! Signet non défini.
IV.A.2 .1) Dimensionnement du décanteur primaire :	Erreur ! Signet non défini.
IV . A.2 .2) Calcul de la quantité de boues éliminées:	Erreur ! Signet non défini.
IV . A.3) Traitement secondaire (Biologique) :	Erreur ! Signet non défini.
IV .A. 3.1) Principe de l'épuration biologique par boues activées :	Erreur ! Signet non défini.
IV.A. 3.2)Etude de la variante à moyenne charge :	Erreur ! Signet non défini.
IV.A.3.2.1) Dimensionnement du bassin d'aération :	Erreur ! Signet non défini.
IV .A. 3.2.2) Besoin en oxygène :	Erreur ! Signet non défini.
IV.A . 3.2.3) Système d'aération:	Erreur ! Signet non défini.
IV.A . 3.2.4) Bilan de boues:	Erreur ! Signet non défini.

IV.A . 4) La désinfection :	Erreur ! Signet non défini.
IV.A . 4.1) Dose du chlore à injecter :	Erreur ! Signet non défini.
IV.A . 4.2) Dimensionnement de bassin de désinfection:	Erreur ! Signet non défini.
IV.A . 5) Traitement des boues :	Erreur ! Signet non défini.
IV .A. 5.1) Dimensionnement de l'épaisseur :	Erreur ! Signet non défini.
IV .A. 5.1) Dimensionnement des lits de séchage :	Erreur ! Signet non défini.

Partie B) calcul hydraulique

IV.B.) Introduction :	Erreur ! Signet non défini.
IV.B .1)profil hydraulique :	Erreur ! Signet non défini.
IV.B .1.1)Côtes du terrain des zones d'implantation des ouvrages :	Erreur ! Signet non défini.
IV.B .1.2)Dimensionnement des conduites reliant les différents ouvrages :	Erreur ! Signet non défini.
IV.B .1.3)Calcul des côtes piézométriques des différents ouvrages :	Erreur ! Signet non défini.
IV.B .) Conclusion :	80

Le Chapitre V : Aspect économique

V) Introduction :	Erreur ! Signet non défini.
V.1)Coût de la variante à moyenne charge :	Erreur ! Signet non défini.
V.1.1) Coût d'investissement :	Erreur ! Signet non défini.
V.1.1.1) Coût de terrassement :	Erreur ! Signet non défini.
V.1.1.2) Coût du béton armé :	Erreur ! Signet non défini.
V.1.1.3) Coût total du génie civil :	Erreur ! Signet non défini.
V.1.1.4) Coût des VRD :	Erreur ! Signet non défini.
V.1.1.5) Coût des équipements électromécaniques et électriques et des installations hydromécaniques :	Erreur ! Signet non défini.
V.1.1.6) Coût total des investissements de la station :	Erreur ! Signet non défini.
V.1.2) Coût de fonctionnement :	Erreur ! Signet non défini.
V.1.2.1) Le coût de main d'œuvre :	Erreur ! Signet non défini.
V.1.2.2) Le coût de l'énergie (consommation électrique) :	Erreur ! Signet non défini.
V.1.2.3) Le coût des réactifs chimiques :	Erreur ! Signet non défini.
V.1.2.4) Le coût de renouvellement du matériel électromécanique :	Erreur ! Signet non défini.
V.1.2.5) Le coût des frais financiers :	Erreur ! Signet non défini.
V.1.2.6) Le coût de fonctionnement total :	Erreur ! Signet non défini.
V.1.3) Calcul du prix du m ³ d'eau traitée :	Erreur ! Signet non défini.
V.1.4) Calcul du prix du m ³ d'eau épurée :	Erreur ! Signet non défini.
V) Conclusion :	Erreur ! Signet non défini.

Le Chapitre VI : Gestion et Exploitation de la station

VI.1. Introduction :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2. Gestion et entretien de la station :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.1. Etablissement de documents :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.1.1 Documents d'ordre des opérations à effectuer :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.1.2. Documents de contrôle :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.2. Moyens et techniques d'exploitation de la station :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.2.1. Moyens humains :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.3. Contrôles et suivis effectués au niveau de la station d'épuration :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.3.1. Contrôle de fonctionnement :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.4. Mesure des paramètres de fonctionnement de la station :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.4.1. Mesure de la turbidité :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.4.2. Mesure de la teneur en oxygène dissous :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.4.3. Mesure de pH et température :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.5. Entretien des ouvrages :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.5.1. Le dégrilleur :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.5.2. Désableur-Déshuileur :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.5.3. Bassin d'aération :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.5.4. Clarificateur :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.5.5. Désinfection des eaux épurées :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.5.6. Epaisseur :	Erreur ! Signet non défini.
VI.2.5.6. Lits de séchage :	Erreur ! Signet non défini.
VI.3. Impact sur l'hygiène et sécurité du personnel :	Erreur ! Signet non défini.
VI.3.1. Risques due à la circulation :	Erreur ! Signet non défini.
VI.3.2. Risques d'incendie et d'exploitation :	Erreur ! Signet non défini.
VI.3.3. Risques mécaniques :	Erreur ! Signet non défini.
VI.3.4. Risques dus aux réactifs :	Erreur ! Signet non défini.
VI.3.5. Risques d'infections :	Erreur ! Signet non défini.
VI.4. Étude d'impact sur l'environnement :	Erreur ! Signet non défini.
VI.4.1. Impact sur la qualité de vie de populations riveraines et la salubrité :	Erreur ! Signet non défini.
VI.4.2. Impacts liés aux nuisances sonores :	Erreur ! Signet non défini.
VI.4.3. Impact sur l'air :	Erreur ! Signet non défini.
VI.4.4. Impacts liés aux nuisances olfactives :	Erreur ! Signet non défini.
VI.4.5. Impacts liés aux émissions d'aérosols :	Erreur ! Signet non défini.
VI.4.6. Impacts sur la ressource hydrique :	Erreur ! Signet non défini.
VI.4.7. Impacts liés à l'élimination des boues :	Erreur ! Signet non défini.
VI.4.8. Impacts liés à l'arrêt ou au mauvais fonctionnement de la station d'épuration :	Erreur ! Signet non défini.

VI.5 Mesures et recommandations :	Erreur ! Signet non défini.
VI.5.1. Mesures à prendre contre la pollution de l'air :	Erreur ! Signet non défini.
VI.5.2. Mesures à prendre en cas de pollution accidentelle :	Erreur ! Signet non défini.
VI.5.3. Mesures à prendre pour la sécurité et l'hygiène du personnel :	Erreur ! Signet non défini.
VI.6. Conclusion :	Erreur ! Signet non défini.

Conclusion Générale :	99
------------------------------------	-----------

LISTE DES TABLEAUX

Le chapitre I : L'état d'épuration dans la wilaya de MOSTAGANEM et la présentation de la zone d'étude

Tableau I.1 : Le volume global des eaux usées de la wilaya de Mostaganem	Erreur ! Signet non défini.
Tableau I.2 : les coordonnées géographiques.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau I.3: Précipitations moyennes mensuelles (2000 – 2015).	Erreur ! Signet non défini.
Tableau I 4 : Régime saisonnier des précipitations	Erreur ! Signet non défini.
Tableau I 5 : Les données thermiques de la station de référence.	Erreur ! Signet non défini.
Tableau I.6 : Variations de l'évolution de la vitesse moyenne mensuelle du vent (2000 – 2015)	Erreur ! Signet non défini.
non défini.	
Tableau I.7: Humidités relatives mensuelles (2000-2015).....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau I.8 Les données d'évaporation (2000 -2015).	Erreur ! Signet non défini.
Tableau I.9 : Variation de l'insolation moyenne annuelle en heure.	Erreur ! Signet non défini.
Tableau I.10 : Caractéristiques démographiques de la région de Sidi Ali	Erreur ! Signet non défini.
Tableau I.11 : Situation de l'emploi global de la commune de Sidi Ali.....	Erreur ! Signet non défini.

Le chapitre III : Analyse des données et choix de procédé

Tableau III.1: Le mode de traitement en fonction du rapport (DCO/DBO)	Erreur ! Signet non défini.
Tableau III.2: Normes de rejets de l'O.M.S., appliqué en Algérie	Erreur ! Signet non défini.
Tableau III.3: Récapitulatif des résultats de l'analyse des eaux usées.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau III.4 : Normes de la pollution à l'entrée de la station d'épuration.	Erreur ! Signet non défini.
Tableau III.5 : Récapitulatif des besoins domestiques.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau III.6: Les charges polluantes.	Erreur ! Signet non défini.
Tableau III.7 : Récapitulatif des valeurs des charges hydrauliques et polluantes....	Erreur ! Signet non défini.

CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION D'EPURATION

- Tableau IV.1:** Dimensionnement du pretraitement. **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- Tableau IV.2:** Les valeurs de la vitesse limite..... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- Tableau IV.3 :** Dimensions du decanteur primaire pour les deux horizons **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- Tableau IV.4 :** Valeur des coefficients a' et b' en fonction de la charge massique.**ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- Tableau IV.5 :** Recapitulatif des resultats pour les deux horizons a moyenne charge. **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- Tableau IV.6 :** Recapitulatif des resultats pour les deux horizons a moyenne charge. **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- Tableau IV.7 :** Resultat de calcul du bassin de desinfection pour les deux horizons.**ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- Tableau IV.8 :** Tableau recapitulatif des resultats a moyenne charge pour les deux horizons.....**ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- Tableau IV.9 :** Cotes du terrain naturel des points d'implantation des ouvrages**ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- Tableau IV.10:** Valeurs de K, M ET B..... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- Tableau IV.11 :** Longueur de chaque tronçon **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- Tableau IV.12:** Recapitulatif des differentes cotes des ouvrages de la step..... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

Le Chapitre V : Aspect économique

- Tableau V.1 :** Le coût de terrassement de chaque ouvrage.**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau V.2 :** Le coût du béton armé de chaque ouvrage.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau V.3 :** résultats de la variante à moyenne charge.....**Erreur ! Signet non défini.**

Le Chapitre VI : Gestion et Exploitation de la station

- Tableau VI.1 :** Les rôles des personnes dans la STEP.....
Erreur ! Signet non défini.9

LISTE DES FIGURES

Le chapitre I : L'état d'épuration dans la wilaya de MOSTAGANEM et la présentation de la zone d'étude

- FIGURE I. 1 : VUES SUR LES STATIONS D'EPURATION DE MOSTAGANEM 2020.....ERREUR !
SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE I.2 : STEP ET LES LAGUNAGE A TRAVERS LA WILAYA DE MOSTAGANEMERREUR !
SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE I.3 :SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA REGION D'ETUDE. ERREUR ! SIGNET NON
DEFINI.**
- FIGURE I.4 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE. ERREUR ! SIGNET NON
DEFINI.**
- FIGURE I.5 : EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE..... ERREUR ! SIGNET
NON DEFINI.**
- FIGURE I.6 : CARTE DES PENTES DE LA ZONE D'ETUDE. ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE I.8 :CARTE D'ALTITUDE DE LA ZONE D'ETUDE. ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE I.7 :CARTE DES EXPOSITIONS DE LA ZONE D'ETUDE. . ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE I.9 :CARTE DE LA LITHOLOGIE DE LA ZONE D’ETUDE. (B .FENET 1975)**ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE. I.10 : CARTE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE LA ZONE D’ETUDE.....**ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE I.11: HISTOGRAMME DES PRECIPITATIONS MENSUELLES (MM). (2000 – 2015).**ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE I.12 : REPARTITION MENSUELLE ET ANNUELLE DE LA PLUVIOMETRIE.2000-2014 **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE I.13 : TEMPERATURES MOYENNES MAXIMALES ET MINIMALES (°C) 2000-2015 **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE .I.14: COURBE DE LA VITESSE MOYENNE MENSUELLE DU VENT. 2000-2015**ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE .I.15: COURBE DE LA VALEUR MOYENNE DE L’HUMIDITE RELATIVE.....**ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE I.16: HISTOGRAMME DE L’EVAPORATION MOYENNE MENSUELLE... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE .I.17: VARIATION DE L’INSOLATION MOYENNE ANNUELLE. 2000-2015**ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE I.18 : VUE AERIENNE DE LA STATION D’EPURATION DE SIDI ALI**ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

Le chapitre II : Les différents procédés de traitement des eaux usées

FIGURE II.1 : Les differentes etapes dans la station d’epuration..... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE II.2 : Grille courbe **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE II.3: Degrilleur fin et grossier..... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE II.4: Dessableur..... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE II.5: Deshuileur **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE II.6: Decanteur cylindro-conique statique sans raclage. **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE II.7: Decanteur circulaire a raclage mecanique..... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE II.8: Decanteur longitudinal a pont racleur. **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE II.9: Schema de fonctionnement d’une station a lit bacterien.... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE II.10: Schema de fonctionnement d’une station a disque biologique. **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE II.11: Schema d’une station d’epuration a boues activees..... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE II.12: Lagunage naturel..... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

FIGURE II.13: Lagunage aere **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

LISTE DES PLANCHES

Planche N°01 : Vue en plan de la station d'épuration de SIDI ALI

Planche N°02 : Profil hydraulique à travers.

Planche N°03 : Les Ouvrages De La Station

Liste des abréviations

COT	Carbone organique total
CO ₂	Dioxyde de carbone
DBO	Demande biochimique en oxygène
DBO ₅	Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours
DCO	Demande chimique en oxygène
DN	Diamètre nominal
EqH	Equivalant habitant
Hab	Habitant
H ₂ S	Hydrogène sulfuré
K	Coefficient de biodégradabilité
MES	Matières en suspension
MD	Matières décantables
MM	Matières minérale
MO	Matières organique
MVS	Matières volatiles en suspension
N	Azote
NH ₄ ⁺	Azote ammoniacal
NO ₃ ⁻	Nitrates
NO ₂ ⁻	Nitrites
NTK	Azote total Kjeldahl
O ₂	Oxygène
PEHD	Polyéthylène haute densité
PH	Potentiel Hydrogène
PO ₄ ³⁻	Phosphates
PT	Phosphore total
T	Température.
°C	Degré Celsius
Ab	Age des boues.
a'	Fraction de pollution transformé.
a _m	Coefficient de rendement cellulaire.
B	Fraction de la masse cellulaire éliminée par jour.
b _m	Taux de mortalité.

b'	Coefficient cinétique de respiration endogène.
X_a	Concentration des boues dans le bassin.
X_{dur}	Quantité des matières sèches non dégradables.

De même, il a été utilisé

ANRH	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
OMS	Organisation Mondiale de la Santé.
STEP	Station d'Epuration
ONA	Office National de l'Assainissement.
DHW	Direction d'Hydraulique de la Wilaya
RGPH	Recensement Général de la Population et d'Habitat
RN	Route national

Introduction générale

L'eau est un élément essentiel pour vivre et très important à l'activité humaine. C'est un élément important qui se retrouve dans les minéraux et organismes végétaux et animaux . l'eau participe à toutes les activités quotidiennes, alimentation en eau potable , industrielles et agricoles, ce qui en fait un élément primordial exposé à une sollicitation accrue d'année en année ,surtout dans le contexte du réchauffement et ou des changements climatiques, mais aussi à sa contamination par différents polluants . Le phénomène de la contamination ou pollution impacte considérablement la -disponibilité de la ressource en eau.

Cette état de contamination influe de façon direct ou indirect sur la santé des consommateurs de cet élément vital.

L'indisponibilité de la ressource en eau superficielle en Algérie est due à la raréfaction des pluies ces dernières décennies et aussi à l'eau polluée disponible généralement en quantités insuffisantes que ce soit dans les oueds, les retenues collinaires ou dans les barrages.

De ce fait, pour parer à cette problématique, les pouvoirs publics ont fait appel à l'utilisation de différents types d'eau. A savoir, l'exploitation des ressource en eau souterraines ,les eaux provenant du dessalement de l'eau de mer et les eaux usées traitées.

Ces dernières font l'objet du présent travail de mémoire de fin d'étude dont deux objectifs seront atteint ,préservation de l'environnement contre les eaux polluées et produire de l'eau épurée

Parmi les solutions adoptées pour le traitement des eaux usées, des installations de traitement ont été conçues et menées à proximité des principales villes et agglomérations destinées non seulement pour le traitement des eaux usées, mais surtout pour mettre en évidence les possibilités de recyclage des substances et analyser la quantité d'eau résiduelle propre qui peut être réutilisée. Cependant, il reste encore des efforts importants pour atteindre les quantités satisfaisantes dans plusieurs agglomérations et en particulier la ville de Sidi Ali qui fait l'objet du présent mémoire de fin d'étude.

La station sera destinée à- traiter les eaux des rejets domestiques de la ville de Sidi ALI .Les eaux ainsi traitées seront soit réutilises ou à rejetées dans l'environnement naturel.

Pour mener à bien cette étude, le travail a porté sur sept chapitres étroitement liés comme suit :

Le chapitre I « L'état d'épuration dans la wilaya de MOSTAGANEM et la présentation de la zone d'étude»

Le chapitre II «Les différents procédés de traitement des eaux usées.» : dédié à la recherche

bibliographique sur les techniques d'épuration des eaux usées.

Le chapitre III « Analyse des données et choix de procédé » qui porte sur la description des paramètres des eaux usées et calcule les données de base.

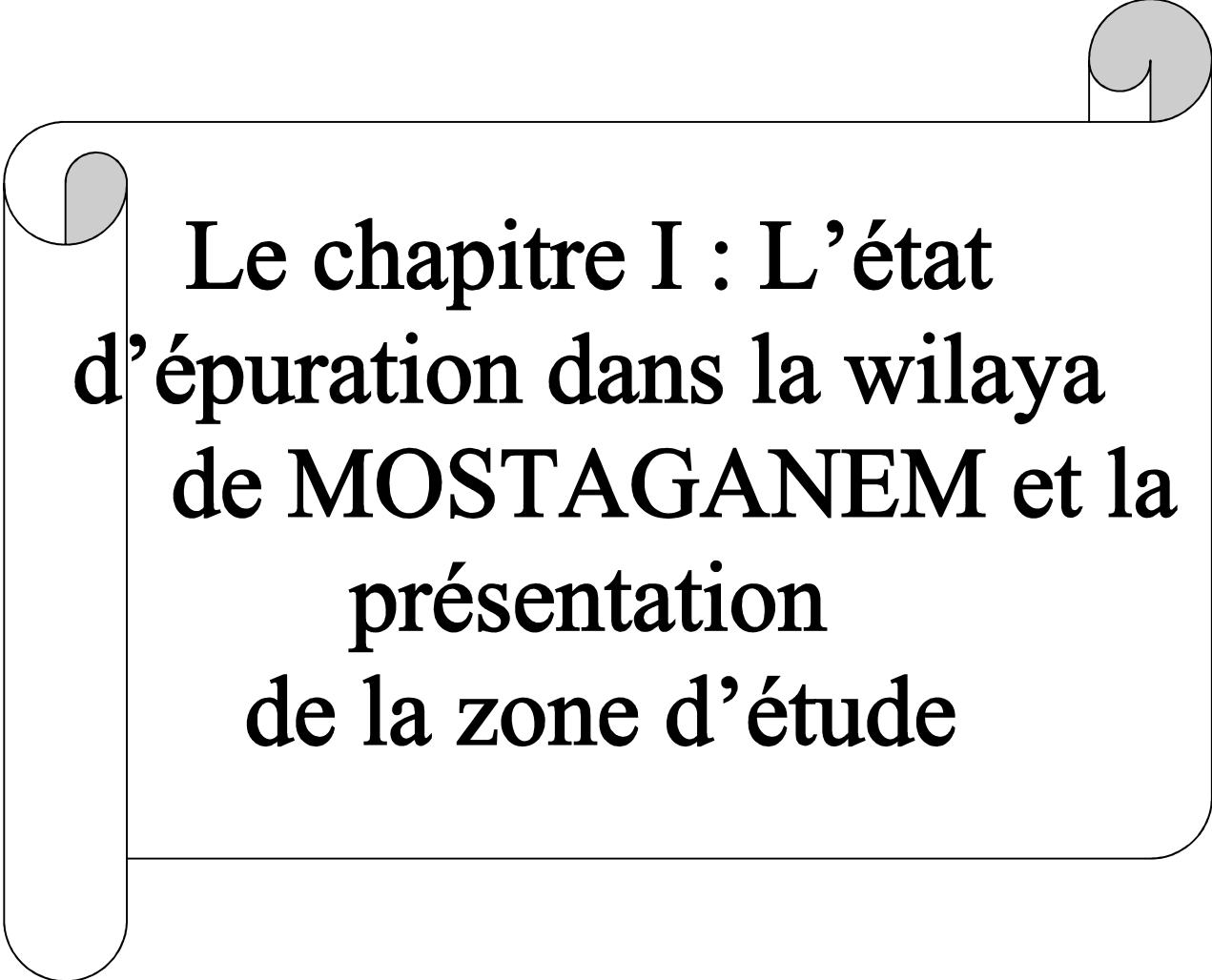
Le Chapitre IV « Dimensionnement de la station d'épuration » :

Il porte sur la description de la méthodologie adoptée pour le dimensionnement de la station d'épuration et ses équipements hydrauliques pour les deux horizons 2031 et 2051 .

Le Chapitre V : « *Aspect économique* » présentation du côté financier du projet.

Le Chapitre VI « Gestion et exploitation de la station » : il s'agit d'un résumé de la gestion et de l'exploitation de la station, et quelques suggestions pour une meilleure gestion de la station d'épuration.

Conclusion générale

A decorative graphic of a scroll with a black outline and grey shading on the top and bottom edges, framing the text.

**Le chapitre I : L'état
d'épuration dans la wilaya
de MOSTAGANEM et la
présentation
de la zone d'étude**

I .Introduction :

Les eaux usées constituent un effluent très chargé en matières polluantes, nuisibles aussi bien au milieu récepteur qu'aux utilisateurs. Pour remédier à cette pollution, l'eau usée doit subir une épuration avant son rejet ou sa réutilisation. La nécessité de la mise en place d'une station d'épuration passe par un ensemble de dispositions qui sont à prendre en considération dans l'élaboration du projet en commençant par le choix du site qui est indissociable de l'étude d'impact. A cet égard, quelques règles doivent être rappelées (Joseph et Rakha 2002) :

- Eviter de construire à proximité d'une zone urbaine, une zone industrielle et un environnement touristique
- Eviter les zones inondables .
- Envisager des extensions et les aménagements futurs.

I.1.L'état d'épuration dans la wilaya de MOSTAGANEM :

I.1.1. Les Systèmes Epuratoires de Mostaganem :

La Wilaya de Mostaganem dispose actuellement de neuf stations d'épuration (STEP), dont quatre réceptionnées : Mostaganem(A), Sidi Ali (B), Sidi Lakhdar (c) et Khadra (D) (Figure 01).

Les autres stations sont celles de Mesra, Ben Yahi, Hadjadj, Bouguirat et Fornaka

Les eaux épurées de la STEP de Mostaganem sont orientées vers la frange maritime pour servir à l'irrigation d'environ 2 000 ha.

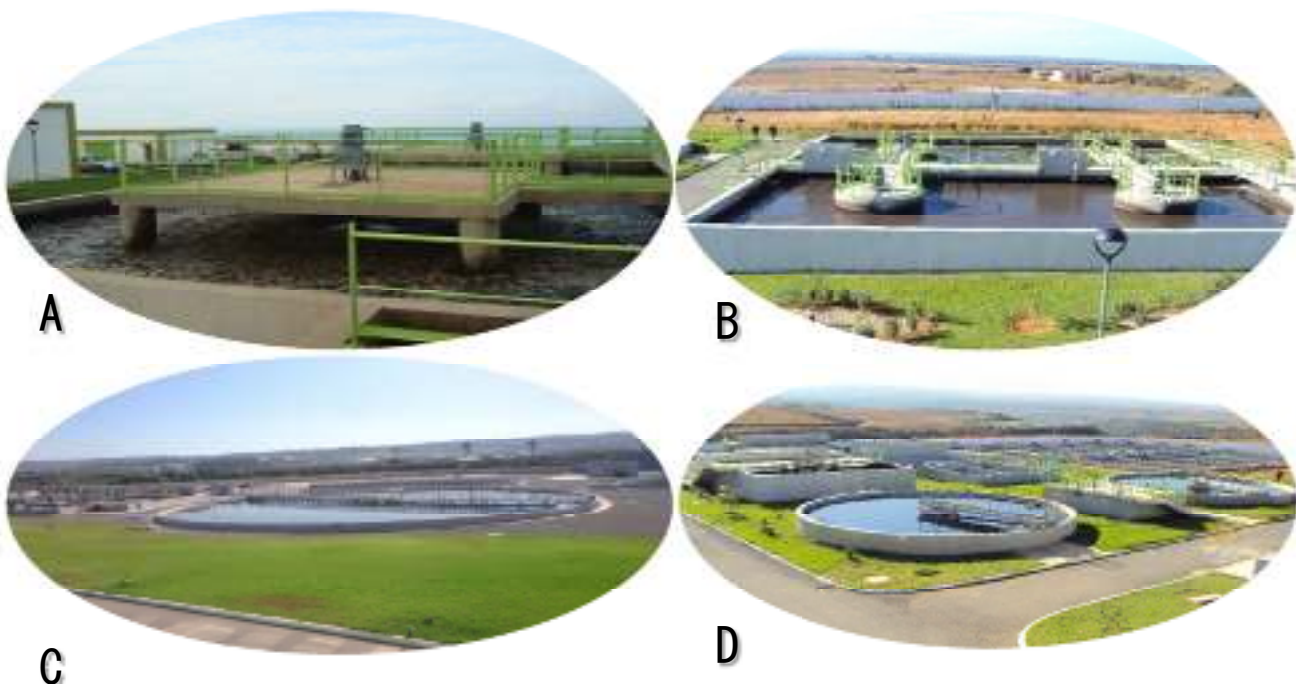


Figure I . 1 : Vues sur les stations d'épuration de Mostaganem 2020

I.1.2 Aperçu général sur les steps de la wilaya de Mostaganem

La wilaya de Mostaganem dispose de plusieurs dispositifs de traitement des eaux usées réparties à travers toute la wilaya. Trois types de stations sont utilisées : celles de relevage, celles de traitement et d'épuration (STEP) et celles de lagunage. Nous allons focaliser l'analyse sur les STEP et le lagunage qui sont dans l'espace de la ville de Mostaganem ,insérés la figure 02 suivante :

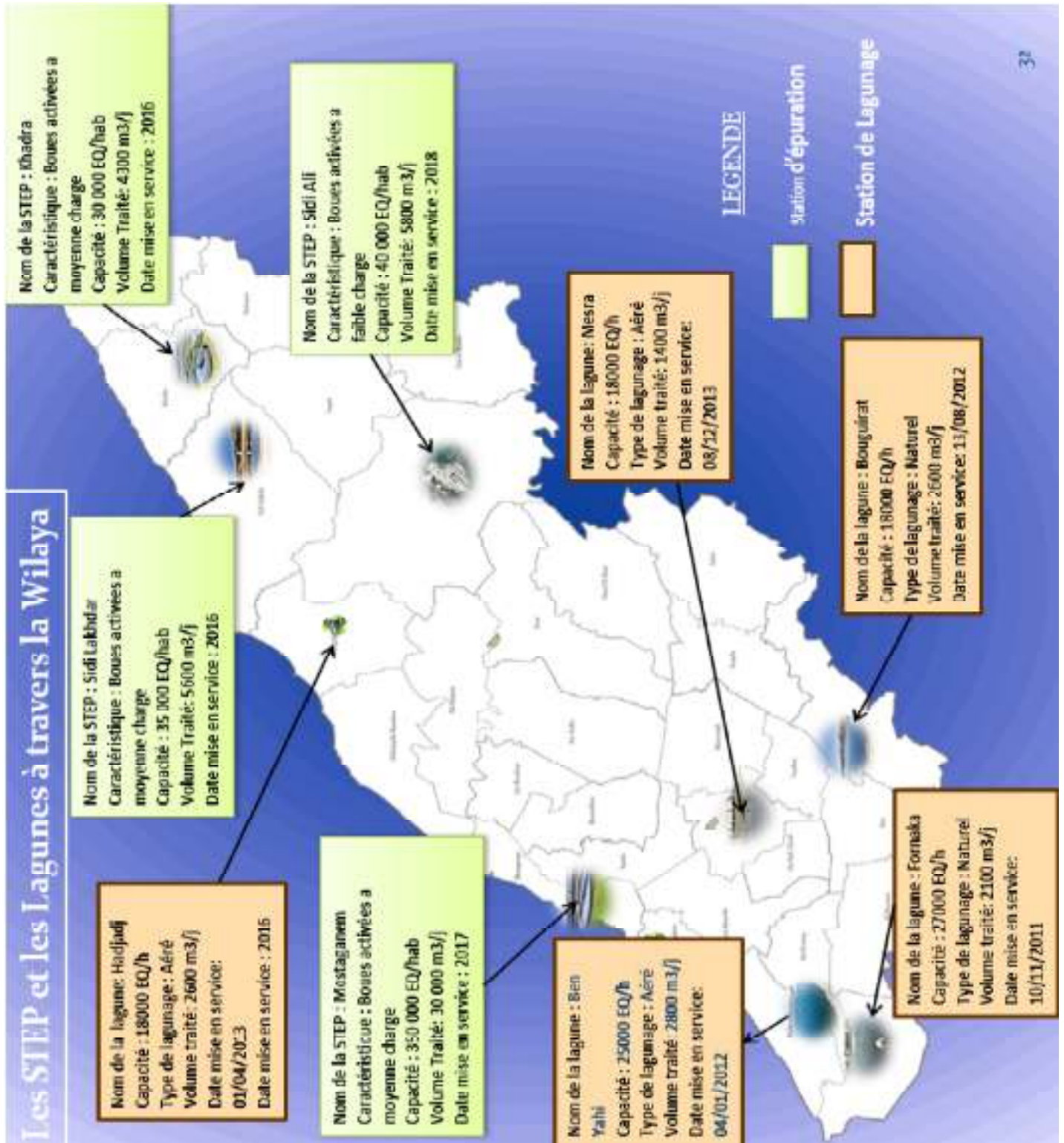


Figure I.2 : STEP et les lagunage à travers la wilaya de Mostaganem

Le détail du rendement de fonctionnement de chacune des STEP en exploitation dans la wilaya de Mostaganem est présenté dans le tableau 01 suivant :

Tableau I.1 : Le volume global des eaux usées de la wilaya de Mostaganem (ONA mostaganem)

Volume global des eaux usées de la wilaya est de 110 000 m ³ /j				
Stations	Capacité EH*	Volume épuré m ³ /j	Superficie irriguée ha	Bénéficiaires
STEP				
Sidi Lakhdar	35 000	5 600	220	220 ha irrigués au profit des fellahs, en exploitation depuis le 23/01/2017
Khadra	30 000	4 300	150	150 ha irrigués au profit des fellah, en exploitation depuis le 22/01/2017
Mostaganem	350 000	50 000	2000	Projet en cours d'étude
Hadjadj	40 000	6 000	300	Traitement des dossiers des demandes des fellah en cours
Stations d'épuration en exploitation				
Ain nouissy et Beni Yahi	36 000	5 200	100	L'irrigation de plus de 300 ha en projet
Fornaka et Kedadra	27 000	4 000	120	
Bouguirat	18 000	2 600	120	220 ha irrigués au profit des fellah, en exploitation depuis 09/10/2016
Mesra	18 000	2 600	120	Travaux de raccordement des drains sont en cours dans le cadre d'un programme FNE
Hadjadj	18 000	2 600	100	100 ha irrigués au profit des fellahs, en exploitation depuis le 07/11/2016

* EH = Équivalent Habitant : unité de mesure permettant d'évaluer la capacité d'une station d'épuration. Cette unité de mesure se base sur la quantité de pollution émise par personne et par jour.

