



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en
Hydraulique*

Option : Réutilisation Des Eaux Non Conventionnelles

THEME :

**Dimensionnement et étude des performances de la station d'épuration
des eaux usées de Bouira**

Présenté par :

M^{elle} : CHEKCHEK Nouria

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Mr. KAHLERRAS Djillali	M.C.A	Président
Mme. KHALED HOULI Samia	M.A.A	Membre
Mme. MEDJDOUB LEULMI Sonia	M.A.A	Membre
Mr. TOUIL Youcef	M.C.B	Promoteur

Session novembre 2021

Remerciement

*Avant tout je remerciée **Allah**, Pour m'avoir donné la force et le courage d'effectuer ce projet de fin d'étude.*

*Je voudrais exprimer ma gratitude pour la patience, le soutien et l'aide qu'a pu m'apporter mon encadreur : **Mr. TOUIL Youcef** pour ses orientations, ses conseils, sa gentillesse.*

*J'adresse un remerciement particulier aux **mes enseignants** du département Irrigation et drainage.*

Je remerciée les enseignants de L'ENSH et tous les enseignants qu'ils m'ont aidés de près ou de loin pendant toutes mes années d'études.

*Je tiens enfin à remercier **les membres de jury** d'avoir accepté de juger ce travail.*

N.chekchek

Dédicace

Avant tout c'est grâce à Dieu que je suis arrivé là.

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes parents : **Mon père** qui ma donner la vie et qui a toujours sacrifie Pour moi, que dieu me le garde, Et à l'âme de **Ma mère**.*

A mes frères et mes sœurs

*A qui m'est cher, **Tonton** k. Derradji, je le remercie pour Le soutien qu'il me donne.*

A toute ma famille

Sans oublier mes très chers amis(es) et tous les collègues de l'ENSH.

Et à tous ceux que j'ai oubliés

Et à tous ceux que j'aime.

N.Chekchek

Sommaire

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

Chapitre I : Etude bibliographique

Introduction.....	04
I.1. Généralisés sur les eaux usées.....	04
I.1.1 Définition des eaux usées	04
I.1.2.L'origine des eaux usées.....	04
I.1.3.Caractéristiques des eaux usées.....	06
I.1.4. les méthodes et les différentes techniques de traitement des eaux usées.....	07
I.1.4.1. Traitement classique des eaux usées (STEP).....	07
I.1.4.2. Lagunage (culture libre).....	17
I.1.4.3.L'épandage	19
I.1.4.4. boues activées (culture libre).....	19
I.1.4.5. Lits de bactéries (culture fixé).....	20
I.1.4.6. Bio-disque (culture fixé).....	20
I.1.5. Choix de charge.....	21
I.2. Les station d'épuration par boues activées.....	22
I.2.1 Principe de fonctionne une station d'épuration à boues activées.....	22
I.2.2 Le bassin d'aération	23
I.2.3. Les étapes de traitement	23
I.2.3.1. Prétraitement.....	23
I.2.3.2. Traitement par aération prolongée.....	23
I.2.3.3. Décantation.....	23
I.2.4. Composition de la boue activée	24
I.2.4.1 Consommateurs primaires (bactéries).....	24
I.2.4.2 Les carnivores et les prédateurs (zooplancton).....	24
I.2.4.3 Les espèces sarcophages.....	24

I.2.5. Les paramètre de fonctionnement de STEP à boues activées.....	25
I.2.6. .Les avantages et les inconvénients du l'épuration par boues activées.....	25
I.3. La réutilisation des eaux usées.....	26
I.3.1 Définition de la réutilisation des eaux usées.....	26
I.3.2. les différents usages des eaux usées épurées.....	26
I.3.3 la réutilisation des eaux usées épurées en Algérie	26
I.3.4. L'avantage de recyclage des eaux usées épurées.....	29
I.4. Les normes en Algérie.....	30
I.5. Conclusion.....	32

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

Introduction.....	34
II.1. Présentation de la ville de BOUIRA.....	34
II.1.1 Situation démographique et superficie.....	34
II.1.2 Présentation géographique de la ville de BOUIRA	34
II.1.3. Présentation climatique	36
II.1.4. Présentation hydrographique.....	38
II.1.5. Potentialités économiques	39
II.2. Présentation de la station d'épuration de la ville de BOUIRA.....	40
II.2.1 Présentation géographique de la station d'épuration.....	40
II.3. Conclusion	41

Chapitre III : Description de la station d'épuration de BOUIRA

Introduction	43
III.1 Connaitre la situation de gestion de la station d'épuration.....	43
III.1.1 Filière eau.....	43
III.1.2 Filière boue.....	43
III.1.3 Principaux ouvrage et équipements annexes.....	44
III.2. Le principe de fonctionnement de la station d'épuration.....	44

III.3. description des étapes de traitement.....	45
III.3.1. Les prétraitements.....	45
III.3.2. Le traitement secondaire.....	46
III.3.2.1 Répartiteur.....	46
III.3.2.2 Bassins anoxies	46
III.3.2.3. Chenal d'oxydation (bassin aérobic)	47
III.3.2.4. Clarificateurs	48
III.3.3. Le traitement tertiaire.....	48
III.4. traitement des boues	49
III.4.1. Epaissement des boues en excès.....	49
III.4.2. Pompes des boues.....	50
III.4.3. Lits de séchage de secours et lits de stockage.....	51
III.4.4 Récolte de données de base de la station d'épuration.....	51
III.5. Diagnostic de la station d'épuration de la ville de BOUIRA	52
III.6. Conclusion.....	54

Chapitre IV : Estimation le débit des eaux usées

Introduction	55
IV.1.Le débit moyen journalier.....	55
IV.2.Calcul Les besoins en eau potable.....	57
IV.2.1.Besoins domestiques.....	57
IV.2.2.Besoins des équipements	58
IV.3. Conclusion	66

Chapitre V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

Introduction.....	68
V.1.Estimation des débits et de la charge polluante	68
V.1.1. Processus de calculs des débits.....	68
V.1.1.1. Estimation le débit moyen journalier.....	68

V.1.1.2. Estimations des débits de pointes d'eaux usées.....	68
V.1.1.3. débit moyen horaire.....	69
V.1.1.4. débit diurne.....	69
V.1.1.5. Débit de pointe temps de pluie.....	69
V.1.2. Processus de calculs les charges polluantes.....	70
V.1.3. Qualité des eaux épurées rejetées.....	72
V.2. Dimensionnement des ouvrages de la station	74
V.2.1. Poste de relevage	74
V.2.2. Ouvrage de Prétraitement.....	74
V.2.2.1. Dégrillage.....	75
V.2.2.2. Dessablage déshuilage.....	78
V.2.3 Traitement primaire.....	81
V.2.4. Traitement secondaire.....	81
V.2.4.1 Critère de conception du bassin d'aération.....	81
V.2.4.2 Dimensionnement du bassin d'aération.....	84
V.2.4.3 Dimensionnement du décanteur secondaire (clarificateur).....	91
V.2.5. Traitement tertiaire.....	91
V.3. Conclusion	95

Chapitre VI : Réutilisation de l'eau dans le domaine agricole

Introduction.....	97
VI.1. Faisabilité de l'irrigation par les eaux usées épurées.....	97
VI.1.1. Les principaux avantages de l'irrigation.....	97
VI.1.2. Les principales contraintes de l'irrigation.....	97
VI.1.3. Choix de traitement.....	98
VI.1.4. Choix des techniques.....	99
VI.2. Modes d'irrigation par les eaux usées épurées.....	100
VI.3. Les Normes O.M.S.....	100
VI.4. Qualité requise pour les eaux d'irrigation.....	102

VI.5. Analyse chimique de l'eau.....	103
VI.6. Le choix de culture irriguée.....	107
VI.7. Calcule la Dose d'irrigation.....	108
VI.8. Calcule la surface a irrigué.....	110
VI.9. Conclusion.....	112

Chapitre VII : Organisation de chantier

Introductio.....	114
VII.1 Travaux de réparations et installation de chantier	114
VII.1.1 Installations destinées aux personnels	114
VII.1.2. Installations destinées au stockage des matériaux	115
VII.1.3. Installations destinées à la réparation des engins	115
VII.2. Moyens des travaux de chantier	115
VII.2.1.Moyens humains	115
VII.2.2. Moyens matériels	116
VII.3. Devis quantitatif et estimatif.....	116
VII.3.1 Calcule le Coût d'investissement	117
VII.3.1.1. Le Coût de terrassement	117
VII.3.1.2. Le Coût du béton armé	118
VII.3.1.3 Coût total du génie civil.....	119
VII.3.1.4. Le Coût des VRD	120
VII.3.1.5. Coût des équipements électromécaniques et électriques et des installations hydromécaniques.....	120
VII.3.1.6. Coût total des investissements de la station	120
VII.3.2. Le Coût de fonctionnement	120
VII.3.2.1. Le coût de main d'œuvre	120
VII.3.2.2. Le coût de renouvellement du matériel électromécanique.....	120
VII.3.2.3 Le coût des frais financiers.....	120
VII.3.2.4. Le coût de fonctionnement total	120
VII.3.3. Calcul du prix du m3 d'eau traitée	120
VII.3.4. Calcul du prix du m3 d'eau épurée.....	121

VII.4. Attribution des durées de chaque opération	122
VII.4.1 Méthode basée sur le réseau	123
VII.4.2. les principales lois de la méthode C.P.M	124
VII.4.3. Symboles des différentes opérations	125
VII.5. Conclusion	127
Conclusion générale.....	128

Liste de tableaux

Chapitre I : Etude bibliographique

Tableau-I_01 : Principaux paramètres de fonctionnement des Stations par boues activées en fonction de la charge appliquée.....	25
--	----

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

Tableau_II_01 : Température moyenne maximale et minimale à BOUIRA.....	37
Tableau_II_02 : humidité de la ville de BOUIRA.....	37
Tableau_II_03 : la vitesse et température du vent de la ville de BOUIRA.....	38

Chapitre III : Description de la station d'épuration de BOUIRA

Tableau_III_01 : les données de base de la STEP de BOUIRA.....	52
Tableau_III_02 : les données générales de la station d'épuration de BOUIRA.....	53

Chapitre IV : Estimation le débit des eaux usées

Tableau_IV_01 : Dotation par l'hypothèse volontariste.....	56
Tableau_IV_02 : Estimation des besoins domestique en eau potable.....	58
Tableau_IV_03 : Estimation des besoins Equipements éducatifs et formation en eau potable.....	59
Tableau_IV_04 : Estimation des besoins d'Equipements administratifs en eau potable.....	60
Tableau_IV_05 : Estimation des besoins d'Equipements édilitaires en eau potable.....	61
Tableau_IV_06 : Répartition des équipements de service.....	61
Tableau_IV_07 : les équipements sanitaire de la ville de Bouira.....	62
Tableau_IV_08 : Récapitulatif des équipements sportifs.....	63
Tableau_IV_09 : les infrastructures de culture.....	63
Tableau_IV_10 : Répartition des infrastructures de culte.....	64
Tableau_IV_11 : la répartition et les consommations des équipements de transport.....	64
Tableau_IV_12 : la consommation en eau potable des équipements commerciaux	65
Tableau_IV_13 : les résultats des besoins en eau potable avec le débit de rejet.....	66

Chapitre V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

Tableau_V_01 : le débit moyen journalier	68
Tableau_V_02 : débit de points en temps sec.....	69
Tableau_V_03 : l'estimation du débit moyen horaire.....	69
Tableau_V_04 : estimation du débit diurne.....	70
Tableau_V_05 : le débit de pointe en temps de pluie.....	70
Tableau_V_06 : l'évaluation des charges polluantes pour les différents horizons.....	72
Tableau_V_07 : Les caractéristiques exigées des eaux traitées.....	72
Tableau_V_08 : les charges polluantes en DBO5, DCO, MES éliminées et le rendement d'élimination pour les quart horizons.....	74
Tableau_V_09 : la charge en MVS et en MM pour les différents horizons.....	74
Tableau_V_10 : l'estimation de volume utile pour chaque horizon.....	75
Tableau_V_11 : Espacement et épaisseur des barreaux	76
Tableau_V_12 : Les données de base pour dimensionner le dégrillage grossier et fin.....	77
Tableau_V_13 : le dimensionnement du dégrillage pour les différents horizons.....	77
Tableau_V_14 : Les valeurs de F.....	78
Tableau_V_15 : la part de charge pour un dégrillage fin et grossier.....	78
Tableau_V_16 : Les paramètres proposés pour le dimensionnement de l'ouvrage.....	79
Tableau_V_17 : le dimensionnement de dessableur.....	80
Tableau_V_18 : les valeurs de M _{me} , M _M , M _{ES} pour chaque horizon.....	81
Tableau_V_19 : Classement des réacteurs biologiques selon leurs rendements et leurs charges.....	82
Tableau_V_20 : les valeurs de L _s , S ₀ , L _e et R pour les différents horizons.....	83
Tableau_V_21 : les valeurs de la masse et la concentration des boues et le volume du bassin pour chaque horizon.....	84
Tableau_V_22 : les dimensions du le bassin d'aération.....	84
Tableau_V_23 : le temps de séjour dans le bassin d'aération.....	85
Tableau_V_24 : valeurs de a' et b' en fonction du type de traitement par boues activées.....	85
Tableau_V_25 : les besoins en oxygène.....	86
Tableau_V_26 : la puissance nécessaire pour le brassage pour chaque horizon.....	87

Tableau_V_27 : les valeurs de X_{min} , X_{dur} , $b \cdot X_a$	88
Tableau_V_28 : la quantité de boues pour les trois horizons.....	88
Tableau_V_29 : résultats du bilan des boues.....	90
Tableau_V_30 : les dimensions du clarificateur.....	91
Tableau_V_31 : la dose journalière pour les différents horizons.....	92
Tableau_V_32 : les dimensions du bassin de désinfection.....	92
Tableau_V_33 : les dimensions de l'épaississeur.....	93
Tableau_V_34 : les dimensions du lit de séchage.....	94
Tableau_V_35 : l'estimation du débit épuré pour les trois horizons.....	95

Chapitre VI : Réutilisation de l'eau dans le domaine agricole

Tableau_VI_01 : choix des techniques d'irrigation.....	99
Tableau_VI_02 : Traitements proposés pour répondre aux critères sanitaires, applicables à la réalisation des eaux usées dans l'agriculture pour l'irrigation.....	101
Tableau_VI_03 : Directives de la FAO pour les eaux destinées à l'irrigation	102
Tableau_VI_04 : Classement des eaux selon conductivité.....	104
Tableau_VI_05 : Classement des eaux selon le SAR	105
Tableau_VI_06 : Classification complète des eaux d'irrigation.....	106
Tableau_VI_07 : besoin en eaux d'olivier.....	108
Tableau_VI_08 : la précipitation mensuelle moyenne pendant treize ans en (mm).....	108
Tableau_VI_09 : la quantité de pluie utile pour chaque mois (P_e).....	109
Tableau_VI_10 : La quantité d'eau à apporter par irrigation pour chaque mois.....	109
Tableau_VI_11 : le dévalement de surface à irrigué	111

Chapitre VII : Organisation de chantier

Tableau_VII_01 : Le coût de terrassement de chaque ouvrage.....	118
Tableau_VII_02 : Le coût du béton armé de chaque ouvrage.....	119
Tableau_VII_03 : estimation le coût du projet.....	121

Liste des figures

Figure_I_01 : comment fonctionne une station d'épuration !.....	07
Figure_I_02 : Un Dé-grilleur	09
Figure_I_03 : Clarificateur	11
Figure_I_04 : Élimination biologique du phosphore.....	13
Figure_I_05 : traitement des boues	15
Figure_I_06 : le traitement par lagunage	19
Figure_I_07 : disque biologique.....	21
Figure_I_08 : schéma de fonctionnement d'une STEP à boues activées.....	22
Figure_I_09 : Schéma de base du procédé de boues activées.....	23
Figure_I_10 : Les différents usages des eaux usées épurées dans le monde.....	27
Figure_II_01 : localisation de la ville de BOUIRA.....	36
Figure_II_02 : Image de la station d'épuration par googel erth.....	41
Figure_III_01 : Dégrillage grossier	45
Figure_III_02 : Traitement des sables	46
Figure_III_03 : Bassin anaérobie	47
Figure_III_04 : bassin d'aération	47
Figure_III_05 : clarificateur	48
Figure_III_06 : sortie des eaux épurées vers l'oued.....	49
Figure_III_07 : Bassin d'épaississement.....	49
Figure_III_08 : dégradation mécanique des boues.....	50
Figure_III_09 : lit de séchage	51
Figure_V_01 : l'évaluation de (Im) en fonction de (Cm)	89
Figure_VII_01 : réseaux à nœud pour la réalisation du projet.....	127

Liste des planches

Planche 01 : Détaille hydraulique

Planche 02 : plan de situation

Planche 03 : profil en long

Planche 04 : ouvrage de la station

NOMENCLATURE

Ab : Age des boues.

a' : Fraction de pollution transformé.

a m : Coefficient de rendement cellulaire.

a" : Coefficient global de transfert.

b : fraction de la masse cellulaire éliminée par jour.

b' : Coefficient cinétique de respiration endogène.