1 EH = 60 g de DBO5/jour en entrée station soit 21,6 kg de DBO5/an.

I.2. Présentation de la région d'étude :

I.2.1. Situation géographique de la zone d'étude :

La commune de Sidi Ali est située à l'est la wilaya de Mostaganem, à une distance de 59 km du chef-lieu de la wilaya, elle est implantée en une petite partie dans les piémonts de Dahra, couvre une superficie de 217 Km², elle est limitée : (Figure I-3)

- Au Nord par Sidi Lakhdar et Hadjadj .
- A l'Est par la commune de Tazgait et OuledMaalah .
- Au Sud par la commune de Sidi Khettab .
- A l'Ouest par la commune de Sidi Belattar et Sour.

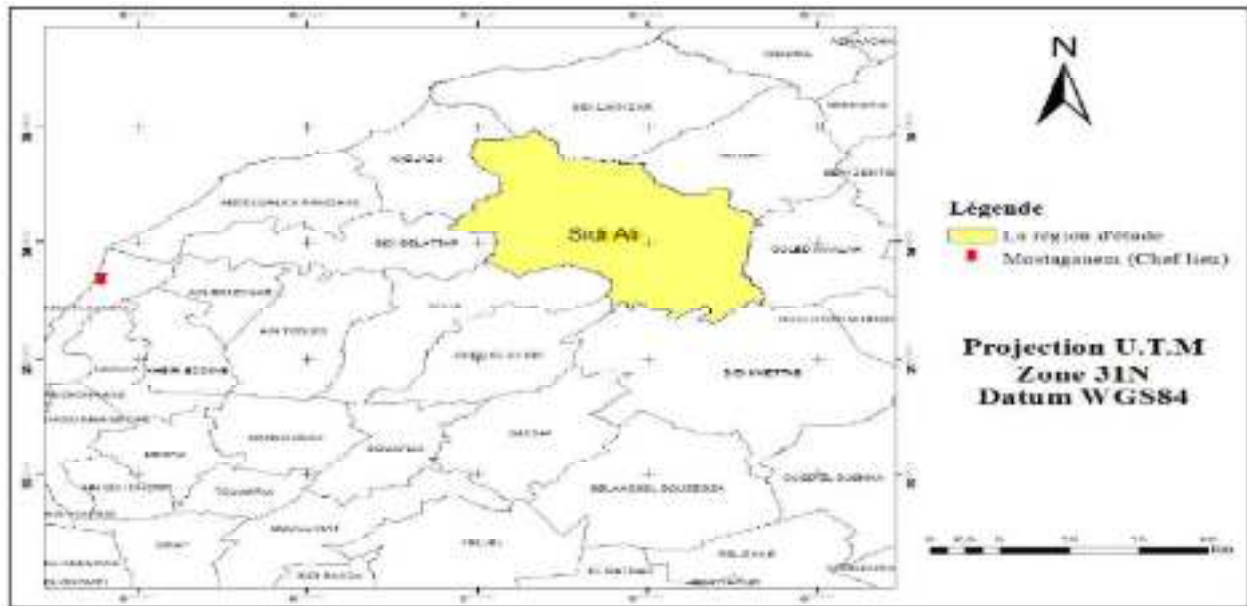


Figure I.3 :Situation géographique de la région d'étude.

La zone concernée par cette étude se situe dans la partie Nord de Sidi Ali, elle fait partie des piémonts de Dahra, Figure I-4 . Elle est située entre les coordonnées géographiques suivantes :

Tableau I.2 : les coordonnées géographiques.

Coordonnées géographiques	
Longitude	Latitude
X1 :0° ,24' 33''	Y1 : 36° ,5' 50''
X2 : 0° ,25' 12''	Y2 : 36° ,7' 0''



Figure I.4 : Situation géographique de la zone d'étude.

I.2.2. Infrastructure routière :

La zone d'étude est caractérisée par une densité routière importante, elle est traversée par la route nationale 90 B à la partie extrême Sud en passant par la commune de Sidi Ali. Juste un seul chemin de wilaya est inclus dans notre zone d'étude, le CW42 qui relie la RN11 à la ville de Sidi Ali.

Aussi on note que notre zone d'étude est desservie par un réseau de pistes important, des pistes carrossables nécessitant des entretiens et aménagements.

I.2.3. La géologie :

D'après la carte géologique de Belle Cote Bosquet (échelle 1/200.000), nous avons retenu les formations géologiques qui composent notre zone d'étude et qui sont constitués uniquement de grès calcaire lumachellique qui sont des roches sédimentaires mélangés avec et les quartzites . (figure. 05)

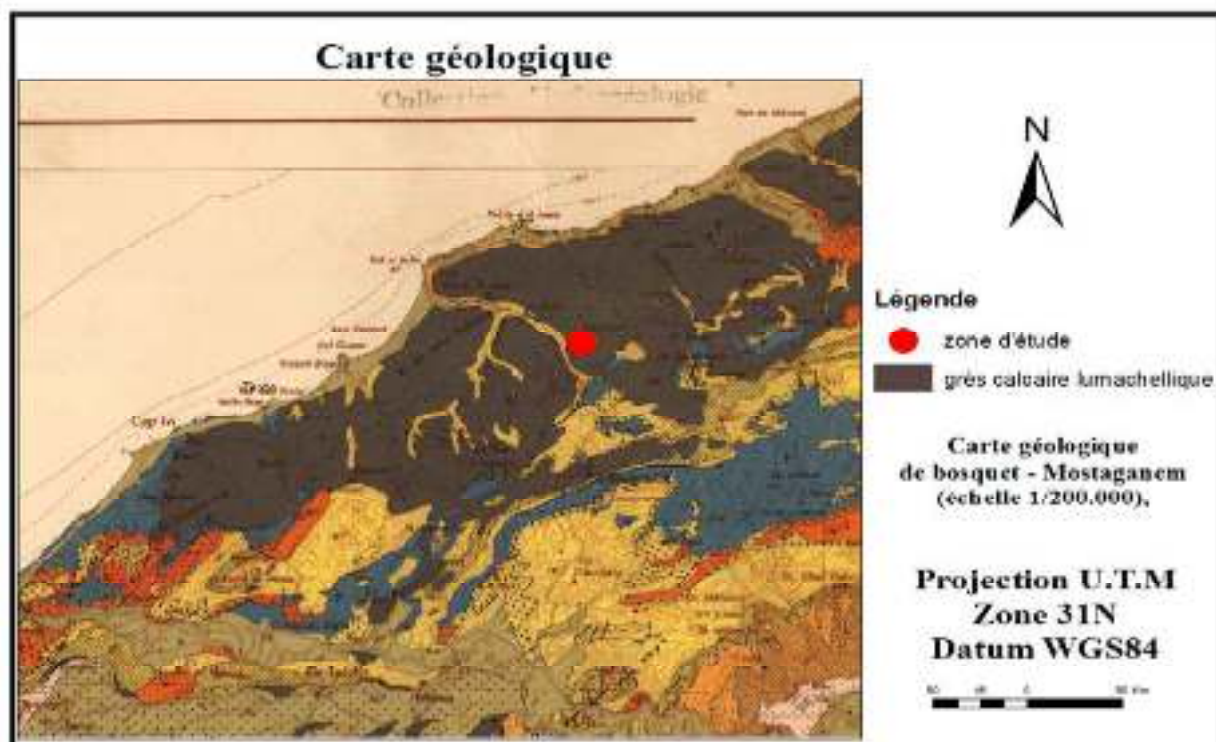


Figure I.5 : Extrait de la carte géologique de la zone d'étude

I.2.4 . La géomorphologie :

I.2.4.1. Relief et pentes :

Le relief de la zone d'étude est moins accidenté, il est défini par un paysage largement ondulé, à pente faible à modérée (1 à 15%) et donne des formations plaines (figure. 06)

Une grande partie des terres fertiles est localisée sur les plaines, la majorité des précipitations y percole, le ruissellement étant faible, l'érosion y est modérée.

A partir du Modèle numérique du terrain(MNT) (INCT.2005) nous avons réalisé la carte des pentes qui nous a permis de faire la classification suivante selon l'inclinaison ou le pendage :

- ✓ **1-7%** : cette classe représente la plaine
- ✓ **7-11%** : c'est la classe des pentes modérées, qui représente une zone de contact entre la plaine et les montagnes. Elle couvre une grande partie.
- ✓ **11-17%** :C'est la classe Abrupte qui occupe le milieu de notre zone d'étude.
- ✓ **17-26%** : cette classe ne représente qu'une petite partie de notre zone d'étude.

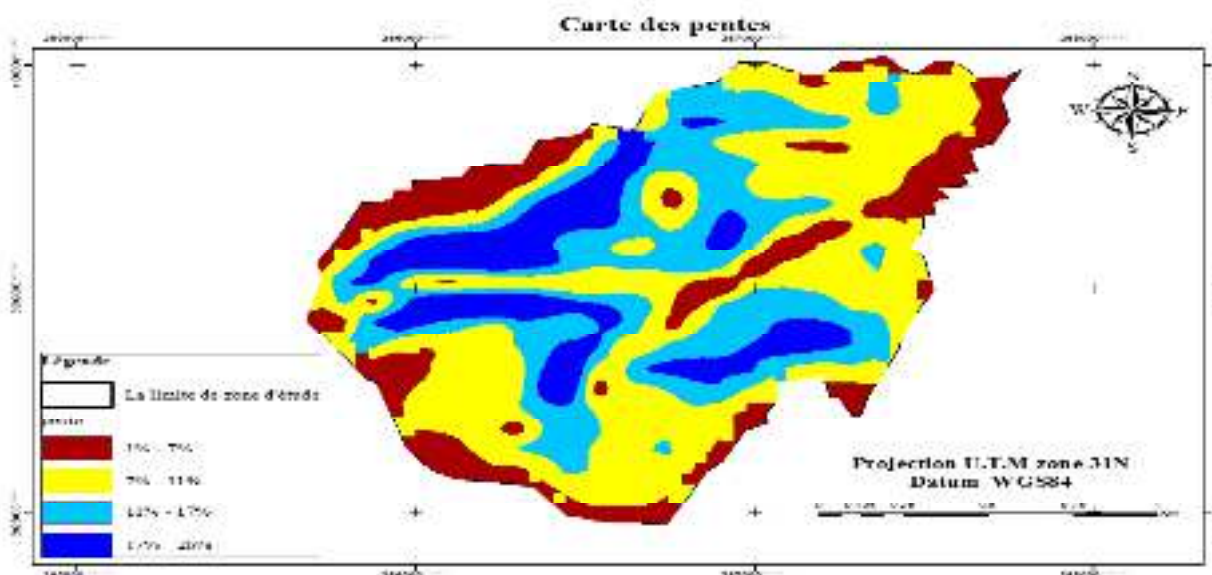


Figure I.6 : Carte des pentes de la zone d'étude.

I.2.4.2 Altitude et exposition :

L'exposition est considérée comme étant un facteur important dans l'étude d'érosion, car il peut être un obstacle pour la poussée de certaines espèces protectrices du sol par leur effet sur l'ensoleillement et l'humidité, et cette dernière entrave sur le sol donc provoque l'érosion hydrique . (figure. I.7)

Dans notre cas et sans prendre en considération les différents facteurs écologiques (climat, relief) favorisant l'érosion, on trouve que, l'intensité de l'érosion hydrique est très marquée dans le plus souvent au niveau des endroits dépourvus de la végétation et dont l'exposition Nord- Est est la plus dominante .Dans la zone d'étude le point ,le plus haut ,se situe à une altitude de 336 m et le plus bas à une altitude de 179 m (figure I.8)

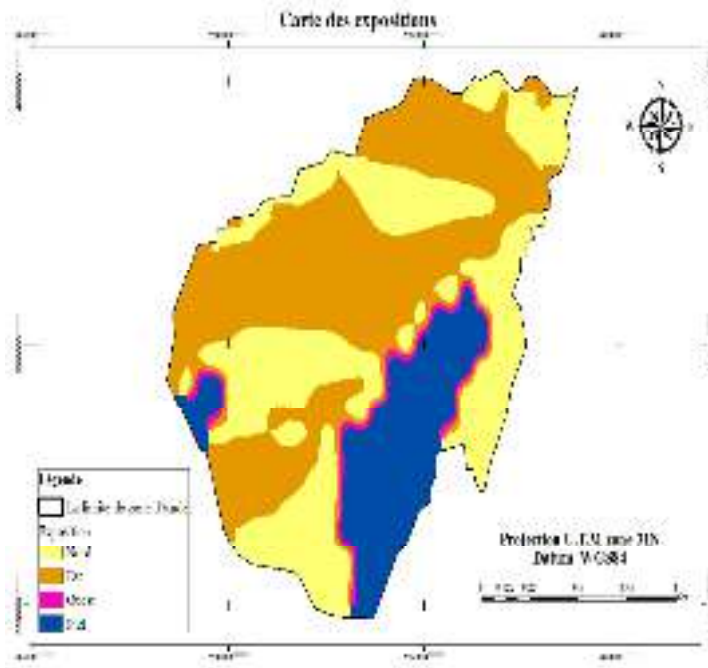


Figure I.7 :Carte des expositions de la zone d'étude.

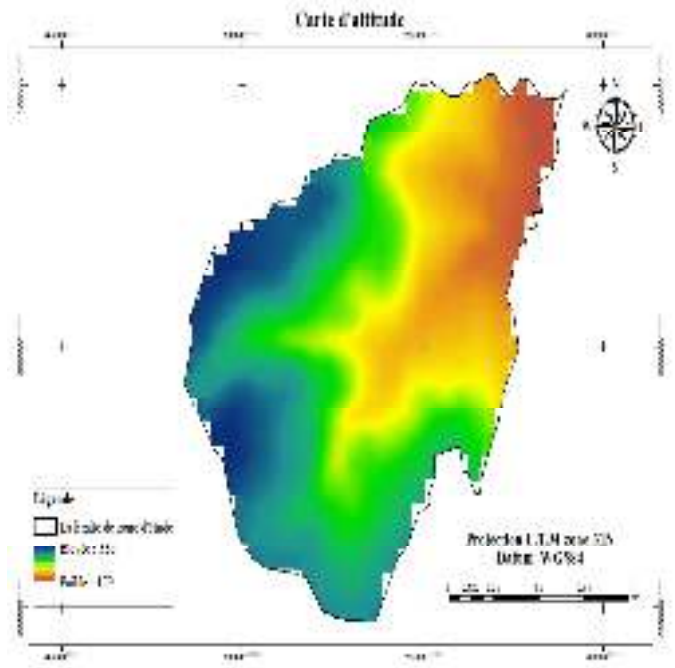


Figure I.8 :Carte d'altitude de la zone d'étude.

I.2.5. Sols :

D'après la carte de la lithologie on a constaté la présence de fortes proportions de sols limon sablo-argileux et limono-argileux et un faible taux de sols sable limoneux et sable (Figure I.9)

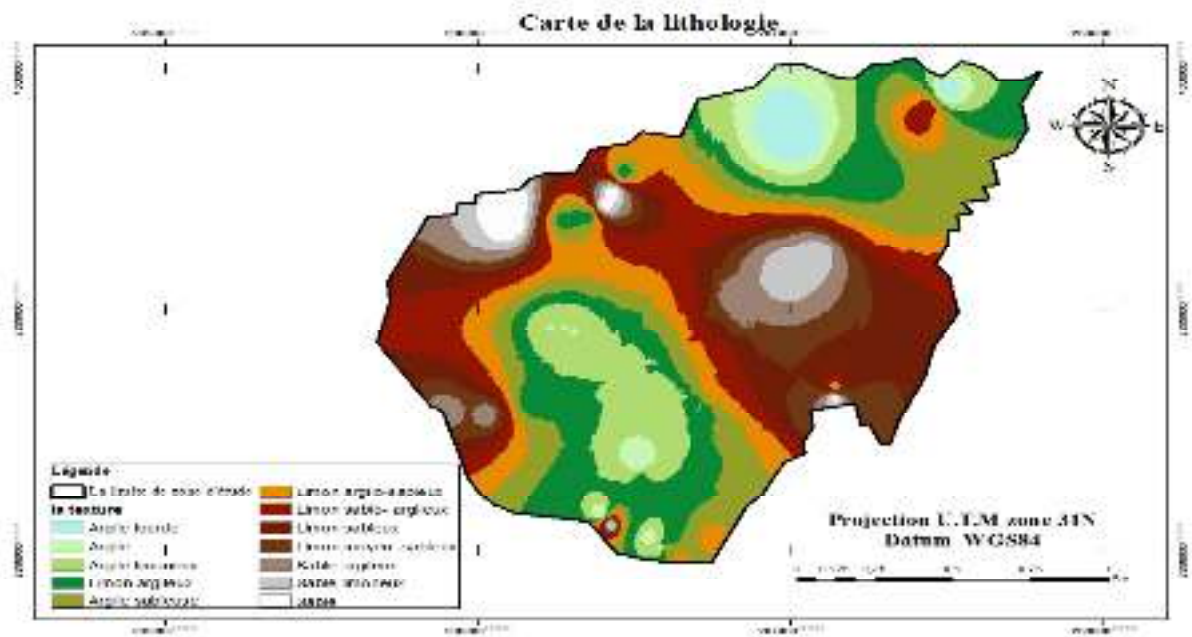


Figure I.9 :Carte de la lithologie de la zone d'étude. (B .Fenet 1975)

I.2.6. Réseaux d'écoulement pluvial :

La carte de réseaux d'écoulement pluvial montre que la zone d'étude est caractérisée par une densité du réseau hydrographique importante et il est à noter que le périmètre ne possède aucun cours d'eau permanent. Ceci explique la difficulté des riverains à irriguer leurs cultures (Figure I.10).

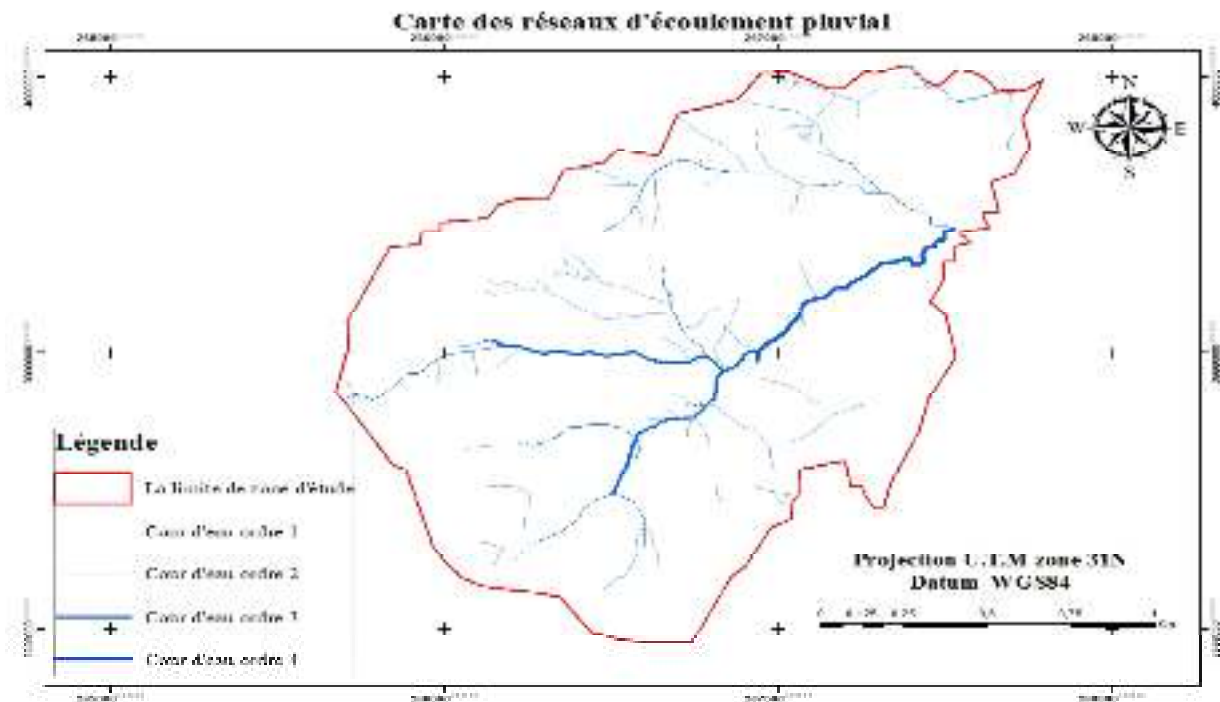


Figure. I.10 : Carte du réseau hydrographique de la zone d'étude

I.2.7. Occupation végétale :

La végétation est l'un des facteurs physiques qui a une influence directe sur l'écoulement pluvial et l'érosion hydrique des sols. En effet, plus le couvert végétal est dense plus la résistance au ruissellement est importante.

Les terres de notre zone d'étude sont pour la plupart à vocation agropastorale dont l'agriculture et l'élevage occupent une surface très importante avec la prédominance de la céréaliculture, viticulture et l'arboriculture avec la présence aussi de cultures maraîchères à petite échelle

Dans notre étude, la végétation joue un rôle de murette pour diminuer les risques d'érosion, elle se trouve sous forme de haies ou bien bandes enherbées. (O. Bessaoud, J.-P. Pellissier, J.-P. Rolland, W. Khechimi 2019)

I.2.8. Situation climatique:

I .2.8.1. Les facteurs climatiques :

Les paramètres du climat ont une influence certaine et directe sur le sol et la végétation, il s'agit des précipitations et de la température. En effet, celles-ci constituent la charnière du climat. (Djebaili, 1984). Afin d'étudier le volet climatique de notre zone d'étude, nous avons fait appel aux données de l'office national de Météorologie de Mostaganem pour la période 2000-2015.

Nous avons tenté dans le cadre de cette étude d'effectuer un aperçu climatique, de la station de Sidi Ali, basé sur les données des précipitations et des températures. Ce qui nous a permis de mettre en exergue leurs répartitions dans le temps et dans l'espace ainsi que leurs impacts sur le phénomène de l'érosion hydrique

I.2.8.1.1. Les précipitations :

2.8.1.1.1. Répartition mensuelle moyenne des précipitations :

La connaissance des régimes mensuels, présente un intérêt biologique certain, car la végétation se trouve directement influencée par la répartition des pluies devant la période de concentration. (Nahal, 1986).

L'un des traits originaux du climat en méditerrané s'exprime par l'irrégularité des pluies le long de l'année : abondantes en automne et en hiver et parfois en printemps et presque nulles en été (Aubertet Monjauze, 1946).

Cependant, le développement n'est pas lié uniquement à la quantité d'eau disponible mais aussi à la qualité et la fréquence de sa répartition au cours de son cycle (Ferouani, 2001). Le tableau I.3 ci-dessous nous présente les moyennes mensuelles des précipitations de la période 2000 – 2015 de la région de Sidi Ali.

Tableau I.3:Précipitations moyennes mensuelles (2000 – 2015).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	P.A.(mm)
P(mm)	49,75	44,08	29,95	43,39	28,18	2,83	0,85	2,74	28,7	39,55	89,95	61,09	421,06

ONM, Mostaganem (2015)

Il ressort de ce tableau que la répartition des précipitations dans notre zone d'étude est répartie en deux périodes, une période pluvieuse longue de neuf mois, débutant en Septembre jusqu'au mois de Mai, et autre période sèche plus courte, qui s'étale sur trois mois consécutifs Juin, Juillet, Août. Le régime pluvial est plus marqué entre les mois de Septembre et Octobre voire Avril. Les autres mois affichent des tranches pluviométriques moins accusées surtout entre Mai et Aout.

Dans ce cas, notre zone d'étude subit le risque d'érosion dans les mois les plus pluvieux selon la quantité d'eau qui favorise le déclenchement de ce phénomène.

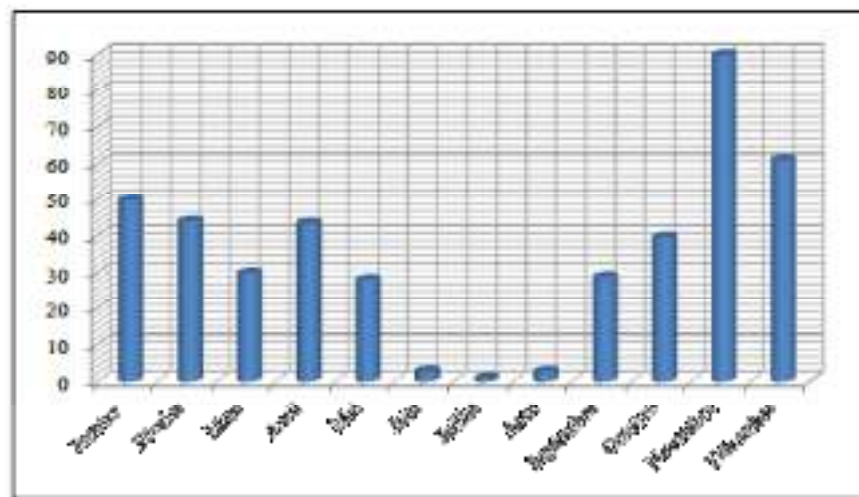


Figure I.11: Histogramme des précipitations mensuelles (mm). (2000 – 2015).

L'histogramme (Figure I.11) montre que le régime pluvial est plus marqué entre les mois de septembre et octobre voire avril, dont le mois de novembre le plus pluvieux avec 84.33mm tandis que les autres mois affichent des tranches pluviométriques moins accusées surtout entre Mai et Aout, dont le mois de juillet marque le mois le plus sec avec 0.79mm. La moyenne annuelle est de 421.06 mm.

2.8.1.1.2 Répartition annuelle des précipitations

La pluviométrie est considérée comme un facteur primordial par son impact direct sur l'hydrologie de surface dont elle représente la seule source hydrique pour la végétation des milieux terrestres (Marzouk, 2010). Depuis de nombreuses décennies, la corrélation entre les pluies torrentielles et l'intensité de l'érosion est observée (Paul-Hus, 2011).

Dès 1955, Galevski (1955) avait remarqué sur un périmètre d'étude que l'intensité des pluies exerçait un effet primaire et un effet secondaire. L'effet primaire est défini comme étant l'action mécanique des gouttes pluviales produites sur le sol, et l'effet secondaire comme étant la puissance de ruissellement sur les versants. Les pluies agressives exceptionnelles qui s'abattent sur la région, en déclenchant le ravinement et des glissements de terrain, charrient d'énormes quantités de sédiments vers les réservoirs d'eaux (Roose, 2004). La répartition annuelle de la pluviométrie enregistrée dans la zone d'étude est représentée dans la figure I.12.

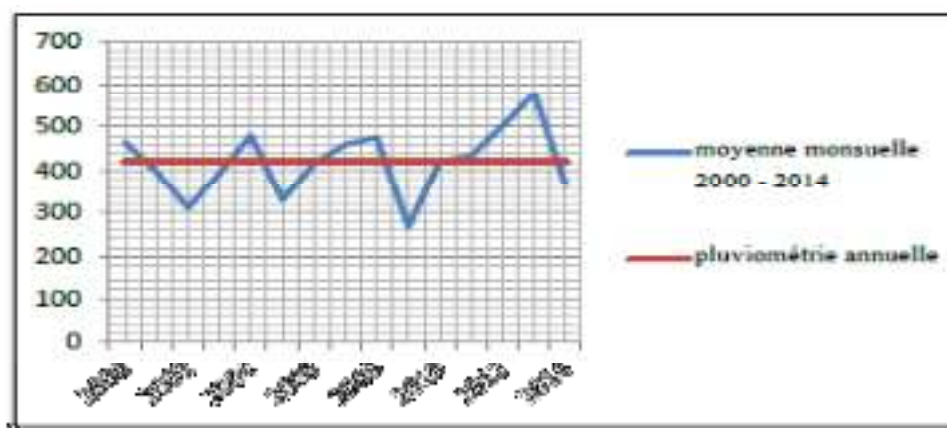


Figure I.12 : Répartition mensuelle et annuelle de la pluviométrie.2000-2014 ANRH

L'examen de cette courbe élucide clairement la variabilité annuelle des chutes de pluies dans la région entre 2000 à 2014.

En effet, la zone reçoit une moyenne pluviométrique de l'ordre de 434,086 mm. Les hauteurs extrêmes sont atteintes en 2013 avec 577.3 mm et 503,8 mm en 2012, les précipitations minimales sont observées en 2009 avec une tranche d'eau de 268,6 mm. L'allure de la courbe affiche cependant un fléchissement plus au moins important au-dessous de la moyenne. Celle-ci, moins arrosée, caractérise une sécheresse.

2.8.1.1.3 Le régime saisonnier

Le régime saisonnier est la somme des précipitations par saison en classant ces dernières par ordre de pluviosité croissante. La désignation de chaque saison est indiquée par sa lettre initiale: P: Printemps, H: Hiver, E: Eté, A: Automne (tableau I.4).

Tableau I 4. Régime saisonnier des précipitations (2000-2014)

Période	Régime saisonnier				Type de régime
	Eté	Automne	Hiver	Printemps	
2000-2014	6,42	158,21	164,92	101,52	HAPE

ONM Mostaganem

Dans ce tableau, nous remarquons que le régime saisonnier des précipitations est de type **HAPE**. Par conséquent, c'est Musset (1935) (Chaabane,1993) qui a défini le premier la notion de régime saisonnier. Elle consiste à calculer la somme des précipitations par saison et à effectuer le classement saisonnier par ordre de pluviosité décroissante en désignant chaque saison par son initiale. L'hiver a été défini comme la période de décembre de l'année $n - 1$ à janvier et février de l'année n (H) ; le printemps intègre les mois de mars à mai (P) ; l'été par les mois de juin à août (E) et l'automne la période de septembre à novembre (A).

Ceci explique que le maximum des pluies est concentré en hiver et en automne et avec un degré moindre en printemps ; la saison estivale est toujours sèche.