C : Conductivité.

Cm : Charge massique.

COT : Carbone organique total.

Cp : Coefficient de pointe.

Cv : Charge volumique.

D : Diamètre du bassin.

DBO : Demande biochimique en oxygène

Dc : Diamètre de la conduite.

DCO : Demande chimique en oxygène.

Dd : Diamètre de décanteur.

Dé : Diamètre de l'épaisseur.

Dx : Masse des boues à extraire.

Dj : Dose journalière de chlore.

d : Espacement des barreau.

e : Epaisseur des barreaux.

EH : Equivalent habitant

H : Profondeur du dessableur-déshuileur.

Hb : Hauteur du bassin.

Hd : Hauteur du décanteur.

hmax : Hauteur d'eau admissible sur une grille

Im : Indice de MOHALMAN

Ka : Constante caractérisant le dispositif d'aération.

R: Taux de croissance.

F: Coefficient de colmatage de la grille.

L: Largeur du dessableur-déshuileur.

B : Longueur du bassin.

Lg : Largeur de la grille.

Le : Charge polluante éliminé.

l : Largeur du lit.

Lf : Charge polluant à la sortie.

L0 : Charge polluante à l'entrée.

l : Largeur du dessableur-déshuileur.

MES : Matière en suspension.

MM : Matières minérales.

MMe : Matières minérales éliminées.

MMr : Matières minérales restantes.

MVS : Matières volatiles en suspension.

Na : Nombre d'aérateurs.

N0 : Quantité totale d'oxygène transférée.

Ns : Oxygène transféré dans le liquide.

Nlit : Nombre des lits.

n : Pourcentage d'encrassement.

Pa : Puissance d'aération nécessaire.

Pb : Puissance de brassage.

Q : Débit d'air.

Qa : Quantité annuelle d'hypochlorite.

Qé : Débit entrant dans l'épaississeur.

Qj : Débit d'hypochlorite nécessaire.

Qmoyj : Débit moyen journalier.

Qmoyh : Débit moyen horaire.

Q_p : Débit de pointe.

Q_r : Débit de refoulement.

$Q(O_2)$: Quantité d'oxygène nécessaire dans le bassin.

$Q(O_2)_h$: Quantité d'oxygène horaire.

$Q(O_2)_j$: Quantité d'oxygène journalière.

$Q(O_2)_p$: Quantité d'oxygène en cas de pointe.

R : Coefficient global de réduction.

R_c : Taux de recirculation des boues.

S : Surface de passage de l'effluent.

S_h : Surface horizontale.

S_u : Surface unitaire du lit de séchage.

S_0 : Concentration en DBO5 à l'entrée du bassin d'aération.

S_f : La concentration en DBO5 à la sortie du bassin d'aération.

T : Température.

T_c : Taux de retour à l'égout.

T_d : Période diurne.

TR : Taux de raccordement au réseau.

T_s : Temps de séjour.

t : Durée d'amortissement.

V : Vitesse de l'écoulement.

V_a : Vitesse ascensionnelle des particules.

V_{an} : Le volume total annuel d'eau épurée.

V_B : Volume des boues.

V_b : Volume du bassin.

V_c : Vitesse de chute.

V_d : Volume du décanteur.

V_e : Vitesse du passage des particules.

$V_é$: Volume de l'épaississeur.

V_r : Volume du radier.

V_{sr} : Volume de la station de relevage.

V_{tb} : Volume total du béton.

W_a : Puissance de brassage.

W_{ab} : Puissance absolue.

W_m : Puissance de brassage et de maintien des solides en suspension.

X : Masse bactérienne.

X_a : Concentration des boues dans le bassin.

X_{dur} : Quantité des matières sèches non dégradables.

X_{eff} : Fuite de MES avec l'effluent.

X_{min} : Quantité des matières minérales éliminées.

X_r : Concentration des boues recyclées.

X_t : Masse des boues dans le bassin.

α : Angle d'inclinaison de la grille.

β : Fraction de surface occupée par les barreaux.

Rép : Rendement de l'épuration.

λ : Coefficient de perte de charge.

ΔH : Perte de charge.

Abréviation :

ONA : Office National de l'Assainissement.

STEP : Station d'Épuration.

ملخص

في الجزائر حجم المياه المستعملة التي يتم تصريفها في الوديان والبحار في تزايد وهذه الوضعية السلبية أفرزت انعكاسات خطيرة على صحة المواطنين وأدت الى تفاقم ظاهرة التلوث البيئي.

الهدف من هذا العمل هو تحديد ابعاد محطة الصرف الصحي لولاية البويرة ودراسة إمكانية استعمال هذه المياه المعالجة في مجال الفلاحة.

في عملنا الحالي، قمنا بتحديد حجم محطة معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام الحمأة المنشطة وهذا يهدف حماية الوسط البيئي والصحة العمومية من مخاطر رمي هذه المياه في الطبيعة مباشرة وثانيا لتوفير معالجة نهائية (إضافة الكلور) لإعادة استخدامها في الري.

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,

L'objectif de ce travail est de déterminer les dimensions de la station d'épuration de la ville de BOIURA et d'étudier la possibilité d'utiliser cette eau traitée dans le domaine de l'agriculture, Dans ce mémoire, nous avons dimensionné une station d'épuration par boues activées, afin de protéger la santé publique et les risques environnementaux de rejet des eaux usées dans le site récepteur et d'autre part, assurer un traitement de finition (en ajoutant du colore) pour être réutilisé en irrigation

Mots-clés : station d'épuration- dimensionné-boues activés.

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.

The objective of this work is to determine the dimensions of the wastewater treatment plant in the wilaya of BOUIRA and to study the possibility of using this treated water in the field of agriculture, Relevant to this, a wastewater treatment plant has been sized using activated sludge, in order to protect public health and the environmental risks of throwing wastewater into the receiving site first, and secondly, ensure a finishing treatment (adding color) to be reused in irrigation

Keywords: treatment plant- sized plant- activated sludge.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Les eaux usées sont une composante essentielle du cycle de l'eau et doivent être gérées dans l'ensemble du cycle de gestion de l'eau : à partir du prélèvement, du traitement, de la distribution, de l'utilisation, de la collecte et du traitement après utilisation de l'eau douce, jusqu'à sa réutilisation et son retour ultérieur à l'environnement, où elle réapprovisionne la source pour des prélèvements d'eau ultérieurs. Toutefois, le plus souvent, l'attention accordée à la gestion de l'eau après qu'elle a été utilisée constitue un volet négligé du cycle de gestion de l'eau. La gestion des eaux usées fait généralement l'objet de très peu d'attention aux plans politique et social par rapport aux défis liés à l'approvisionnement en eau, en particulier dans un contexte de pénurie des ressources en eau. Pourtant, ces deux éléments sont indissociables et négliger les eaux usées peut avoir des effets nuisibles sur la durabilité des approvisionnements en eau, la santé humaine, l'économie et l'environnement. (WWDR, 2017)

Le traitement des eaux usées est une alternative susceptible de résoudre les différents problèmes de pollution des milieux aquatiques récepteurs. Il s'agit essentiellement de réaliser l'élimination de composés organiques biodégradables

Les eaux usées de la ville de BOUIRA sont soumises à un traitement dans la station d'épuration par boues activées à faible charge d'oued d'hous afin de réduire les matières polluantes et protéger le milieu récepteur.

Le but de ce travail est de traiter les eaux usées urbaines pour protéger les eaux d'Oued d'hous, et déterminer les dimensions de la station d'épuration avec une actualisation des données de base et d'autre part étudier la possibilité de recycler ces eaux dans le domaine de l'agriculture.

Notre travail dans ce mémoire est divisé en sept chapitres :

Le premier chapitre on va parler des eaux usées en général et des différents techniques et étapes de traitement.

Le deuxième chapitre va contenir une présentation de la zone d'étude climatique et géologique

Le troisième chapitre donnera une description administrative et l'état de la station d'épuration de la ville de BOUIRA

INTRODUCTION GENERALE

Le quatrième chapitre sera consacré à l'estimation de la quantité d'eaux usées rejetées en essayant d'actualiser les données de base des consommateurs

Le cinquième chapitre sera consacré au dimensionnement de la station d'épuration pour chaque horizon (2031, 2041, 2051).

Dans le sixième chapitre on va étudier la possibilité d'utiliser les eaux usées épurées pour irriguer les zones agricoles d'oliviers et d'estimer leurs besoins en eau.

Le septième chapitre sera consacré à l'organisation de chantier (ODC).

Et enfin une conclusion de ce travail sera donnée

CHAPITRE I :
Etude bibliographique

CHAPITRE I : Etude bibliographique

Introduction

L'eau est altérée par l'activité humaine qu'elle soit domestique, industrielle, artisanale, agricole... En effet, après usage, l'eau est dite « polluée » et se doit d'être traitée avant de rejoindre le milieu naturel. Sans cela, elle pourrait causer de graves dommages car la capacité naturelle d'épuration des cours d'eau a pour effet de consommer l'oxygène de la rivière. Ce qui n'est pas sans conséquences sur la flore et la faune aquatiques. Lorsque l'importance du rejet excède la capacité d'autoépuration de la rivière, la détérioration de l'environnement peut être durable et les zones privées d'oxygène par la pollution entraînent la mort de la faune et de la flore ou créent des barrières infranchissables empêchant notamment la migration des poissons. La présence excessive de phosphates favorise le phénomène d'eutrophisation, soit la prolifération d'algues nuisible à la faune aquatique, pouvant rendre la baignade dangereuse et perturber la production d'eau potable. [1]

Dans ce chapitre nous allons découvrir les caractéristiques des eaux usées et leurs origines, et savoir quels sont les différentes techniques pour épurer ces eaux et toutes les étapes de leur traitement, et nous verrons les domaines d'utilisation de ces eaux au cours de la vie quotidienne,

I.1. Généralités sur les eaux usées

I.1.1. Définitions des eaux usées

Les eaux usées (ou eaux résiduaires, eaux résiduelles, eaux d'égout, aussi appelées << effluents liquides >> sont des << eaux polluées >> par un usage humain, constituées de toutes les eaux de nature à contaminer les milieux dans lesquels elles sont déversées, par des polluants physique, chimiques, ou biologiques. [2]

I.1.2 L'origine des eaux usées [1]

On distingue trois "familles" d'eaux usées : les eaux domestiques, les eaux industrielles et les eaux pluviales et de ruissellement

A. Les eaux domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau et sont, essentiellement, porteuses de pollution organique :

- eaux ménagères (salles de bains et cuisines) sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques...

- eaux-vannes (rejets des toilettes) chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

B. Les eaux industrielles

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 contenir :

- des produits toxiques
- des solvants
- des métaux lourds
- des micropolluants organiques
- des hydrocarbures...

Certaines de ces eaux usées font l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte.

Les eaux usées industrielles ne sont mêlées aux eaux domestiques qu'une fois exemptes de tous dangers pour les réseaux de collecte et pour le bon fonctionnement des usines de dépollution.

C. Les eaux usées pluviales et de ruissellement

Les eaux de pluie ne sont pas dépourvues de pollutions et peuvent constituer une cause de dégradations importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. Ces eaux se chargent :

- d'impuretés, au contact de l'air (fumées industrielles, résidus de pesticides...),
- de résidus déposés, en ruisselant sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus, métaux lourds...).

Lorsque le système d'assainissement est dit « unitaire », les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques. En cas de fortes précipitations, les contraintes de préservation des installations de dépollution peuvent imposer un déversement (délestage) de ce « mélange » très pollué dans le milieu naturel. Enfin, dans les zones urbaines, les surfaces construites rendent les sols imperméables et ajoutent le risque d'inondation à celui de la pollution. Les eaux pluviales peuvent être collectées en même temps que les eaux usées domestiques ou bien séparément. On parle alors de réseau unitaire ou séparatif.

I.1.3 Caractéristiques des eaux usées

A. Caractéristiques physico-chimiques

✓ **Les paramètres physiques [4]**

- **La température** pour les eaux résiduaires elle est corrélée à la température extérieure tout en étant plus chaude, car presque personne ne prend de douche froide.
- **La matière en suspension (MES)** ce sont des matières solide insolubles en suspension dans un liquide et visibles à l'œil nu.
- **Paramètres Organoleptiques**
 - **La Turbidité** en raison des matières en suspension, les eaux usées auront une turbidité plus élevée.
 - **La couleur** les eaux usées fraîches sont normalement brunes et jaunâtres, mais avec le temps, elles deviennent noires.

✓ **Les Paramètres chimiques [5,4]**

- **Demande chimique en oxygène (DCO)** : exprimée en mg d'oxygène par litre. Elle représente la teneur totale de l'eau en matières oxydables. Ce paramètre correspond à la quantité d'oxygène qu'il faut fournir pour oxyder par voie chimique ces matières
- **Demande Biochimique en Oxygène (DBO)** exprimée en mg d'oxygène par litre. Elle exprime la quantité de matières organiques biodégradables présentes dans l'eau. Plus précisément, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour mesurer ce paramètre, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommé au bout de cinq jours. C'est la DBO5, demande biochimique en oxygène sur cinq jours
- **L'azote** : Il est mesuré sous ses différentes formes : nitrite, nitrate, ammoniac, et azote organique (qui est la quantité d'azote présente dans les composés organiques).
- **Phosphore** : Le phosphore est l'un des composants essentiels de la matière vivante. Les composés phosphorés ont deux origines, le métabolisme humain et les détergents. Dans les eaux usées, le phosphore se trouve soit sous forme d'ions ortho phosphates isolés, soit sous forme d'ions phosphates condensés ou sous forme d'ions phosphates condensés avec des molécules organiques.
- **Le potentiel Hydrogène (pH)** : Expriment l'acidité, la neutralité ou l'alcalinité de la solution aqueuse
- **Chlorures (Cl⁻)**
- **Sulfates (SO₄⁻²)**

- Métaux lourd

B. Les caractéristiques bactériologiques [3]

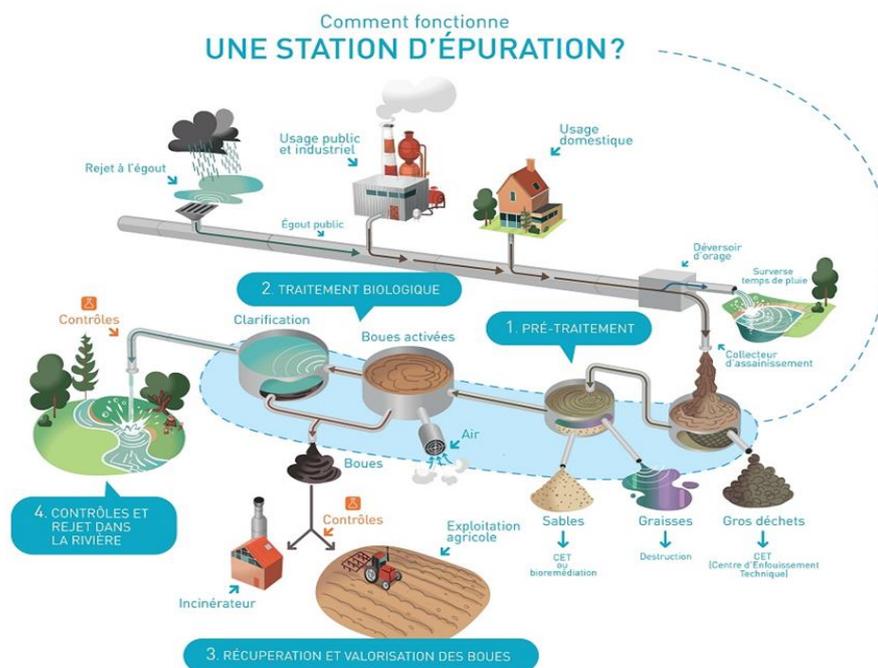
Ce qui caractérise la pollution des eaux, c'est que cette pollution referme un très grand risque sanitaire pour les populations humaines et animales, représentant ainsi un grand danger sur les écosystèmes et perturbe les modes de vie dans notre planète. La pollution biologique des eaux est une pollution essentiellement microbienne, c'est-à-dire engendré par des micro-organismes de taille très petite en générale.