I.2.8.1.2 Températures :

La température est le second facteur caractéristique du climat. Il a été défini comme une qualité de l'atmosphère et non une grandeur physique mesurable (Peguy, 1970). Il régit directement le climat en interaction avec les autres facteurs météorologiques, permettant avec les précipitations le calcul du déficit d'écoulement et les indices climatiques.

Au point de vue pédologique, les écarts thermiques provoquent la désagrégation des roches ayant pour conséquence le développement des sols. Elles interviennent aussi dans le déroulement de tous les processus, la croissance, la reproduction, la survie et par conséquent la répartition géographique de la végétation générant les paysages les plus divers (Soltner, 1992).

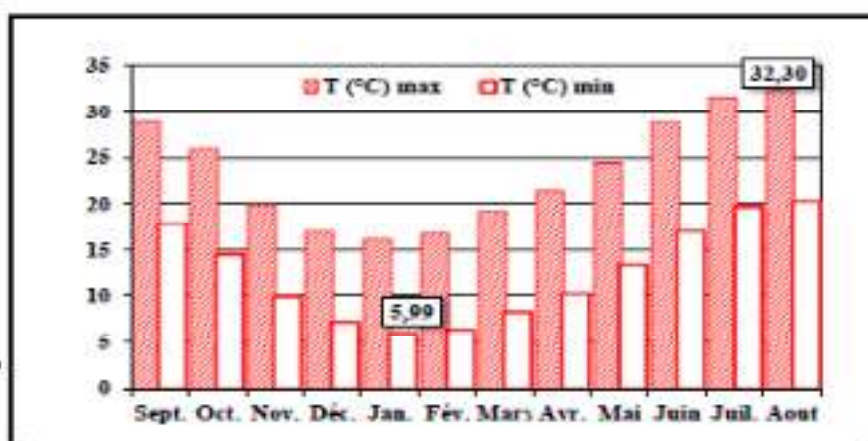
Tableau I 5. Les données thermiques de la station de référence (*MOSTAGANEM (située à 36km)*)

Mois T (°C)	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
T.max	16,20	16,80	19,19	21,50	24,45	28,78	31,59	32,30	28,92	25,98	19,96	17,05
T.min	5,99	6,38	8,34	10,30	13,37	16,94	19,62	20,22	17,79	14,50	10,01	7,23
T.moy	10,80	11,36	13,55	15,76	18,91	22,83	25,46	25,94	23,06	20,08	14,34	11,83

ONM Mostaganem

Les moyennes mensuelles des températures (tableau I.5) confirment que le mois de janvier est le mois le plus froid avec une moyenne minimale de 5,99°C, ensuite les températures augmentent d'une allure régulière jusqu'au mois d'août qui représente le mois le plus chaud avec une moyenne maximale de 32,30°C (figure I.13).

Ce qui entraîne généralement d'importantes pertes en eau des sols par l'augmentation de l'évaporation qui agit négativement sur le développement des plantes par la forte transpiration. Ces pertes en eau se traduisent par une réduction de l'humidité au niveau des sols qui s'exprime par une régression du couvert végétal et par conséquent des risques plus élevés à l'érosion hydrique (Roose et al., 2008). Dans ce cas-là, le couvert des arbres peut avoir une influence considérable en modérant la température de l'air et du sol et en accroissant l'humidité relative (Lal et Cummings, 1979). Ces deux dernières sont en général bénéfiques à la croissance des cultures et sont mis à profit dans de nombreux systèmes d'agroforesterie (Weber et



Hoskins,
Briones,

Figure I.13 : Températures moyennes maximales et minimales (°C) 2000-2015

Emberger (1955) a utilisé des significations biologiques pour connaître les variations thermiques :

- ✓ M : la moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C).
- ✓ m : la moyenne des minima du mois le plus froid (°C).
- ✓ M-m : Amplitude thermique exprimant la continentalité.

I.2.8.1.3 Vents :

Ils constituent un des facteurs reconnus dans la caractérisation du climat méditerranéen, son action est principalement néfaste pendant la saison sèche et lors des tempêtes qui précèdent la saison des pluies, lorsque le sol est nu. Il détermine la transformation des états de surface, particulièrement en zones arides et semi-arides (Thiombiano, 2000).

L'action des vents s'observe surtout à différents niveaux, mécanique par l'arrachement et la chute des feuilles et des fleurs et physiologique par une augmentation de l'évapotranspiration (Balleux et Van Leberghe, 2001). Cette situation s'accompagne également par une réduction de l'humidité des sols et une régression du couvert végétal et par conséquent des risques plus élevés par rapport à l'érosion hydrique.

Au niveau de notre zone d'étude, la direction du vent dominant selon Dembele (1994)

Tableau I.6 : Variations de l'évolution de la vitesse moyenne mensuelle du vent (2000 – 2015)

Mois	J	F	M	A	M	J	Juit	Oaut	S	Oc	N	D	Moy
Vitesse(m/s)	1,24	1,73	1,72	2,66	2,09	1,85	1,6	1,6	1,65	1,8	1,77	1,7	1,73

ONM,

Mostaganem (2015)

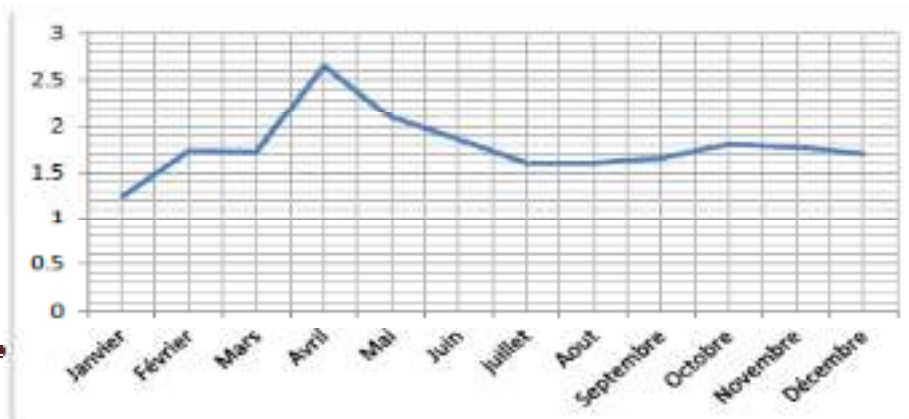


Figure .I.14: Courbe de la vitesse moyenne mensuelle du vent. 2000-2015**I.2.8.1.4 Humidité :**

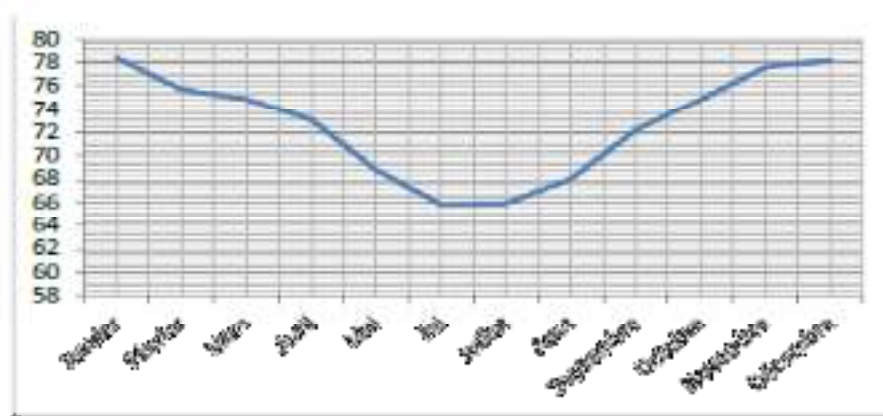
L'humidité relative est un paramètre climatologique très important qui présente le rapport entre la pression partielle de la vapeur d'eau à l'air humide et la pression de saturation à la même température. Les arbres eux-mêmes consomment de l'eau qu'ils transpirent en vue de refroidir les feuilles ; cela permet de faire monter l'humidité et de baisser les températures dans la journée (Verheij, 2003).

Les valeurs moyennes de l'humidité relative à la station de Sidi Ali s'étalant sur la période de(2000-2015) sont représentées dans le tableau (07).

Tableau I.7: Humidités relatives mensuelles (2000-2015).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
H%	78,39	75,69	74,86	73,08	68,81	65,89	65,99	68,05	72,18	74,83	77,60	78,16

ONM, Mostaganem (2015)

**Figure .I.15:** Courbe de la valeur moyenne de l'humidité relative

Les valeurs moyennes mensuelles calculées durant la période (2000-2015) montrent que le mois de Janvier détient la valeur maximale avec une valeur de 78.39% alors que la valeur minimale est enregistrée au mois de juin avec un degré d'humidité relative de 65.89 %.

I.2.8.1.5. Evaporation :

C'est une émission de vapeur par une surface liquide ou un milieu humide (sol, végétal) à une température inférieure au point d'ébullition (De Par ce vaux et *al.*, 2007; in Abdelouahabe S Et *al.*,2012).

Suite à l'évaporation, l'eau se transforme en vapeur d'eau, la teneur en vapeur d'eau varie suivant la température, elle est plus importante en été qu'en hiver (Zhongjia, 1985 ; in Abdelouahabe S. et al., 2012).

Tableau I.8 Les données d'évaporation (2000 -2015).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Ev(mm)	50,18	53,08	60,56	79,63	97,63	93,13	121,47	108,75	96,71	75,61	54,21	52,44

ONM Mostaganem

Dans la région d'étude l'évaporation atteint le maximum durant le mois de Juillet (figure I.16).

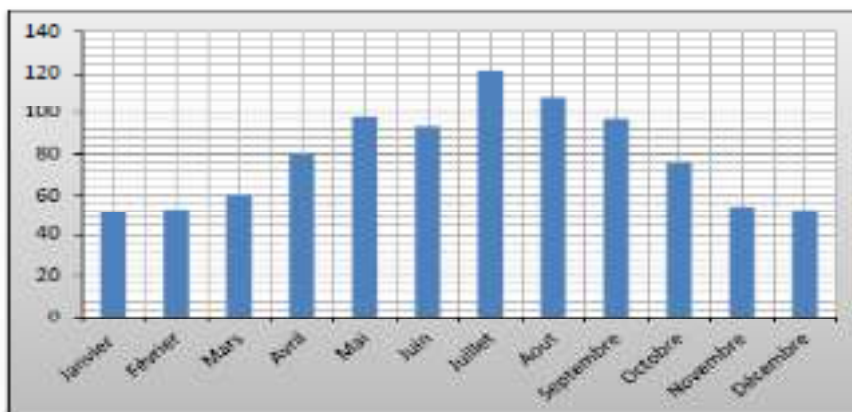


Figure I.16: Histogramme de l'évaporation moyenne mensuelle.

I.2.8.1.6 Insolation :

C'est le facteur climatique dont il faut tirer parti, l'insolation forte avec les températures élevées entraînant une faible humidité de l'air et donc une évaporation forte (Deygout et Treboux, 2012).

Tableau I.9. Variation de l'insolation moyenne annuelle en heure. 2000-2015

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
V,max de la lumière	0	0	208,2	24,3	303	301,1	310	320,6	239,4	224	153,1	201,9

ONM, Mostaganem 2015



Figure .I.17: Variation de l'insolation moyenne annuelle. 2000-2015**I.3. Cadre socio-économique :**

Les activités sociales et économiques de la vie de l'homme jouent un rôle dans les phénomènes d'érosion. L'homme tire ses moyens de substance du sol, il peut ainsi l'utiliser irrationnellement et intensifier l'érosion, la densité de la population, la pression démographique, les nouveaux besoins créés par le développement ont conduit à une exploitation souvent anarchique des ressources (Kadir, 1979).

I. 3.1. Population et Activité :

Au dernier recensement datant de l'année 2013, le volume de population dans notre région d'étude a été évalué à 33 114 (RGPH 2013), avec un additionnel de 1658 habitants par rapport au nombre recensé en 2008 et qui était de 31 429 habitants (RGPH 2008). En comparant ces deux nombres à celui du recensement de l'année 1998 et qui été inventorié à 28 312 habitants (RGPH 1998), on constate que le taux d'accroissement annuel global moyen de la population reste élevé durant la période 1998-2013. Cette croissance peut être considérée comme une transition de la population vers la ville de Sidi Ali pour des meilleures conditions de vie et de travail, étant donné que cette région est considérée comme une zone agricole importante (Tableau I.10).

Tableau I.10. Caractéristiques démographiques de la région de Sidi Ali

Unité	superficie	Pop1998	Pop2008	Pop2013
N°.Pop	140	28312	31429	33114

Direction de l'environnement, 2015 W. Mostaganem

La population active se définit comme l'ensemble des personnes en âge de travailler qui sont disponibles sur le marché du travail, qu'elles aient un emploi (population active occupée) ou qu'elles soient au chômage (population active inoccupée) à l'exclusion de celles ne cherchant pas d'emploi, comme les personnes au foyer, étudiants, personnes en incapacité de travailler, rentiers.).

En raison de l'indisponibilité des données récentes et fiables de l'emploi et de secteurs d'activité dans notre région d'études, on va se contenter des données de l'année 2012 fournies par la direction d'environnement de la wilaya de Mostaganem exposées dans le tableau I.11 ci dessous.

Tableau I.11. Situation de l'emploi global de la commune de Sidi Ali

unité	Pop. Totale	Pop. Active	Pop. Occupée	Pop. Au chômage	Taux de chômage	Part des occupés
N°	36426	19595	18553	1042	5,32	4,9

Direction de l'environnement 2015, W. Mostaganem

I.3.2. Régime foncier ou nature juridique du terrain :

Notre région d'étude est divisée en terrains privés, petites superficies appartenant aux exploitations agricoles collectives (EAC) et en exploitations agricoles individuelles (EAI).

I.3.3. Milieu économique :

L'agriculture et l'élevage sont, en effet, deux activités qui ont toujours constitué la vocation économique de notre zone d'étude.

Etant donnée sa situation géographique notre région d'étude appartient à un environnement modéré où réside 36 558 habitats, les différentes conditions sont favorables à la production de nombreuses cultures agricoles et à l'activité d'élevage.

I. 4. Localisation de la station d'épuration :

La station d'épuration de la commune de Sidi Ali se situe à 1 km au nord-est du centre du Sidi Ali, elle est délimitée par l'oued où les rejets des eaux usées urbains sont déversés en amont de la station d'épuration. Elle a été mise en service depuis 2018, gérée et exploitée actuellement par l'Office National de l'Assainissement. La station d'épuration de Sidi Ali fait 2 ha de superficie et 170 ha de Superficie à irriguer.

Les travaux de ce grand projet hydraulique (STEP) sont à un taux de réalisation appréciable, estimés, selon le responsable de l'hydraulique au niveau de Sidi Ali.

Ce projet est mis en oeuvre à un rythme de réalisation significatif pour procéder au traitement de 4800 m³/j avant que ce volume ne soit revu à la hausse, indique la même source (Figure I.18)



Figure .I.18: vue aérienne de la station d'épuration de Sidi Ali (Source :Google earth)

I.5. Origine des eaux brutes :

Les eaux brutes sont celles provenant de la ville de Sidi Ali amenées par les drains collecteurs .La ville de Sidi Ali contient 3 rejets raccordés dans un canal en béton armé acheminant les eaux usées à la station d'épuration, elle contient 28 regards (24 regards de chute et de visite et 4 déversoirs d'orage), dans chaque raccordement il existe un déversoir d'orage. Le premier ouvrage dans l'amont de la station est un déversoir d'orage qui reçoit 4800 m³/h d'eau brute.

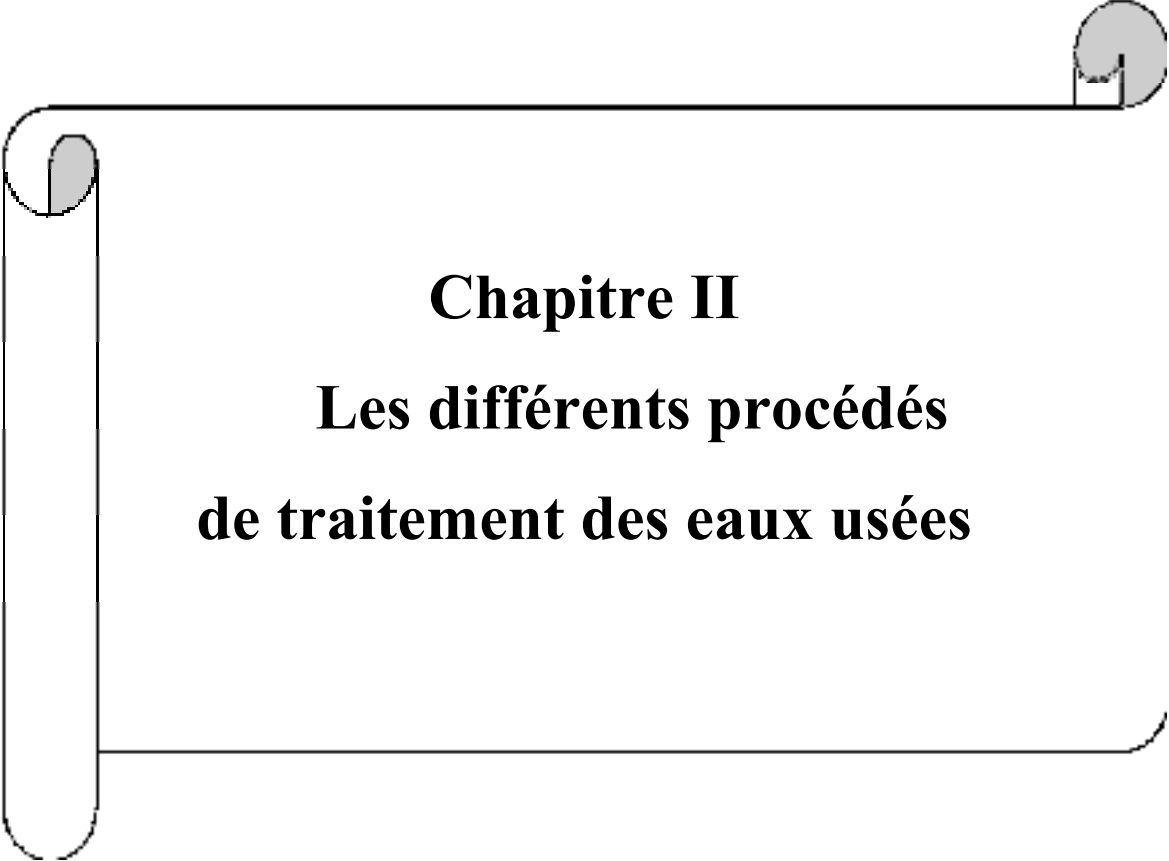
I.6. Description générale de la station d'épuration de Sidi Ali :

Dans le cadre de la construction de la station de traitement des eaux usées de Sidi Ali, on a retenu les exigences suivantes :

- ✓ Respect des contraintes de qualité et de quantité de rejet.
- ✓ Respect des exigences de fiabilité, sécurité et souplesse d'exploitation par l'utilisation de procédés classiques et fiables.
- ✓ Qualité des matériels et matériaux mis en oeuvre.

Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de connaître l'état de l'épuration dans la wilaya de Mostaganem et aussi de décrire le cadre physique ,aperçu climatique et le cadre socio-économique de la zone d'étude .D'après les études faites nous concluons que la région d'étude est une région située sur un étage bioclimatique semi-aride frais avec deux saisons bien distinctes l'une pluvieuse et l'autre chaude et sèche, menacés par toutes formes de dégradation, les sols agricoles nécessitent des aménagements appropriés selon les situations , elle est caractérisée par une croissance démographique moyenne, ces études préliminaires doivent donc conditionner le choix du terrain sur lequel se situera la station d'épuration.



Chapitre II
Les différents procédés
de traitement des eaux usées

II . Introduction :

Les eaux usées des agglomérations peuvent être traitées par divers procédés qui reposent sur des phénomènes physiques, chimiques et biologiques, à des degrés d'épuration et à des coûts variables selon le niveau de qualité exigé par le milieu récepteur. À travers ce chapitre nous allons présenter les techniques d'épuration des eaux usées .(CHELLE et DELLALE,2008)

II.1). Définition de la station d'épuration des eaux usées :

C'est une nouvelle technique récente qui traite des eaux usées (toxiques) provenant de plusieurs ressources (domestique, industrielle et agricole.... Etc.) .Elle se base sur plusieurs étapes pour le traitement et le rejet des eaux traitées dans le milieu récepteur sans aucun problème pour préserver l'environnement.

Les stations d'épuration permettent donc de limiter voir d'éradiquer la pollution de l'eau. En effet, à cause de la surpopulation urbaine, l'auto- épuration naturelle n'est pas suffisante à l'élimination des nombreux détritux polluants. Il est donc indispensable de mettre en place des stations d'épuration qui vont, grâce à la succession de plusieurs traitements éliminer progressivement la quasi-totalité de la pollution.

II .2). Rôle des stations d'épuration :

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants :

- la protection de l'environnement
- la conservation de la santé humaine
- Limiter le Problème de contamination de la nappe phréatique
- une économie d'eau, grâce à la réutilisation de celle-ci .

Cependant ce procédé n'est que très peu pratiqué en raison d'un fort coût de mise en place.

II .3. Procédés d'épuration des eaux usées :

Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, plusieurs niveaux de traitements sont définis : les prétraitements, le traitement primaire, le traitement secondaire et tertiaire. Dans certains cas, des traitements tertiaires sont nécessaires notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible et vulnérable à la pollution.

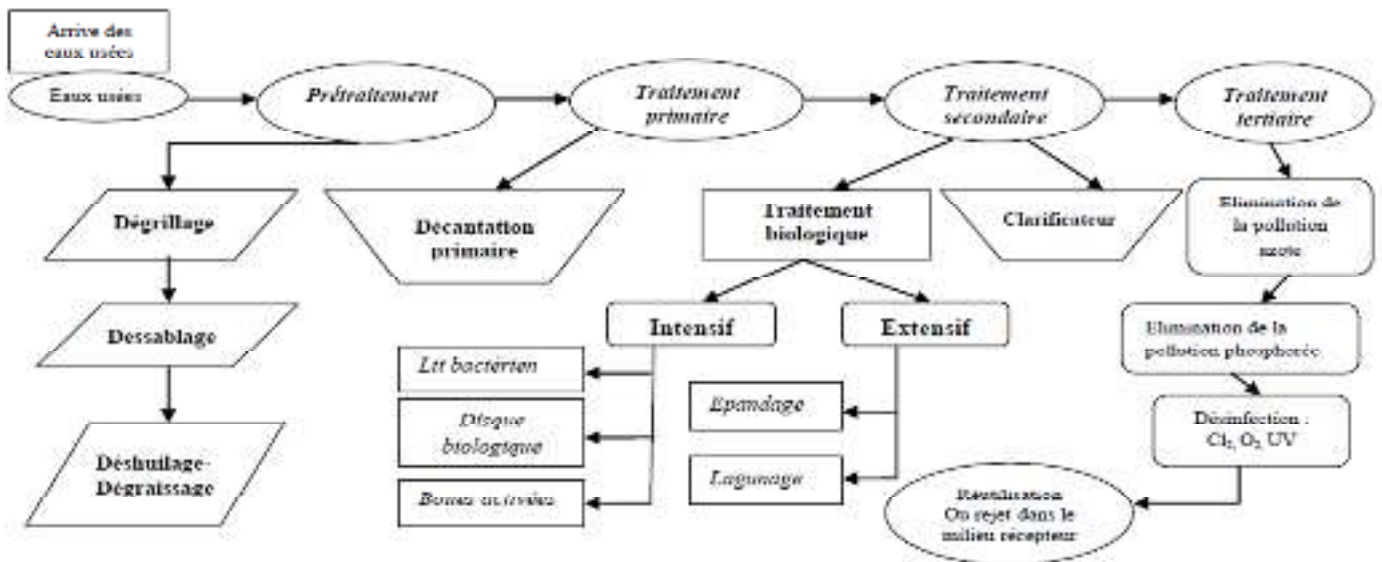


Figure II.1 : Les différentes étapes dans la station d'épuration . (S.Vandermeersch,2006)

II 3.1) Prétraitement :

Le prétraitement a pour objectif de séparer les matières grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement. Il comprend quatre principaux modes de traitement des eaux usées: (le dégrillage), pour retenir les déchets volumineux, (le dessablage), pour obtenir une meilleure décantation et éviter l'abrasion des équipements, (le dégraissage et le déshuilage), pour éviter l'encrassement de la station par des corps gras. (GROSCLAUDE, 1999)

II . 3.1.1) Dégrillage :

Le dégrillage consiste à retenir les objets trop volumineux et encombrants qui pourraient dégrader les pompes ou obstruer la canalisation. Son principe est extrêmement simple, puisqu'il consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale.

❖ *Caractéristiques générales d'une installation de dégrillage*

a) **Forme et position de la grille**

La grille peut être droite ou courbée, les grilles droites peuvent être placées en position verticale ou inclinées par rapport au plan horizontal.

b) **Espacement des barreaux**

L'espacement entre les barreaux permet de fixer la taille des déchets à éliminer. Pour cela, on distingue trois types de dégrillage, en fonction de la taille des débris à éliminer :

- un prédégrillage : espacement de 30 à 100 mm
- un dégrillage moyen : espacement de 10 à 30 mm
- un dégrillage fin : espacement de 3 à 10 mm.

c) Vitesse de passage et pertes de charge

La vitesse de passage de l'eau doit permettre l'application des matières sur la grille sans provoquer des pertes de charge importantes, ni entraînement des colmatages en profondeur des barreaux.

- La vitesse moyenne de passage (v) se situe entre 0,6 m/s et 1,40 m/s en débit maximal.
- Les pertes de charge (Δh) varient de 0,05 à 0,15 m en eau de consommation, et de 0,1 à 0,40 m en eau résiduaire. (MOHAND-SAÏD OUALI 2008.)

❖ Les différents types de grilles

a) Grilles manuelles

Se sont composées avec de barreaux le plus souvent inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale, elles sont réservées à la petite station. Leur inconvénient est la nécessiter de les nettoyer quotidiennement, car si la grille reste longtemps sans nettoyage, l'effluents risque de refluer dans le collecteur d'arrivée.

b) Grilles mécaniques

Elles sont indispensables à partir d'une certaine taille de station d'épuration, voire sur des installations de faible importance afin de réduire les interventions manuelles de nettoyage. Ces grilles sont à fonctionnement automatique par horloge électrique. Parmi celles-ci, on distingue les grilles à nettoyage par l'amont et celles à nettoyage par l'aval.

1. Grilles mécaniques à nettoyage par l'amont

Le mécanisme de nettoyage se trouve placé à l'amont du champ de grille. Parmi les grilles mécaniques à nettoyage par l'amont, on distingue :

✓ Les grilles courbes

Adaptées pour les petites et moyennes stations d'épuration, avec des profondeurs relativement réduites de canal (de 0,50 m à 1,80 m). Le débit à traiter varie de 10 m³/h à 5000 m³/h. Le nettoyage est assuré par des peignes.

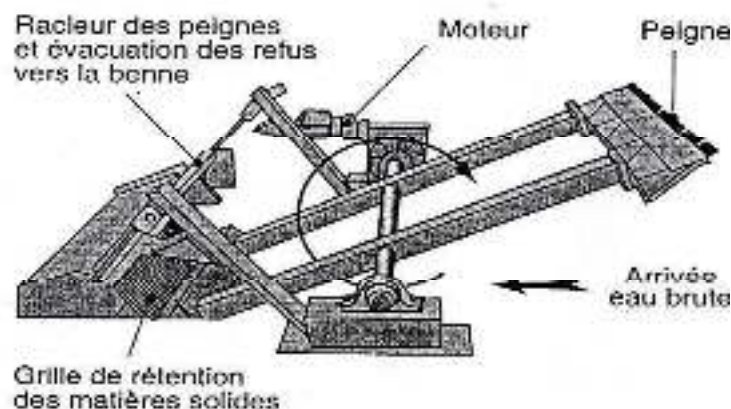


Figure II.2 : Grille courbe

✓ Les grilles droites

Fortement relevées sur l'horizontale, parfois même verticale, permettant de couvrir une gamme de débits de 100 à 40000 m³/h (prise d'eau de surface). Selon la nature des produits, le nettoyage peut être effectué par un dispositif alternatif ou continu (grappins, râpeaux, racleurs, brosses) et le système par câble ou par chaîne sans fin.

2. Grilles mécaniques à nettoyage par l'aval

Le mécanisme de nettoyage se trouve placé à l'aval du champ de grille (avec chaîne sans fin), présentant ainsi des risques de rechute d'une fraction des résidus récupérés en aval. Les grilles sont équipées de râpeaux-peignes montés sur des chaînes sans fin. Elles peuvent traiter des eaux très chargées, pour une gamme de débits allant de 500 à 30000 m³/h. (MOHAND-SAÏD OUALI 2008.)

Ces grilles peuvent être de deux types, mais dans la STEP de Sidi Ali, le dégrillage est de type mécanique, comme montré à la photo de la (Figure ?) prise sur le lieu de la STEP.



Figure II.3: Dégrilleur fin et grossier. (Mr. BOUCELHA M Mr. HIDRA H 2018 – 2019)

II 3.1.2) Le dessablage :

Le dessablage (Figure) dans la station sidi Ali a pour but d'extraire des eaux brutes ; les graviers, sables et particules minérales plus ou moins fin, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduit, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion, à éviter de perturber les stades de traitement suivant. Le domaine usuel du dessablage porte sur les particules de granulométrie égale ou supérieure à 200 mm ; La technique classique du dessableur consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse d'environ de 0.3m/s qui permet le dépôt d'une grande partie des sables. une granulométrie inférieure est en général du ressort du débouillage ou de la décantation.



Figure II.4: Dégrossisseur. (Mr. BOUCELHA M Mr. HIDRA H 2018 – 2019)

II 3.1.3) Le dégraissage-déshuilage :

Les opérations de dégraissage-déshuilage consistent à séparer de l'effluent brut, les huiles et les graisses par flottation. Ces derniers étant de densité légèrement inférieure à celle de l'eau. L'injection des micro bulles d'air permet d'accélérer la flottation des graisses.

Souvent ces opérations sont combinées dans un même ouvrage où la réduction de vitesse dépose les sables et laisse flotter les graisses ; enlève ainsi de l'eau les éléments grossiers et les sables de dimension supérieure à 200 microns ainsi que 80 à 90% des graisses et matières flottantes (soit 30 à 40% des graisses totales).



Figure II.5: Déshuileur (Mr. BOUCELHA M Mr. HIDRA H 2018 – 2019)

II 3.2) .Traitement primaire :

Il fait appel à différents procédés physiques ou chimiques. L'opération la plus importante à cette étape du traitement est la décantation.

Le traitement physico-chimique des eaux regroupe les opérations nécessaires pour éliminer :

- Les matières décantables, c'est le rôle de la décantation.
- La turbidité (substances colloïdales) qui est traitée par coagulation-floculation.
- Certaines matières en solution par la précipitation chimique.