Les micro-organismes polluant les ressources en eau sont à l'origine de maladies prenant en générale l'appellation d'infection d'origine hydrique. Les organismes microbiens responsables de ces infections prennent quant à eux le nom d'agents pathogènes, ceux-ci peuvent être de trois types :

- Virus : poliomyélite, Gastro-entérites virales
- Parasites : Helminthes, protozoaires
- Bactéries : vibrions, salmonelles

I.1.4. les méthodes et les différentes techniques de traitement des eaux usées

I.1.4.1. Traitement classique des eaux usées (STEP)



Figure_I_01 : comment fonctionne une station d'épuration !

Les eaux usées sont cheminées jusqu'à la station d'épuration par des réseaux d'assainissements, Le traitement complet des eaux résiduaires peut être schématiquement divisé en deux filières ; La filière eau et La filière boue,

Les méthodes de traitement des eaux usées sont diverses, et peuvent être classées en quatre catégories :

A. Prétraitement

Les effluents doivent subir avant le traitement proprement dit, un prétraitement comportant un certain nombre d'opérations à caractère physique ou mécanique. [5]

Ces traitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers, qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs et d'endommager les équipements.

Les traitements successifs sont :

A.1 Le relevage

Les stations de relevage ou stations de relèvement des eaux usées sont des systèmes de pompage qui fonctionnent automatiquement et sont utilisées pour relever le niveau des eaux qui s'accumulent sous le niveau dit de reflux ou niveau de refoulement. Les eaux qui s'écoulent sous ce niveau ne peuvent pas s'écouler gravitairement vers l'exutoire. [2]

A.2. Le dégrillage

Consiste à retenir les gros déchets solides au moyen de grilles à barreaux verticaux dont l'écartement varie entre 3 et 100 mm en fonction de l'efficacité voulue. Sont ainsi éliminés les bois, plastiques, papiers, bouteilles, feuilles qui sont susceptibles de provoquer des dégâts aux conduites et machines des différentes unités de l'installation. Dans une STEP pour eaux résiduelles, l'écartement est de l'ordre de 10 à 30 mm Le volume des matières dégrillées est de 5 à 10 dm³ par usager et par an pour un espacement d'environ 20 mm [5].

A.3. Le dessablage

Est de plus en plus associé dans le même ouvrage au déshuilage. Il a pour but d'extraire des eaux brutes les sables, les graisses et particules minérales plus ou moins fines en suspension, de manière à éviter l'abrasion des pompes et conduites en aval.

Le sable se dépose dans le fond de l'ouvrage, est raclé ou sucé par pompes montées sur pont roulant. Le volume extrait par habitant et par an est de l'ordre de 5 à 12 dm³.

Les huiles et les graisses en principe flottent car leurs densités sont inférieures à celle de l'eau. On utilise souvent une aération sous forme de bulles d'air qui augmentent la vitesse de montée des particules grasses dont la récupération s'effectue dans une zone de tranquillisation.

Le temps de séjour dans ce type d'ouvrage est de 5 à 12 minutes et le débit d'air insufflé est de l'ordre de 0,2 mètre cube et par heure. [5]



Figure-I_02 : Un Dé-grilleur

B. Traitement primaire [7]

Le traitement « primaire » fait appel à des procédés physiques, avec décantation plus ou moins aboutie, éventuellement assortie de procédés physico-chimiques, tels que la coagulation-floculation.

La décantation primaire classique consiste en une séparation des éléments liquides et des éléments solides sous l'effet de la pesanteur. Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé « décanteur » pour former les « boues primaires ». Ce traitement élimine 50 à 55 % des matières en suspension et réduit d'environ 30 % la DBO et la DCO.

L'utilisation d'un décanteur lamellaire permet d'accroître le rendement de la décantation. Ce type d'ouvrage comporte des lamelles parallèles inclinées, ce qui multiplie la surface de décantation et accélère le processus de dépôt des particules. Une décantation lamellaire permet d'éliminer plus de 70 % des matières en suspension et diminue de plus de 40 % la DCO et la DBO.

La décantation est encore plus performante lorsqu'elle s'accompagne d'une floculation préalable. La coagulation-floculation permet d'éliminer jusqu'à 90 % des matières en suspension et 75 % de la DBO. Cette technique comporte une première phase

d'adjonction d'un réactif, qui provoque l'agglomération des particules en suspension. Les amas de solides ainsi obtenus sont appelés « floccs »

C. Traitement secondaire (traitement biologique)

Les traitements secondaires permettent, quand l'épuration est biologique, d'éliminer la pollution carbonée présente dans l'eau par des microorganismes chimio trophées. Ces traitements font diminuer la DCO (Demande Chimique en Oxygène), la DBO5 (Demande Biologique En Oxygène pendant Cinq jours) et les MES. [8]

C.1 Les principaux procédés d'épurations biologiques

- **Les procédés intensifs ou artificiels [6]**

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs. Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites, et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel.

Trois grands types de procédés sont utilisés :

- Les boues activées ou lagunage artificiel.
 - Les lits bactériens.
 - Les disques biologiques.
- **Les procédures extensifs ou naturels ou l'on distingue [7]**
 - Le lagunage naturel ou aéré (étangs pour eaux usées)
 - L'épandage des eaux (valorisation des eaux usées dans l'agriculture)

C.2 Les étapes de traitement biologique

Ce traitement se fait en deux étapes : [5]

➤ **Elimination de l'ammoniaque**

L'élimination de l'ammoniaque n'est possible qu'en Présence d'oxygène. La réaction d'oxydation n'est réalisée que par un nombre très limité d'espèces bactériennes strictement aérobies, les bactéries nitrifiantes.

L'oxydation de l'ammoniac en nitrates s'effectue en deux étapes :

- NH₃ est d'abord converti en nitrite (NO₂⁻) par des bactéries du genre Nitrosomonas.

- Les nitrites sont ensuite oxydés en nitrates (NO_3^-) par des bactéries du genre Nitrobacter.

➤ **Elimination des Nitrates**

La dénitrification dans le cas de l'élimination biologique des nitrates, nécessite l'oxydation d'une molécule organique ou minérale qui fournira l'énergie nécessaire à la réduction des nitrates en azote N_2 . On trouve deux groupes de procédés

- Les procédés à **culture fixée**, lorsque la biomasse est fixée sur un support : ici on reproduit en accéléré le mécanisme de bio-filtration par le sol.
- Les procédés à **culture libre**, lorsque la biomasse est en suspension : ici on reproduit en accéléré les mécanismes d'autoépuration des milieux aquatiques. Ex (boues activées).

C.3. Clarification et rejet des effluents

La clarification permet de séparer par décantation l'eau épurée des boues (secondaires) issues du traitement biologique. Cette décantation se fait dans des ouvrages spéciaux, le plus souvent circulaires appelés clarificateurs ou décanteurs secondaire, une partie des boues (secondaires) est évacuée en aval vers le traitement des boues, l'autre partie est recyclée vers le bassin pour maintenir la masse biologique nécessaire au fonctionnement de l'installation, dans la plupart des cas, l'effluent peut être rejeté dans le milieu naturel après la clarification, le rejet se fait par un canal équipé de capteur de mesure par l'auto-surveillance de la station. [9]



Figure_I_03 : clarificateur

D. Traitement tertiaire

L'objectif des traitements tertiaires est d'éliminer les éléments indésirables tels que les MES, la DCO (dure et colloïdale), le phosphore, et les composés spécifiques (pesticides, métaux, détergents...). Ils visent à améliorer la qualité de l'eau épurée en vue de leur rejet

dans le milieu naturel ou de leur réutilisation. Les traitements tertiaires viennent en complément des traitements primaires et secondaires [10]

D.1 La dé-phosphatation [11]

Il existe différentes méthodes pour éliminer le phosphore des eaux usées. Les deux principales voies utilisées sont la voie physico-chimique, et la voie biologique. Il existe également d'autres techniques de traitement combinant par exemple physico-chimie et biologie de manière à exploiter les avantages des deux filières.

Le choix du procédé à mettre en œuvre se fait notamment en fonction de la taille de la station et de la charge en phosphore dans les eaux. La dé-phosphatation chimique est plus adaptée aux petites installations, tandis que la dé-phosphatation bactériologique est plus adaptée aux grandes

➤ **la dé-phosphatation chimique**

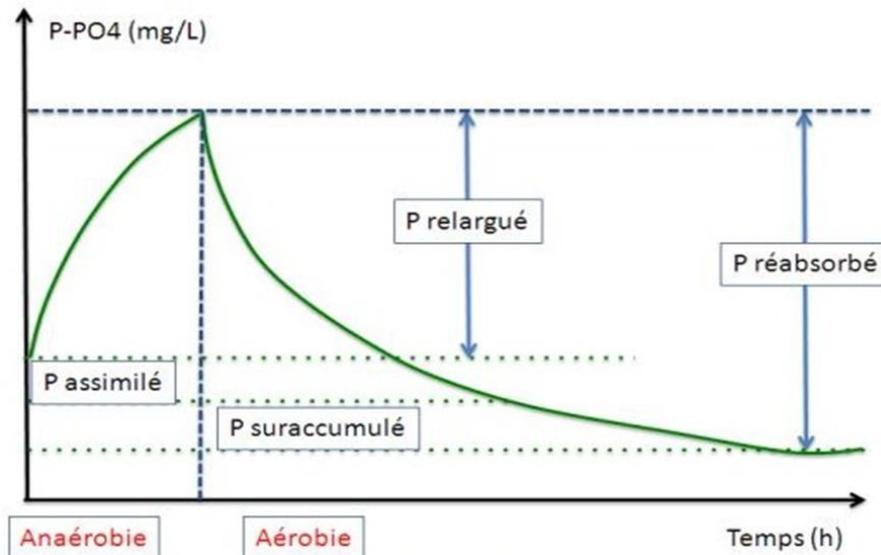
Le principe de ce traitement repose sur une précipitation du phosphore soluble par ajout d'un sel métallique (sel de fer, d'aluminium, ou de calcium). On obtient alors des précipités insolubles de phosphates métalliques séparés de l'eau par décantation

➤ **la dé-phosphatation biologique**

La déphosphoration biologique repose sur l'accumulation du phosphore à l'intérieur des bactéries, qui sont évacuées avec les boues en excès.

Ce procédé ne nécessite pas de réactifs et ne conduit pas à une production supplémentaire de boues, Dans une installation «classique », une partie du phosphore est éliminée avec les boues en excès, qui ont une teneur en phosphore d'environ 2%. On peut cependant, enrichir les boues de façon à obtenir des boues de 6 à 8% de phosphore. Pour cela, il est nécessaire que les boues passent, lors de leur cycle dans la station, à travers une zone d'anaérobie Ces boues enrichis en phosphore permettent donc d'éliminer le phosphore de l'eau. [12]

Le principe d'élimination est schématisé sur la figure_I_04 :



Source : (<http://uvedensil.unilim.fr>)

Figure_I_04 : Élimination biologique du phosphore

D.2 La Désinfection [13]

La désinfection de l'eau signifie l'élimination ou la désactivation des microorganismes pathogènes.

Il existe deux types de désinfection :

A. La désinfection chimique :

- Chlore (Cl₂)
- Dioxyde de chlore (ClO₂)
- Hypochlorite (OCl⁻)
- Ozone (O₃).

B. La désinfection physique :

- Lumière ultraviolet (UV)
- Radiation électronique
- Rayon Gamma
- Ultrasons
- Chaleur

E. Traitement des boues (filière boue)

Les boues extraites du décanteur ont une teneur en eau avoisine de 99 %, on l'exprime généralement en siccité (1%). Les traitements appliqués aux boues «brutes »visent, selon la dévolution finale des boues, à réduire leurs volumes, leur pouvoir de fermentation liée à leur teneur en matières organique, C'est-à-dire en élimine les bactéries et les para sites présents.

Ces traitements permettent de limiter les nuisances olfactives liées aux fermentations, et les risques sanitaires lors de la réalisation des opérations d'épandage, mais aussi faciliter leur stockage, avant leur élimination ou leur valorisation. [12]

D'après le centre d'information sur l'eau, il existe Trois étapes pour le Traitement des boues résiduaires, se succèdent généralement :

E.1 L'épaississement

Est le tout premier traitement appliqué aux boues d'épuration. Ce processus a lieu généralement avant le mélange des boues primaires et secondaires, voire tertiaires, lesquelles sont produites successivement à chaque étape du traitement d'épuration des eaux usées.

Et pour faciliter la séparation des matières sèches et des matières solides, des agents flocculant peuvent être ajoutés en amont. Ces agents peuvent être organiques de synthèse ou minéraux (sels d'aluminium, chaux, sels de fer).

Ainsi préparées, les boues s'épaississent, soit :

- Par gravitation, en s'écoulant dans un silo, situé au-dessus d'un filet ou d'une toile d'égouttage
- Par flottaison, en injectant du gaz dans les boues qui sépare les matières sèches des matières liquides.

Ce premier traitement permet d'augmenter le taux de siccité des boues (entre 6 et 8 %) afin d'obtenir des boues de qualité pour optimiser les traitements suivants.

E.2 La déshydratation

Ce traitement permet d'augmenter la siccité de la boue pour en faire une boue pâteuse ou une boue solide, en vue d'atteindre une siccité comprise entre 15 % et 40 %.

Il existe 2 techniques de déshydratation :

- La déshydratation mécanique fonctionne par filtration ou par centrifugation et concerne principalement les grosses stations (de plusieurs dizaines à plusieurs milliers de EH « Équivalent-Habitants »).
- La déshydratation par géo membranes est une technique est plus récente et qui s'adapte plus particulièrement aux petites installations (de 1000 à 2000 EH).

E.3 Le séchage

Ce procédé permet de rendre la boue solide en la séchant complètement, elle est alors totalement déshydratée. Cet état solide permet de gagner en volume pour faciliter le stockage et le transport des boues. Il existe deux types de séchage :

- Le séchage thermique qui peut être direct ou indirect, via un fluide caloporteur :
- Le séchage direct se produit alors par évaporation des boues par convection,
- Le séchage indirect se produit en un échange de chaleur par conduction par l'intermédiaire d'une paroi chauffée.