II 3.2 .1) Décanteur primaire :

Les eaux résiduaires prétraitées contiennent encore des matières organiques et minérales sédimentables, la décantation primaire permet d'éliminer 30 à 35 % de la DBO₅, 60% de MES et 90% de la matière minérale. La matière décantable va se déposer au fond du bassin et être récupérée sous forme de boue primaire dans les épaisseurs pour être traitée. (Faby, 1997)

Il est nécessaire de provoquer la déstabilisation des particules colloïdales dans les eaux résiduaires industrielles afin de favoriser leur agglomération et permettre leur séparation de la phase liquide

➤ Mécanismes de rupture de l'état colloïdal :

L'élimination de la pollution colloïdale suppose l'agglomération mutuelle des particules

a- La coagulation : La coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques (MOHAND-SAÏD OUALI 2008.)

b-La floculation : La floculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration.

➤ Différents types de décantation :

Divers types de matières décantables sont à distinguer :

a- Les particules grenues décantent indépendamment les unes des autres avec chacune une vitesse de chute constante

b- Les particules plus ou moins floculées (coalescentes) : qui s'agglomèrent pendant la sédimentation, ces particules décantent selon deux mécanismes différents :

- **Décantation diffuse** : lorsque la concentration en MES est faible, le floc décante librement et sa vitesse de chute augmente au fur et à mesure que d'autres particules s'y agglomèrent
- **Décantation en piston** : lorsque la concentration en MES est élevée, l'abondance des floccs crée une décantation d'ensemble freinée, le plus souvent caractérisée par une interface nettement marquée entre la masse boueuse et le liquide surnageant.

➤ Types de décanteur :

a- **les décanteurs statiques sans raclage:** Ils sont généralement utilisés pour les petites stations (1000 à 2000 hab.). Le temps de séjour est de l'ordre de 1H30 à 2H au débit diurne. L'extraction des boues exige une pente de fond (au moins égale à 60°).

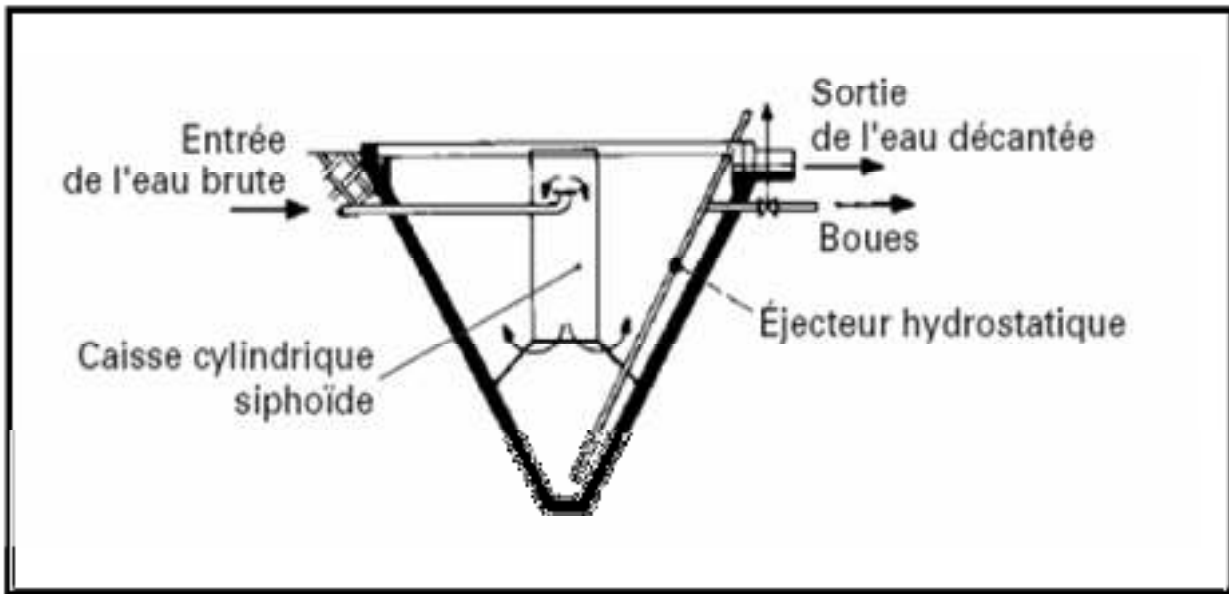


Figure II.6: Décanteur cylindro-conique statique sans raclage. (BALEH Kahina S .HOULI 2011)

b- Les décanteurs statiques à raclage mécanique des boues :

- **décanteurs circulaires:** Le racler est fixé à une charpente tournant autour de l'axe du bassin. Il peut comporter une seule lame en forme de spirale ou une serre de raclettes. Il comprend un fût central creux où arrive l'eau brute d'où elle est répartie généralement par une cloison siphonide annulaire. Les boues sont amenées vers une fosse centrale à l'aide d'un dispositif de raclage sur une pente de 5 à 10° . De plus, un racler de surface pousse les corps flottants vers une écumeoire d'où ils peuvent regagner la fosse des boues.

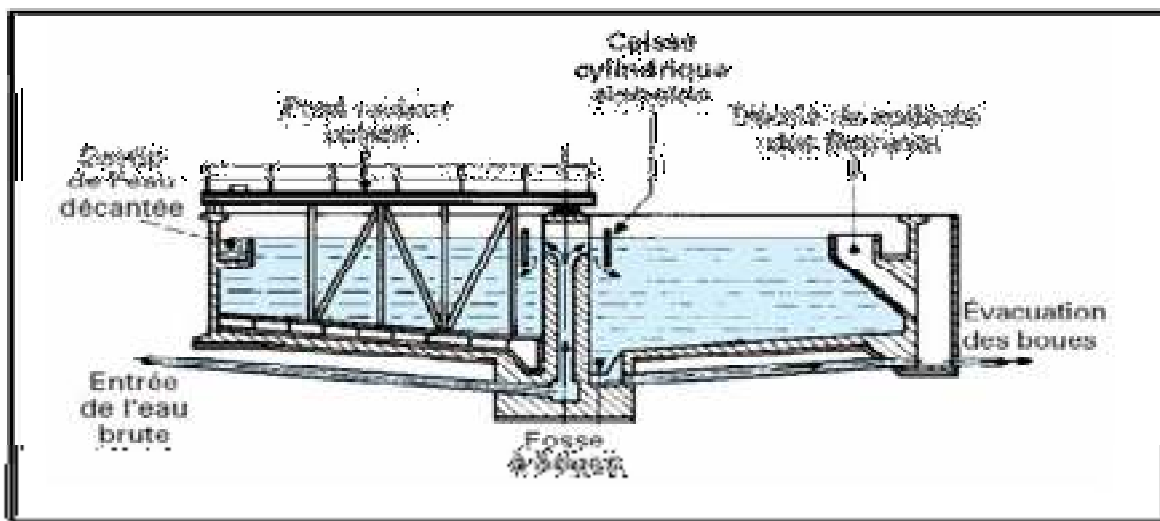


Figure II.7: décanteur circulaire à raclage mécanique.

- **Décanteurs longitudinaux rectangulaires** : Il existe deux types de décanteurs rectangulaires avec raclage :

- ✓ les décanteurs à pont racleur
- ✓ les décanteurs à chaînes.

Les ponts racleurs se déplacent selon un système de va-et-vient et procèdent au raclage avec un mouvement à contre-courant. Par contre, les décanteurs à chaînes permettent un raclage continu des boues et des flottants par une série de raclettes montées en deux chaînes sans fin parallèle tournant le long des parois verticales du bassin. Dans les deux types de décanteurs, le puits des boues est situé à l'arrivée de l'effluent.

(ABDELKADER GAÏD 1984)

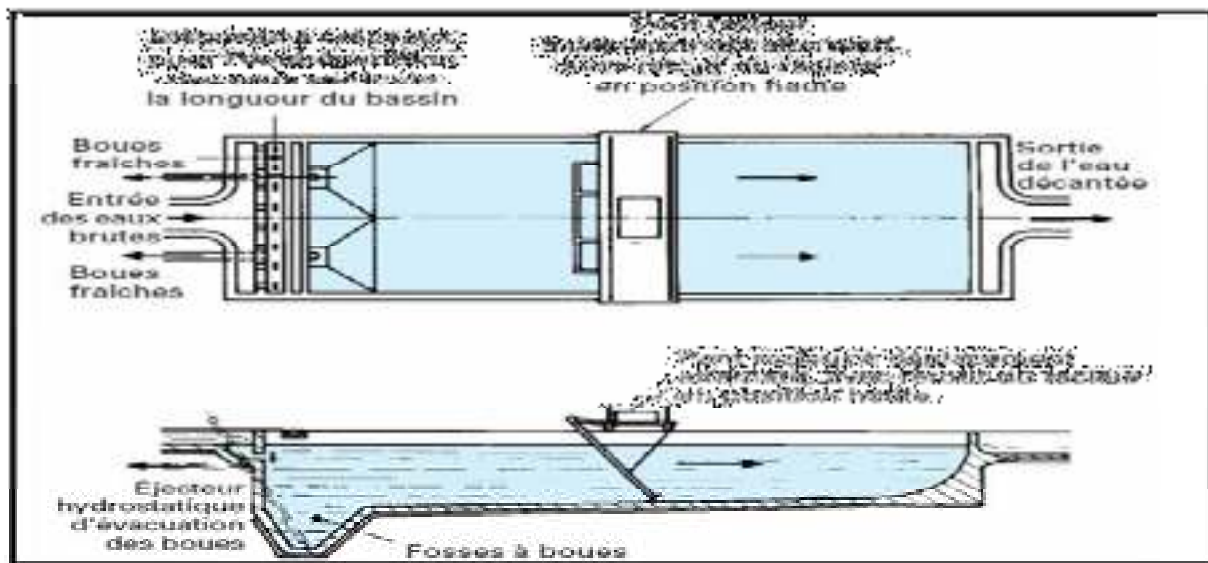


Figure II.8: Décanteur longitudinal à pont racleur. (BALEH Kahina S .HOULI 2011)

II 3.3). Le traitement biologique :

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation. Parmi ces organismes, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires. Les microorganismes responsables de l'épuration s'agglomèrent sous forme de floccs et se développent en utilisant la pollution comme substrat nécessaire à la production d'énergie vitale et à la synthèse de nouvelles cellules vivantes. (Office international de l'eau. 2005)

Les différents procédés biologiques d'épuration des eaux usées sont :

➤ **Classification des techniques d'épuration biologique :**

On distingue deux principaux types de procédés biologiques:

1. Les procédés intensifs ou artificiels
2. Les procédés extensifs ou naturels.

II 3.3.1.) Les procédés intensifs ou artificiels :

Ils ont pour but de décomposer de façon biochimique et par oxydation les matières non séparables par décantation. Parmi ces procédés, on distingue :

- ✓ Les lits bactériens.
- ✓ Les disques biologiques.
- ✓ Les boues activées.

A) Le lit bactérien :

Ce traitement est basé sur le principe d'infiltration à travers le sol. Un lit bactérien se présente comme une colonne circulaire pouvant atteindre 4 à 5 mètres de hauteur dans laquelle se trouve un matériau poreux. Les eaux à traiter ruissellent à la surface de la pellicule biologique qui prolifère sur le support, celle-ci renferme une forte concentration de bactéries et de champignons. Ces organismes absorbent et métabolisent la matière organique de l'effluent.

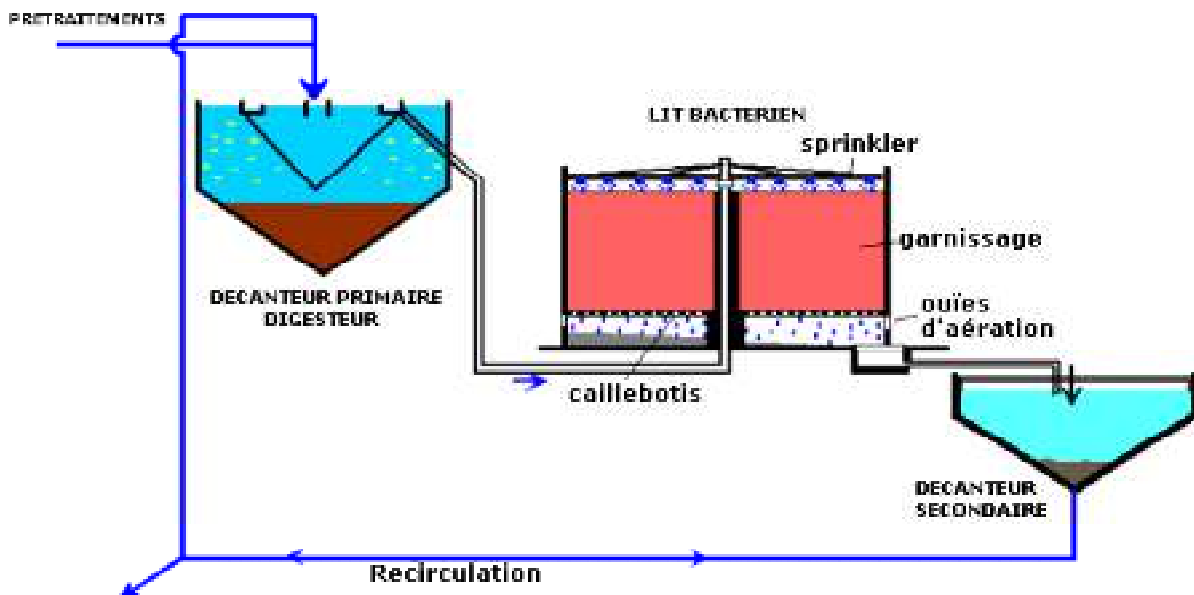


Figure II.9: Schéma de fonctionnement d'une station à lit bactérien. (A. GAID,1984)

- **Avantages :**

Un bon rendement est atteint avec un choix convenable du matériau et des dimensions des pores (augmentation de la surface spécifique). Les lits bactériens sont aussi performants dans le cas d'effluents urbains ou dans le cas de certaines industries spécifiques (parfumeries, agro-alimentaires), l'exploitation d'une station à lits bactériens reste très simple et il n'y a pas de gestion de stock de boues.

- **Inconvénients :**

Les traitements préalables doivent être performants, faute de quoi, un encrassement progressif apparaît qui contraint à vider, laver et remettre en place le matériau du lit.

On enregistre de plus de fréquentes odeurs liées au changement de saisons.

B) Le disque biologique :

Une autre technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants. Ce procédé consiste à alimenter en eau usée, préalablement décanté une cuve contenant des disques en rotation sur un axe horizontal.

Les micro-organismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques étant semi-immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée. Le mélange d'eau traitée et de biofilm décroché est dirigé vers un décanteur pour la séparation des phases.

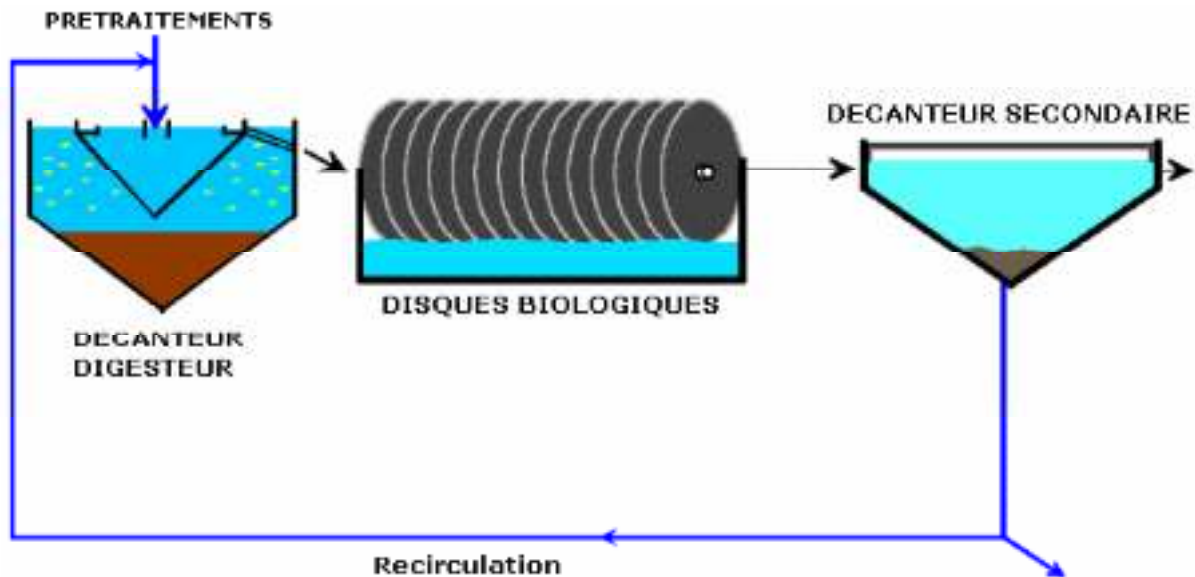


Figure II.10: Schéma de fonctionnement d'une station à disque biologique. (F. MEKHALIF,2009)

- A

vantages :

Ce procédé économique est d'une extrême simplicité d'exploitation.

- Inconvénients :

Les disques biologiques ne s'adaptent pas au traitement à forte charge. Ils sont très sensibles à la qualité des eaux à traiter, aux pointes excessives des concentrations et de débits. Ils ne s'adaptent qu'au traitement des effluents de petites agglomérations.

C) Boues activées :

C'est dans les bassins d'aération qu'a lieu le traitement biologique proprement dit. Une quantité contrôlable d'air est insufflé dans le bassin biologique, ce qui permet de garder la biomasse et les microorganismes épurateurs en flottation et de leur apporter l'oxygène nécessaire à la dégradation aérobie de la matière organique et minérale (H_2S , NO_3^- , NO_2^-), et même qu'il existe des bactéries qui peuvent assimiler des composés toxiques tels que, les phénols, le formaldéhyde, les cyanures etc.

Les micro-organismes regroupés en formations floculeuses, entraînés par les eaux, parviennent dans les bassins de décantation secondaires où ils se déposent sous forme de boues. Afin d'activer le procédé, on recycle ces boues en tête du bassin d'aération, cela permet de maintenir une certaine quantité de microorganisme d'où le nom de processus des boues- activées. (S.Vandermeersch,2006)

Une installation de type boues activées comprend les étapes suivantes:

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

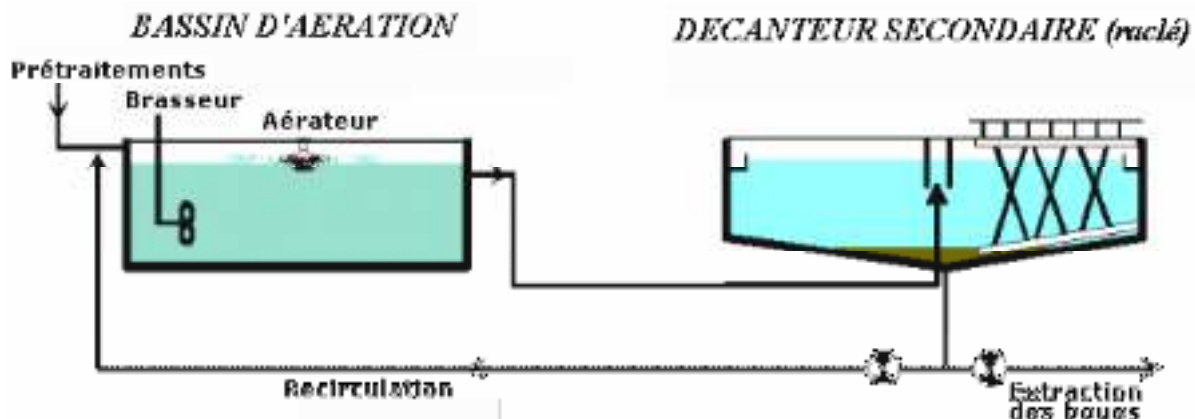


Figure II.11: Schéma d'une station d'épuration à boues activées. (S.Vandermeersch,2006)

II 3.3.2.). Les procédés extensifs ou naturels :

Les solutions extensives correspondent à des procédés d'épuration dans lesquels la concentration du réacteur biologique en organismes épurateurs est faible. Le système ne comporte pas de recyclage de liqueur bactérienne. Parmi ces procédés, on distingue :

- ✓ L'épandage des eaux (valorisation des eaux usées dans l'agriculture).
- ✓ Le lagunage.

A) L'épandage des eaux :

La première technique d'épuration des eaux usées des agglomérations a été celle des champs d'épandage. Le système épurateur est donc constitué à la fois du sol et des cultures. Ce procédé permet d'enrichir le sol par les éléments nutritifs.

- **Avantage :**

- enrichissement du sol par les éléments nutritifs.

- **Inconvénients :**

- risque de contamination des nappes aquifères.
- risque de colmatage des sols.
- utilisation de grandes surfaces de terrain.
- dispersion des germes pathogènes.
- procédé non utilisé en période pluvieuse.

B) Procède du lagunage

Le lagunage peut aussi être linéaire et avoir vocation de corridor biologique. Le lagunage, est une technique naturelle d'épuration des eaux fondée sur la déséutrophisation. Le principe est de recréer des bassins tampons durant lesquels les eaux usées vont transiter, avant d'être rejetées dans le milieu naturel. Les phénomènes d'autoépuration des eaux se font ainsi dans ces bassins de grande surface, plutôt que dans le milieu naturel (lac, rivière) qui est ainsi préservé des conséquences néfastes de ce phénomène d'autoépuration (la dégradation de la matière organique par les microorganismes aérobies, entraîne une chute du taux d'oxygène dissous). (COMMISSION EUROPEENNE 2001)

B.1 Types de lagunages

Le choix s'opère selon les conditions de l'effluent et les moyens mis en oeuvre. Il existe différents types de lagunage :

a) Lagunage naturel

Le lagunage est un procédé d'épuration naturelle qui a pour principe d'utiliser la végétation aquatique comme agent épurateur des eaux polluées. Les plantes aquatiques sont ici utilisées comme support aux colonies bactériennes, assurant l'épuration efficace de l'eau qui traverse lentement les colonies végétales installées. Les éléments polluants comme les nitrates sont ainsi absorbés par les plantes pour restituer en sortie de lagunage, une eau de bonne qualité (Eau en couleurs 2006)

Sous climat tempéré, le lagunage naturel nécessite une superficie de 10 à 15 m² par équivalent-habitant. On compte sur une station de 2 à 5 bassins disposés en série (avec un optimum pour 3 bassins), profonds de 1 à 1,7 mètres où les effluents à traiter séjournent au total de 50 à 80 jours.

- **Bassin 1:** (La minéralisation par les bactéries)

Dans ce bassin, l'élimination des déchets passe par deux voies : • La voie physico-chimique : naturellement des réactions chimiques ont lieu dans l'eau entre les différents éléments minéraux déjà présents. La voie micro-biologique : C'est le moyen le plus efficace où les déchets organiques sont progressivement dégradés par les bactérie

- **Bassin 2:** (Le rôle des plantes)

Les nutriments présents (sels minéraux, dérivés des lessives et dans une moindre mesure des engrais minéraux issus de l'agriculture) et le CO₂ (déchet de la respiration de certaines bactéries) vont être assimilés par les plantes pour permettre leur croissance. Ces organismes autotrophes vont transformer, directement grâce à l'énergie solaire, les différents sels minéraux et le CO₂ en tissu organique (sucres) pour la plante et en oxygène évacué dans le milieu extérieur : c'est le phénomène de la photosynthèse.

- **Bassin 3:** (Le rôle du zooplancton)

Le rôle du zooplancton est d'assurer la finition de l'épuration des eaux. Ils vont jouer un rôle important comme consommateur de micro-algues, et donc comme régulateur de ces populations phytoplanctoniques.

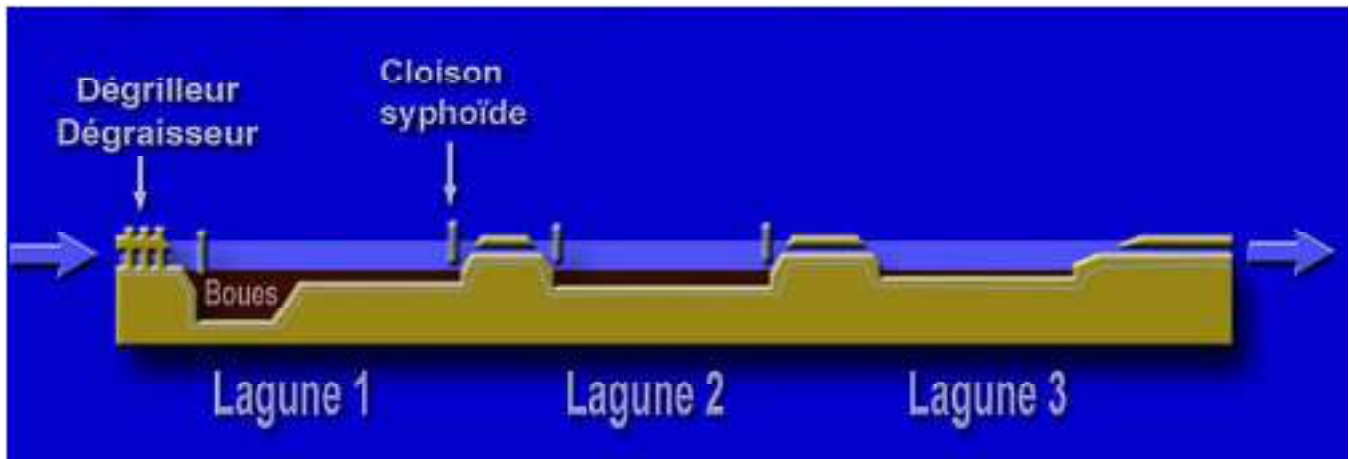


Figure II.12: Lagunage naturel

Avantages et inconvénients du lagunage naturel

a.1. Avantages

- Faible coût d'exploitation.
- Bonne intégration paysagère.
- Bonne élimination des pathogènes, de l'azote et du phosphore.
- Production de boues moins importante (qu'une station classique de type boues activées), très minéralisées et donc peu fermentescibles.
- Système respectueux de l'environnement.

a.2 Inconvénients

- Difficulté et coût important de l'extraction des boues.
- Qualité du rejet variable selon les saisons
- Matière en suspension importante en rejet (organismes planctoniques)
- Variations saisonnières de la qualité d'eau de sortie en cas de mauvais fonctionnement ou de mauvais entretien .

b) Lagunage aéré

Le lagunage aéré est une technique d'épuration certifiée avec un apport artificiel d'Oxygène. L'oxygénation est, dans le cas du lagunage aéré, apportée mécaniquement par un aérateur de surface ou une insufflation d'air.

- **Dans l'étage d'aération**, les eaux à traiter sont en présence de micro-organismes qui vont consommer et assimiler les nutriments constitués par la pollution à éliminer. Ces microorganismes sont essentiellement des bactéries et des champignons (comparables à ceux présents dans les stations à boues activées).
- **Dans l'étage de décantation**, les matières en suspension que sont les amas de microorganismes et de particules piégées, décantent pour former les boues. Ces boues sont pompées régulièrement ou enlevées du bassin lorsqu'elles constituent un volume trop important. Cet étage de décantation est constitué d'une simple lagune de décantation, voire ce qui est préférable, de deux bassins qu'il est possible de by- passer séparément pour procéder à leur curage.(COMMISSION EUROPEENNE 2001)

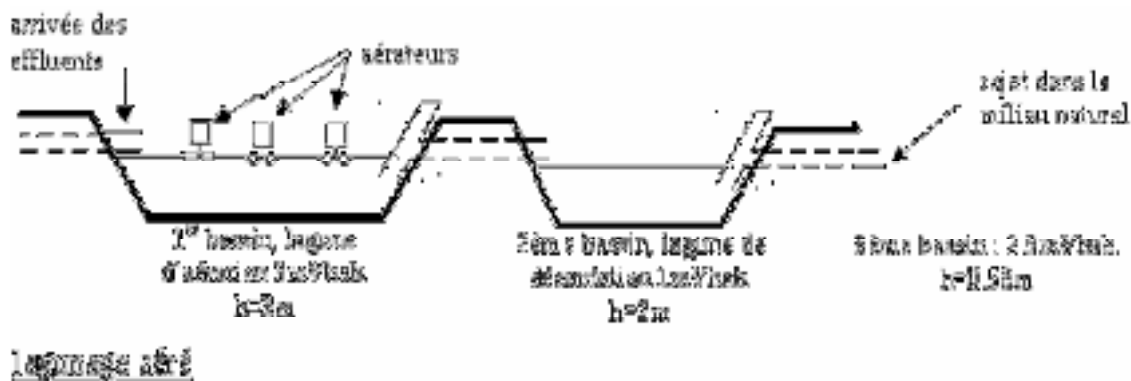


Figure II.13: Lagunage aéré

b. Avantages et Inconvénients du lagunage aéré

b.1. Avantages

- Accepte les variations assez importantes de charge organique ou hydraulique;
- Accepte les effluents concentrés;
- Accepte les effluents déséquilibrés en nutriments;
- Bonne intégration paysagère;
- Boues stabilisées;
- Fréquence de curage espacée (tous les deux à cinq ans).

b..2 Inconvénients

- Nécessite un agent spécialisé pour l'entretien du matériel électromécanique;
- Nuisance sonore possible;
- Coût d'exploitation relativement élevé (forte consommation énergétique).

II 3.4) Les Traitements tertiaires (Complémentaires) :

En général, les techniques d'épuration, même les plus sévères, laissent passer dans l'eau épurée des matières organiques difficilement biodégradables et échappent à la meilleure décantation. Ainsi même après un traitement secondaire, l'eau véhicule presque toujours des micro-organismes et des micropolluants. Dans le cas d'une éventuelle réutilisation de cette eau, il convient d'utiliser des procédés d'élimination de cette pollution résiduelle. On parlera donc de correction chimique, ce qui permettra de donner à l'eau une qualité meilleure pour sa réutilisation.

La principale méthode utilisée est la désinfection. Il existe de nombreuses techniques de désinfection des fluides et des surfaces parmi lesquelles :

- Désinfection à l'ozone
- Désinfection par rayonnement UV
- Désinfection utilisant le dioxyde de chlore

Mais ces techniques restent pratiquement inutilisables dans les domaines de l'épuration des eaux usées en Algérie.

Le coût excessif du traitement tertiaire explique pourquoi dans la majorité des stations d'épuration ce type de traitement est inexistant. Ce coût ne représente pas seulement le prix des réactifs ou des équipements mais aussi celui d'un personnel qui doit être hautement qualifié. (HADJRABAH Mansour 2004/2005)

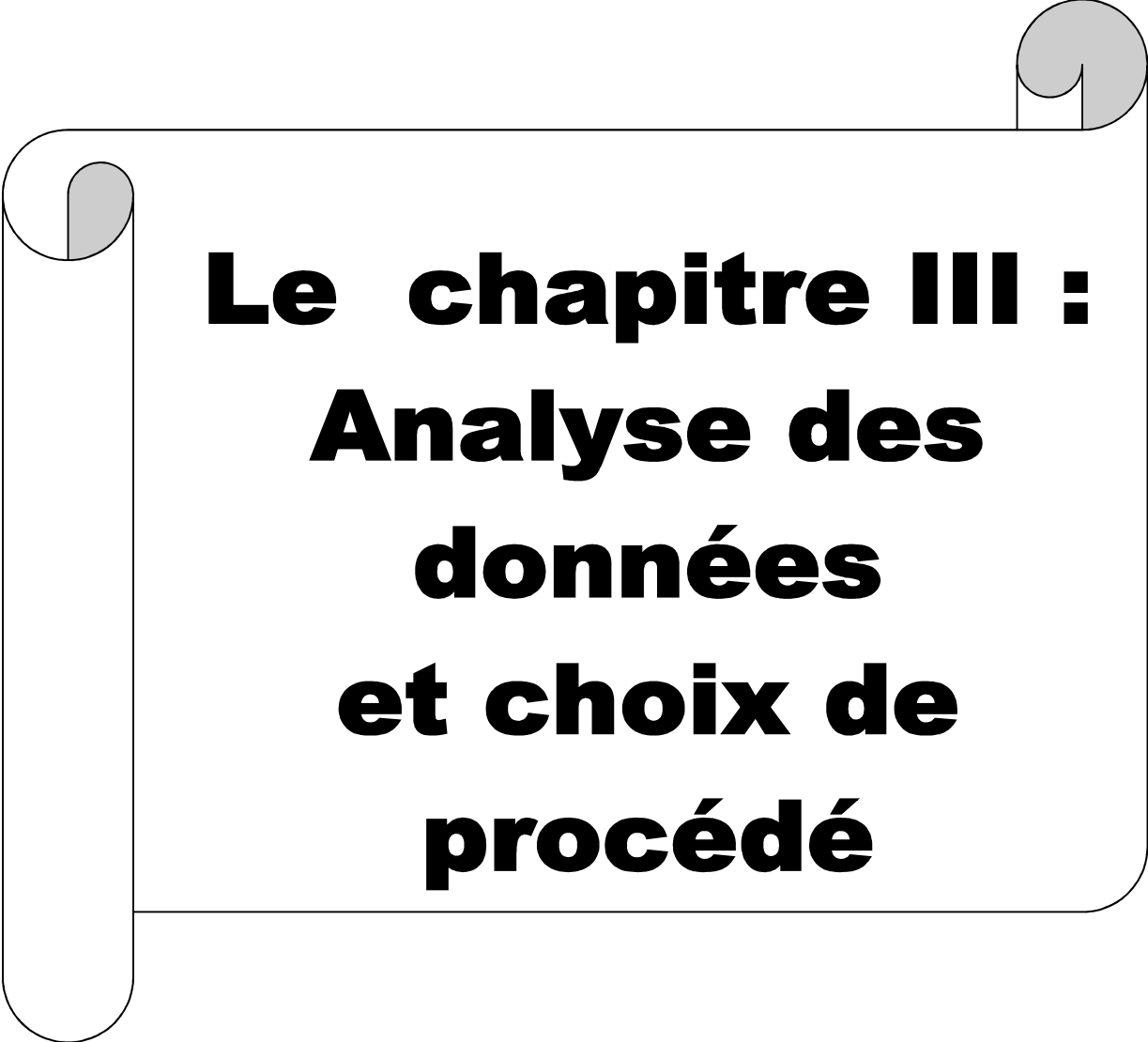
II 3.5) Traitement des boues :

Il est défini comme l'ensemble des opérations visant à modifier les caractéristiques des boues issues des différentes étapes d'épuration des eaux (prétraitement ou traitement biologique) afin de rendre leur destination finale fiable et sans nuisance. La stabilisation, l'épaississement, la déshydratation suivie ou non de séchage et d'incinération, ou combinaison d'une ou plusieurs de ces méthodes (ACTU.ENVIRONNEMENT.COM 09/2012)

II .4) Conclusion

Les stations d'épuration permettent donc de limiter la pollution de l'eau. En effet, à cause de la surpopulation urbaine, l'autoépuration naturelle n'est pas suffisante à l'élimination des nombreux détritiques polluants. Il est donc indispensable de mettre en place des stations d'épuration qui vont, grâce à la succession de plusieurs traitements, éliminer progressivement la quasi-totalité de la pollution.

Les stations d'épuration permettent également une économie d'eau, grâce à la réutilisation de celle-ci. Cependant ce procédé n'est que très peu pratiqué en raison d'un fort coût de mise en place.



**Le chapitre III :
Analyse des
données
et choix de
procédé**

III) Introduction :

Ce présent chapitre a pour but de définir les eaux usées, ses origines et ses caractéristiques, ainsi que les paramètres de pollution à éliminer et ensuite donner un petit aperçu sur la réutilisation des eaux usées traitées.

III .1) Généralité sur les eaux usées :

III .1.1) Définition des eaux usées :

Les eaux usées sont des liquides de composition hétérogène, chargées en matières minérales ou organiques, pouvant être en suspension ou en solution, et dont certains peuvent avoir un caractère toxique. L'eau usée est l'eau qui a été utilisée et qui doit être traitée avant d'être réintroduite vers d'autres sources d'eaux pour qu'elles ne causent pas la pollution de ces autres sources. Les eaux usées proviennent de plusieurs sources. Tout ce que vous évacuez en tirant la chasse d'eau et lorsque vous utilisez vos éviers sont considérés comme une eau usées

III .1.2) Origine des eaux usées :

Les eaux usées proviennent essentiellement des activités domestiques, industrielles, agricoles ainsi que les précipitations et l'infiltration. Ces catégories des eaux usées sont classées suivant la source de leur pollution.

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

a) Les eaux usées domestiques :

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollutions organiques, se répartissent en eau ménagère qui a pour origine les salles de bain et les cuisines, généralement chargées de graisses, de solvants, et de débris organiques. Il s'agit aussi des rejets des toilettes, chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

b) Les eaux industrielles :

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre, En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques et des hydrocarbures (D. Gaujous 1995)

c) Les eaux pluviales :

Il s'agit de l'eau de pluie, des toits, des cours, des rues de drainage etc... Elles véhiculent les huiles et les graisses déversées par certains services publics (stations de lavage, services mécaniques) ainsi que

les sables, les argiles et les micros polluants. (J. Bontoux 1993)

a) Les effluents agricoles :

Les effluents agricoles renferment diverses substances, d'origine agricole ou animale. Il s'agit de solutions d'engrais lessivées par les sols fertilisés, des produits phytosanitaires (pesticides) et des déjections animales (purins et lisier de bétail).

III .1.3) Nature de la pollution :

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels.

Selon leur nature, on distingue divers types de pollution :

1) la pollution organique

Elle est engendrée par le déversement des eaux usées domestiques ou des eaux résiduaires provenant des diverses industries (textiles, papeteries, industries du bois, de raffineries et d'abattoirs). Les matières organiques peuvent être biodégradables, c'est-à-dire susceptibles d'être détruites par auto-épuration grâce aux micro-organismes présents dans l'eau qui se nourrissent de cette pollution, mais entraînent en contrepartie une consommation importante d'oxygène dissous.

2) la pollution chimique :

La pollution chimique de l'eau devient une préoccupation de santé publique qui prend des formes multiples, certaines formes de pollutions chimiques échappent souvent aux méthodes ordinaires de traitement de l'eau et posent par conséquent des problèmes complexes de pollution, tant au niveau des eaux de surface, qu'au niveau des nappes souterraines. La pollution chimique de l'eau est due essentiellement au versement de polluants organiques et des sels de métaux lourds qui sont les plus menaçants (rejetés par les unités industrielles)

3) la Pollution microbiologique :

Cette pollution est due à la présence d'une multitude d'organismes vivants dans les eaux usées apportés par les excréments d'origine humaine ou animale. La pollution microbiologique devient très dangereuse lorsque les eaux usées sont rejetées dans un milieu récepteur pouvant provoquer des maladies dangereuses pour l'individu. L'ensemble de ces organismes peut être classés en quatre grands groupes par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes

4) la Pollution minérale :

Il s'agit d'effluents constitués essentiellement de métaux lourds en provenance des industries métallurgiques, de traitement de minerais. On peut citer quelques-uns, comme le plomb, le cuivre, le fer, le

zinc, le mercure. Il y a aussi le cas de certains sels provenant de l'agriculture. Ces éléments sont non biodégradables et de ce fait un traitement tertiaire devient plus que nécessaire .

5) la pollution thermique :

Ce type de pollution est causé par les rejets d'eaux chaudes provenant des systèmes de refroidissement des centrales thermiques ou nucléaires en particulier. Ces eaux chaudes provoquent la réduction de la teneur en oxygène dissous dans l'eau et peut avoir des actions néfastes sur la faune.

6) la pollution radioactive:

C'est celle qui est occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ses formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs). Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes vivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire, plus les organismes sont sensibles aux rayonnements.

7) Produits toxiques :

La toxicité présente dans les eaux usées peut être organique ou minérale, les substances organiques toxiques sont entre autres les pesticides, les hydrocarbures et les produits organiques de synthèse industriels (aldéhydes, phénols, produits azotes etc...). Les substances minérales toxiques sont : les sels à forte concentration, les ions métalliques rejetés par les effluents industriels .

III .1.4) Les paramètre de la pollution :

La pollution des eaux usées se présente sous trois formes principales (M. Satin et B. Selmi, 2006)

- ✓ Physique (matières en suspension).
- ✓ Chimique (matières organiques dissoutes).
- ✓ Biologique

III .1.4.1) Paramètres physiques :

1. La température :

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, ...etc

2. Couleur et odeur :

Dans les eaux usées brutes, la couleur est due à la présence de matières organiques dissoutes, colloïdales ou par des composés chimiques solubles qui sont colorés. L'ordre est dû à une fermentation des matières organiques. La couleur et l'odeur des eaux usées renseignent sur l'âge des déchets liquides .

3.La turbidité :

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre

de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau (J. P. Bechac-P. Boutin-B. Mercier-P. Nuer, 1984)

4.La conductivité électrique (CE)

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes.

La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement.

La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

5.Les matières en suspension (M.E.S) :

Théoriquement, ce sont les matières qui ne sont ni solubilisées, ni à l'état colloïdal. Les matières en suspension comportent des matières organiques et des matières minérales. Toutes les M.E.S. ne sont pas décantables, en particulier les colloïdes retenus par filtration. En général, les M.E.S se subdivisent en matières volatiles (M.V.S) et en matières minérales (M.M). Les charges en matières solides apportées par les eaux brutes par habitant et par jour peuvent être estimées, en première approximation à :

-60 à 80g dont environ 70% de matières volatiles (réseau séparatif).

-70 à 90g dont environ 65%de matières volatiles sèches (réseau unitaire) (M. Satin et B. Selmi, 2006)

1. Matières minérales :

On obtient la quantité des matières minérales par la soustraction des matières volatiles des matières en suspension. Elles représentent le résidu de la calcination et correspondent à la présence des sels, silice...ect (M. Satin et B. Selmi, 2006).

2. Matières décantables et non décantables :

On appelle matières décantables les matières qui sont capables de se décanter au bout de deux heures, au-delà ce sont des matières non décantables, ces dernières restent dans le surnageant et vont être dirigées vers le traitement biologique.(J. P. Bechac-P. Boutin-B. Mercier-P. Nuer, 1984)

III .1.4.2) Paramètres chimiques :

1. Le PH :

La valeur du PH est très importante dans les procédés biologiques, le PH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité dont le facteur le plus important est habituellement la concentration en anhydrique de carbone lié à la minéralisation totale.

Le PH des eaux usées urbaines seules est généralement près de la neutralité, entre 7 à 7,5 environ. Un PH différent est l'indice d'une pollution industrielle. L'épuration biologique est possible pour un PH compris entre 6,5 et 8 ; au-delà de ces valeurs, l'activité biologique décroît rapidement (S. LEULMI, 2019/2020)

2. l'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.

3. La demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

La DBO₅ exprime la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablement ensemencé, temps qui assure l'oxydation par voie aérobie. Pour la mesure, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours : c'est la DBO₅. (C. Cardot. A. Gilles, 2013)

4. La demande chimique en oxygène (DCO) :

La DCO représente la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimiquement de toute matière contenue dans les eaux, qu'elle soit biodégradable ou non.

L'oxydation est rendue maximale en utilisant un oxydant qui est très fort, c'est le K₂Cr₂O₇ et en présence d'un catalyseur (AgSO₄). Ce test est particulièrement important pour apprécier le fonctionnement d'une station d'épuration. Il permet l'oxydation de 95% environ des matières organiques (C. Cardot. A. Gilles, 2013)

➤ La notion de biodégradabilité :

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

La biodégradabilité est exprimée par le rapport : DCO / DBO

Ce rapport est proche de 1,5 pour les eaux de vanne ; toute élévation de ce rapport indique qu'il y a présence d'une pollution industrielle.

Ce rapport renseigne aussi sur le mode de traitement à suivre comme indiqué dans le tableau suivant

Tableau III.1: le mode de traitement en fonction du rapport (DCO/DBO)

Rapport : DCO/DBO	Mode de traitement
$1 < \text{DCO/DBO} < 2$	Traitement biologique
$2 < \text{DCO} / \text{DBO} < 3$	Traitement biologique avec adaptation de la couche microbienne
$\text{DCO} / \text{DBO} > 3$	Traitement physico-chimique

5. Le carbone organique total (COT)

Il ne représente que le carbone présent dans les composés organiques. La valeur de (COT), contrairement à la DBO, détermine complètement les composés difficilement ou non dégradables biochimiquement, qui sont d'une grande importance pour l'évaluation de la pollution de l'eau et des effluents. Le gaz et la vapeur produits par la combustion catalytique de l'échantillon sont piégés, et la

quantité d'oxygène consommée est mesurée par l'intermédiaire d'une cellule galvanique.

6. Les nutriments :

➤ **Le phosphore** : Le phosphore se trouve dans l'eau sous deux formes :

- la forme minérale : ortho phosphate, poly phosphate
- la forme organique : dissoute et particulaire

L'origine du phosphore peut être urbaine, industrielle ou agricole. Les apports les plus importants sont ceux de la population

➤ **L'azote** : Il peut être d'origine :

- anthropique : rejets urbains et industriels.
- Naturel : atmosphérique

Dans les eaux domestiques la concentration globale en azote total (NTK) est de l'ordre de 15 à 20% de la DBO5.

III .1.4.3) paramètres microbiologiques :

Les eaux usées contiennent aussi des contaminants microbiologiques (Bactéries, virus pathogènes et parasites). Le rejet des eaux usées des milieux de baignade ou de zones d'élevage de coquillage fait courir un risque pour la santé publique (S. LEULMI, 2019/2020).

L'eau est un milieu privilégié de la transmission de maladies hydriques qui se fait par une simple injection d'eau infectée et qui peut se propager très rapidement dans les pays qui ne disposent pas de bonnes conditions d'hygiène.

III .1.5) Les normes de rejet :

Conformément aux recommandations de l'organisation mondiale de la santé (O.M.S), les normes de rejets des eaux usées en Algérie sont résumées dans le tableau suivant (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006):

Paramètres	unités	normes
Température	°C	30
PH	-	6,5- 8,5
O2	mg/l	5
DBO5	mg/l	30- 40
DCO	mg/l	90 - 120
MES	mg/l	30
Zinc	mg/l	2
Chrome	mg/l	0,1
Azote total	mg/l	50
Phosphates	mg/l	2
Hydrocarbures	mg/l	10
Détergents	mg/l	1

Huiles et graisses	mg/l	20
---------------------------	------	----

Tableau III.2:
normes de rejets de

l'O.M.S., appliquée en Algérie

III .1.6) Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux Usées :

Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie de traitement doivent tenir compte :

- ✓ Des exigences du milieu récepteur,
- ✓ Des caractéristiques des eaux usées, (demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, matières en suspension...etc.).
- ✓ Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, etc.).
- ✓ Des conditions économiques (coût de réalisation et d'exploitation).
- ✓ Des facilités d'exploitations, de gestion et d'entretien

III .2) Prélèvement d'échantillons :

Les analyses sur lesquelles on va parler dans cette partie concernent les effluents d'eau usée de la station de Sidi Ali. Chaque heure, un certain volume d'eau usée est prélevé, à l'entrée de la STEP ainsi qu'à la sortie. Ceci est effectué 8 fois par jour pour avoir enfin l'échantillon final à analyser, qui se compose du mélange des volumes prélevés.

Les échantillons doivent être analysés dans un délai de 24 h au maximum, afin d'éviter toute modification des concentrations de l'échantillon. Ainsi, ils doivent être conservés à une température de 4°C.

III .2.2) Conditionnement des échantillons avant analyse

Le prélèvement sera effectué dans des flacons en PVC bien propres en polyéthylène ou en verre, rincés au moment de l'emploi avec l'eau à examiner, ils seront remplis complètement.

III .2.3) Résultats d'analyse :

Le tableau III.3 ,ci –dessous récapitule l'ensemble des valeurs expérimentales et différents paramètres qui caractérisent l'effluent

Tableau III.3: Récapitulatif des résultats de l'analyse des eaux usées 24/03/2021

Paramètres	Unités	Valeurs (10 ^h :00)
PH	/	7,77
Température	°C	15
Oxygène dissous	mg/l	3.48
DBO ₅	mg/l	250
DCO	mg/l	491,67
MES	mg/l	400
Rapport DCO/DBO ₅	/	1.96
Couleurs	/	noirâtre

III .2.4) Interprétation des résultats :

Les valeurs des paramètres de pollution des eaux usées brutes à caractère domestique sont :

Tableau III.4 : Normes de la pollution à l'entrée de la station d'épuration.(ONA)

Paramètres	Unités	Echelle –Variation
PH	/	6.5 à 8.5
Température	/	30
DBO5	(mg/l)	100 à 400
DCO	(mg/l)	300 à 1000
MES	(mg/l)	150 à 500

PH : Le pH a été mesuré sur le terrain au moment du prélèvement. Pour une eau usée urbaine, le pH varie entre 6.5 et 8.5, dans notre cas l'effluent à un pH qui se rapproche à un pH basic (6.91) cette fourchette correspond aux normes de rejet donc ce vecteur ne nécessitera pas le traitement biologique.

Demande biologique en oxygène DBO₅ : la valeur de DBO₅ est 250 mg/l, on est donc dans les normes des eaux usées .

Demande chimique en oxygène DCO : la valeur de DCO est de 491,67 mg/l, on pourra dire qu'on est dans les normes d'une eau usée domestique .

La matière en suspension (MES): Les résultats des analyses montrent que les teneurs des MES de l'ensemble des échantillons ont des valeurs d'une eau usée urbaine qui se situent entre 150 et 500 mg/l, donc la valeur de MES est dans les normes.

Les métaux lourds: Les teneurs des métaux lourds, analysées les valeurs sont inférieures à la norme des rejets acceptés par le milieu récepteur, donc aucun traitement spécifique ne sera prévu pour la détermination de la filière d'épuration.

Rapport de biodégradabilité DCO/DBO₅ : Le rapport DCO/DBO₅ permet d'apprécier la biodégradabilité de la matière organique, il est en général proche de 1.5 pour les eaux de vanes, de 2 pour les eaux usées urbaines et varie entre 3 et 5 pour les effluents issus des stations d'épuration, l'élévation de ce rapport nous indique un accroissement des matières organiques non biodégradables. Dans notre cas, Le rapport de DCO/DBO₅ reste dans la norme il est de 1.96 (<2), Ce rapport montre que les rejets de la ville de SIDI ALI contiennent pratiquement que des matières organiques biodégradables. L'eau est facilement biodégradable donc on a pas besoin de traitement tertiaire.

III .3) Evaluation des besoins en eau :**III .3.1) Besoins domestiques :**

Le nombre d'habitant en 2031 est estimé par la relation suivante :

$$P_{2031} = P_{2012} [1+(T/100)]^n \quad P_{2031} = 32770 [1+(1.05/100)]^{19} \approx \mathbf{40000hab}$$

Le nombre d'habitant en 2051 est estimé par la relation suivante :

$$P_{2051} = P_{2012} [1+(T/100)]^n \quad P_{2051} = 32770 [1+(1.05/100)]^{39} \approx \mathbf{49250hab}$$

1.05 taux d'accroissement (donné par ONA)

Les besoins de la consommation domestique est déterminé par la relation suivantes :

$$Q_{cons} = \dot{Q} \times N_{hab}$$

Avec : Q_{cons} : le débit de consommation domestique.

\dot{Q} : la dotation (150 l/hab/j).

N_{hab} : nombre d'habitants.

Donc on aura :

Tableau III.5 : récapitulatif des besoins domestiques.

Agglomération	Horizons	
	2031	2051
Population	40000	49257
Dotation (l/hab/j)	150	
Q_{con} (m ³ /j)	6000	7388,5

III .3.2) Besoin des équipements :**Calcul le besoin total:**

Pour éviter le risque des fuites et de gaspillage on fait une majoration de 15 % donc on aura :

$$Q_{con\ tot} = Q_{con} \times 1.15$$

Donc on aura :

➤ **pour l'horizon 2031 :**

$$Q_{cons\ tot} = 6000 \times 1,15 = 6900 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{cons\ tot} = \mathbf{6900m^3/j}$$

➤ **pour l'horizon 2051 :**

$$Q_{cons\ tot} = 7388,5 \times 1,15 = 8496,75 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{cons\ tot} = \mathbf{8496,75m^3/j}$$

III .4.) Evaluation des débits d'eaux usées :**III .4.1) Débit moyen journalier évacué ($Q_{moy,j}$) :**

Le calcul des débits d'eaux usées est déterminé à partir de la relation suivante :

$$Q_{moy,j} = Q_{cons\ tot} \times C_r$$

Avec : $Q_{moy,j}$: débit moyen journalier évacué.
 $Q_{cons\ tot}$: débit de consommation urbain.
 C_r : coefficient de réduction (80%).

➤ **pour l'horizon 2031 :**

$$Q_{moy,j} = 6900 \times 0.8 = 5520 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{moy,j} = 5520 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **pour l'horizon 2051 :**

$$Q_{moy,j} = 8496,8 \times 0.8 = 6797,4 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{moy,j} = 6797,4 \text{ m}^3/\text{j}$$

III .4 .2) Débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy,h} = Q_{moy,j} / 24$$

Donc on aura :

➤ **pour l'horizon 2031 :**

$$Q_{moy,h} = 5520 / 24 = 230 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{moy,h} = 230 \text{ m}^3/\text{h}$$

➤ **pour l'horizon 2051 :**

$$Q_{moy,h} = 6797,4 / 24 = 283,22 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{moy,h} = 283,22 \text{ m}^3/\text{h}$$

III .4 .3) Débit de pointe par temps sec :

Le débit de pointe est calculé à partir de la formule suivante :

$$Q_{pts} = Q_{moy,j} \times C_p$$

Avec : C_p : coefficient de pointe.

$Q_{moy,j}$: débit moyen journalier.

Le coefficient de pointe est calculé à partir du débit moyen journalier par la formule qui suit:

$$\text{➤ } C_p = \begin{cases} 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy,h}}} & \text{si } Q_{moy,h} \geq 2,8 \frac{l}{s} \\ 3 & \text{si } Q_{moy,h} \leq 2,8 \frac{l}{s} \end{cases}$$

➤ **Pour l'horizon 2031 :**

$$\begin{array}{ll} \text{On a } Q_{\text{moy},j} = 5520 \text{ m}^3/\text{j} = 63 \text{ l/s} > 2.8 \text{ l/s} & \Rightarrow C_p = 1,8 \\ \text{Donc } Q_{\text{pts}} = 1.81 \times 5520 = 9991,2 \text{ m}^3/\text{j} & Q_{\text{pts}} = 9991,2 \text{ m}^3/\text{j} \end{array}$$

➤ **Pour l'horizon 2051 :**

$$\begin{array}{ll} \text{On a } Q_{\text{moy},j} = 6797,4 \text{ m}^3/\text{j} = 78.7 \text{ l/s} > 2.8 \text{ l/s} & \Rightarrow C_p = 1,78 \\ \text{Donc : } Q_{\text{pts}} = 1.78 \times 6797,4 = 12099,37 \text{ m}^3/\text{j} & Q_{\text{pts}} = 12099,37 \text{ m}^3/\text{j} \end{array}$$

III .4 .4) Débit de pointe en temps de pluie (débit de station) :

Afin d'éviter une surcharge hydraulique dans la station d'épuration lors des précipitations, la station est dimensionnée pour un débit maximal correspondant à un débit de pointe par temps de pluie. « Q_{ptp} ».

Le débit des eaux usées allant vers la station en temps de pluie, se calcule par la relation (B. Merzouk, (2018/2019) suivante :

$$Q_{\text{ptp}} = (2-5) Q_{\text{pts}}$$

Nous prenons : $Q_{\text{ptp}} = 3 \times Q_{\text{pts}}$

Donc on aura :

➤ **Pour l'horizon 2031 :**

$$Q_{\text{ptp}} = 3 \times 9991,2 = 29973,6 \text{ m}^3/\text{j} \qquad Q_{\text{ptp}} = 29973,6 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **Pour l'horizon 2051 :**

$$Q_{\text{ptp}} = 3 \times 12099,5 = 36298,65 \text{ m}^3/\text{j} \qquad Q_{\text{ptp}} = 36298,65 \text{ m}^3/\text{j}$$

III .5) Evaluation des charges polluantes :

Pour la détermination de la composition de l'effluent qui arrive à la station d'épuration, il est utile d'avoir des renseignements exacts, et en première approximation des données spécifiques permettant une première approche du problème d'épuration (B. Merzouk, (2018/2019).

La charge polluante est fonction de plusieurs paramètres :

- ✓ Le type de réseau d'assainissement.
- ✓ Le niveau de vie.
- ✓ La dotation journalière en eau potable.

Pour le cas de la ville de SIDI ALI , on se basera sur les analyses effectuées :

- C_{DBO5} : 250 mg/l.
- C_{DCO} : 491,67 mg/l.
- C_{MES} : 400 mg/l.

III .5 .1) la charge moyenne journalière en DBO₅ :

$$DBO_5 = C_{DBO_5} \times Q_{moy,j}$$

Avec :

DBO₅ : la charge moyenne journalière en DBO₅ (Kg/j)C_{DBO₅} : la concentration en DBO₅ moyenne (Kg/m³)Q_{moy,j} : Débit moyen journalier en (m³/j)**III .5 .2) La charge moyenne journalière en DCO :**

$$DCO = C_{DCO} \times Q_{moy,j}$$

Avec :

DCO : la charge moyenne journalière en DCO (Kg/j)

C_{DCO} : la concentration en DCO moyenne (Kg/m³)**III .5 .3) La charge moyenne journalière en MES :**

$$MES = C_{MES} \times Q_{moy,j}$$

Avec :

MES : la charge moyenne journalière en MES (Kg/j)

C_{MES} : la concentration en MES moyenne (Kg/m³)

Les résultats de calcul des différentes charges polluantes pour les deux horizons sont illustrés dans le tableau III.6:

Tableau III.6: Les charges polluantes.

Horizon d'étude		2031	2051
Débit moyen journalier Q_{moy,j}	m ³ /j	5520	6797,5
Concentrations moyennes des eaux brutes	mg DBO ₅ /l	250	
	mg DCO /l	491,67	
	mg MES /l	400	
Charge journalières en DBO₅	Kg/j	1380	1699,37
Charge journalières en DCO	Kg/j	2714,02	3342,92
Charge journalières en MES	Kg/j	2208	2719

Suite aux différents calculs effectués précédemment, le tableau III.7 regroupe les résultats obtenus et qui serviront comme données de bases pour le dimensionnement de notre filière de traitement.

Tableau III.7 : Récapitulatif des valeurs des charges hydrauliques et polluantes.

Paramètres			2031	2051
- Type de réseau			Unitaire	
- Nature des eaux usées			Urbaines	
- Nombre d'habitant			40000	49257
Charges Hydrauliques				
- Débit moyen journalier	m ³ /j		5520	6797,4
- Débit moyen horaire	m ³ /h		230	283,22
- Débit de pointe par temps sec	m ³ /j		9991,2	12099,5
- Débit de pointe en temps de pluie	m ³ /j		29973,6	36298,65
Charges Polluantes				
DBO₅	- Concentration	mg/l	250	
	- Charge polluante	Kg/j	1380	1699,37
DCO	- Concentration	mg/l	491,67	
	- Charge polluante	Kg/j	2714,02	3342,92
MES	- Concentration	mg/l	400	
	- Charge polluante	Kg/j	2208	2719

Conclusion :

Après avoir déterminé les charges hydrauliques et polluantes des eaux usées rejetées dans notre agglomération, il nous sera possible de dimensionner les ouvrages constituant la station d'épuration pour les différents horizons.



Chapitre IV
Dimensionnement
de la station d'épuration

Partie A : dimensionnement des ouvrages de la STEP

IV.A) Introduction :

Pour pouvoir étudier un projet de réalisation d'une STEP ou proposer un procédé de traitement des eaux usées, il faut au préalable disposer de certaines données de bases requises pour le dimensionnement d'une station d'épuration des eaux usées, telles que :

- Débit total journalier (m³/j)
- Débit moyen horaire (m³/h)
- Débits de pointe en temps sec et en temps de pluie (m³/h)
- Charges polluantes (DBO₅ et MES) (kg/j).
- Un prétraitement (Dégrillage, Dessablage - Déshuilage)
- Un traitement biologique (bassin d'aération, décantation secondaire pour la clarification)
- Un traitement tertiaire (Bassin de désinfection)
- Un traitement des boues (Épaississement, Déshydratation, lit de séchage...).

IV .A. 1) Prétraitement :

IV .A. 1.1) Dégrilleur :

IV . A.1.1.1) Dimensionnement du dégrilleur :

1) La largeur des grilles :

Pour le calcul de la grille on applique la formule de KIRSCHMER suivante (B. Merzouk, (2018/2019)

$$L = \frac{S * \sin \alpha}{H_{max} * (1 - \beta) * \delta}$$

Avec :

L : largeur de la grille.

α : angle de l'inclinaison de la grille (α=60°).

h_{max} : hauteur maximale admissible sur une grille.