Quelle que soit la technique de séchage utilisée, les boues qui en résultent présentent un taux de siccité pouvant grimper jusqu'à 95 %. Hélas, ces techniques sont très gourmandes en énergie et le séchage solaire, nettement plus écologique sera privilégié pour réduire l'empreinte environnementale de la filière boue.

- **Le lit de séchage (et séchage solaire)** Il s'agit ici de placer les boues sur une surface drainante en vue de les déshydrater. Lorsque ces lits de séchages sont mis sous serre, la déshydratation des boues produites par évaporation naturelle s'accélère grâce à l'exposition aux rayons du soleil, on parle alors de séchage solaire.



Source : (<https://www.eau-artois-picardie.fr>)

Figure I_05 : traitement des boues.

Il existe plusieurs formes de boues :

- **Les boues physico-chimiques** (qui sont produites dans les stations physico-chimiques).
- **Les boues dites primaires**, sont le résultat de la décantation des matières en suspension contenues dans les eaux usées brutes. (celles récupérée après le traitement primaire).
- **Les boues secondaires** sont formées à partir de la charge polluante dissoute durant la période de dessablage et de déshuilage. (Celles récupérée après le traitement secondaire)
- **Les boues "mixtes"** formées par les boues primaires et secondaires. Elles vont subir un traitement de stabilisation biologique.

E.4. Réduction du pouvoir fermentescible ou stabilisation [5]

Les boues en sortie de station d'épuration sont très riches en matières organiques et en germes pathogènes. Il existe différentes techniques pour diminuer ces paramètres, les 3 principales sont :

- **La digestion anaérobie**

Elle est basée sur le principe de fermentation méthanique aérobie. Les matières organiques complexes sont dégradées en méthane et en dioxyde de carbone. Dans les stations d'épuration importantes, le digesteur peut être couplé à une chaudière : en effet la réaction est exothermique (env. 35°C) et produit environ 500L de méthane par tonnes de boues introduites. Le temps de séjour dans un digesteur varie de 20 à 40j en fonction de la technologie. Notons que cette technique réduit également le volume des boues.

- **La stabilisation chimique**

Le pouvoir fermentescible est diminué grâce à l'incorporation de chaux (Ca(OH)_2) dans les boues fraîches.

- **La stabilisation thermique**

Elle est réalisée par pasteurisation à une température de 70°C pendant 30minutes.

E.5. La réduction du volume

Les boues fraîches sortant des bassins de décantation primaires et secondaires sont constituées d'eau entre 95 et 99,5%. Afin de réduire les coûts de transport on essaye donc de séparer l'eau de la matière sèche.

Les différentes techniques présentées sont utilisées après un premier épaissement (le plus souvent une décantation)

Les lits de séchages sont des procédés rustiques mais très utilisés Les boues sont déposées sur du sable qui lui-même repose sur des graviers, on a donc un lit drainant.

La siccité des boues atteint 40 à 60% pour un temps de séchage allant de 3 semaines à 1,5 mois. Le facteur saisonnier est bien sûr prépondérant. [5]

E.6. Utilisations finales

Outre l'épandage, les boues peuvent subir une incinération ou une incinération.

D'autres filières telles que l'oxydation par voie humide ou le compostage sont également possible. [5]

I.1.4.2. Lagunage (culture libre)

C'est un procédé d'épuration des eaux usées domestiques, rustique et très simple, les effluents sont dirigés vers des bassins étanches appelés lagunes.

Une autre caractéristique importante est son grand pouvoir tampon face aux variations de charges organiques ou hydrauliques, en raison du temps de rétention hydraulique qui est beaucoup plus élevé que dans les autres procédés [12] ;

On distingue 4 types de lagunage :

A. Le lagunage naturel (aérobie)

Le rayonnement solaire est la source d'énergie qui permet la production de matière vivante par les chaînes alimentaires aquatiques (chaînes trophiques). L'épuration des effluents est réalisée essentiellement par des bactéries aérobies dont l'oxygénation est assurée par l'action chlorophyllienne de végétaux qui participent aussi à la synthèse directe de la matière organique. [5]

B. Le lagunage aéré [14]

En fournissant l'oxygène par un moyen mécanique, on réduit les volumes nécessaires et on peut accroître la profondeur de la lagune.

La concentration en bactéries est plus importante qu'en lagunage naturel.

Le temps de séjour est de l'ordre de 1 semaine et la profondeur de 1 à 4 m. Le rendement peut être 80 % et il n'y a pas de recyclage de boues. L'homogénéisation doit être satisfaisante pour éviter les dépôts.

Certains rejets industriels sont traités par ce procédé qui reste valable pour les produits organiques très lentement biodégradables. Ces rejets sont caractérisés par de faibles teneurs en MS et avec des DBO5 dans la gamme 300 - 1500 ppm (Conserverie, Industrie Chimique (Phénols)). Le brassage est effectué par des turbines fixées sur des flotteurs amarrés au centre du bassin.

C. Le lagunage anaérobie [14]

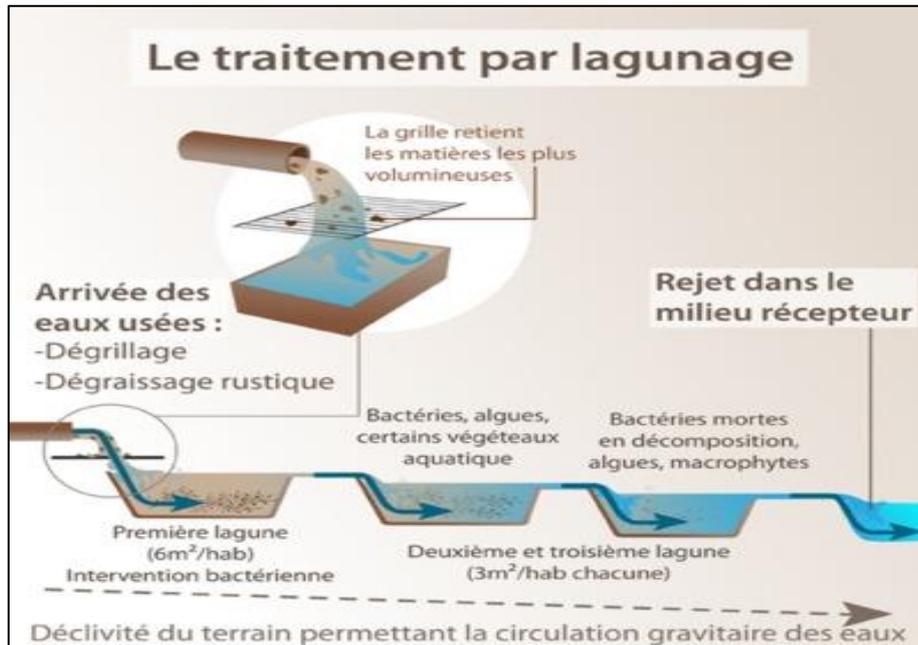
Il n'est applicable que sur des effluents très concentrés et, le plus souvent comme prétraitement avant un étage aérobie. La couverture de ces lagunes et le traitement des gaz produits sont nécessaires vu les risques de nuisances élevés (odeurs).

Les temps de séjour sont souvent supérieurs à 50 jours. Les charges organiques appliquées sont de l'ordre de $0.01 \text{ à } 5 \text{ kg DBO} / \text{m}^3 / \text{j}$.

Une profondeur importante (5 à 6 m) est en principe un élément favorable au processus. Dans la réalité, la classification aéro-anaérobie des lagunes n'est pas superflue, car dans les zones amont ou profondes des lagunes aérobies, on observe souvent un fort déficit en oxygène. Un curage des bassins tous les 10 ans est nécessaire du fait de la production des boues.

D. Le lagunage à haut rendement

C'est une technique particulière où l'épuration des eaux usées est obtenue grâce à une production algale particulièrement intensive. Dès sa création, le lagunage à haut rendement a été considéré non seulement comme une technique d'épuration des eaux usées, mais aussi comme un procédé de production d'une biomasse algale d'intérêt alimentaire, permettant donc une valorisation des eaux usées des villes et des industries agroalimentaires. Le lagunage à haut rendement offre aujourd'hui certainement le plus grand potentiel de développement biotechnologique basé sur les micro-algues. [5]



Figure_I_06 : le traitement par lagunage.

I.1.4.3. L'épandage [15]

L'épandage consiste à creuser des tranchées ou un "lit" dans le sol. Les eaux usées prétraitées par la fosse toutes eaux passent dans un réseau de tuyaux placé à une profondeur allant de 60 à 80 cm et percés dans leur partie inférieure, puis traversent une épaisseur de graviers de 20 à 30 cm avant de s'infiltrer directement dans le sol; L'épuration des eaux es, ensuite réalisée par les microorganismes naturellement présents dans le sol.

Pour mettre en place un système d'épandage, il faut que votre sol :

- soit perméable pour que l'eau puisse s'écouler,
- ne présente pas de remontée d'eau,
- offre un bon fonctionnement micro-organique.

I.1.4.4 Les Boues activées (culture libre)

La technique des boues activées est la méthode la plus répandue pour les agglomérations de plus de deux mille habitants. En effet, ce procédé est le plus efficace pour éliminer la pollution azotée et phosphorée.

La dégradation aérobie de la pollution s'effectue par un mélange des microorganismes épurateurs présents dans les boues et de l'effluent à traiter.

Les phases « eaux épurées » et « boues épuratrices » sont ensuite séparées par gravité dans un décanteur.

Pour éliminer le phosphore, un traitement par précipitation avec ajout de réactif (le plus souvent, du chlorure ferrique FeCl_3) est en général requis pour atteindre des bons rendements. Mais les filières de types boues activées sont, en général, peu utilisées dans les petites collectivités en raison de leur complexité et du coût de leur entretien. [8]

I.1.4.5 Lits bactériens (culture fixé) [16]

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs.

Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contrecourant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux.

I.1.4.6 Les disques biologiques (culture fixe) [14]

Les disques biologiques ou bio-disques sont des disques enfilés parallèlement sur un axe horizontal tournant.

Ces disques plongent dans une auge, où circule l'eau à épurer ayant subi une décantation. Pendant une partie de leur rotation ils se chargent de substrat puis ils émergent dans l'air le reste du temps (pour absorber de l'oxygène). Les disques sont recouverts par un biofilm sur les deux faces. Ils ont un diamètre de 1 à 3 m, sont espacés de 20 mm et tournent à une vitesse de -1 1 à 2 tr mn.



Source : (<http://www.aquacorp.fr>)

Figure_I_07 : disque biologique

I.1.5. Le choix de charge [14]

Les procédés biologiques d'épuration sont classés selon le type de charge qui est fonction de la charge massique.

On distingue quatre types de charge :

- La très faible charge (ou aération prolongée),
- La faible charge.
- La moyenne charge.
- La forte charge.

Dans ce qui suit C_m est en $\text{kgDBO}_5/\text{kgMES.j}$.

A. Procédé faible charge & aération prolongée (très faible charge ou oxydation totale)

Pour ce type de procédé, $0.07 < C_m < 0.15$ pour l'aération prolongée $C_m < 0.07$

Ce procédé correspond à la zone de respiration endogène

$\eta > 90\%$ $10 < A < 30 \text{ j}$ $h > 12 > \tau$ Recyclage des boues : 10 à 50 %

B. Procédé moyenne charge (conventionnel)

Pour ce type de procédé, $0.15 < C_m < 0.4$ Il correspond à la zone située après la croissance expo zones D et E.

$80 < \eta < 90\%$ $h : 2 \text{ à } 4\tau$ Recyclage des boues : 50 à 100 % $5 < A < 10 \text{ j}$

C. Procédé forte charge

Pour ce type de procédé, $0.4 < C_m < 1.2$ Il correspond à la phase de croissance expo. Apport important de DBO_5 et forte production de boues.

$\eta < 80\%$ $3h < \tau,$ Recyclage : jusqu'à 300 % $1.5 < A < 4 \text{ j}$

I.2. Les stations d'épuration à boues activées

I.2.1. le principe de fonctionnement d'une STEP à boues activées



Figure_I_08 : schéma de fonctionnement d'une STEP à boues activées.

Une installation de ce type comprend essentiellement un ouvrage dans lequel sont maintenus des micro-organismes aérobie (qui ont besoin d'oxygène), qui dégradent la matière organique en la transformant en matière minérale.

Le traitement se réalise dans un bassin d'aération dans lequel est maintenu en suspension un mélange eaux usées –bactéries aérobies, appelé : «Boues activées» ou «liqueur mixte».

Les phénomènes mis en jeu sont donc les mêmes que ceux que l'on peut observer dans une rivière ou dans un lac, à la différence que les micro-organismes sont concentrés en très grand nombre dans un espace réduit (le bassin d'activation),

L'apport d'oxygène et le brassage du mélange « eaux usées-bactéries » sont assurés par des systèmes mécaniques : Pont brosse, turbine ou insufflateur d'air.

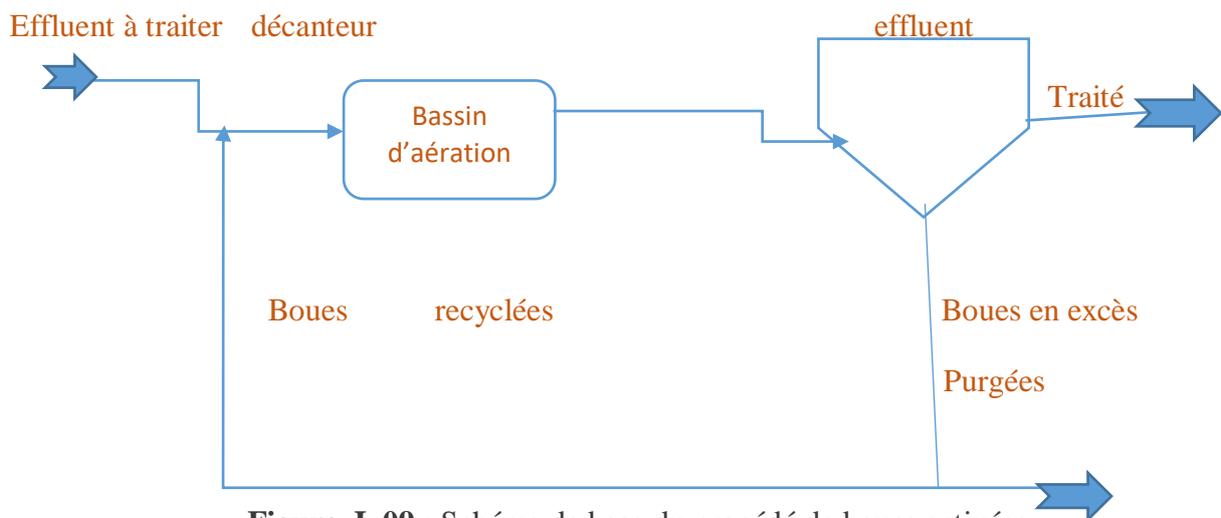
Les micro-organismes qui dégradent la pollution s'agglomèrent entre eux et forment un floc décantable, qui est ensuite séparé de l'eau dans un clarificateur.

La pollution ainsi traitée est transformée en matière plus concentrée et décantable, les boues. Ces boues sont piégées dans les ouvrages au niveau des clarificateurs. Riches en matière organique, les boues doivent être stabilisées, c'est-à-dire transformées, au moins partiellement, en matière minérale. [17]

I.2.2 Le bassin d'aération [14]

Le bassin d'aération constitue le cœur même du procédé dans lequel s'effectue le métabolisme bactérien à l'origine de l'épuration.

C'est dans ce bassin que la majeure partie des réactions biochimiques de transformation de la pollution carbonée. On y maintient généralement 3 à 4g L⁻¹ de biomasse active en état d'aérobiose à une concentration de 2 à 2.5 ppm en oxygène dissout.



Figure_I_09 : Schéma de base du procédé de boues activées.