σ: Coefficient de colmatage de la grille égale à 0.5

S : surface de passage de l'effluent $S = \frac{Q_{ptp}}{V}$

tel que :

V : vitesse d'écoulement (m/s)

Q_{ptp} : débit de point (débit de la station)

β : fraction de la surface occupée par les grilles.

$$\beta = \frac{d}{d+e}$$

tel que : **d** : épaisseur des barreaux **e** : espacement des barreaux

L'expression devient alors :

$$L = \frac{Q_{ptp} * \sin \alpha}{H_{max} * v * (1 - \beta) * \delta}$$

Horizon 2031

Données :

$$Q_{ptp} = 0.346 \text{ m}^3/\text{s}, \quad h_{max} = 0.85\text{m}, \quad V = 1.2\text{m/s}, \quad \alpha = 60^\circ, \quad \sigma = 0.5$$

La grille grossière:

$$\text{On prend :} \quad d = 2\text{cm}, \quad e = 5\text{cm}, \quad \beta = 0.28$$

$$\text{Donc :} \quad L = \frac{0,347 * \sin 60}{0,85 * 1,2 * (1 - 0,28) * 0,5} = 0,81 \text{ m}$$

La grille fine :

$$\text{On prend :} \quad d = 1\text{cm}, \quad e = 0.5 \text{ cm}, \quad \beta = 0.66$$

Donc

$$L = \frac{0,34 * \sin 60}{0,85 * 1,2 * (1 - 0,66) * 0,5} = 1,72 \text{ m}$$

Horizon 2051

Données :

$$Q_{ptp} = 0.42 \text{ m}^3/\text{s}, \quad h_{max} = 0.85\text{m}, \quad V = 1.2\text{m/s}, \quad \alpha = 60^\circ, \quad \sigma = 0.5$$

La grille grossière:

$$\text{On prend :} \quad d = 2\text{cm}, \quad e = 5\text{cm}, \quad \beta = 0.28$$

$$\text{Donc :} \quad L = \frac{0,42 * \sin 60}{0,85 * 1,2 * (1 - 0,28) * 0,5} = 0,99 \text{ m}$$

La grille fine:

$$\text{On prend :} \quad d = 1\text{cm}, \quad e = 0.5 \text{ cm}, \quad \beta = 0.66$$

Donc

$$L = \frac{0.42 * \sin 60}{0,85 * 1,2 * (1 - 0,66) * 0,5} = 2,09$$

IV .A.1.1.2) Calcul des pertes de charge :

Selon KIRSCHMER les pertes de charge au niveau de la grille, sont fonction de la forme des barreaux, la vitesse d'approche et l'inclinaison de la grille. Elles peuvent être calculées par la formule suivante (B. Merzouk, (2018/2019)

$$\Delta H = \beta * \left(\frac{d}{e}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{V^2}{2g} * \sin 60$$

Avec :

ΔH : perte de charge(m)

β : coefficient dépendant de la forme des barreaux.

d: épaisseur des barreaux (cm).

e : espacement entre les barreaux (cm).

g : accélération de la pesanteur ($g=9m/s^2$).

α : angle d'inclinaison de la grille.

⇒ La grille grossière:

On a :

$\beta=1,79$ (Barreaux de section circulaire) d= 2cm e=5cm V=1.2m/s $\alpha=60^\circ$,

Donc

$$\Delta H = 1,79 * \left(\frac{2}{5}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{1,2^2}{2 * 9,81} * \sin 60 \qquad \Delta H = 3,35cm$$

⇒ La grille fin:

On a :

$\beta=1,79$ (Barreaux de section circulaire) d= 1cm e=0,5cm V=1.2m/s $\alpha=60^\circ$,

$$\Delta H = 1,79 * \left(\frac{1}{0,5}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{1,2^2}{2 * 9,81} * \sin 60 \qquad \Delta H = 28,66cm$$

IV .A. 1.2) Dessablage-Déshuilage :

Le bassin de dessablage-déshuilage permet d'éliminer les matières granuleuses comme les graviers, les sables, matières minérales en suspension, d'huiles qui peuvent perturber le traitement biologique.

Cette phase de prétraitement est réalisée dans un dessableur-déshuileur de type aéré longitudinal, l'injection de l'air assure une turbulence constante qui évite le dépôt des matières organiques.

Il est composé de deux zones :

- ✓ La première aérée pour le dessablage : les sables et les matières lourdes sont récupérées au fond de l'ouvrage.
- ✓ La seconde zone est réservée pour la récupération des huiles et des graisses qui sont récupérées en surface

IV .A.1.2.1) Dimensionnement du bassin de dessablage-déshuilage :

L'insufflation de l'air permet la remontée des huiles en surface et seront éliminés par raclage, et les sables par sédimentation.

Pour qu'il y ait sédimentation des particules il faut que l'inégalité suivante soit vérifiée :

$$\frac{L}{H} \leq \frac{V_e}{V_s}$$

Avec :

V_e : la vitesse horizontale (vitesse d'écoulement V_e : $0.2 < V_e < 0.5$ m/s)

V_s : vitesse de sédimentation (V_s : $40 < V_s < 70$ m³/m² /h)

L : longueur de bassin.

H : profondeur de bassin, $H = (1-2.5)$ m $L/H = (10-15)$..

Le temps de séjour et compris entre 3 à 10 minute au débit de pointe.

On opte pour un dessableur-déshuileur de forme rectangulaire.

Horizon 2031

On prend: $Q_{ptp} = 0.346$ m³/s, $V_e = 0.3$ m/s, $V_s = 50$ m³/m²/h = 0.014 m/s, $H = 1.5$ m, $t_s = 5$ min

1) Le volume du bassin:

$V = Q_{ptp} \times t_s = 0.346 \times 5 \times 60 = 103,8$ m³ **V=103,8 m³**

2) La surface horizontale:

$S_h = V/H = 103,8/1.5 = 69,2$ m² **S_h=69,2 m²**

3) La longueur du bassin:

$L/H = 10$ \implies $L = 10 \times 1.5 = 15$ m **L=15 m**

4) La largeur du bassin:

$S_h = L \times l$ \implies $l = S_h/L = 69,2/15 = 4,61$ m **l=4,61 m**

5) Le volume d'air à insuffler dans le dessableur :

La quantité d'air à insuffler varie de 1 à 1.5 m³ d'air/m³ d'eau.

$$q_{air} = Q_{ptp} \times V$$

- Q_{ptp} : débit de la station.
- V : le volume d'air à injecter, on prend $V = 1.5$ m³ d'air/m³.

Donc : $q_{air} = 0.346 \times 1.5 = 0.519$ m³d'air/s **$q_{air} = 1868,4$ m³d'air/h**

IV.A.1.2.2) Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur-déshuileur :

On considère :

- Les matières minérales (MM) représentent 30% des matières en suspension MES total.
- Les matières volatiles en suspension (MVS) représentent 70% des MES total.
- Le dessableur élimine 70% des matières minérales (MM).

On a :

- la charge en MES à l'entrée de dessableur est : MES=2208 Kg/j
- la charge en MVS contenue dans les MES est : MVS=1545,6 Kg/j
 $MVS=0.7 \times MES=0.7 \times 2208=1545,6 \text{ Kg/j}$
- ✓ la charge en MM contenue dans les MES est: MM=662,4 Kg/j
 $MM=0.3 \times MES=0.3 \times 2208 = 662,4 \text{ Kg/j}$
- **la quantité des MM éliminée par le dessableur-déshuileur :** **MM_e=463,68 Kg/j**
 $MM_e=0.7 \times MM=0.7 \times 662,4 = 463,68 \text{ Kg/j}$
- **la quantité des MM restante :** **MM_r=198,72 Kg/j**
 $MM_r=MM-MM_e=662,4 -463,68 =198,72 \text{ Kg/j}$
- **la quantité des MES sortant du dessableur-déshuileur :** **MES_s=1744.32Kg/j**
 $MES_s=MVS+MM_r=1545,6 +198,72 =1744,32 \text{ Kg/j}$

HORIZON 2051

On garde les mêmes caractéristiques du dessableur que celle pour l'horizon 2031

$$Q_{ptp}=0.42 \text{ m}^3/\text{s}$$

1) Le volume du bassin:

$$V=Q_{ptp} \times t_s = 0.42 \times 5 \times 60=126 \text{ m}^3 \qquad \qquad \qquad \mathbf{V=126 \text{ m}^3}$$

2) La surface horizontale:

$$S_h= V/H= 126/1.5= 84 \text{ m}^2 \qquad \qquad \qquad \mathbf{S_h=84 \text{ m}^2}$$

3) La longueur du bassin:

$$L/H=10 \quad \implies \quad L=10 \times 1.5 =15\text{m} \qquad \qquad \qquad \mathbf{L=15 \text{ m}}$$

4) La largeur du bassin:

$$S_h=L \times l \quad \implies \quad l=S_h/L=84/15=5,6\text{m} \qquad \qquad \qquad \mathbf{l=5,6 \text{ m}}$$

5) Le volume d'air à insuffler dans le dessableur :

$$q_{air}= Q_{ptp} \times V=0.42 \times 1.5=0.63 \text{ m}^3 \text{ d'air/s} \qquad \qquad \qquad \mathbf{q_{air}=2268 \text{ m}^3 \text{ d'air/h}}$$

6) Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur :

Et la même chose pour les charges à l'entrée tel que :

- $MES=2719\text{Kg/j}$
- $MVS=1903,3\text{Kg/j}$
- $MM=815,7\text{ Kg/j}$

- la quantité des MM éliminée par le dessableur-déshuileur :

$$MM_e=0.7 \times MM=0.7 \times 815,7 = 570,99\text{ Kg/j} \qquad \qquad \qquad MM_e=570,99\text{ Kg/j}$$

✓ la quantité des MM restante :

$$MM_r=MM-MM_e=815,7 - 570,99 = 240,71\text{ Kg/j} \qquad \qquad \qquad MM_r=240,71\text{ Kg/j}$$

✓ la quantité des MES sortant du dessableur-déshuileur :

$$MES_s=MVS+MM_r=1903,3+240,71 = 2148,01\text{ Kg/j} \qquad \qquad \qquad MES=2148,01\text{ Kg/j}$$

Le tableau suivant résume les résultats de dimensionnement du traitement préliminaire (prétraitement) pour les deux horizons :

Tableau IV.1: Dimensionnement du prétraitement.

Désignation	Unite	Horizon	
		2031	2051
Dégrilleur			
1. Grille Grossière			
- largeur de la grille	M	0.81	0,99
- perte de charge ΔH	Cm	3.35	
2. Grille fine			
- largeur de la grille	M	1,72	2,09
- perte de charge ΔH	Cm	28,66	
Dessableur-Déshuileur			
- Débit de pointe (Q_{ptp})	m ³ /s	0.346	0.42
- Volume du bassin (V)	m ³	103,8	126
- surface horizontale (S_h)	m ²	69,2	84
- Hauteur (H)	M	1.5	1.5
- longueur (L)	M	15	15
- largeur (l)	M	4,61	5,6
- Temps de séjour (ts)	min	5	5
- quantité d'air (q_{air})	m ³ /h	1868,4	2268
- MES à l'entrée de dessableur	Kg/j	2208	2719
- MVS	Kg/j	1545,6	1903,3
- MM	Kg/j	662,4	815,7
- MM éliminé	Kg/j	463,68	570,99
- MM restante	Kg/j	198,72	244,71
- MES ₁ sortants du dessableur	Kg/j	1744,32	2148,01

IV.A. 2) Traitement Primaire :

Le processus principal du traitement primaire est la décantation qui permet une séparation de deux phases liquide solide basées sur le phénomène de sédimentation, a pour but :

- ✓ D'éliminer 30 à 35% de la DBO₅, 60% des MES et 90% des matières décantables.
- ✓ De retenir une fraction importante de la pollution organique.
- ✓ D'alléger la charge du traitement biologique ultérieur.
- ✓ De réduire les risques de colmatage des systèmes de traitement biologique.

IV.A.2 .1) Dimensionnement du décanteur primaire :

Dans notre étude, on opte pour un décanteur primaire de forme circulaire, car ce type présente quelques avantages par rapport au décanteur rectangulaire, leurs constructions est relativement économique en raison de la faible épaisseur des parois circulaires de béton armé et de la faible densité d'armatures, ainsi que pour les parties mobiles immergées ne sont pas sujettes à l'abrasion.

Le calcul du décanteur primaire se fera en fonction de la vitesse de chute limitée des particules et du temps de séjours de l'effluent et la charge d'effluent en pollution. Le temps de séjours est compris entre 1 et 2 heures

La charge superficielle (vitesse limite de chute) qui est définie par :

$$V_{lim} = Q_{ptp} / S$$

Avec :

Q_{ptp} : débit de la station.

S : surface totale

Pour un réseau unitaire la vitesse limite est déterminée en fonction du rapport K: $Q_{pts}/Q_{moy.h}$:

Où :

Q_{pts} : débit de pointe par temps sec m³/h.

$Q_{moy.h}$: débit moyen horaire m³/h.

Tableau IV.2: Les valeurs de la vitesse limite.

K	2.5	3	5	8	10
V _{limite} (m/h)	2	2.5	3.75	5	6

On a :

$$Q_{pts} = 416,4 \text{ m}^3/\text{h},$$

$$Q_{moy.h} = 230 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$K = 416,3 / 230 = 1.81$$

Donc d'après ce tableau on tire la vitesse $V_{lim} = 2 \text{ m/h}$

Horizon 2031

Données :

$$Q_{ptp}=1248,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

1) La surface horizontale du décanteur :

$$V_{lim} = Q_{ptp} / S_h \quad \Longleftrightarrow \quad S_h = Q_{ptp} / V_{lim} = 1248,9/2 = 624,45 \text{ m}^2 \quad \quad S_h = 624,45 \text{ m}^2$$

2) Volume du décanteur :

Le temps de séjours doit être limité pour des raisons biologiques et économiques, on prendra $t_s = 1,25$ heure.

$$V = Q_{ptp} \times t_s = 1248,9 \times 1,25 = 1561,125 \text{ m}^3 \quad \quad V = 1561,12 \text{ m}^3$$

3) Hauteur du décanteur :

$$H = V / S_h = 1530 / 612 = 2 \text{ m} \quad \quad H = 2 \text{ m}$$

Il faut prévoir une hauteur de revanche contre le débordement de **0.75 m** ; donc on prend la hauteur totale : **Ht=2,75 m.**

4) Le diamètre du décanteur :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{H \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1561,12}{2 \cdot \pi}} = 31,53 \text{ m} \quad \quad D = 31,53 \text{ m}$$

5) Détermination du temps de séjour :

- pour le débit moyen horaire:

$$T_s = V / Q_{moy,h} = 1561,12 / 230 = 6 \text{ h } 46 \text{ min} \quad \quad T_s = 6 \text{ h } 46 \text{ min}$$

- pour le débit de pointe en temps sec :

$$T_s = V / Q_{pts} = 1561,12 / 416,3 = 3 \text{ h } 45 \text{ min} \quad \quad T_s = 3 \text{ h } 45 \text{ min}$$

- pour le débit de pointe par temps de pluie:

$$T_s = V / Q_{ptp} = 1561,12 / 1248,9 = 1 \text{ h } 15 \text{ min} \quad \quad T_s = 1 \text{ h } 15 \text{ min}$$

IV . A.2 .2) Calcul de la quantité de boues éliminées:

On sait que la décantation primaire permet l'élimination de :

- 35% de DBO₅
- 60% de MES

Connaissant les charges de pollution à l'entrée du décanteur :

- DBO₅=1380 Kg/j
- MES₁= 1744.32 Kg/j

Avec : MES₁ : charge en matière en suspension à la sortie du dessableur.

✓ **Les charges éliminées par la décantation primaire sont :**

DBO_{5 élm} = 0.35 × DBO₅ = 0.35 × 1380 = 483 Kg/j **DBO_{5 élm} = 483 Kg/j**

MES_{1 élm} = 0.60 × MES = 0.60 × 1744 = 1046,4 Kg/j **MES_{élm} = 1046,4 Kg/j**

✓ **Les charges à la sortie du décanteur primaire :**

DBO_{5 s} = DBO₅ – DBO_{5 élm} = 1380 - 483 = 897 Kg/j **DBO_{5 s} = 897 Kg/j**

MES s = MES₁ - MES_{élm} = 1744 - 1046,4 = 697,92 Kg/j **MES s = 697,92 Kg/j**

Les résultats de dimensionnement de décanteur primaire pour les deux horizons sont représentés sur le tableau suivant :

Tableau IV.3 : Dimensions du décanteur primaire pour les deux horizons

Désignation	unité	Horizons	
		2031	2051
Décanteur primaire			
- Débit de pointe (Q _{ptp})	m ³ /h	1248,9	1512
- temps de séjours (ts)	H	1.25	1.25
- Surface horizontale (S _h)	m ²	624,45	756
- Volume (V)	m ³	1561,12	1890
- Hauteur total (Ht)	M	2,75	3,25
- Diamètre (D)	M	31,53	31.03
- MES ₁ entrées	Kg/j	1744	1699,37
- DBO ₅ entrée	Kg/j	1380	2148
- MES éliminée	Kg/j	1046,4	1288,8
- DBO ₅ éliminée	Kg/j	483	594,78
- MES sorties	Kg/j	697,92	859,2
- DBO ₅ sortie	Kg/j	897	1104,59

IV . A.3) Traitement secondaire (Biologique) :

Les procédés biologiques ont enregistré ces dernières années des grands progrès permettant d'atteindre une efficacité remarquable dans l'élimination des matières organiques biodégradables (solides, colloïdales ou dissoutes) contenues dans une eau usée par l'action de micro-organismes, essentiellement des bactéries, en présence d'oxygène dissous.

Le traitement biologique est très adapté pour les eaux usées urbaines.

IV .A. 3.1) Principe de l'épuration biologique par boues activées :

Le procédé consiste à provoquer le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocon dans un bassin brassé et aéré (bassin d'aération) et alimenté en eau à épurer.

Ce bassin de brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange du floc bactérien et de l'eau usée (liqueur mixte). L'aération qui peut se faire à partir de l'air ou d'un gaz enrichi en oxygène, a pour but de dissoudre ce gaz dans la liqueur mixte afin de répondre aux besoins des bactéries épuratrices aérobies. Après un certain temps de contact suffisant, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur appelé parfois décanteur secondaire destiné à séparer l'eau épurée des boues. Ces dernières sont en partie recyclées dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices et l'excédent (boues en excès) est évacué vers le traitement des boues.

IV.A. 3.2)Etude de la variante à moyenne charge :

- **La charge massique (Cm) :** C'est le rapport de la pollution exprimé en DBO₅ entrante dans un bassin d'aération par unité de masse de boues présentes.

Pour le traitement à moyenne charge nous avons :

$$0.2 < C_m < 0.5 \text{ (Kg DBO}_5\text{/Kg MVS. j)}$$

Le calcul de la station sera basé sur la valeur suivante : **C_m = 0.3 Kg DBO₅/Kg MVS.j**

- **La charge volumique (Cv):** c'est le rapport de la pollution par unité de volume du bassin d'aération.

Pour le traitement à moyenne charge :

$$0.6 < C_v < 1.5 \text{ (Kg DBO}_5\text{/m}^3\text{.j)}$$

Le calcul de la station sera basé sur la valeur suivante : **C_v = 1.2 Kg DBO₅/ m³.j**

Horizon 2031

Données :

- Débit moyen journalier : $Q_{moy,j} = 5520 \text{ m}^3/\text{j}$

- Débit moyen horaire : $Q_{moy,h} = 230 \text{ m}^3/\text{h}$

- Débit de pointe en temps de pluie : $Q_{ptp} = 29973,6 \text{ m}^3/\text{j}$

- Charge polluante à l'entrée du bassin (avec décanteur primaire): $L_0 = 897 \text{ Kg/j}$

- La concentration de l'effluent en DBO_5 :

$$S_0 = L_0 / Q_{moy,j} = 897 / 5520 = 162,5 \text{ mg/l} \quad \mathbf{S_0=162,5 \text{ mg/l}}$$

- La charge polluante à la sortie ($S_f = 30 \text{ mg/l}$) :

$$L_f = S_f \times Q_{moy,j} = 0.03 \times 5520 = 165,6 \text{ Kg DBO}_5/\text{j} \quad \mathbf{L_f=165,6 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}}$$

- La charge polluante éliminée :

$$L_e = L_0 - L_f = 897 - 165,6 = 731,4 \text{ Kg DBO}_5/\text{j} \quad \mathbf{L_e= 731,4 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}}$$

- Le rendement de l'épuration :

$$\eta_{eq} = (L_0 - L_f) / L_0 = (897 - 165,6) / 897 = 81\% \quad \mathbf{\eta_{eq}=81\%}$$

IV.A.3.2.1) Dimensionnement du bassin d'aération :

C'est l'installation la plus importante de l'épuration par boues activées, c'est dans ce bassin qu'arrive d'une part les eaux usées et d'autre part les boues activées, il est considéré comme lieu privilégié de développement des bactéries grâce auxquelles s'opère l'épuration, ce processus est favorisé par les dispositifs d'agitation mécaniques des eaux ainsi que l'insufflation d'air.

Le bassin d'aération choisi est de forme rectangulaire, de longueur L et de largeur B et de hauteur H.

1) Volume du bassin :

$$V = L_0 / C_v = 897 / 1.2 = 747,5 \text{ m}^3 \quad \mathbf{V=747,5 \text{ m}^3}$$

On va projeter deux (2) bassins d'aération de volume : $\mathbf{V'= 373,65 \text{ m}^3}$

2) Hauteur du bassin :

Elle est prise généralement entre 3 à 5 donc on prend : $\mathbf{H=3 \text{ m et } 0.5}$ pour le débordement.

3) Surface horizontale du bassin :

$$S_h = V / h = 373,65 / 3 = 124,55 \text{ m}^2 \quad \mathbf{S_h= 124,55 \text{ m}^2}$$

4) Largeur du bassin :

On prend : $L = 2B$, alors $S_h = 2B^2 \implies B = \sqrt{\frac{S_h}{2}} = \sqrt{\frac{124,55}{2}} \quad \mathbf{B = 7,89 \text{ m}}$

5) Longueur du bassin :

$$L = 2 \times B = 2 \times 7,89 = 15,78 \text{ m} \quad \mathbf{L=15,78 \text{ m}} \quad \text{Alors la surface sera : } S = L \times B = 15,78 \times 7,89 = 124,5 \text{ m}^2$$

6) La masse de boues dans le bassin :

$$X_a = L_0/C_m = 897/0.3 = 2990 \text{ Kg} \qquad \qquad \qquad X_a = 2990 \text{ Kg}$$

7) Concentration de boues dans le bassin :

$$[X_a] = X_a/V = 2990/747,3 = 4 \text{ Kg/m}^3 \qquad \qquad \qquad [X_a] = 4 \text{ g/l}$$

8) Détermination du temps de séjour :

- pour le débit moyen horaire:

$$T_s = V / Q_{\text{moy,h}} = 747,3 / 230 = 3\text{h}15\text{min} \qquad \qquad \qquad T_s = 3\text{h}15\text{min}$$

- pour le débit de pointe en temps sec :

$$T_s = V / Q_{\text{pts}} = 747,3 / 417,4 = 1\text{h}47\text{min} \qquad \qquad \qquad T_s = 1\text{h}47\text{min}$$

IV .A. 3.2.2) Besoin en oxygène :

Les installations d'épuration biologiques fonctionnent généralement en présence d'oxygène, notant toutefois que la vitesse de dégradation dépend de la qualité d'oxygène nécessaire pour la synthèse cellulaire et la respiration endogène, cela permet de réaliser un bon contact entre l'air et l'eau, la vitesse de dissolution de l'oxygène dans l'eau dépend de : la température, l'altitude, le débit, la concentration de la pollution et la géométrie du bassin.

Les besoins en oxygène sont définis par l'expression suivante :

$$q_{O_2} = a' L_e + b' X_a$$

Avec :

q_{O2} : Besoin en oxygène (Kg/j).

L_e : charge en DBO₅ éliminée (Kg/j).

X_a : la masse totale de boues présente dans le bassin d'aération (Kg).

a' : la fraction de pollution transformé en énergie de synthèse au cours de l'épuration et c'est aussi la quantité d'oxygène à fournir aux bactéries pour qu'elles synthétisent la matière vivante à partir d'une pollution

b' : coefficient de cinétique de respiration endogène.

Le tableau suivant donne les valeurs de a' et b' suivant la charge massique appliquée

Tableau IV.4 : valeur des coefficients a' et b' en fonction de la charge massique.

Cm	<0.1	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5>
a'	0.66	0.65	0.63	0.59	0.56	0.53	0.5
b'	0.06	0.07	0.075	0.08	0.085	0.09	0.1 à 1.2

On a: Cm= 0.3 Kg DBO₅/Kg MVS.j

Donc : a'= 0.56 et b'=0.085

➤ **la quantité d'oxygène journalière est :**

$$q_{O_2} = (0.56 \times 731,4) + (0.085 \times 2990) = 869.07 \text{ Kg O}_2/\text{j} \qquad \qquad \qquad q_{O_2} = 663,73 \text{ Kg O}_2/\text{j}$$

- la quantité d'oxygène horaire :

$$q_{O_2(h)} = q_{O_2} / 24 = 663,73 / 24 = 27,65 \text{ Kg } O_2/h$$

$$q_{O_2(h)} = 27,65 \text{ Kg } O_2/h$$

- la quantité d'oxygène nécessaire pour un m³ du bassin :

$$q_{O_2(m^3)} = q_{O_2} / V = 663,73 / 747,3 = 0,88 \text{ Kg } O_2/m^3.j$$

$$q_{O_2(m^3)} = 0,88 \text{ Kg } O_2/m^3.j$$

- la quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe :

$$q_{O_2(p)} = (a' \times L_e / T_d) + (b' \times X_a / 24)$$

T_d : période diurne en heures T_d = 16h.

$$q_{O_2(p)} = ((0,56 \times 731,4 / 16) + (0,085 \times 2990 / 24)) = 36,18 \text{ Kg } O_2/h$$

$$q_{O_2(p)} = 36,18 \text{ Kg } O_2/h$$

IV.A . 3.2.3) Système d'aération:

Les dispositifs souvent utilisé dans le domaine d'épuration sont :

1. Aération par insufflation d'air (à air comprimé) :

L'injection d'air se fait par le fond du bassin pour assurer l'oxygénation et le brassage. On distingue trois sortes de diffuseurs. :

•Diffuseurs à grosses bulles :

Du fait de la vitesse ascensionnelle élevée et de la surface de contact réduite. Le rendement est faible. Le système est robuste et permet l'utilisation de soufflantes particulièrement robustes. Lorsque l'injection se fait à profondeur réduite.

•Diffuseurs à moyennes bulle :

Les bulles sont obtenues par cisaillement d'une colonne d'air par un clapet vibrant permettant d'avoir des risques d'obstruction faibles. Le rendement est intermédiaire entre fines bulles et grosses bulles.

•Diffuseurs à fines bulles :

L'air est diffusé par des matériaux poreux (plastique poreux, verre filtré...) donnant des bulles de dimension millimétrique et un rendement élevé.

Ce système présente par risque de colmatage intérieur par les poussières atmosphériques et huile des supprimeurs et extérieur par eaux usées (en cas d'arrêt de l'aérateur, ce qui permet le développement de micro-organisme sur la surface poreuse).

Le système à fines bulles envisageable surtout pour les grandes installations très soigneusement menées pour diminuer la fréquence de ces opérations.

2. Aérateurs de surface :

Il existe deux types principaux d'aérateur de surface :

- Les appareils à axe horizontal (brosses) leurs installations s'effectuent dans les chenaux d'oxydation ou elles assurent l'entraînement et circulation du liquide autour du chenal qui est de section rectangulaire ou trapézoïdale.
- Les appareils à axe vertical on les subdivise en deux types :
 - turbines tentes avec des vitesses de 40 à 100 tr/min et des apports spécifiques brutes de 0.8 à Kg O₂ /Kwat.h . .
 - turbines rapides (750 à 1500 tr/min).

IV.A . 3.2.4) Bilan de boues:

Il est important en pratique de connaître l'accumulation des matières solides dans la station de manière à prévoir l'importance des évacuations et à calculer les dispositifs de traitement des boues excédentaires.

Les facteurs qui contribuent à l'augmentation de la masse des boues :

- ☞ La croissance bactérienne.
- ☞ Les stokes.
- ☞ Les matières en suspension.

Par contre, une diminution peut intervenir du fait :

- ☞ De la respiration endogène.
- ☞ Des fuites des matières en suspension.

1) La quantité des boues en excès :

La quantité des en excès est déterminée par la relation suivante :

$$\Delta X = X_{min} + X_{dur} + \alpha_m L_e - b X_a - X_{eff}$$

Avec:

X_{min}: Boues minérales.

X_{dur}: Boues difficilement biodégradables (appelées matières dures), elles représentent 0.3 à 0.35 de MVS.

α_m : coefficient de rendement cellulaire (g cellulaires formées/ g DBO₅ éliminées).

α_m = 0.55 (en moyenne), puisque 0.53 < α < 0.56

L_e : quantité de DBO₅ à éliminer (Kg/j).

b: fraction de la masse cellulaire éliminée par jour en respiration endogène. b = b'/1.42

tel que b' = 0.09 k (coefficient cinétique de respiration endogène). Donc : b = 0.09/1.42 = 0.06

X_a : masse totale de MVS dans le bassin (Kg)

X_{eff} : fuite des MES avec l'effluent (dépend des normes de rejet, on adopte généralement 30 mg/l)

Alors : La charge journalière en MES à la sortie de décanteur est Kg/j.

Les MES contiennent 30% de MM (boues minérales).

Les MES contiennent 70% de MVS (matière volatile en suspension).

- $X_{min} = 0.3 \times 697,92 = 209,376$ Kg/j.
- $X_{dur} = 0.3 \times MVS = 0.3 \times (0.7 \times MES) = 0.3 \times (0.7 \times 679,92) = 146,56$ Kg/j.
- $\alpha_m L_e = 0.55 \times 731,4 = 402,27$ Kg/j.
- $bX_a = 0.06 \times 2990 = 179,4$ kg/j.
- $X_{eff} = 0.03 \times Q_{moy,j} = 0.03 \times 5520 = 165,6$ Kg/j

Soit un total de: $\Delta X = 209,376 + 146,56 + 402,27 - 179,4 - 165,6 = 413,206$ Kg/j **$\Delta X = 413,206$ Kg/j**

2) Concentration de boues en excès :

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

X_m : concentration de boues en excès (g/l).

I_m : l'indice de Mohlman : indique la bonne décantabilité des boues s'il se trouve dans la fourchette (100÷150) ml/g.