I.2.3 Les étapes de traitement

On distingue les étapes suivantes [18] :

I.2.3.1. Prétraitement

Il permet la rétention des graisses et la décantation des matières en suspension contenues dans l'effluent.

I.2.3.2. Traitement par aération prolongée

Il permet la dégradation de la pollution carbonée, azotée.

I.2.3.3. Décantation Permet la recirculation et l'extraction d'une partie des boues.

Il existe trois différents types de décantation [19] :

- **La décantation des particules grenues** (cf. Décantation des particules grenues p 35) qui décantent indépendamment les unes des autres avec une vitesse de chute constante. La particule conserve toute son individualité et ne varie ni en dimension, ni

en forme, ni en densité (sable, cendres, charbon...). Application au décanteur primaire, aux dessableurs.

- **La décantation des particules diffuses**, applicables aux particules floculées, de tailles et de vitesses de décantation variables. Elle concerne les solutions où les particules ont tendance à s'agglomérer et à floculer ensemble en augmentant leur vitesse de chute. Application principale aux décanteurs en physico-chimique (eau potable).
- **La décantation piston ou de zone** (cf. Décantation piston p 38) où l'abondance des floes crée une décantation freinée, le plus souvent marquée par une interface entre la masse de boue et le liquide. Application principale aux décanteurs secondaires.

I.2.3.4. Evacuation des eaux traitées

I.2.3.5. Stockage et traitement des boues en excès issues du décanteur.

I.2.4 Composition de la boue activée

La boue activée est constituée de [18] :

I.2.4.1 Consommateurs primaires (bactéries)

Ils dégradent la quasi-totalité de la pollution organique apportée par l'effluent d'entrée.

Les formes hétérotrophes (qui se nourrissent de substances organiques) sont majoritaires dans les boues jeunes du fait de leur vitesse de croissance élevée.

La part d'autotrophes (pour épuration de l'azote) augmente avec l'âge des boues.

L'épuration s'accompagne de production de biomasse (boues biologiques en excès), de libération de composés minéraux (nitrates notamment) et de dioxyde de carbone.

I.2.4.2 Les carnivores et les prédateurs (zooplancton)

Ils participent à l'épuration des eaux par consommation des consommateurs primaires.

Ils jouent un rôle essentiel dans la clarification des effluents car ils concentrent leur alimentation sur les formes bactériennes non agglomérées et donc susceptibles de demeurer dans l'eau épurée après clarification.

I.2.4.3 Les espèces sarcophages

Elles se nourrissent d'une partie de matière organique inerte et des cadavres prélevés dans le floc.

I.2.5 Paramètres de fonctionnement de station d'épuration à boues activées

Les principaux paramètres de fonctionnement des stations par boues activées dépendent fortement de charge appliquée (voir le tableau_I_01).

Notons que la tendance actuelle en ce qui concerne le taux de recyclage des boues consiste à dépasser les 100 % et monter jusqu'à des taux de 300%.

Le rendement d'épuration donné est une moyenne sur la Demande Biochimique en Oxygène, Matières En Suspension et l'Azote.

Il est à relever la faible production de boues dans les procédés par aération prolongée ainsi que leur état de stabilisation avancée. [14]

Tableau-I_01 : Principaux paramètres de fonctionnement des Stations par boues activées en fonction de la charge appliquée. [14]

Type de procédé	forte charge	Moyenne charge (Conventionnel)	Faible charge & très faible charge (aération prolongée)
Charge massique	0.40 à 1.20	0.15 à 0.40	0.07 à 0.15 faible charge Cm<0.07 très faible charge
Charge volumique	1.50 à 3	0.50 à 1.5	Cv < 0.40
Durée de rétention (heures)	1 à 2h	2 à 4h	12 h à plusieurs jours
Consommation d'oxygène	0.30 à 0.50	0.50 à 1	1.50 à 2
Production de boues	0.80	0.60	0.20
Pourcentage de recyclage,%	Jusqu'à 300	50 à 100	10 à 50
Rendement d'épuration, %	< 80%	80 à 90%	Plus de 90%

I.2.6 Les avantages et les inconvénients du l'épuration par boues activées [16]

I.2.6.1 Avantages

- adaptée pour toute taille de collectivité (sauf les très petites) ;
- bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO5, N par nitrification et dénitrification) ;

- adapté pour la protection de milieux récepteurs sensibles ;
- facilité de mise en œuvre d'une dé-phosphatation simultanée

I.2.6.2. Inconvénients

- Coûts d'investissement assez importants ;
- Consommation énergétique importante ;
- Nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière ;
- Sensibilité aux surcharges hydrauliques ;
- forte production de boues qu'il faut concentrer.

I.3 La Réutilisation des eaux usées

I.3.1 Définition de la réutilisation des eaux usées

La réutilisation des eaux usées est un enjeu politique et socio-économique pour le développement futur des services d'eau potable et d'assainissement à l'échelle mondiale. Elle présente, en effet, l'avantage majeur d'assurer une ressource alternative permettant de limiter les déficits en eau, de mieux préserver les ressources naturelles et de palier aux pénuries d'eau engendrées par les changements climatiques. D'ores et déjà, certains pays, états et grandes métropoles (Australie, Californie, Chypre, Espagne, Floride, Israël, Jordanie, Malte, Singapour...) ont des objectifs ambitieux de satisfaire de 10 à 30%, voire jusqu'au 60% de leur demande en eau par la réutilisation des eaux usées épurées. [20]

Concrètement, trois grands types d'eaux usées recyclables peuvent être concernés :

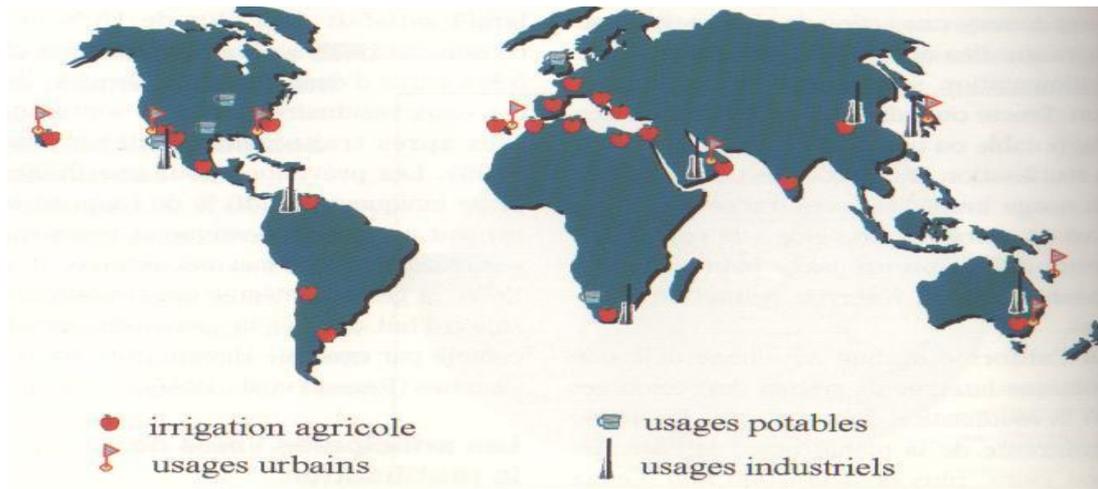
- les eaux grises des stations d'épuration ;
- les eaux résiduaires internes des industries ;
- les eaux pluviales urbaines.

I.3.2 Les différents usages des eaux usées épurées dans le monde

Les eaux usées traitées peuvent être utilisées pour l'ensemble des usages d'eau douce et d'eau potable.

En pratique, cinq grands types d'usages sont identifiés :

- les usages urbains.
- les usages industriels.
- les usages potables directs.
- les usages agricoles.



Figure_I_10 : Les différents usages des eaux usées épurées dans le monde

A. usage industriels

La réutilisation industrielle des eaux usées et le recyclage interne sont désormais une réalité technique et économique. Pour certains pays et types d'industries, l'eau recyclée fournit 85 % des besoins globaux en eau. Les secteurs les plus grands consommateurs en eau sont les centrales thermiques et nucléaires (eau de refroidissement) et les papeteries. La qualité de l'eau réutilisée est réglementée et dépend du type d'application ou de production industrielle. La part des eaux usées urbaines ne dépasse pas 15% du volume des eaux réutilisées en industrie. Aux Etats-Unis, par exemple, le volume des eaux résiduaires réutilisées en industrie est d'environ 790 000 m³/j, dont 68 % pour le refroidissement [21]

B. Les usages urbains [21]

Les usages urbains et périurbains des eaux usées correctement traitées se développent rapidement et deviennent un élément fondamental de la politique de gestion intégrée de l'eau dans les grandes agglomérations

Plusieurs municipalités du Japon (pionnier des pays en voie de développement : 8 % du volume total des eaux usées réutilisées soit environ 8 millions de m³ par an) et des villes des Etats-Unis ont déjà construit des systèmes de distribution double : eau potable et eaux usées à réutiliser.

Les bénéfices obtenus sont importants. Il faut noter en premier, la réduction de la demande en eau potable qui peut atteindre 10-15 %, voire 40 % dans les zones résidentielles avec beaucoup d'espaces verts, Les usages les plus courants sont l'irrigation d'espaces verts (parcs, golfs, terrains sportifs), l'aménagement paysager (cascades, fontaines, plans d'eau), le

lavage des rues ou des véhicules et la protection contre l'incendie. Une autre application importante est le recyclage en immeuble avec, par exemple l'utilisation de l'eau ménagère traitée pour le lavage des sanitaires. Les normes qui régissent la qualité des eaux usées destinées à de tels usages sont très sévères et voisines à celles en vigueur pour l'eau potable.

Pour les usages urbains, l'Afrique du Sud et l'Australie sont les pays dont les normes sont les plus sévères. Ils exigent respectivement une qualité d'eau potable et l'élimination totale des virus. Dans ce cas, les filières de traitement se rapprochent de celles de production d'eau réutilisée pour des usages potables.

C. Usage potables directe

Le progrès technologique du métier de l'eau permet de produire une eau de très bonne qualité, même à partir des eaux usées. De nombreuses études ont conclu à l'absence d'objection pertinente à la réutilisation des eaux résiduaires correctement traitées à des fins potables. Toutefois, les principales contraintes pour ce type d'usage sont psychologiques et culturelles associées à la perception de l'eau usée comme dangereuse et malsaine. De ce fait, la tendance principale aujourd'hui est l'usage indirect, après un séjour temporaire de l'eau usée traitée dans le milieu naturel. En fonction de la destination de l'eau réutilisée, ce type de réutilisation peut être classé soit dans la catégorie de réutilisation potable, soit pour des usages non potables. Dans le premier cas, il faut souligner l'impact psychologique très positif de ce détour par le milieu naturel qui permet à l'eau destinée à la réutilisation de perdre son identité d'eau usée [21]

D. Usage agricole

Dans le secteur de l'agriculture, l'utilisation de l'eau non conventionnelle est une ressource additionnelle pour l'irrigation ; de même que les eaux usées épurées sont une source d'éléments fertilisants permettant une économie d'engrais. Seulement la manipulation des eaux usées ne cesse de poser des problèmes de santé à l'homme, de la phytotoxicité de certains rejets et de la pollution des eaux souterraines. [22].

I.3.3 la réutilisation des eaux usées épurées en Algérie

Selon (L'ONA), La réutilisation des eaux usées épurées « REUE » est une action volontaire et planifiée qui vise la production de quantités complémentaires en eau pour différents usages.

Aujourd'hui la stratégie nationale du développement durable en Algérie se matérialise particulièrement à travers un plan stratégique qui réunit trois dimensions à savoir : Sociale, Economique et Environnementale.

A. Utilisations

Les principales utilisations des eaux usées épurées sont :

- **Utilisations agricoles** : –irrigation- la plus répandue, permettant d'exploiter la matière fertilisante contenue dans ces eaux réalisant ainsi une économie d'engrais ;
- **Utilisations Municipales** : arrosage des espaces verts, lavage des rues, alimentation de plans d'eau, lutte contre les incendies, l'arrosage des terrains de golf, des chantiers de travaux publics, arrosage pour compactage des couches de base des routes et autoroutes.
- **Utilisations industrielles** : refroidissement ;
- **Amélioration des ressources** : recharge des nappes pour la lutte contre les rabattements des nappes et la protection contre l'intrusion des biseaux salés en bord de mer.

B. Potentiel actuel

Sur les 130 stations d'épuration exploitées par l'ONA à travers les 44 wilayas, 17 sont concernées par la réutilisation des eaux usées épurées en **agriculture**.

Le volume réutilisé à fin aout 2016 est estimé à 14,6 Millions de m³, pour ces 17 STEP concernées par la REUE ; afin d'irriguer plus de 11 076 ha de superficies agricoles, il s'agit de : - Kouinine (El Oued) et Ouargla,

- Guelma, Souk Ahras
- Tlemcen, mascara et les lagunes de : Ghriss, Bouhanifia, Hacine, Oued Taria, Froha, Khalouia, Tizi et Mohamadia,
- Boumerdes.

I.3.4 L'avantage du recyclage des eaux usées

- Une eau utilisée deux ou trois fois avant d'être rejetée dans le milieu naturel.
- Un recyclage deux fois moins cher que le dessalement de l'eau de mer.
- Une économie de la ressource en amont et une réduction des déchets en aval.

- Une économie d'énergie liée aux activités de pompage et de transport de l'eau.
- La réutilisation de matières organiques présentes dans les eaux usées, pouvant fournir, après leur méthanisation, l'énergie nécessaire à leur traitement.
- La possibilité de devenir de l'eau potable et utilisable à des fins alimentaires après passage par des traitements poussés et par la recharge dans les nappes.
- La contribution à une gestion active des aquifères côtiers afin de maîtriser la progression de l'intrusion saline
- L'utilisation dans des circuits industriels en boucle courte, dans une logique d'écologie industrielle. [23]

I.4. Les normes de rejet en Algérie

Avant de rejeter les eaux usées dans le milieu naturel, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution, Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement. Selon les normes Algériennes

Les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées permettent de déterminer les origines de l'eau usée, et l'importance de sa charge polluante.

Les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau_I_02

Tableau_I_02 : Normes de rejets dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006)

Paramètres	Unités	Valeurs limites
Température	°C	30
pH	/	6.5 à 8.5
MES	mg/L	30
DBO ₅	mg/L	30
DCO	mg/L	120
Azote Kjeldahl	mg/L	30
Phosphates	mg/L	02

Phosphore total	mg/L	02
Cyanures	mg/L	0.1
Aluminium	mg/L	03
Cadmium	mg/L	0.2
Fer	mg/L	03
Manganèse	mg/L	01
Mercure total	mg/L	0.01
Nickel total	mg/L	0.5
Plomb total	mg/L	0.5
Cuivre total	mg/L	0.5
Zinc total	mg/L	03
Huiles et Graisses	mg/L	20
Hydrocarbures totaux	mg/L	10
Indice Phénols	mg/L	0.3
Fluor et composés	mg/L	15
Étain total	mg/L	02
Composés organiques chlorés	mg/L	05
Chrome total	mg/L	0.5
Chrome III +	mg/L	03
Chrome VI +	mg/L	0.1
Solvants organiques	mg/L	20
Chlore actif	mg/L	1.0
PCB (<i>Polychlorobiphényles</i>)	mg/L	0.001
Détergents	mg/L	2
Tensioactifs anioniques	mg/L	10

I.5. Conclusion

Les eaux usées peuvent être exploitées dans plusieurs domaines, mais elles doivent être traitées avant de le faire, pour éviter les risques et les dangers qu'elles peuvent causer dans l'environnement,

Les traitements des eaux usées passent par plusieurs étapes qui permettront de réduire la quantité de matières organiques polluants ce qui signifie protégé le milieu récepteur.

Il existe plusieurs techniques pour traiter les eaux usées d'une manière qui nous permet de la réutiliser dans plusieurs domaines.

CHAPITRE II :
Présentation de la zone d'étude

CHAPITRE II : Présentation de la zone d'étude**Introduction**

Dans ce chapitre, nous allons présenter la ville de BOUIRA, en indiquant sa situation géographique et climatique, la situation démographique, et on présente la station d'épuration de cette ville.

II.1. Présentation de la ville de BOUIRA

Issue du découpage administratif institué par ordonnance n° 74/69 du 02 juillet 1974, relative à la refonte de l'organisation territoriale des Wilayas.

L'Organisation administrative : Nombre de Daïras : 12, Nombre de communes : 45.

II.1.1 Situation démographique et superficie

La wilaya compte une population de **108899** habitants en 2017 avec une superficie totale de **4454 km²**.

II.1.2 Présentation géographique de la ville de BOUIRA**A) L'localisation**

La Wilaya de BOUIRA se situe dans la région Nord-Centre du pays, à environ 120 Km au Sud Est d'Alger.

Elle est délimitée :

- Au Nord par la Wilaya de Boumerdes et Tizi-Ouzou ;
- Au Sud et Sud / Ouest par la Wilaya de M'sila et de Médéa ;
- A l'Est et au Sud Est par la Wilaya de Bédjaia et Bordj-Bou-Arréridj;
- A l'Ouest par la Wilaya de Blida et Médéa.

B) Relief

Le territoire de la Wilaya de BOUIRA est caractérisé par 05 grands espaces géographiques :

- La dépression centrale ;
- La terminaison orientale de l'Atlas Blidéen ;
- Le versant du Djurdjura ;

- La chaîne des Bibans et les hauts reliefs du sud ;
- La dépression Sud Bibanique.

B.1) Dépression centrale

Espace, composé par :

La vallée de l'Oued Sahel, de l'Oued D'hous et de la plaine d'El Esnam,

- Le plateau de Taghzout, El Madjen;
- La plaine des Arribs, Ain Laloui;
- Le Plateau d'El Hachimia , Ath Mansour.

B.2) Terminaison orientale de l'Atlas Blidéen

Constitué d'un ensemble de collines de formations à dominance marneuse très sensible à l'érosion, on y trouve :

- Un important potentiel hydro-agricole ;
- D'importantes agglomérations : Lakhdaria, Kadiria et Aomar;
- De grands axes de communications (RN5, voie ferrée et projet Autoroutier Est – Ouest).
- Le barrage de Koudiet Acerdoune.

B.3) Versant du Djurdjura

Il se rapporte surtout aux parties centrales et occidentales du massif du Djurdjura.

B.4) Chaîne des Bibans et les hauts reliefs du sud

Cette région essentiellement forestière est interrompue à l'Ouest par la dépression de Sour-El Ghozlane.

Ces reliefs sont prolongés vers le Sud par trois importants massifs et composés par :

- Le massif de Djebel Dirah, culminant à 1810 m ;
- Le Djebel Ketef à 1434 m ;
- Le Djebel Ben Abdellah à 1314 m ;
- Le Djebel Taguedite ;
- Le Djebel Afroun qui culmine à 1547 m.

B.5) Dépression Sud Bibanique

Elle se rapporte à la terminaison septentrionale de la plaine du Hodna et aux basses collines s'étendant entre Maâmora et l'extrémité Sud-Est de BOUIRA. Cet espace est constitué principalement de terres de parcours



Figure II_01 : localisation de la ville de BOUIRA.

Les coordonnées géographiques de la ville de BOUIRA est 36°22'0'' Nord, 3°52'60''EST

L'altitude : 36.3667, Longitude : 3.88333, Altitude de BOUIRA minimale 500 m, maximale 970m, moyenne 735m.

II.1.3. Présentation climatique

Le climat de la ville de BOUIRA est chaud et sec en été, froid et pluvieux en hiver.

A) la température

La saison très chaude dure 2,8 mois, du 20 juin au 13 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 29 °C. Le mois le plus chaud de l'année à BOUIRA est août, avec une température moyenne maximale de 33 °C et minimale de 17 °C.

La saison fraîche dure 4,0 mois, du 19 novembre au 19 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 17 °C. Le mois le plus froid de l'année à BOUIRA est janvier, avec une température moyenne minimale de 1 °C et maximale de 13 °C.

Tableau_II_01 : Température moyenne maximale et minimale à BOUIRA

Temp	janv.	févr.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
Haute	13 °C	14 °C	17 °C	20 °C	24 °C	29 °C	32 °C	33 °C	29 °C	24 °C	18 °C	14 °C
moy.	6 °C	7 °C	10 °C	12 °C	16 °C	21 °C	25 °C	25 °C	21 °C	17 °C	11 °C	7 °C
Basse	1 °C	1 °C	3 °C	5 °C	9 °C	13 °C	17 °C	17 °C	14 °C	10 °C	5 °C	2 °C

Source : (<https://fr.weatherspark.com>)**B) Humidité**

BOUIRA connaît des variations saisonnières modérées en ce qui concerne l'humidité perçue.

On donne les valeurs d'humidité de la ville de BOUIRA dans le tableau_II_02

Tableau_II_02 : humidité de la ville de BOUIRA.

	Jan	Fé	Ma	Av	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Humidité (%)	74	70	81	81	65	56	49	50	71	67	69	81

Source :(historique-méteo.net)

C) les vents

Un paramètre très important dans le système de protection de la station d'épuration.

Le tableau_II_03 donne la vitesse et la température de vent de la ville de BOUIRA

Tableau II_03 : la vitesse et température du vent de la ville de BOUIRA.

	Jan	Fé	Ma	Av	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Vitesse du vent (km/h)	9	10	10	12	14	15	15	50	15	14	12	14
Température Du vent (°)	7	10	9	13	17	21	24	24	19	15	13	8

Source :(historique-météo.net)

D) la pluviométrie

La période pluvieuse de l'année dure 9,8 mois, du 22 août au 15 juin, avec une chute de pluie d'au moins 13 millimètres sur une période glissante de 31 jours. Le mois le plus pluvieux à BOUIRA est décembre avec une pluviométrie moyenne de 68 millimètres,

La période sèche de l'année dure 2,2 mois, du 15 juin au 22 août. Le mois le moins pluvieux à BOUIRA est juillet avec une pluviométrie moyenne de 4 mm.

La pluviométrie moyenne mensuelle de la ville de BOUIRA est bien déité dans le chapitre v.

II.1.4. Présentation hydrographique

La situation hydraulique comprend les réseaux d'alimentation en eau potable et de l'assainissement

La wilaya de BOUIRA renferme d'importantes ressources en eau. Elle est traversée par des bassins versants importants dont l'apport moyen annuel est de l'ordre de 561 millions de m³ constitué par :

A) Bassin versant

- Bassin versant d'Isser : 135 millions de m³/an ;
- Bassin versant Sahel Soummam : 380 millions m³/an ;
- Bassin versant du Hodna : 35 millions m³/an ;
- Bassin versant Humus : 11 millions m³/an.

B) barrages

- Barrage koudiet asserdoune commune de Maala capacité 640 000 000 m³ ;
- Barrage tilesdit commune de Bechloul capacité 167 000 000 m³ ;

- Barrage lakhal commune d'Ain bessem capacité 30 000 000 m³ ;
- Retenus collinaires : 30.

C) Agriculture

- Surface terre agricole : 2935,45 km²
- Surface massif forestier : 1122,5 km²

Le réseau d'assainissement de la ville est de type Unitaire, Système de relevage des eaux pluviales de la Tremie RN 5 de BOUIRA.

Le taux d'accroissement de la population varie entre 1.05 et 2.5 %. Le taux d'accroissement moyen est de 2.5 %.

II.1.5. Potentialités économiques**A. Infrastructures économiques, administratives**

Surfaces zones industrielles : 2,25 km² ;

- Nombre de zone industrielle : 01 ;
- Nombre de zone d'activités : 14 ;
- Les Pôles universitaires : 01 ;
- Nombre d'hôpitaux et centre de santé : 33 ;
- Salles de soins : 138.

B. Réseau routier

Composé essentiellement par :

- Route nationale : 456 ,58 km
- Chemin de wilaya : 699,05 km
- Route communale : 432 ,83 km
- Chemin de fer : 101 km

C. potentialités et activités touristiques

La Wilaya de BOUIRA est un carrefour routier et de civilisations offre à ne pas en douter des potentialités touristiques indéniables permettant plusieurs types de tourisme dont :

- Un tourisme de loisirs et de détente (à travers le parc national du Djurdjura, les massifs forestiers, les plans d'eau et barrages) ;
- Un tourisme thermal (curatif et de relaxation) (source thermale Hammam K'sana) ;

- Un tourisme historique et archéologique (vestiges préhistoriques, romains, turcs, français etc. à découvrir ;
- Un tourisme culturel et de particularités traditionnelles (à découvrir à travers les Zaouiate, les Mosquées, les fêtes et manifestations ancestrales traditionnelles dont « Aid El Hassad » et fête de l'olivier) ;
- Un tourisme lié aux curiosités artisanales et culinaires.

II.2. Présentation de la station d'épuration de la ville de BOUIRA

La station d'épuration de la ville de BOUIRA est réalisée en amont du barrage Tilesdit sur l'oued d'HOUS qui se trouve à la sortie est du chef-lieu de wilaya de BOUIRA. Cette nouvelle station d'une capacité nominale de 108899 équivalents habitants en 2017 recueille les eaux usées pluviales de la ville.

Cette station est construite dans le but de traiter les eaux utilisées dans l'irrigation des terres agricoles des plateaux d'El Esnam et du Sahel qui se trouvent dans la région est de la wilaya de BOUIRA, de permettre l'amélioration de la qualité de l'eau potable au bénéfice des habitants de la ville de BOUIRA, de préserver l'environnement contre la pollution et d'assurer un traitement de l'ammonium (NH₄), du nitrate (NO₃), des matières en suspension (MES), du phosphore et, de la charge organique (DCO) et (DBO).

II.2.1 Présentation géographique de la station d'épuration

La station d'épuration se situe à l'est-sud du chef-lieu de la ville de BOUIRA et sur la rive gauche d'oued Hous.

Le Chef-lieu de la wilaya est située à 100km à l'Ouest de la capitale, Alger.

La station se situe à environ 2 Km de la ville de BOUIRA.



Figure_II_02 : Image de la station d'épuration par google earth, 2020.

La figure_II_02 est donne la situation géographique de la station d'épuration de la ville de BOUIRA, et les superficies pouvant être irriguées avec les eaux usées épurées de la station.

II.3. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons conclu que la ville de Bouira est soumise à un climat méditerranéen aride et chaud en été, caractérisé par une pluviosité faible et variable, une température moyenne élevée, accusant de forts écarts mensuels et journaliers, une faible hygrométrie et une forte évaporation .

Les eaux usées de la ville de BOUIRA chargées en matières polluantes dirigées vers la station d'épuration pour être traitées avant d'être déversées dans le milieu récepteur l'Oued d'hou, afin de protéger l'environnement de la pollution et de protéger la santé humaine et animale.

CHAPITRE III :

Description de la station d'épuration de BOUIRA

CHAPITRE III : Description de la station d'épuration de BOUIRA

Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter une description de la station d'épuration, son état et sa gestion et connaissons les différents ouvrages qui existent dans cette station et le principe de fonctionnement d'une station d'épuration par boues activées, et nous verrons toutes les étapes de traitement dans la station d'épuration de la ville de BOUIRA

III.1 Connaître la situation de gestion de la station d'épuration

La station d'épuration de la ville de BOUIRA est composée de deux parties :

- ✓ Partie des eaux usées.
- ✓ partie des boues activées à faible charge,
Procède du traitement retenu :

III.1.1 Filière eau

- La filière d'eau comprend les postes suivants
- Dégrillage grossier (Manuel)
- Dégrillage fin (Mécanisé)
- Dessablage déshuilage aéré système d'aération par surpression d'air Canal venturi
Préleveur automatique
- Bassin répartiteur
- bassin de nitrification,
- dénitrification et dé-phosphatation (12 mamoutrotors pour l'aération prolongée)
Clarificateurs avec tubes suceurs
- Bassin de désinfection
- Station de dosage du chlore pour la désinfection et du chlore ferrique pour la dé-phosphatation
- Canal venturi Préleveur automatique

III.1.2 Filière boue

- La filière est caractérisée par les opérations suivantes :
- Recirculation et extraction des boues en excès (bassin répartiteur)
- Épaississement des boues en excès (Avec herse)
- Pompes des boues (pompes à vis excentrique)
- Stabilisation des boues (Aérobie)

- Lits de séchage (02 lits de séchage)
- Déshydratation mécanique (02 Filtres à bande, préparation de polymère, vis d'évacuation)
- Aire de stockage des boues

III.1.3 Principaux ouvrage et équipements annexes

- Fosse toutes eaux
- Groupe électrogène
- Salle Eaux de service
- de contrôle
- Poste moyenne tension
- Réfectoire
- Atelier de maintenance (en cours d'aménagement)
- Vestiaires
- Bloc d'exploitation (bureau, salle de commande, laboratoire de contrôle)
- Bloc administratif
- Parkings 1-2
- Logements

III.2. Le principe de fonctionnement de la station d'épuration

Les traitements sont réalisés sur le réseau d'assainissement urbain, Cette structure va procéder à l'élimination des déchets contenus dans l'eau, et ce en passant par quatre étapes.

La première étape consiste en une :

Simple décantation qui permet de supprimer la majeure partie des matières en suspension.

La seconde se fait le plus couramment par voie biologique, ou physico- chimique. Concrètement,

Le traitement biologique consiste à éliminer les composantes organiques, les sucres et les protéines. Ceux-ci sont nocifs pour l'environnement puisque leur dégradation implique la consommation d'oxygène dissous dans l'eau nécessaire à la survie des animaux aquatiques.

Concernant, le traitement par voie physico-chimique, Il regroupe l'aération et le brassage de l'eau, mais aussi une Décantation secondaire (clarification).

Cette STEP est de type Boues activées à faible charge donc Pour les deux dernières étapes, il nous restera le traitement bactériologique et le traitement des odeurs. Ce sont deux paliers très importants, car ils ont un lien direct avec la santé des consommateurs.

Le volet bactériologique se fait par ozonation ou par traitement aux UV ou pour des petites capacités de station d'épuration par une filtration sur sable. Quant à celui des odeurs, on utilise le procédé de David, à savoir, la modification chimique de la molécule odorante qui est transformée en une autre molécule inodore et non toxique, autrement ; une désodorisation active.

III.3. description des étapes de traitement

III.3.1. Les prétraitements

Les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers. Il s'agit des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage).

Au cours du dégrillage, les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux retiennent les matières les plus volumineuses.

Dans cette station on a un dégrillage fin (mécanisé) est composé de deux grilles fines à lavage automatique, Réalisé sur deux files parallèles isolables, l'une par vanne murale, l'autre par batardeaux. Et un dégrilleur à nettoyage manuel est installé en secours dans le canal de bypass



Figure_III_01 : Dégrillage grossier.

Après le dégrillage, les eaux usées sont dirigées vers Le dessableur.

Le dessablage débarrasse les eaux usées des sables et des graviers par sédimentation. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables récupérés sont essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés, selon la qualité du lavage.

Le dégraissage vise à éliminer la présence de graisses dans les eaux usées, graisses qui peuvent gêner l'efficacité des traitements biologiques qui interviennent ensuite.

Le dégraissage s'effectue par flottation. L'injection d'air au fond de l'ouvrage permet la remontée en surface des corps gras. Les graisses sont raclées à la surface, puis éliminées (mise en décharge ou incinération).