Cet indice représente le volume occupé par une gramme de poids sec de boues après décantation d'une demi-heure dans une éprouvette de 1 litre

On prend $I_m = 120$ ml/g

D'où : $X_m = 1200 / 120 = 10$ Kg/m³ **$X_m = 10$ Kg/m³**

3) Le débit de boues en excès :

Ce débit est donné par :

$$Q_{excès} = \frac{\Delta X}{X_m} = \frac{413,209}{10} = 41,32 \text{ m}^3/\text{j} \qquad \qquad \qquad \mathbf{Q_{excès} = 41.32 \text{ m}^3/\text{j}}$$

4) Le débit spécifique par m² du bassin :

$$Q_{sp} = \frac{\Delta X}{V} = \frac{413,209}{747,3} = 0,55 \text{ Kg/m}^3 \cdot \text{j} \qquad \qquad \qquad \mathbf{Q_{sp} = 0,55 \text{ Kg/m}^3 \cdot \text{j}}$$

5) Les boues recyclées:

Dans le but de maintenir une concentration moyenne constante de boues dans le bassin d'aération, une optimisation de l'activité de la biomasse bactérienne et d'éviter l'accumulation des boues dans le clarificateur, on procède à un recyclage d'une partie des boues dans le bassin d'aération. En effet, si la quantité de boues recyclées est insuffisante, le volume des boues stockées dans le décanteur secondaire sera trop important.

Dans ce cas, on assiste à un passage en anaérobiose qui provoque une remontée des boues dans le clarificateur.

➤ **Le taux de recyclage :**

Le taux de recyclage peut varier de 15 à 100% de débit de l'effluent produit, il est donné par l'expression suivante :

$$R = \frac{100 \cdot [X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]}$$

R : taux de recyclage (%).

[X_a] : concentration des boues dans le bassin, [X_a]= 4g/l.

Donc :

$$R = \frac{100 \cdot 4}{\frac{1200}{I_m} - 4} = 66,66 \%$$

R = 66,66 %

➤ **Le débit des boues recyclées :**

Le débit des boues recyclées est tributaire du débit journalier arrivant à la station d'épuration, il est donné par la formule qui suit :

$$Q_r = R \times Q_{\text{moy.j}}$$

$$Q_r = 0.666 \times 5520 = 3680 \text{ m}^3/\text{j}$$

Q_r = 3680 m³/j

➤ **Age des boues :**

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

$$Ab = \frac{Xa}{\Delta X} = \frac{2990}{413,209}$$

Ab = 7 jours

IV .A. 3.2.5) Dimensionnement du clarificateur :

Quelle que soit la filière de traitement retenue, la finalité du traitement des eaux consiste à séparer les boues de l'eau. En effet, à la sortie des bassins biologiques, l'eau épurée est mélangée à la biomasse formée. La séparation de ces éléments est réalisée dans un clarificateur où la biomasse, de densité plus élevée, va se déposer.

Les boues dans le clarificateur sont recyclées vers le bassin d'aération afin d'y maintenir une concentration quasi constante en bactéries et les boues en excès sont évacuées vers les installations de traitement de boues (épaississement, déshydratation). Les eaux épurées sont renvoyées vers le milieu naturel.

Alors, on opte pour un décanteur circulaire à fond incliné, muni d'un pont racleur de fond et de surface, conduisant les boues dans les fosses d'où elles sont reprises pour le recyclage et l'extraction de la fraction en excès.

Horizon 2031

Donnés :

$V_a = 2,5 \text{ m/h}$ /Le temps de séjour : $t_s = (1.5 \div 2)$ heures, on prend $t = 1,5 \text{ h}$

$Q_{ptp} = 1248,9 \text{ m}^3/\text{j}$

1) Le volume du clarificateur :

$V = Q_{ptp} \times t_s = 1248,9 \times 1,5 = 1873,35 \text{ m}^3$ **V= 1873,35m³**

2) La surface horizontale du décanteur:

$S_h = Q_{ptp} / V_a = 1248,9 / 2,5 = 499,56 \text{ m}^2$ **S_h=499,56 m²**

3) La hauteur du décanteur :

$H = V / S_h = 1873,35 / 499,56 = 3,75 \text{ m}$ **H=3.75 m**

4) Le diamètre du décanteur :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{H \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1873,35}{3,75 \cdot 3,14}}$$
 D=25,22 m

5) Temps de séjours :

- Pour le débit moyen horaire :

$T_s = V / Q_{moy,h} = 1873,35 / 230 = 8 \text{ h } 9 \text{ min}$ **T_s=8 h 9 min**

- Pour le débit de pointe par temps sec :

$T_s = V / Q_{pts} = 1873,35 / 416,3 = 4 \text{ h } 30 \text{ min}$ **T_s=4h 30 min**

- Pour le débit de pointe en temps de pluie :

$T_s = V / Q_{ptp} = 1873,35 / 1248,9 = 1 \text{ h } 30 \text{ min}$ **T_s=1h 30 min**

Les résultats de dimensionnement de l'aérateur et le clarificateur de la variante moyenne charge pour les deux horizons 2031 et 2051 sont représentés sur le tableau suivant :

Tableau IV.5 : Récapitulatif des résultats pour les deux horizons à moyenne charge.

Désignation	Unite	Horizons	
		2031	2051
Données de base			
- débit moyen journalier ($Q_{moy,j}$)	m^3/j	5520	6797,5
- débit moyen horaire ($Q_{moy,h}$)	m^3/h	230	283,22
- débit de pointe en temps de pluie (Q_{pts})	m^3/h	416,3	504,13
- charge polluante à l'entrée du bassin (L_0)	Kg/j	897	1104,59
- concentration de l'effluent en DBO_5 (S_0)	mg/l	162,5	162,4
- la charge polluante à la sortie (L_f)	Kg DBO_5/j	165,6	203,92
- la charge polluante éliminée ($L_é$)	Kg DBO_5/j	731,4	900,66
- Le rendement de l'épuration η_{eq}	%	81	81
Bassin d'aération			
- volume du bassin (V')	m^3	373,65	621,55
- Nombre de bassin	-	2	2
- Hauteur du bassin (H)	m	3	3
- surface horizontale (S_h) du bassin	m^2	124,55	153,41
- largeur du bassin (B)	m	7,89	8,78
- longueur du bassin (L)	m	15,78	17,51
- la masse de boues dans le bassin (X_a)	Kg	2990	3681,96
- concentration de boues dans le bassin	Kg/m^3	4	4
- temps de séjours (T_s) :			
▪ Débit moyen horaire	h	3,25	3,25
▪ Débit de pointe en temps de Sec	h	1,78	1,83

Tableau IV.6 : Récapitulatif des résultats pour les deux horizons à moyenne charge.

Désignation	unité	Horizons	
		2031	2051 (extension)
Besoins en oxygène			
- la quantité d'oxygène journalière	Kg O ₂ /j	663,73	817,33
- la quantité d'oxygène horaire	Kg O ₂ /h	27,65	34,05
- la quantité d'oxygène pour un m ³ du bassin	Kg O ₂ /m ³ .j	0,88	0,88
- la quantité d'oxygène en cas de pointe	Kg O ₂ /h	36,18	44,56
Bilan de boues			
- la quantité des boues en excès (ΔX)	Kg/j	413,209	508,715
- concentration de boues en excès (X _m)	Kg/m ³	10	10
- le débit de boues en excès (Q _{excès})	m ³ /j	41,32	50,87
- le débit spécifique par m ² du bassin (q _{sp})	Kg/m ³ .j	0,55	0,55
- les boues recyclées :			
▪ Le taux de recyclage (R)	%	66.7	66.7
▪ Le débit des boues recyclées	m ³ /j	3680	4531,66
- Age des boues	j	7	7
Clarificateur			
- la forme		circulaire	
- le volume (V)	m ³	1873,35	2268,6
- la surface horizontale (S _h)	m ²	499,56	604,96
- la hauteur (H)	m	3,75	3,75
- diamètre (D)	m	25,22	27,76
- temps de séjours (Ts) :			
▪ Débit moyen horaire	j	8,14	8,01
▪ Débit de pointe par temps sec	j	4.5	4.5
▪ Débit de pointe en temps de pluie	j	1.5	1.5

IV.A . 4) La désinfection :

Introduction

La désinfection est un traitement visant à éliminer les micro-organismes pathogènes, bactéries, virus et parasites ainsi que la majorité des germes banals moins résistants. C'est le moyen de fournir une eau bactériologiquement potable, tout est maintenir un pouvoir désinfectant suffisamment élevé pour éviter les reviviscences bactériennes dans les réseaux de distribution.

La désinfection est une post-oxydation. Elle est assurée par des oxydants chimiques tels que le chlore Cl₂, le dioxyde de chlore ClO₂, l'ozone O₃, et dans certain nombre de cas, par un procédé physique comme le rayonnement UV.

En Algérie, l'hypochlorite de sodium (eau de javel) est le produit désinfectant le plus utilisé dans les stations d'épuration à cause de sa disponibilité sur le marché et son faible coût.

IV.A . 4.1) Dose du chlore à injecter :

La dose du chlore nécessaire dans les conditions normales pour un effluent traité est de 5 à 10 mg/l pour un temps de contact de 30 minutes.

On utilise une dose de 10 mg/l pendant un temps de contact de 30 minutes.

Horizon 2031

1) La dose journalière :

$$D_j = Q_{\text{moy},j} \times [Cl_2] = 5520 \times 0.01 = 55.2 \text{ Kg/j}$$

D_j=55,22 Kg/j

2) La quantité d'hypochlorite nécessaire :

$$1 \text{ m}^3(\text{NaClO}) \longrightarrow 63.4 \text{ Kg de Cl}_2$$

$$Q_j \longrightarrow 55.2 \text{ Kg}$$

$$Q_j = 55.2 / 63.4 = 0,87 \text{ m}^3(\text{NaClO})/j = 36,27 \text{ l/h}$$

Q_j=36,27 l/h

3) La quantité annuelle d'hypochlorite :

$$Q_a = Q_j \times 365 = 0,87 \times 365 = 317,55 \text{ m}^3(\text{NaClO})/\text{ans}$$

Q_a= 317,55m³ (NaClO)/an

IV.A . 4.2) Dimensionnement de bassin de désinfection:

$Q_{ptp}=1248,9 \text{ m}^3/\text{h}$

$T_s=30 \text{ min}$

1) Le volume du bassin :

$V=Q_{ptp} \times T_s=1248,9 \times (30/60) =624,45 \text{ m}^3$

V=624,45 m³

2) La hauteur du bassin:

On fixe: H=4m

H=4m

3) La surface horizontale du bassin:

$S_h=V/H=624,45/4=156,11 \text{ m}^2$

S_h=156,11 m²

4) Largeur et longueur :

$B = \sqrt{\frac{S_h}{2}} = \sqrt{\frac{156,11}{2}}$

B = 8,83 m

$L= 2 \times B = 2 \times 8,83 = 17,66 \text{ m}$

L=17,66 m

Tableau IV.7 : résultat de calcul du bassin de désinfection pour les deux horizons.

Désignations	unité	Horizons	
		2031	2051
- la dose journalière du chlore (Dj)	Kg/j	55,2	67,97
- la quantité d'hypochlorite nécessaire	l/h	36,27	44,58
- la quantité annuelle d'hypochlorite	m ³ (NaClO)/an	317,55	390,55
Dimensionnement du bassin de désinfection			
- le volume (V)	m ³	624,45	756,2
- la hauteur (H)	m	4	4
- la surface horizontale (S _h)	m ²	156,11	189,05
- la largeur (B)	m	8,83	6,87
- la longueur (L)	m	17,66	13,75

IV.A . 5) Traitement des boues :

La production de boues d'épuration résultant du traitement biologique des eaux est en croissance. La gestion de ces boues est devenue un enjeu environnemental de premier ordre.

Compte tenu de l'interdiction de mettre en décharge des produits dits non ultimes, les deux issues majeures pour les boues sont la valorisation énergétique et la valorisation agricole.

Le traitement des boues consiste donc tout d'abord à diminuer leur teneur en eau et à réduire de manière efficace leur charge polluante et fermentescible. Il s'agit de les préparer à une étape ultime de valorisation ou d'élimination. Les principales techniques qui peuvent être complémentaires : l'épaississement, la stabilisation, la déshydratation et le séchage.

➤ **Epaississement :**

L'épaississement constitue la première étape de la plus part des filières de traitement des boues, cette étape permet l'élimination de l'excédent en eau et d'augmenter la teneur en matière solide de la boue. Elle est réalisée par décantation et flottation.

➤ **Stabilisation :**

La stabilisation est un processus qui limite les fermentations en vue de favoriser la valorisation agricole des boues. On distingue les stabilisations chimiques ou biologiques. Pour ce dernier cas, les phénomènes peuvent être aérobies (présence d'oxygène) ou anaérobies (absence d'oxygène), il s'agit alors de l'étape de digestion des boues.

➤ **Déshydratation :**

Les procédés de déshydratation ont pour objectif de faire passer la boue de l'état liquide à une consistance plus ou moins solide, qui devra évidemment rependre aux exigences de désinfection choisie.

La filière de traitement des boues choisie pour notre STEP sera comme suit :

☞ Un épaisseur des boues circulaire.

☞ Une déshydratation sur lit de séchage.

IV .A. 5.1) Dimensionnement de l'épaisseur :

L'épaisseur sera dimensionner on fonction des charges polluantes éliminées dans le décanteur primaire et secondaire.

1) La production journalière des boues :

- Boues issues du décanteur primaire :

$$\Delta X_p = \text{DBO}_5 \text{ élim} + \text{MES}_{\text{élim}} = 483 + 1046,4 = 1529,4 \text{ Kg/j} \qquad \Delta X_p = 1529,4 \text{ Kg/j}$$

- Boues issues du décanteur secondaire :

$$\Delta X_s = 413,209 \text{ Kg/j (représente les boues en excès)} \qquad \Delta X_s = 413,209 \text{ Kg/j}$$

- La quantité totale journalière des boues :

$$\Delta X_t = \Delta X_p + \Delta X_s = 1529,4 + 413,209 = 1942,61 \text{ Kg/j} \qquad \Delta X_t = 1942,61 \text{ Kg/j}$$

2) Calcul du débit journalier reçu par l'épaisseur :

- La concentration des boues :

A l'entrée de l'épauissement les boues fraiches ont les concentrations moyennes suivantes :

• boues primaire : $S_1 = (20 \div 30) \text{ g/l}$, on prendra $S_1 = 25 \text{ g/l}$

• boues secondaire : $S_2 = (10 \div 30) \text{ g/l}$, on prendra $S_2 = 10 \text{ g/l}$

- le débit arrivant du décanteur primaire :

$$Q_1 = \Delta X_p / S_1 = 1529,4 / 25 = 61,176 \text{ m}^3/\text{j} \qquad Q_1 = 61,176 \text{ m}^3/\text{j}$$

- le débit arrivant du décanteur secondaire:

$$Q_2 = \Delta X_s / S_2 = 413,209 / 10 = 41,32 \text{ m}^3/\text{j} \qquad Q_2 = 41,32 \text{ m}^3/\text{j}$$

- le débit total :

$$Q_t = Q_1 + Q_2 = 61,176 + 41,32 = 102,49 \text{ m}^3/\text{j} \qquad Q_t = 102,49 \text{ m}^3/\text{j}$$

3) la concentration du mélange :

$$[S] = \Delta X_t / Q_t = 1942,61 / 102,49 = 18,95 \text{ kg/m}^3 \qquad [S] = 18,95 \text{ kg/m}^3$$

4) le volume de l'épaisseur:

$$V = Q_t \times T_s = 102,49 \times 3 = 307,47 \text{ m}^3 \qquad V = 307,47 \text{ m}^3$$

T_s : temps de séjours (1 à 15 j), on prendra : $T_s = 3\text{j}$.

5) la surface horizontale :

Pour une de $H = 4\text{m}$ on calcule :

$$S_h = V / H = 307,47 / 4 = 76,86 \text{ m}^2 \qquad S_h = 76,86 \text{ m}^2$$

6) Le diamètre :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{H \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 307,47}{4 \cdot 3,14}} \quad D=9,89 \text{ m}$$

IV .A. 5.2) Dimensionnement des lits de séchage :

Le dimensionnement de cet ouvrage se fait par la quantité de boues refoulées vers l'épaisseur qui est égale à **1942,61 Kg/j**.

1) Volume d'un lit :

- e : l'épaisseur maximale des boues qui est comprise entre (20 à 30) cm, on prend : e =25 cm
- La longueur L = (20 à 30) m, on prend : L = 30 m.
- Hauteur : H = 1 m.
- Largeur : B = 15 m.

$$V = L \times B \times e = 30 \times 15 \times 0.25 = 112.5 \text{ m}^3 \quad V = 112.5 \text{ m}^3$$

La concentration de boues activées épaissies est de 20 à 50 g/l .

En prenant une concentration de 25 g/l le volume journalier des boues épandues sera :

$$V_{\acute{e}} = \Delta X_t / 25 = 1942,61 / 25 = 77,704 \text{ m}^3/\text{j} \quad V_{\acute{e}} = 77,704 \text{ m}^3/\text{j}$$

2) Volume des boues épandues par lit et par an :

On admet que le lit sert 12 fois par an :

$$\text{Donc : } V_a = 12 \times V = 12 \times 112.5 = 1350 \text{ m}^3 \quad V_a = 1350 \text{ m}^3$$

3) Volume de boues sécher par an :

$$V_{an} = V_{\acute{e}} \times 365 = 77,704 \times 365 = 28362,11 \text{ m}^3/\text{an} \quad V_{an} = 28362,11 \text{ m}^3/\text{an}$$

4) Nombre de lits nécessaire :

$$N = V_{an} / V_a = 28362,11 / 1350 = 21 \text{ lits} \quad N = 21 \text{ lits}$$

La surface totale des lits de séchage sera : $S_t = L \times B \times N = 30 \times 15 \times 21 = 9450 \text{ m}^2$.

Les résultats de dimensionnement des ouvrages de traitement des boues à moyenne charge pour les deux horizons sont représentés sur le tableau suivant :

Tableau IV.8 : tableau récapitulatif des résultats à moyenne charge pour les deux horizons.

Désignation	unité	Horizons	
		2031	2051
Dimensionnement de l'épaisseur			
- boues issues du décanteur primaire (ΔX_p)	kg/j	1529,4	1883,58
- boues issues du décanteur secondaire (ΔX_s)	kg/j	413,209	508,715
- la quantité totale journalière des boues (ΔX_t)	kg/j	1942,61	2392,26
- le débit total (Q_t)	m ³ /j	102,49	126,21
- la concentration du mélange [S]	Kg/m ³	18,95	18,95
- temps de séjours (Ts)	j	3	3
- volume (V)	m ³	307,47	387,63
- hauteur (H)	m	4	4
- la surface horizontale (S _h)	m ²	76,86	94,65
- diamètre (D)	m	9,89	10,98
Dimensionnement des lits de séchage			
- longueur	m	30	30
- Hauteur	m	1	1
- largeur	m	15	15
- l'épaisseur des boues	cm	25	25
- volume d'un lit (V)	m ³	112.5	112.5
- le volume journalier des boues épandues (V _é)	m ³ /j	77,704	95,69
- volume des boues épandues par lit et par an (V _a)	m ³	1350	1350
- volume de boues sécher par an (V _{an})	m ³ /an	28362,11	34926,99
- Nombre de lit (N)	-	21	25
- la surface totale des lits de séchage	m ²	9450	11250

Partie B) calcul hydraulique :

IV.B.) Introduction :

Le calcul hydraulique a pour but de déterminer les caractéristiques dimensionnelles des collecteurs reliant les ouvrages de la station d'épuration. D'où on peut faire le profil hydraulique à travers de la station qui revient à déterminer les niveaux d'eau dans les différents ouvrages et trouver ainsi la ligne piézométrique le long de la station.

IV.B .1)profil hydraulique :

Le profil hydraulique à travers consiste à calculer les différents niveaux d'eau le long de la chaine de traitement, puis relier ces niveaux par une ligne appelée ligne piézométrique.

IV.B .1.1)Côtes du terrain des zones d'implantation des ouvrages :

Les côtes sont représentées dans le tableau suivant.

Tableau IV.9 : Côtes du terrain naturel des points d'implantation des ouvrages

Ouvrage	Côte terrain naturel (TN)
Prétraitement	+412,00
Bassin d'aération	+411.00
Clarificateur	+410.50
Bassin désinfection	+404,00

IV.B .1.2)Dimensionnement des conduites reliant les différents ouvrages :

L'expression des pertes de charge est exprimée par la formule de DARCY WEISBACH.(E. Haouati 2005)

$$\Delta H_t = \frac{K * L * Q^\beta}{D^m} = C_{p1} - C_{p2}$$

Avec :

K : Coefficient de perte de charge

Q : Le débit transitant le tronçon, $Q = Q_{pts}/2$ pour chaque filière d'épuration ($Q = 0,173 \text{ m}^3/\text{s}$)

L : Longueur de la conduite (m)

D : Diamètre de la conduite (m)

β : Coefficient dépendant du régime d'écoulement

m : Coefficient dépendant du type de matériau de la conduite

C_{PA} : Côte du plan d'eau au point A (m)

C_{PB} : Côte du plan d'eau au point B (m).

❖ Le diamètre

Le diamètre est donné par la formule suivante :

$$D = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^\beta}{Cp1 - Cp2}}$$

Tableau IV.10: Valeurs de K, m et β

Matériau	K	M	β
Acier	0,00179 à 0,001735	5,1 à 5,3	1,9 à 2
Fonte	0,00179 à 0,001735	5,1 à 5,3	1,9 à 2
Amiante	0,00118	4,89	1,85
Ciment plastique	0,001052	4,774	1,77

Nous avons choisi le PEHD (Polyéthylène à haute densité), comme matériau pour notre conduite, car il présente une bonne caractéristique du point de vue dureté, étanchéité et résistance à la corrosion et faible rugosité.

Avec : K = 0,001052

m = 4,774

β = 1,77

Les longueurs sont représentées dans le tableau suivant.

Tableau IV.11 : Longueur de chaque tronçon

Tronçon -1- : dessaleur - Décanteur primaire	10
Tronçon -2- : Décanteur primaire – Bassin d'aération	15
Tronçon -3- : Bassin d'aération – Clarificateur	14,5
Tronçon -4- : Clarificateur – Bassin désinfection	49

IV.B .1.3)Calcul des côtes piézométriques des différents ouvrages :

On calcule les côtes piézométriques d'après la formule de Bernoulli qui est donnée par :

$$P1/\rho g + V1^2/2g + Z1 = P2/\rho g + V2^2/2g + Z2 + \Delta H_{1-2}$$

Avec :

P1/ρg et P2/ρg : énergies de pression dans les sections (1) et (2).

V1²/2g et V2²/2g : : énergies cinétiques en (1) et (2).

Z1 et Z2 : Côtes des points (1) et (2).

ΔH₁₋₂ : pertes de charge dans le tronçon (1-2)

La variation de la vitesse est très faible, donc les énergies cinétiques peuvent être éliminées, d'où l'équation sera :

$$P1/\rho g + Z1 = P2/\rho g + Z2 + \Delta H1-2$$

On pose : $P1/\rho g = H1$ et $P2/\rho g = H2$ Donc : $H1 + Z1 = H2 + Z2 + \Delta H1-2$

$CP1 = H1 + Z1$: Côte piézométrique au point (1).

$CP2 = H2 + Z2$: Côte piézométrique au point (2).

$$CP1 = CP2 + \Delta H1-2$$

IV.B .1.4)Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages et les côtes piézométriques

a. La conduite de Dessableur – Décanteur primaire (1-2)

On a :

➤ La côte de radier de dessableur ($Cr = 408,63m$)

➤ La hauteur d'eau dans le dessaleur ($H = 1,5 m$)

D'où : $Cp1 = 410,13 m$

➤ La côte de radier du Décanteur primaire ($Cr = 407,59 m$)

➤ La hauteur d'eau dans Décanteur primaire ($H = 2,5 m$)

D'où : $Cp2 = 410,09 m$ $L=10 m$

❖ **Diamètre :**

$$D = \frac{m \sqrt{K*L*Q^\beta}}{\sqrt{Cp1-Cp2}} \Rightarrow D = \frac{4,774 \sqrt{0,001052*10*0,173^{1,77}}}{\sqrt{410,13-410,09}} \quad D = 394 \text{ mm} \Rightarrow \text{DN} = 400 \text{ mm}$$

❖ **Côte piézométrique :**

$$CP2' = CP1' - \frac{K * L * Q^\beta}{D^m} \Rightarrow CP2' = 410,091 m$$

b. La conduite de Décanteur primaire – Bassin d'aération (2-3)

On a : $Cp2' = 410,091 m$

➤ La côte de radier du bassin d'aération ($Cr = 406,85 m$)

➤ La hauteur d'eau dans le bassin d'aération ($H = 3 m$)

D'où : $Cp3 = 409,85 m$ $L=15 m$

❖ **Diamètre :**

$$D = \frac{m \sqrt{K*L*Q^\beta}}{\sqrt{Cp2-Cp3}} \Rightarrow D = \frac{4,774 \sqrt{0,001052*15*0,173^{1,77}}}{\sqrt{410,091-409,85}} \quad D = 295 \text{ mm} \Rightarrow \text{DN} = 300 \text{ mm}$$

❖ Côte piézométrique :

$$CP3' = CP2' - \frac{K * L * Q^\beta}{D^m} \Rightarrow CP3' = 409,87 \text{ m}$$

c. La conduite de Bassin d'aération – Clarificateur (2-3)

$Cp2' = 409,87 \text{ m}$

- La côte de radier de Clarificateur ($Cr = 406,05 \text{ m}$)
- La hauteur d'eau dans le clarificateur ($H = 3,75 \text{ m}$)

D'où : $Cp3 : 409,80 \text{ m}$ $L = 14,5 \text{ m}$

❖ Diamètre :

$$D = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^\beta}{Cp2' - Cp3}} \Rightarrow D = \sqrt[4,774]{\frac{0,001052 * 14,5 * 0,173^{1,77}}{409,87 - 409,80}} \quad D = 379 \text{ mm} \Rightarrow D N = 400 \text{ mm}$$

❖ Côte piézométrique :

$$CP3' = CP2' - \frac{K * L * Q^\beta}{D^m} \Rightarrow CP3' = 409,81 \text{ m}$$

La conduite de Clarificateur – Bassin de désinfection (3-4)

$CP3' = 409,81 \text{ m}$

- La côte de radier du Bassin de désinfection ($Cr = 401,8 \text{ m}$)
- La hauteur d'eau dans le Bassin de désinfection ($H = 4 \text{ m}$)

D'où : $Cp4 : 405,8 \text{ m}$ $L = 49 \text{ m}$

❖ Diamètre :

$$D = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^\beta}{CP3' - CP4'}} \Rightarrow D = \sqrt[4,774]{\frac{0,001052 * 49 * 0,173^{1,77}}{409,81 - 405,8}} \quad D = 209 \text{ mm} \quad DN = 250 \text{ mm}$$

❖ Côte piézométrique :

$$CP4' = CP3' - \frac{K * L * Q^\beta}{D^m} \Rightarrow CP4' = 408,07 \text{ m}$$

Tableau IV.12: Récapitulatif des différentes côtes des ouvrages de la STEP

Désignation	Côte Terrain (m)	Côte Radier (m)	Hauteur D'eau (m)	Côte Piézométrique (m)
Dessableur	412,0	408,63	1,5	410,13
Décanteur primaire	411,5	407,59	2,5	410,09
Bassin d'aération	411,0	406,85	3	409,87
Clarification	410,5	406,05	3,75	409,81
Bassin de désinfection	404,0	401,8	4	408,07

IV.B.) Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons dimensionné les différents ouvrages de la station d'épuration à boues activées pour les deux filières de traitement à savoir l'eau et la boue pour variante à moyenne charge

Le choix de la variante à adapter pour le traitement de notre effluent se fera après l'étude de l'aspect économique . Par ailleurs, le choix de la variante à retenir dépend des critères suivants :

- ✓ Respect des normes exigées.
- ✓ Simplicité dans l'exploitation.
- ✓ Taille de l'agglomération.
- ✓ Disponibilité du terrain.

A decorative graphic of a scroll with a black outline and rounded corners. The scroll is partially unrolled, with the top and bottom edges curving upwards. There are two grey circular elements at the top corners, resembling the ends of the scroll's binding or the tips of the unrolled edges.

Le Chapitre V

Aspect

économique

V) Introduction :

Après avoir établi les différentes chaînes de traitement d'eau usée, on doit faire une évaluation économique prendre une décision finale du choix de la variante la plus économique. De ce fait ,on doit évaluer sur le plan économiques les deux variantes étudiées précédemment et qui sont la moyenne et la faible charge.

Ce qui nous permettra de confirmer notre choix de façon idoine.

Le coût estimatif du projet est établi sur la base du coût du mètre cube (m³) d'eau épurée.

Ce coût est composé de :

☞ **Le coût d'investissement :**

- Coût des travaux de génie civil (terrassement et coût des ouvrages en béton).
- Les équipements (racleurs, turbine, pompes aérateurs, tuyauterie...).

$$C_{Ti} = C_{Gc} + C_{eq} + C_{vrd}$$

☞ **Le coût de fonctionnement:**

- Coût d'exploitation courante.
- Coût de renouvellement du matériel électromécanique.
- Frais financiers et de la main d'œuvre.

V.1)Coût de la variante à moyenne charge :**V.1.1) Coût d'investissement :****V.1.1.1) Coût de terrassement :**

L'épaisseur de la couche végétale sera estimée à 30 cm.

Le prix du mètre cube de terrassement sera évalué à 300 DA (donnée par bureau d'étude) On calculera le volume de la couche végétale par l'expression :

$$V = 0.3 \times Sh_i$$

Avec :V : volume de terrassement de l'ouvrage considéré.

Sh_i : surface horizontale de l'ouvrage considéré.

Le coût d'un ouvrage sera donc :

$$C = 300 \times V$$

Tableau V.1 : Le coût de terrassement de chaque ouvrage.

Ouvrages	Nombre	Volume (m ³)	Coût (DA)
-Désableur-déshuilleur	01	20,76	6228
-Décanteur primaire	01	187,6	56280
-Bassin d'aération	02	37,365	11209,5
-Décanteur secondaire	02	149,868	44960,4
-Bassin de désinfection	01	46,833	14049,9
-Epaississeur	01	23,058	6917,4
-Lit de séchage	21	2835	850500

Donc le coût total du terrassement est $C_{terr} = 990145,2DA$

V.1.1.2) Coût du béton armé :

Le coût du béton revient actuellement à $P_u = 20000 DA/m^3$.

$$C_b = P_u \times V_{tb}$$

C_b : le coût du béton.

V_{tb} : le volume total du béton.

Epaisseur des murs de l'ouvrage e_m : (0.15 à 0.5) m.

Epaisseur en radiers de l'ouvrage e_r : (0.3 à 0.4) m.

☞ Calcul du volume de béton armé :

Le volume total du béton pour chaque ouvrage sera la somme des deux volumes :

$$V_{tb} = V_r + V_m$$

Tel que :

$$V_r = S_h \times e_r \quad V_m = P \times H \times e_m$$

On prend :

L'épaisseur du mur $e_m = 0.5$ m

L'épaisseur du radier $e_r = 0.4$ m

V_r : volume du radier.

V_m : volume du mur.