Le dessabler dégraisseur rectangulaire aéré. Est réalisé Sur deux files parallèles et indépendantes



Figure_III_02 : Traitement des sables

III.3.2. Le traitement secondaire

Dans cette étape On a une élimination biologique des matières polluantes

III.3.2.1 Répartiteur

Permettant l'équipartition du débit vers les quatre lignes de traitement. Ce répartiteur est équipé de trois pompes Submersibles, assurent la recirculation des boues vers les bassins biologiques (boues de retour) et deux autres pompes submersibles.

III.3.2.2 Bassins anoxies

Les bassins anoxies sont équipés chacun d'un agitateur immergé de façon à éviter une sédimentation de la boue ou un trajet préférentiel, particulièrement lors de phases de bas débit (nuits).La dénitrification se passe dans les bassins anoxies.



Figure_III_03 : Bassin anaérobie.

III.3.2.3. Chenal d'oxydation (bassin aérobie)

Les bassins d'aération sont équipés d'un système d'aération en surface du type rotors mammoths et des agitateurs assurent le brassage et l'homogénéisation du système, ainsi que des sondes de mesures d'oxygène et du potentiel redox qui permettent le contrôle des paramètres de fonctionnement de l'unité de traitement biologique. Dans ces bassins ce fait l'épuration de la pollution carbonée, la déphosphoration, la nitrification et la continuation de la dénitrification. La déphosphoration ce fait par voie biologique et afin de compléter ce traitement un dosage de réactif (chlorure ferrique) est prévu pour assurer une précipitation chimique du phosphore.



Figure_III_04 : bassin d'aération

III.3.2.4. Clarificateurs

Les boues activées issues de l'étage biologique sont dirigées vers les clarificateurs circulaires à l'intérieur desquels les boues vont décanter en fond d'ouvrage, d'où elles seront raclées, retirées par des tubes suceurs à l'aide d'une pompe à vide et dirigées vers le répartiteur.

Les boues flottantes aussi seront extraites à l'aide d'un racleur en surface et dirigées vers une fosse de boues flottantes

Les bassins de clarification sont équipés de ponts racleurs qu'est également équipés d'un système de nettoyage automatique des goulottes avec une brosse verticale et horizontale. L'eau épurée est dirigée vers les bassins de désinfection.



Figure_III_05 : clarificateur.

III.3.3. Le traitement tertiaire

Le traitement tertiaire est réalisé sur une seule ligne constituée d'un bassin de désinfection. Afin de pouvoir réutiliser l'effluent de la station d'épuration en agriculture, l'eau clarifiée doit être suffisamment désinfectée après l'étape de Décantation finale.

Après les traitements (primaires, traitement biologique, décantation et désinfection) les eaux usées deviennent épurées et on peut les jeter dans le milieu récepteur (l'oued d'hous).



Figure_III_06 : sortie des eaux épurées vers l'oued.

III.4. traitement des boues

III.4.1. Epaissement des boues en excès

L'épaississeur hersé est un bassin circulaire à fond conique à faible pente, il est équipé d'un racleur hersé tournant en permanence.

Le racleur hersé permet de favoriser l'épaississement des boues de façon à assurer un taux de MES plus élevé, ces boues sont dirigées en fond de bassin vers un puits central d'où elles sont soutirées. L'eau surnageant est récupérée par une lame déversant située autour du périmètre de l'épaississeur.

L'eau ainsi récupérée passe dans une Goulotte de récupération et elle est dirigée par le Poste de Refoulement vers le répartiteur et les boues épaissies Sont dirigées vers la stabilisation des boues.



Figure_III_07 : Bassin d'épaississement.

III.4.2. Pompage des boues

Le local de pompage des boues comprend plusieurs pompes qui alimentent le bassin de stabilisation par l'épaississeur, la déshydratation mécanique et les lits de séchage par le stabilisateur.

A) Stabilisation aérobie des boues

Le bassin de stabilisation est un bassin Circulaire qui permet la stabilisation aérobie des boues produites sur la station avant leur Déshydratation. Les boues sont stabilisées par apport D'oxygène et brassage. Ces deux opérations Sont effectuées au moyen d'une turbine

B) Déshydratation des boues mécanique

Le conditionnement des boues à déshydrater s'effectue par ajout de poly-électrolytes (polymère cationique).

Le centrât résultant de la déshydratation, est amené gravitaire_ment vers la fosse toutes eaux pour être réintroduit dans le traitement.

Les boues déshydratées sont reprises par une vis convoyeuse qui les amène dans la trémie de chargement des conteneurs. Cette vis est entièrement capotée en acier inox traité avec revêtement d'usure. Malgré ce capotage complet, la vis est visitable au moyen de trappes étanches.

La déshydratation mécanique des Boues permet de réduire le volume des Boues en excès avant stockage/épandage. Pour cela, les boues sont déshydratées mécaniquement, et conçu par 02 filtres presse à bandes qui ont une durée maximum de fonctionnement par jour de 20h et qui permettent d'obtenir une siccité finale des boues de 18-22%.



Figure_III_08 : dégradation mécanique des boues

III.4.3. Lits de séchage de secours et lits de stockage

Les lits de séchages sont équipés d'un Système de drainage qui assure un séchage naturel des boues, l'eau ainsi est récupérée dans une fosse (fosse toutes eaux) est dirigée par pompes submersibles vers le répartiteur des bassins biologiques et les boues sèches sont stockées dans les lits de stockage.

La boue qui était déshydratée mécaniquement et celle dès les lits de séchage sera transportée au centre d'enfouissement technique de BOUIRA, (CET).



Figure_III_09 : lit de séchage

III.4.4. Récolte de données de base de la station d'épuration

La station d'épuration de BOUIRA a été dimensionnée sur les bases de données suivantes. (Charge hydraulique, charge polluant, nombre d'équivalent)

Le tableau_III_01 donne les données de base pour dimensionner les ouvrages de la station pour les différents l'horizon selon L' ONA :

Tableau_III_01 : les données de base de la STEP de BOUIRA.

Paramètres	Quantités
Nombre d'habitant	120204 hab (horizon 2020)
Volume journalier	1122.77 m ³ /j
Débit moyen de temps sec	1122.77 m ³ /j
Débit de pointe de temps sec	19297.53 m ³ /h
Charge massique (Cm)	0.13 kgDBO5/kgMVS.j
La charge massique Cm	0.13
La concentration journalière en DCO	702 (mg/l)
La concentration journalière en DBO5	305 (mg/l)
La concentration journalière en MES	452 (mg/l)
La charge polluante journalière en NT	1318 (kg/j)
La charge polluante journalière en PT	232 (kg/j)

III.5. diagnostic de la station d'épuration de la ville de BOUIRA

Lors de notre visite (17_mars_2021) à la station d'épuration de la ville de BOUIRA, nous avons constaté qu'elle ne fonctionnait pas, car les pompes de la station de relevage étaient en panne, et aussi les tuyaux à l'entrée de la station ont été perdus. La station a fonctionné pendant quatre ans seulement de 2013 à 2017.

On résume les données générales de la station de la ville de BOUIRA dans le tableau_III_02

Tableau_III_02 : les données générales de la station d'épuration de BOUIRA.

Nom de la station	Station d'épuration Oued d'HOUES
Commune de	BOUIRA
Wilaya de	BOUIRA
Milieu récepteur	Oued D'HOUS
Date de mise en service	Mars 2013
Date de transfert de la station à l'ONA	Juin 2013
Milieu récepteur	Oued D'HOUS
Localité concernée par le traitement	Ville de BOUIRA
Nature des eaux brutes	Urbaines
Capacité de la station	120204 hab (horizon 2020)
Superficie de L'assiette	9 ha
Groupement de réalisation - Génie civil - Équipements	Passavant Roedegeer
Le dispositif d'assainissement de la ville	Unitaire
Système d'épuration	Boue activée avec à faible charge Dénitrification dé-phosphatation
Alimentation en eau usée	Station de relevage n°2

Selon l'ONA Bouira

III.6. Conclusion

Cette station devra recycler un grand nombre d'eaux usées de la ville de Bouira ; les rejets d'eaux, chargées de différents éléments provenant de la population, mais aussi des activités commerciales et industrielles, sont de nature à polluer les milieux, dans lesquelles elles seront déversées.

Alors pour traiter ces eaux il faut faire :

- Des traitements physico-chimiques
- Des traitements biologiques.
- Traitement des boues.

Les données de base de la station d'épurations sont très importantes pour dimensionner toutes les ouvrages de traitement.

CHAPITRE IV :
Estimation le débit des eaux usées

CHAPITRE IV : Estimation le débit des eaux usées

Introduction

En Algérie l'eau est consommée en quantités importantes, cette consommation est liée au nombre de la population, tel que plus le nombre d'utilisateur est élevé ; plus la quantité d'eau utilisée est importante, de même la consommation d'eau par les équipements et institutions situés dans les villes et les zones touristique notamment, comme la ville de BOUIRA, tout cela est expliqué la sortie des eaux usées en grande quantité,

Dans ce chapitre nous apprendrons les différents équipements qui existent dans la ville de BOUIRA et leur consommation en eau potable, et tous les besoins en eau de la population actuelle et future. Et à la fin, nous concluons la consommation totale journalière et le débit des eaux usées de la ville de BOUIRA pour différents horizons.

IV.1. Le débit moyen journalier

Les débits d'eaux usées sont estimés d'après les consommations moyennes par habitant, Donc le débit moyen journalier est évalué sur la base des consommations d'eau potable.

Il est calculé par la relation suivante :

$$Q_j = D \cdot N \cdot Cr \dots \dots \dots (VI. 01)$$

- Q_j : débit moyen journalier.
- Cr_j : coefficient de rejet.
- N : nombre d'habitants à l'horizon étudié (hab)
- D : dotation *journalière*.

Avec :

- **Le coefficient de rejet** Dès lors qu'une partie du volume d'eau prélevé par les usagers autres que domestiques ne rejoint pas le réseau public de collecte des eaux usées ou unitaire compte tenu de l'utilisation dans leur procès. Un coefficient de rejet défini par le rapport entre le volume effectivement rejeté et volume prélevé, peut être déterminé au vu des éléments justificatifs.
- **La dotation** c'est la consommation moyenne d'eau de chaque habitant par jour. *En l/j/hab.*

Pour choisir la consommation moyenne de la ville de BOUIRA pour chaque horizon on se basera sur le tableau_IV_01 qui donne la dotation selon des Hypothèse volontariste pour plusieurs horizons qui est en fonction d'urbanisation des villes (urbaines, semi-urbaines, etc.) :

Tableau_IV_01 : Dotation par l'hypothèse volontariste sel le PNE.

Hypothèse Volontariste	Dotations unitaires domestique et (autres usages) assimilés (en l/hab/j)														
	Région Nord					Région Hauts Plateaux					Région Sud				
HORIZON	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030
Métropoles (SPE)	170	170	162	153	145	179	179	170	161	152	196	196	186	176	166
Métropoles	144	144	136	136	128	151	151	143	143	134	166	166	156	156	147
Urbain sup	128	128	120	120	120	134	134	126	126	126	147	147	138	138	138
Urbain	112	112	105	98	98	118	118	110	103	103	129	129	121	113	113
Semi urbain	108	108	101	95	95	113	113	106	99	99	124	124	116	109	109
Semi rural	94	94	88	88	88	98	98	92	92	92	108	108	101	101	101
Rural aggloméré	81	81	81	81	81	85	85	85	85	85	93	93	93	93	93
DOTATION MOYENNE PONDEREE population aggloméré	121	121	114	109	108	118	113	110	110	110	126	128	121	117	118
Eparse	60	60	60	60	60	63	63	63	63	63	69	69	69	69	69

D’après le tableau on remarque que il ya un changement dans les régions et les villes et d’autres part, une diminution de la dotation.

On peut spécifier la dotation la ville de BOUIRA, à travers le tableau_IV_01 pour les différents horizons donc, la ville de BOUIRA est une ville Urbain et alors sa dotation pour l’année 2021 d’après le tableau_IV_01 est estimée de 105 l/hab/j,

IV.2.Calcul Les besoins en eau potable

IV.2.1.Besoins domestiques

A. Estimation actuelle et future de la population à l’horizon

La ville BOUIRA à une population de 108899 habitants a l’année 2017.

La population est évaluée en fonction du temps. Alors pour estimer la population future à différents horizons on utilise la formule suivante :

$$P_n = P_0 [1 + T]^n \dots \dots \dots (IV. 02)$$

Avec :

- **P_n** : la population future à l’horizon considéré.
- **P₀** : population à l’année de référence (2021).
- **T**: Taux d’accroissement de la population (%)
- **n**: nombre d’années séparant les deux horizons.

Donc on calcule la population de l’année 2021 avec Le taux d’accroissement de la population varie entre 1.05 et 2.5 %, donc on prendre T=2.5%.

Pour estimer le besoin d’eau pour chaque année il faut estimer la dotation de chaque année et le nombre d’habitant et après on applique la formule suivante :

$$\text{Donc : } Q_{AEP} = D * N \dots \dots \dots (IV_03)$$

Avec : D : dotation en l/hab/j

N : nombre d’habitants.

Avec : une dotation de 98 l/hab/j à l’année 2031, la même pour 2041, 2051. Pour l’année 2021 la dotation est 105 l/hab/j.le tableau_IV_02 donne L’estimation de la population future et le besoin d’eau aux différents horizons :

Tableau_IV_02 : Estimation des besoins domestique en eau potable.

paramètre	horizon			
	2021	2031	2041	2051
La population (hab)	120204	153571	196968	252136
La dotation l/hab/j	105	98	98	98
Consumation journalier (m³/j)	12621.42	15049.95	19302.86	24709.32
T	2.5%			

IV.2.2.Besoins des équipements

nous avant fait des enquêtes personnelles à la direction de l'éducation de la ville de BOUIRA, et nous avant contacter l'APC, la Dou, et d'autres directions jusqu'à obtenir les chiffres (nombre d'élèves, le nombre de travailleurs, nombre des étudiants..ect) correspondants dans chaque tableau pour calculer les besoins réelle des équipement de la ville de BOUIRA.

On calcule les débits des équipements qui existent dans la ville de BOUIRA, à cause de la consommation d'eau par ces équipements.

A. Equipements éducatifs et formation

Pour calcule la consommation d'un établissement éducatif nous devons connaître la consommation d'un seul élevé pour chaque établissement, le tableau_IV_03 résume les résultats

Tableau_IV_03 : Estimation des besoins Equipements éducatifs et formation en eau potable.

Équipements	Nombre d'élèves				Dotation	Besoins en eau potable (m ³ /j)			
	2021	2031	2041	2051		2021	2031	2041	2051
Enseignement primaire	8157	10421	13366	1711 0	5 L	40.78	52.10	66.83	85.54
Enseignement moyen	6182	7898	10130	1297 6	5 L	30.91	39.49	50.64	64.83
Enseignement lycée	3570	4861	5850	7488	5 L	17.85	22.80	29.24	37.44
Formation professionnelle	950	1214	1557	1993	10 L	9.5	12.13	15.56	19.92
Consommation Totale	/	/	/	/	/	99.04	126.53	162.29	207.75

On remarque que l'augmentation de la consommation d'eau liée à l'augmentation du nombre d'élèves, on note également que la consommation d'eau est importante pour les écoles primaires par rapport aux autres établissements d'enseignement.

B. Equipements administratifs

Nous avons calculé les surfaces des équipements administratifs par Google Arth

L'estimation des besoins d'Equipements administratifs en eau potable est donnée dans le tableau_IV_04 :

Tableau_IV_04 : Estimation des besoins d'Equipements administratifs en eau potable.

Equipement Administratifs	Surface (m ²)	Besoin en eau potable (m ³ /j)
Wilaya	800	4
APC et ANNEXE	900	4,5
Daira	600	3
D,U,C,H,	500	2,5
DRE	500	2,5
DTP	600	3
centre des impôts	600	3
SUCH	300	1,5
Subdivision hydraulique	300	1,5
Etablissements postaux	450	2,25
subdivision agricole	350	1,75
Sonelgaz	400	2
CNEP	300	1,5
Agence foncière	250	1,25
OPGI	200	1
l'ONA	200	1
ADE	200	1
Cité Administratives	2000	10
Trésor	600	3
Consommation Totale (m³/j)		50,25

D'après le tableau_IV_04 on note que Les Equipements administratifs consomment une petite quantité d'eau potable dans la journée.