P : périmètre de l'ouvrage.

H : Hauteur de l'ouvra

Tableau V.2 : Le coût du béton armé de chaque ouvrage.

OUVRAGES	NOMBRE	Vr (m ³)	Vm (m ³)	Vtb (m ³)	Cout (DA)
-Désableur-déshuilleur	01	27,68	29,415	57,095	1084805
-Décanteur primaire	01	249,773	109,575	359,348333	6827618,33
-Bassin d'aération	02	49,82	71,01	120,83	2295770
-Décanteur secondaire	02	199,824	148,48125	348,30525	6617799,75
-Bassin de désinfection	01	62,444	105,96	168,404	3199676
-Epaississeur	01	30,744	62,1	92,844	1764036
-Lit de séchage	21	3780	180	3960	75240000

Coût total du béton armé est $C_{ba} = 97029705,1$ DA

V.1.1.3) Coût total du génie civil :

Le total du génie civil est la somme des deux coûts calculé précédemment :

$$C_{gc} = C_{terr} + C_{ba} = 990145,2 + 97029705,1 = 98019850,3 \text{ DA}$$

V.1.1.4) Coût des VRD :

Le coût des VRD est estimé à 25% du coût du génie civil donc :

$$C_{VRD} = 0.25 \times 98019850,3 = 24504962,6 \text{ DA}$$

V.1.1.5) Coût des équipements électromécaniques et électriques et des installations hydromécaniques :

Il est estimé à 40% du ($C_{gc} + C_{VRD}$)

$$C_{eq} = 0.4 \times (98019850,3 + 24504962,6) = 55136165,8 \text{ DA}$$

V.1.1.6) Coût total des investissements de la station :

$$C_{TI} = C_{gc} + C_{VRD} + C_{eq} = 98019850,3 + 24504962,6 + 55136165,8 = 177660979 \text{ DA}$$

V.1.2) Coût de fonctionnement :**V.1.2.1) Le coût de main d'œuvre :**

Le coût de main d'œuvre est estimé à 5% du coût d'investissement :

$$C_{m.o.} = 0.05 \times C_{Ti} = 0.05 \times 177660979 = \mathbf{8883048,93 \text{ DA}}$$

V.1.2.2) Le coût de l'énergie (consommation électrique) :

Les frais d'énergie sont calculés par l'expression suivante :

$$C_e = P_u \times E_c$$

Pu : prix unitaire du kwh, $P_u = 4.18 \text{ DA}$.

Ec : énergie totale consommée (kwh), $E_c = 1.5 \text{ kwh/m}^3$

$$C_{ea} = Q \times C_e = Q_a \times (P_u \times E_c)$$

Qa : le débit annuel qui sera traité en 2031 est égal à $5520 \text{ m}^3/\text{j}$

$$C_{ea} = 5520 \times 365 \times 4.18 \times 1.5 = \mathbf{12632796 \text{ DA}}$$

V.1.2.3) Le coût des réactifs chimiques :

La consommation en hypochlorite de sodium est égale à $55,2 \text{ Kg/j}$.

Le prix du Kg d'hypochlorite de sodium est estimé à 14 DA

Donc :

$$C_{rc} = P_u \times \text{consommation annuelle en hypochlorite de sodium.}$$

$$C_{rc} = 55,2 \times 365 \times 14 = \mathbf{282072 \text{ DA}}$$

V.1.2.4) Le coût de renouvellement du matériel électromécanique :

Il est estimé à 5% du coût d'investissement total

$$C_{rm} = 0,05 \times 177660979 = \mathbf{8883048,93 \text{ DA}}$$

V.1.2.5) Le coût des frais financiers :

Il est estimé à 5% du coût d'investissement total

$$C_{ff} = 0,05 \times 177660979 = \mathbf{8883048,93 \text{ DA}}$$

V.1.2.6) Le coût de fonctionnement total :

$$C_{Ft} = C_{mo} + C_e + C_{rc} + C_{rm} + C_{ff} = 12632796 + 282072 + (8883048,93 \times 3)$$

$$C_{Ft} = 39564014,8 \text{ DA}$$

V.1.3) Calcul du prix du m³ d'eau traitée :

Le coût d'amortissement annuel :

$$C_{aa} = C_{Ti} / t$$

Avec :

t : durée d'amortissement t = 30 ans.

Donc :

$$C_{aa} = 177660979 / 30 = 5922032,62 \text{ DA}$$

➤ Coût annuel de la station :

$$C_{TS} = C_{aa} + C_{ft} = 5922032,62 + 39564014,8 = 45486047,4 \text{ DA}$$

V.1.4) Calcul du prix du m³ d'eau épurée :

Le volume total annuel d'eau épurée en l'an 2030 est :

$$V_{an} = 5520 \times 365 = 2014800 \text{ m}^3.$$

Le coût du m³ épurée C_e se calcul alors :

$$C_e = C_{TS} / V_{an} = 45486047,4 / 2014800$$

$$C_e = 22,5759 \text{ DA}$$

Tableau V.3 : résultats de la variante à moyenne charge.

Désignation	unité	Coûts
1. Coût d'investissement		
1.1. Coût de terrassement	DA	990145,2
1.2. Coût total du béton armé	DA	97029705,1
1.3. Coût total de génie civil	DA	98019850,3
1.4. Coût des VRD	DA	24504962,6
1.5. Coût des équipements électromécaniques et électriques et des installations hydromécaniques	DA	55136165,78
Coût total des investissements de la station	DA	177660979
2. Coût de fonctionnement		
2.1. Coût de main d'œuvre	DA	8883048,93
2.2. Coût de l'énergie	DA	12632796
2.3. Coût des réactifs chimiques	DA	282072
2.4. Coût de renouvellement du matériel électromécanique	DA	8883048,93
2.5. Coût des frais financiers	DA	8883048,93
Coût de fonctionnement total	DA	39564014,8
3. Coût d'amortissement	DA	5922032,621
4. Coût total de la station	DA	45486047,42
5. Coût de m ³ d'eau épurée	DA	22,5759

Conclusion :

D'après l'étude économique, on remarque que le coût de la station ainsi que le mètre cube d'eau dans la moyenne charge revient plus convenable

Son rendement d'épuration étant suffisant, a cet égard, nous l'adoptons comme choix définitif



Le Chapitre VI
Gestion et Exploitation
de la station

VI.1. Introduction :

Les critères de réussite dans la conduite d'une station d'épuration sont de trois ordres :

- ✓ obtenir les performances épuratoires de cahier de charge,
- ✓ assurer la pérennité des installations,
- ✓ optimiser le coût de fonctionnement de l'épuration.

Ces incontestablement, la maîtrise des procédés de traitement et la gestion rigoureuse de infrastructure et équipement présents dans la station d'épuration qui permettent par une exploitation optimale de la station, d'atteindre ce critère de réussite et répondre ainsi aux exigences en matière de norme de rejet dans le milieu récepteur pour la sauvegarde environnemental ou encore en matière de réutilisation de l'eau épurée dans un souci d'économie de l'eau.

L'exploitation d'une station d'épuration peut se résumer en une série d'opération de :

- ✓ maintenance et entretien des installations,
- ✓ maîtrise et amélioration du schéma de traitement en contrôlant et on modifiant si nécessaire certains paramètres du processus d'épuration.

Ces opérations exigent des proposés à la gestion et l'exploitation de la station la connaissance des notions hydrauliques, de mécanique, d'électromécanique, de chimie et de biologie.

VI.2. Gestion et entretien de la station :

Le but de la station d'épuration est le traitement des eaux usées provenant des rejets urbains pour ensuite les rejeter dans le milieu naturel sans impact négatif ou bien les réutiliser. Cette opération est très difficile et compliqué, elle nécessite une gestion précise et régulière pour bien contrôler les équipements de la station donc la gestion de la STEP. Elle consiste donc à :

- ✓ Relever les compteurs et indicateurs de fonctionnement.
- ✓ Réaliser les simples tests d'analyses et leurs interprétations.
- ✓ Régler l'aération, la recirculation et l'extraction des boues.
- ✓ Tenir un journal de bord.
- ✓ Planifier les taches d'entretien et de maintenance.

VI.2.1.Etablissement de documents :

Une station d'épuration comportant des appareillages de diverses natures, il est indispensable d'établir, au préalable, un nombre de documents permettant une organisation rationnelle de leur entretien.

VI.2.1.1 Documents d'ordre des opérations à effectuer :

Les documents permettant de déterminer les opérations à effectuer et d'on ordonner l'exécution sont :

✓ Un tableau général du matériel : les caractéristiques et les organes de chaque appareil y sont mentionnés.

✓ Les fiches d'entretien par appareil : les fiches d'entretien établies pour chaque appareil doivent indiquer toutes les opérations à y effectuer avec mention de leur fréquence.

VI.2.1.2. Documents de contrôle :

✓ Les feuilles de temps de marche mentionnent les temps de marche journaliers et éventuellement, la puissance absorbée.

✓ Les fiches de contrôle qui permettant d'apprécier les baisses de rendement et de déterminer le moment opportun de remplacement.

Des rapports d'exploitation détaillés sont indispensables pour contrôler la marche de la station La comparaison des rapports mensuels s'étendant sur de longue période, permet de constater les variations dues aux changements de population, de la station, de méthodes d'exploitation ou d'autres facteurs.

VI.2.2. Moyens et techniques d'exploitation de la station :**VI.2.2.1. Moyens humains :**

La complexité de la plupart des ouvrages d'épuration nécessite un personnel qualifié et spécialisé en la matière. Le tableau suivant explique comment les gens et les techniciens faire pour le bon fonctionnement de la station d'épuration :

Tableau VI.1 : Les rôles des personnes dans la STEP.

Personnels	Rôles
- Le chef de la station	- Tache administrative (organisation du personnel).
- Technicien de laboratoire	- Responsable sur les analyses et l'échantillonnage.
- Electromécanicien	- Dépannage de toutes les filières (eau et boues) peut devenir chef d'exploitation d'une filière sophistiquée.
- Des ouvriers	- Entretien des filières simples
- Agent d'exploitation	- l'entretien et l'exploitation des différents ouvrages épuratoires. - Assure l'ensemble des opérations.
- Des gardiens	- Assure la sécurité de la STEP.

VI.2.3. Contrôles et suivis effectués au niveau de la station d'épuration :

Chaque contrôle journalier, doit toujours être fait à la même heure pour être représentatif (Joseph pronost et Rakha pronost 2002,)

VI.2.3.1. Contrôle de fonctionnement :

Le bon fonctionnement et la durée de vie d'une station d'épuration dépendent fortement de l'entretien de ses ouvrages. Il faut veiller donc au maintien en parfait état de la propreté de l'ensemble de la station en nettoyant les rigoles, caniveaux, murs...etc.

Les ouvrages métalliques doivent être repeints en moyenne tous les cinq ans afin de les protéger contre la corrosion.

Les ouvrages en béton doivent être régulièrement inspectés. Les vérifications doivent porter sur l'étanchéité, la détection des fissures, les ruptures des joints de dilatation.

Il faut lubrifier et graisser régulièrement tous les équipements mécaniques et électromécaniques et veiller à leur fonctionnement.

Pour les équipements immergés, une vidange une fois par ans des ouvrages où ils sont disposés est nécessaire pour leur entretien. Les équipements d'aération doivent être également inspectés régulièrement en nettoyant les orifices de diffusion de l'air.

Ce qui nous mène à exiger une attention distinctive afin d'assurer de façon continue l'épuration conforme des effluents. Elle doit s'exercer à plusieurs niveaux :

✓ Contrôle journalier :

Ces contrôles peuvent être effectués par l'exploitant, différentes épreuves ou observations permettent d'apprécier la rationalisation de la conduite de la station d'épuration :

- le test de décantation et de turbidité.
- les odeurs.
- les couleurs des boues.
- le manque d'oxygène se fait sentir par une odeur désagréable, et une couleur de boue grise noire.

Afin de permettre des contrôles périodiques plus précis, il est important que l'exploitant tienne un journal de bord sur lequel il consignera les résultats des tests et les observations faites.

✓ Contrôles périodiques :

Le but essentiel de ces contrôles est d'attribuer aux résultats détenus préalablement des solutions fiables et d'apporter au maître de l'ouvrage les conseils nécessaires à une bonne exploitation en proposant toutes les améliorations ou rectifications qui s'imposent.

Les investigations complémentaires qu'il est souhaitable de mener dans le cadre de ces visites sont :

- une mesure de l'oxygène dans le bassin d'aération.
- une analyse des boues prélevées dans le bassin d'aération après un fonctionnement de 15 à 20 mn des aérateurs, ayant pour objet de déterminer (la décantabilité, la teneur en MES, la teneur en MVS).
- une analyse de l'effluent épuré sur un prélèvement instantané, considérant que la quantité de l'effluent épuré varie généralement très peu dans une journée sur une station d'épuration.
- une visite bilan au moins une fois par an qui consistera à effectuer un diagnostic complet du fonctionnement de la station, en effectuant notamment :
 - des analyses sur l'effluent reçu par la station en 24h à partir de prélèvements, visant à déterminer les mêmes paramètres en fonction du débit .

VI.2.4. Mesure des paramètres de fonctionnement de la station :

VI.2.4.1. Mesure de la turbidité :

Ce test nous permet d'avoir le degré d'épuration atteint après la décantation secondaire.

L'épreuve la plus couramment utilisée est cependant l'évaluation de la transparence de l'effluent traité à l'aide d'un disque de SECHEL. Ce disque de 0,50 cm, sera plongé lentement dans l'eau.

Le niveau d'eau (**h**) repéré sur la tige métallique graduée fixée au centre du disque, nous renseignera sur la qualité de l'eau selon ces données.

- $h < 20$ cm l'eau est mauvaise
- $40 < h < 50$ l'eau est bonne
- $H < 60$ l'eau est très bonne

VI.2.4.2. Mesure de la teneur en oxygène dissous :

La mesure de la teneur en oxygène dissous est réalisée à l'aide d'une sonde palargraphique (sonde à oxygène) dans le bassin d'aération **15** mn après la mise en route des systèmes d'aération. Le but de cette opération est de :

- mesurer une concentration moyenne en oxygène dissous comprise entre 0,50 et 2 mg/l,
- suivre l'évolution de la teneur en oxygène dissous après l'arrêt des dispositifs d'aération.

VI.2.4.3. Mesure de pH et température :

La mesure de pH est indispensable et cela pour connaître le degré d'alcalinité et d'acidité du milieu. La mesure du pH doit être faite à l'entrée de la station et cela pour prendre toutes les mesures pour le bon fonctionnement des ouvrages.

Pour maintenir la température nécessaire aux bactéries et surtout durant la période froide la mesure de la température est très recommandée.

Pour obtenir un réglage adéquat de la station d'épuration, on doit jouer essentiellement sur :

- Le taux de recirculation des boues.
- Le taux d'aération.
- Le taux des boues en excès.

Pour régler ces paramètres on aura besoin de savoir :

- La teneur en oxygène dans le bassin d'aération.
- Le pourcentage de boues dans le bassin d'aération.
- La teneur des MVS dans le bassin d'aération.

VI.2.5. Entretien des ouvrages

VI.2.5.1. Le dégrilleur :

- Les déchets seront évacués quotidiennement, le nettoyage des parois des grilles se fait par un jet d'eau et l'enlèvement des matières adhérentes putrescibles par les râteaux.
- Noter les quantités des refus journaliers.
- Vérifier le niveau d'huile et de graisse des chaînes d'entraînement.
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement électromécanique des râteaux automatisés.

VI.2.5.2. Désableur-Déshuileur :

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté.
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement de l'installation.
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement du pont roulant et des procédés de raclage, suivi du déroulement complet d'un cycle de fonctionnement.
- Faire fonctionner 24/24 h le pont roulant et l'insufflation d'air.

VI.2.5.3. Bassin d'aération :

- Chaque jour contrôler et intervenir pour tous les équipements d'aération fonctionnement convenablement.
- Vérifier et entretenir les procédures automatiques de démarrage et d'arrêt des aérateurs.
- Noter les paramètres de fonctionnement (débit et oxygène).
- Mesurer et noter quotidiennement la charge en DBO5 entrante et la concentration des boues dans le bassin.

VI.2.5.4. Clarificateur :

- Maintenir le clarificateur en état de propreté.
- Vérifier tous les six mois le bon fonctionnement des dispositifs de pompages des écumes.
- Analyser contractuellement l'eau après clarification (DBO, DCO, MES).
- Vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôle et entretien des structures immergées.

VI.2.5.5. Désinfection des eaux épurées :

- Maintenir le poste en état de propreté.
- Respecter les procédures de mise en marche et d'arrêt des installations fournies par les constructeurs.
- Faire fonctionner régulièrement le circuit de secours de chloration.
- Ne jamais utiliser l'eau dans les circuits véhiculant du chlore.
- Au cours de toute intervention dans les locaux de stockage et dosage, respecter les consignes de sécurité.

VI.2.5.6. Epaisseur :

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté.
- Mesurer quotidiennement la hauteur du voile de boues, le garde-boue ne doit pas être inférieur à 2 m.
- Contrôler et noter chaque jour le PH des eaux sur versées e et des boues épaissies.
- Relever les volumes des boues soutirées des épaisseur.
- Vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôler les structures immergées .

VI.2.5.6. Lits de séchage :

- Préalablement à l'épandage des boues liquides, les lits de sable devront être soigneusement désherbés et ratissés afin de détisser la masse filtrante et la régulariser.
- Les quantités de boues à admettre sur les lits de séchage ne devront pas dépasser une épaisseur de 40 cm.
- Après deux à trois utilisations du lit, la couche superficielle est renouvelée par un sable propre.
- Tous les deux ans, il faut changer les lits de séchage (les lits seront refaits complètement les drains seront colmatés ou brisés).
- Entre deux épandages de boues, le lit pourra être protégé par un film plastique destiné à éviter la prolifération de la végétation et le tassement des matériaux filtrants par les précipitations.

VI.3. Impact sur l'hygiène et sécurité du personnel :

La station d'épuration prévue peut constituer une source de danger et de nuisance pour le personnel qui est amené à y travailler.

Il est donc indispensable de prendre des précautions afin d'éviter les accidents suivantes :

VI.3.1. Risques due à la circulation :

Les chutes et les glissades comptent parmi les accidents les plus fréquents. Elles sont généralement dues à l'absence de balustrades et à l'étroitesse des abords des bassins.

VI.3.2. Risques d'incendie et d'exploitation :

Les défaillances des dispositifs de protection électriques pourraient provoquer des incendies. Il n'y a pas de gaz de digestion donc risque d'explosion est à éliminer.

VI.3.3. Risques mécaniques :

Les risques mécaniques résultant d'organes en mouvement, sont susceptibles d'entraîner des chocs, des cisaillements et des coupures

VI.3.4. Risques dus aux réactifs :

Un certain nombre des réactifs qui seront utilisés dans le conditionnement des boues ou la désinfection de l'effluent épuré, avant rejet, sont fortement corrosifs. Les poussières de chaux sont susceptibles de porter atteinte au système respiratoire et aux yeux.

Les dangers du chlore sont également redoutables, quelques inhalations d'un mélange d'air et de chlore suffisent pour entraîner une mort immédiate.

VI.3.5. Risques d'infections :

Un contact direct avec l'eau usée et les boues, peut provoquer des risques d'infections. Ceci serait d'autant plus prononcé, lors d'un mauvais fonctionnement de la station. En effet, il y a diffusion de produits tels que mousses et éléments pathogènes.

VI.4. Étude d'impact sur l'environnement :

La présente étude d'impacts sur l'environnement vise à évaluer les perturbations sur les milieux physiques, biologiques, humains, ainsi que l'exploitation de la station d'épuration technique est susceptible d'entraîner et de proposer la solution environnementale optimale pour l'intégration de ce projet dans l'environnement et de cette étude, il s'agit également d'obtenir les autorisations environnementales nécessaires pour l'implantation et l'exploitation de ce projet

VI.4.1. Impact sur la qualité de vie de populations riveraines et la salubrité :

Les effets néfastes engendrés par le fonctionnement d'une STEP sont les suivantes :

- effets sonores.
- les émissions olfactives.
- les émissions polluantes.

VI.4.2. Impacts liés aux nuisances sonores :

Les nuisances sonores peuvent porter atteinte à l'équilibre social, physique et physiologique de l'individu. Les effets de la pollution sonore se caractérisent par :

- une diminution de l'acuité auditive.
- des difficultés au niveau de la communication.
- une diminution de l'efficacité des individus sur leur lieu de travail et un allongement du temps de réaction.
- des troubles de sommeil.
- une réaction des sensations subjectives de bien-être.

VI.4.3. Impact sur l'air :

Compte tenu de la nature du site d'exploitation de la future station d'épuration qui est un terrain alluvionnaire, les émissions de poussières qui seront engendrées par les travaux. Les déblaiements et terrassements seront minimes. Elles n'auront aucun effet sur la santé des ouvriers du chantier.

VI.4.4. Impacts liés aux nuisances olfactives :

Généralement, les odeurs qui s'échappent d'une installation de traitement des eaux usées sont des matières volatiles qui sont soit des composants de l'eau, soit des produits de décomposition gazeux. Toutes les émissions olfactives ayant lieu au cours des diverses phases de l'épuration des eaux usées et de traitement des boues dépendent largement de la composition de l'eau brute et de processus de traitement appliqué. Cependant, le procédé retenu pour le traitement des eaux résiduaires à faible charge ne génère pas à priori des odeurs désagréables fortes.

VI.4.5. Impacts liés aux émissions d'aérosols :

Dans une installation de traitement des eaux usées, la formation de l'aérosol concerne surtout les niveaux suivants :

- ouvrages de chute à ciel ouvert;
- Secteurs d'admission et d'écoulement à fortes turbulences;
- ensemble des bassins aérés (bassin de dessablement, de traitement biologique, etc.)

Dans les conditions normales d'exploitation et selon les connaissances actuelles dont nous disposons dans ce domaine, les aérosols ne possèdent aucun risque sanitaire à proximité des stations d'épuration.

VI.4.6. Impacts sur la ressource hydrique :

La collecte des eaux usées permettra d'éviter les maladies à transmission hydrique susceptibles d'apparaître.

La station d'épuration des eaux usées écarte les risques sur la santé provenant de la population bactérienne des eaux usées et met à la disposition des agriculteurs un volume d'eau épurée affecté à l'irrigation sans risque majeur sur la santé.

VI.4.7. Impacts liés à l'élimination des boues :

Les boues de la station d'épuration sont le résultat du traitement des eaux lors de l'élimination de la charge organique et minérale qu'elles contiennent. Elles sont représentées sous forme d'une suspension dans l'eau de matières minérales.

La qualité et les caractéristiques des boues produites dépendant non seulement des caractéristiques de l'effluent à traiter, mais du procédé de traitement choisi.

Tout rejet occasionnel ou accidentel des boues au milieu récepteur est plus préjudiciable qu'un rejet d'effluent brut en raison des risques accrus de sédimentation de MES. L'évacuation et le transport des boues d'épuration dans des camions, vu que le site d'implantation est à proximité de la route.

VI.4.8. Impacts liés à l'arrêt ou au mauvais fonctionnement de la station d'épuration :

Les facteurs pouvant engendrer un arrêt ou au mauvais fonctionnement de la station d'épuration seront dues :

- Au mauvais fonctionnement du procédé ou à des pannes l'appareillage.
- À une pollution accidentelle : rejet industriel sans aucun traitement préalable.
- À des erreurs humaines dans le contrôle de la station.
- À une faute de maintenance du système d'assainissement.

Tous ces facteurs contribuent à un rejet d'eau usée pareillement ou non traitée chargée en polluants divers et dont la qualité sera évidemment non conforme aux normes prescrites.

VI.5 Mesures et recommandations :

Cette partie de l'étude traitera des mesures à envisager de façon à maîtriser et à réduire les impacts du projet sur l'environnement. Ces mesures se subdivisent en trois catégories :

VI.5.1. Mesures à prendre contre la pollution de l'air :

Il est indispensable qu'une station soit implantée loin d'habitation ou de ne laisser pas des habitations se construire trop près de la station. En effet, l'éloignement à prévoir doit dépasser les 300m. Il est souhaitable que les contraintes correspondantes soient fixées ou confirmées par des documents d'urbanisme.

La réduction des émissions d'odeurs est possible si certaines conditions sont respectées :

- ✓ Un bon fonctionnement du réseau d'assainissement.
- ✓ Un bon dimensionnement des ouvrages de la STEP
- ✓ Limitation de la durée de stockage des sables et des refus de dégrillage.

VI.5.2. Mesures à prendre en cas de pollution accidentelle :

Bien que la future station d'épuration soit prévue pour les eaux usées urbains mais, une pollution accidentelle n'est jamais à exclure comme un déversement accidentel de produits toxiques. Afin de ne pas altérer le fonctionnement de la station d'épuration, un by-pass général en amont de la station est prévu.

VI.5.3. Mesures à prendre pour la sécurité et l'hygiène du personnel :**VI.5.3.1. Risque de circulation :**

Les glissades être évitées par :

- un nettoyage quotidien des sols .
- une élimination des flaques d'eau ou des boues.

VI.5.3.2. Risque d'infection :

Quelques mesures préventives sont indispensables pour éviter les risques d'infections lors du fonctionnement de la station d'épuration, nous pouvons citer :

- une protection par vaccination appropriée contre les maladies à transmission hydrique ;
- une désinfection immédiate et protection des maladies.

Toutes ces mesures doivent être données à tout le personnel (formation pédagogique, affichage).

VI.5.3.3. Risque d'incendie :

Une ventilation efficace et une scrutation avant la mise en marche de tout appareil susceptible de provoquer une déflagration seront un moyen de prévention contre tout incident.

VI.5.3.4. Risque mécanique :

Le port de gants limite considérablement les accidents de coupures ou de brûlures.

VI.5.3.5. Risques électriques :

La plupart des appareils tournants, dans les stations d'épuration sont entraînés par un moteur électrique et les tensions employées sont souvent très élevées.

Les principales mesures de sécurité sont les suivantes :

- Toute réparation de dispositifs électriques ne doit être effectuée que par un électricien qualifié.
- Le port de gant et de chaussures à semelles isolantes.

Recommandations pour l'esthétique de la station d'épuration :

Pour bien intégrer la station d'épuration dans le milieu naturel décrit précédemment et afin que l'aspect paysager ne subisse pas une grande modification, nous recommandons de ceinturer le site par une rangée d'arbres (type cyprès).

En plus de cette fonction, ces arbres constitueront une brise vent et un rideau contre la propagation du bruit et des odeurs.

VI.6. Conclusion :

Gérer et exploiter une STEP reposent essentiellement sur deux (02) critères que l'exploitant doit impérativement respecter et appliquer rigoureusement :

- 1- L'entretien permanent de l'ensemble des ouvrages de la STEP permet d'exploiter la station dans de très bonnes conditions et contribuer ainsi à ses performances et à l'augmentation de sa durée de vie.
- 2- L'hygiène et la sécurité dans le travail est un paramètre important car il y va de la santé et même de la vie de l'ensemble du personnel de la station.

Conclusion générale

Le traitement des eaux usées a pour but d'obtenir une eau pure répondant aux normes de rejet prescrites par la loi, afin qu'elle puisse être rejetée sans danger dans le milieu naturel ou utilisée dans le cadre des mesures nécessaires à une bonne gestion de l'eau (recyclage).

A l'instar de ces dires, le but de notre travail est la conception de la station d'épuration des eaux usées domestiques de la ville de SIDI ALI (W.MOSTAGANEM). Cette station ainsi conçue traitera les eaux résiduaires d'une pollution qui passera de 40000 à 49257 habitants aux horizons 2031 et 2051.

En effet, la technique de traitement est choisie à bases des charges à traiter, milieu récepteur et la disponibilité du site d'implantation.

Le traitement des eaux usées pour cette future station commence par une épuration physique de toutes les eaux admises à la station suivi d'une épuration biologique (boues activées) à faible charge et qui s'achève par une désinfection.

Nous recommandons que les eaux épurées de la station soient valorisées et réutilisées à des fins agricoles sous réserve que leurs caractéristiques soient compatibles avec les exigences de protection de la santé publique et de l'environnement.

En fin, il reste à signaler que le rendement d'une station d'épuration et même sa durée de vie sont étroitement liées à l'entretien et à la gestion de celle-ci.

REFERENCE :

Joseph pronost et Rakha pronost,

Station d'épuration :disposition constructive pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation, december 2002.

O. Bessaoud, J.-P. Pellissier, J.-P. Rolland, W. Khechimi

Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie. [Rapport de recherche] CIHEAM-IAMM. 2019, pp.82. hal-02137632

CHAIB A .2004

bioépuration par lagunage .bulletin des energies renouvelables n 5

COMMISSION EUROPEENNE 2001

procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités, office des publications officielles des communautés européennes, Luxembourg,.

HADJRABAH Mansour

Contribution à l'étude de traitabilité de la station d'épuration de Réghaia. PFE, (ENP) promotion 2004/2005

MOHAND-SAÏD OUALI 2008.

Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux, 2^{ème} édition, office des publications universitaires, Alger, 107 p.

Mr. BOUCELHA M Mr. HIDRA H 2018 – 2019

Mémoire master :Etude des performances de la station d'épuration de la commune de Sidi Ali (W Mostaganem)

BALEH Kahina S .HOULI 2011

Conception de la station d'épuration de La ville d'azazga (w Tizi ousou), MFE, ENSH, promotion 2011

ABDELKADER GAÏD 1984

Épuration biologique des eaux usées urbaines, tome 2, office de publication universitaire, Alger, 260 p.

OFFICE INTERNATIONAL DE L'EAU.

conception / dimensionnement : Le traitement par boues activées. RP F7.doc\05/04/2005

B. Merzouk, (2018/2019).

Cours Epuration des eaux usées, Université de M'sila,

E. Haouati 2005.,

Etude de Réhabilitation et d'extension de la station d'épuration de la ville de Djelfa, Mémoire de fin d'études, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique Abdallah Arbaoui,

D. Gaujous 1995.

La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Edition Technique et Documentation Lavoisier,

J. Bontoux 1993,

Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Qualité et santé. Edition Cebedoc, Liège,.

M. Satin et B. Selmi, 2006

Guide Technique de l'Assainissement 3e Edition, Le Moniteur,.

C. Cardot. A. Gilles, 2013

Analyse des eaux, Ellipses,.

S. LEULMI, 2019/2020

cours réutilisation recyclage des eaux usées traitées, ENSH Blida

J. P. Bechac-P. Boutin-B. Mercier-P. Nuer, 1984

." Traitement des eaux usées", Eyrolles,

Site Web :

<https://www.lejisl.com/edition-du-creusot/2011/01/08/le-lagunage-asaturation>

<https://www.google.com/maps/place/Sidi+Ali/>

www.eauencouleurs.org/introduction_au_lagunage_naturelpdf