C. Equipements édilitaires

La dotation de ces équipements égale à 100 l/h/j.

Tableau_IV_05 : Estimation des besoins d'Equipements édilitaires en eau potable.

Équipements	Nombre d'utilisateur	Dotation	Consommation en eau potable (m ³ /j)
Douane	100	100	10
protection civile	60	100	6
secteur militaire	4000	100	400
gendarmerie	60	100	6
la police	100	100	10
Consommation totale			432

Dans les équipements édilitaires On remarque que il ya une consommation d'eau potable importante à cause du nombre de consommateurs, tel que le nombre de consommateurs plus élevé dans ces équipements.

D. Equipements de service

Les consommations en eau potable de ces équipements sont représentées dans le tableau_IV_06

Tableau_IV_06 : Répartition des équipements de service.

Équipements	Surface (m ²)	Dotation	Consommation en eau potable (m ³ /j)
tribunal	800	5	4
station de météo	100	5	0,5
CANASAT	200	5	1
Impôts	200	5	1
P,T,T	450	5	2,25
Banques	1000	5	5

centre téléphonique	250	5	1,25
station de service	300	60	18
la somme			33

Dans ces équipements on a une petite consommation d'eau potable. L'utilisation de ces eaux Uniquement pour le nettoyage.

E. Equipements sanitaires

Dans le tableau_IV_07 je résume les consommations en eau potable pour les équipements sanitaires qui existe dans la ville de Bouira.

Tableau_IV_07 : les équipements sanitaire de la ville de Bouira.

Equipement	Nombre d'utilisateur				Dotation	Consommation en eau potable (m ³ /j)			
	2021	2031	2041	2051		2021	2031	2041	2051
Hopitaux	647	826	1060	1357	150	97,05	123,9	159	203,55
polyclinique	200	250	328	420	100	20	25	32,8	42
salle de soin	100	128	164	210	10	1	1,28	1,64	2,1
centre de santé	100	128	164	210	10	1	1,28	2,1	2,1
centre de handicapé	80	102	131	168	50	4	5,1	6,55	8,4
Laboratoire	9	11	15	19	250	2,25	2,75	3,75	4,75
Consommation totale						125,3	159,31	205,84	262,9

On remarque que li ya une consommation importante de l'eau potable dans les équipements sanitaires. Parce que il ya une grande consommation d'eau par les travailleurs et patients dans ces équipements.

F. Equipements sportifs

Le tableau_IV_08 résume la répartition des équipements sportifs.

Tableau_IV_08 : Récapitulatif des équipements sportifs.

Equipement		Nombre d'utilisateur				dotation	Consommation en eau potable (m ³ /j)			
		2021	2031	2041	2051		2021	2031	2041	2051
piscine						/	22	22	22	22
stades communaux	sportifs	100	128	164	210	100	10	12,8	16,4	21
Salle de sport	sportifs	450	450	450	450	100	45	45	45	45
maison de jeun	jeune	50	64	82	105	10	0,5	0,64	0,82	1,05
auberge de jeun	jeune	40	40	40	40	100	4	4	4	4
complexe sportif	sportifs	120	154	196	252	100	12	15,4	19,6	25,2
Consommation totale							48,5	54,84	62,82	73,25

L'utilisation de l'eau potable dans les équipements sportifs Pour les douches et remplissages de piscine.

G. Infrastructures de culture

La répartition des infrastructures de culture est donnée par le tableau_IV_09 :

Tableau_IV_09 : les infrastructures de culture.

Equipement	Surface (m ²)	Dotation	Consommation en eau potable (m ³ /j)
Théâtre	800	5	4
maison de culture	300	5	1,5
bibliothèque l	350	5	1,75
cinéma	200	5	1
la somme			8,25

Le consommateur utilise l'eau potable dans l'infrastructure de culture uniquement pour le nettoyage, donc il y a pas une grande consommation d'eau.

La ville dispose aussi des infrastructures de culte qui sont représentés dans le tableau_IV_10 ;

Tableau_IV_10 : Répartition des infrastructures de culte

Infrastructures de culte		Nombre d'utilisateur				Dotation	Consommation totale (m3/j)			
		2021	2031	2041	2051		2021	2031	2041	2051
mosquée	Fidel	9000	11498	14747	18877	5	45	57,49	73,735	94,385
Ecole coranique	m ²	1000	1000	1000	1000	5	5	5	5	5
Consommation en eau (m3/j)							50	62,49	78,735	99,385

H. Equipements de transport

Le tableau_IV_11 donne les consommations des équipements de transport de la ville de BOUIRA :

Tableau_IV_11 : la répartition et les consommations des équipements de transport.

Type	Surface (m2)	Dotation	Consommation (m3/j)
Parc	4000	4	16
Gare urbaine	2500	4	10
Gare routière	3000	5	15
Consommation en eau (m3/j)	/		41

L'utilisation d'eau potable dans les équipements de transports seulement pour le nettoyage et aussi pour l'arrosage des espaces verts.

I. Equipements commerciaux

La consommation en eau potable des équipements commerciaux est présentée dans le tableau_IV_12 :

Tableau_IV_12 : la consommation en eau potable des équipements commerciaux.

Type commerce		Caractéristique				Dotation	La consommation en eau (m ³ /j)			
		2021	2031	2041	2051		2021	2031	2041	2051
marché couvert		500	500	500	500	5	2,5	2,5	2,5	2,5
marché de gros		2000	2000	2000	2000	2	4	4	4	4
centre commerciale		8000	8000	8000	8000	5	40	40	40	40
Petite commerce	Epicerie	20	20	20	20	200	4	4	4	4
Boulangerie	Boulangerie	15	15	15	15	1000	15	15	15	15
Hamman		125	160	205	262	200	25	32	41	52,4
Hôtel	grand	200	200	200	200	200	40	40	40	40
	petit	300	300	300	300	120	36	36	36	36
Agence de voyage et tourisme	agence	8	8	8	8	100	0,8	0,8	0,8	0,8
Station de lavage	voiture	90	100	110	120	50	4,5	5	5,5	6
Pharmacie		19	26	31	40	150	2,85	3,9	4,65	6
Université		5000	5000	5000	5000	5	25	25	25	25
La cité universitaire	filles	1500	1916	2458	3148	100	150	191,6	245,8	314,8
	Garçon	1200	1533	1966	2517	100	120	153,3	196,6	251,7
La somme							469,65	553,1	660,85	798,2

D'après le tableau_IV_12 des équipements commerciaux on remarque que la consommation en eau potable pour chaque jours est plus élevé et importante, on peut expliquer cela que ces équipements consomment beaucoup d'eau à cause de la situation géographique de la wilaya de BOUIRA, car c'est une zone touristique donc les hôtels,

hammam consomment une grande quantité d'eau. et aussi les cités universitaires consomment beaucoup de l'eau,

Consommation journalier totale en eau potable de la zone de BOUIRA et le débit moyen journalier pour différents horizons :

Le tableau_IV_13 résume les résultats des besoins en eau potable et donne la consommation journalière de la zone de BOUIRA pour chaque horizon :

Tableau_IV_13 : les résultats des besoins en eau potable avec le débit de rejet.

paramètre	horizon			
	2021	2031	2041	2051
La consommation totale journalière (m3/j)	14029.71	16620.23	21085.90	26754.31
CR	80%			
Débit moyen journalier Qj (m3/j)	11223.77	13296.18	16868.72	21403.45

Le débit moyen journalier représente à 80% de la consommation totale journalière.

IV.3. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu comment on peut estimer le débit de rejet de la ville de BOUIRA à travers l'estimation de la consommation moyenne de chaque habitant par jour et le besoin en eau potable des équipements qui existe dans la ville, lorsqu'on calcule tous les besoins en eau potable pour chaque équipement et chaque habitant à des différents horizons. On peut après estimer le débit des eaux usées de la zone d'étude Qj.

CHAPITRE V :

Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

Introduction

Après avoir calculé le débit de rejet dans le chapitre numéro quatre on peut dimensionner la STEP de la ville de BOUIRA dans ce chapitre,

Lorsque on estimer les charge polluantes et les débits on peut facilement déterminer les dimensions de les ouvrages qui existe dans la station d'épuration de la ville de BOUIRA.

Les débits que nous allons calculer dans ce chapitre sont :

- Débit moyen horaire (Q_m) (m^3/h).
- Débit de pointe (Q_p).
- Débit diurne (Q_d).

Le débit de pointe c'est le paramètre le plus important pour le dimensionnement.

V.1. Estimation des débits et de la charge polluante

V.1.1. Processus de calculs des débits

V.1.1.1. Estimation le débit moyen journalier

Le tableau_V_01 résume le débit moyen journalier de la ville de BOUIRA pour les différents horizons d'après le chapitre numéro quatre :

Tableau_V_01 : le débit moyen journalier.

paramètre	horizon			
	2021	2031	2041	2051
Q_j (m³/j)	11223.77	13296.18	16868.72	21403.45

V.1.1.2. Estimations des débits de pointes d'eaux usées [24]

Un débit de pointe de temps sec Q_{ps} est calculé par la formule :

$$Q_p = Q_{moyj} * k_p \dots\dots\dots (V_01)$$

- **Le coefficient de pointe** : est le rapport entre le débit maximum horaire et le débit moyen journalier ...

$$K_P = Q_{mh}/Q_{myj} \dots\dots\dots (V_02)$$

Ce coefficient est calculé selon la formule suivante :

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

$$\text{Si } Qm \geq 2.8 \text{ l/s} \quad \text{on a} \quad Kp = a + b \sqrt{Qm} \dots\dots (V_03)$$

$$\text{Si } Qm < 2.8 \text{ l/s} \quad \text{on a} \quad kp = 3 \dots\dots (V_04)$$

a : Paramètre exprimant la limite inférieure à ne pas dépasser lorsque :

Qmoyj Croit vers l'infini : (a = 1.5)

b : Paramètre qui introduit par sommation avec le terme b = 2.5

Le tableau_V_02 donne l'estimation du débit de pointe en temps sec avec le coefficient de pointe pour des différent horizon.

Tableau_V_02 : débit de points en temps sec.

paramètre	horizon			
	2021	2031	2041	2051
kp	1.71	1.70	1.67	1.65
Op_{sc} (m³/s)	0.223	0.261	0.327	0.410
Qp_{sc} (m³/j)	19297.53	22623.82	28321.22	35504.86
Qp_{sc} (m³/h)	804.06	942.65	1180.05	1479.36

V.1.1.3. débit moyen horaire

$$Qmh = \frac{D.N.Crj}{24} \dots\dots\dots (V_05)$$

Le tableau_V_03 donne l'estimation du débit moyen horaire de la ville de BOUIRA en (m³/h).

Tableau_V_03 : l'estimation du débit moyen horaire.

paramètre	horizon			
	2021	2031	2041	2051
Qmh (m³/h)	467.65	554.00	702.86	891.81

V.1.1.4. débit diurne

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

$$Qd = \frac{D.N.Crj}{16 \text{ heures}} \dots\dots\dots (V_06)$$

On résume les calculs du débit diurne pour différent horizon dans le tableau_V_04 :

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

Tableau_V_04 : estimation du débit diurne

paramètre	horizon			
	2021	2031	2041	2051
Qd (m ³ /h)	701.48	831.01	1054.29	1337.71

V.1.1.5. Débit de pointe temps de pluie

Pour calculer le débit de pointe en temps de pluie on utilise la formule suivante :

$$Q_{pp} = (3 \div 5) * Q_{ps} \dots \dots \dots (V_07)$$

On résume dans Le tableau_V_05 l'estimation du débit de pointe en temps pluie à différent horizon :

Donc pour les calculs on prend : $Q_{pp} = 3 * Q_{ps} \dots \dots (V_08)$

Tableau_V_05 : le débit de pointe en temps de pluie.

paramétré	horizon			
	2021	2031	2041	2051
Qpp (m3/j)	33671.31	39888.55	50606.18	64210.36

V.1.2. Processus de calculs les charges polluantes

La charge de différents polluants est donnée par la relation suivante :

$$\text{La charge en matière polluante} = C * Q_j \text{ (kg/j)} \dots \dots \dots (V_09).$$

C : La concentration de La matière polluante dans l'eau à épurée en (mg/L)

Q_j : Le débit total journalier entré à la STEP.

D'après l'ONA, (l'office Nationale d'assainissement), les charges polluantes sont estimées comme suit :

Charge journalière en NT=1318(kg/j). Charge journalière en PT=232 (kg/j).

Pour les concentrations :

La concentration en DBO5 : [DBO5]=305 mg/l.

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

La concentration en MES : [MES]= 452 mg/l.

La concentration en DOC : [DCO]=702 mg/l.

On va calculer le coefficient de biodégradabilité on doit calculer le rapport (DCO/DBO₅) comme suivant :

$$\frac{DCO}{DBO_5} = \frac{702}{305} = 2.3$$

La valeur fait ressortir que le rapport (DCO/DBO₅) est d'environ 2 ce qui indique que nous sommes en présence d'une eau usée urbaine chargée en matières organiques de bonne biodégradabilité

a) La charge moyenne journalière en DBO₅ (L₀)

$$L_0 = C_{DBO_5} * Q_j \dots \dots \dots (V_{10}) \quad \text{avec : } C_{DBO_5} = 305 \text{ mg/l.}$$

b) La charge moyenne journalière en DCO (DCO₀)

$$DCO_0 = C_{DCO} * Q_j \dots \dots \dots (V_{11}) \quad \text{avec : } C_{DCO_0} = 702 \text{ mg/l.}$$

c) La charge moyenne journalière en MES (MES₀)

$$MES_0 = C_{MES} * Q_j \dots \dots \dots (V_{12}) \quad \text{avec : } C_{MES} = 452 \text{ (mg/l).}$$

d) La charge moyenne journalière en azote (N)

$$N = CN * Q_j \dots \dots \dots (V_{13}) \quad \text{avec : } N = 1318 \text{ kg/j.}$$

e) La charge moyenne journalière en Phosphore (P)

$$P = CP * Q_j \dots \dots \dots (V_{14}) \quad \text{avec : } P = 232 \text{ kg/j.}$$

Le tableau_V_06 résume les résultats de calcul de l'évaluation des charges polluantes à l'entrée de la station pour les différents horizons :

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

Tableau_V_06 : l'évaluation des charges polluantes pour les différents horizons.

Charge polluante		Unité	horizon			
			2021	2031	2041	2051
DBO₅	concentration	(mg/l)	305			
	à l'entrée	(kg/j)	3423.25	4055.33	5144.96	6528.05
DCO	concentration	(mg/l)	702			
	à l'entrée	(kg/j)	7879.08	9333.92	11841.84	15025.22
MES	Concentration	(mg/l)	452			
	à l'entrée	(kg/j)	5073.14	6009.87	7624.66	9674.36
Azote N-NTK	à l'entée	(kg/j)	1318			
	concentration	(mg/l)	117.42	99.12	78.13	61.57
Phosphore	à l'entée	(kg/j)	232			
	concentration	(mg/l)	20.67	17.44	13.75	10.83

V.1.3. Qualité des eaux épurées rejetées

Selon l'ONA (l'office National de l'assainissement, février 2015), La qualité de l'effluent traité par la filière de traitement doit respecter les caractéristiques dans le tableau_V_07 :

Tableau_V_07 : Les caractéristiques exigées des eaux traitées.

Paramètre	Unité	Concentration en (mg/L)	Rendement minimum d'élimination (%)
DBO₅	mg/L	≤ 20	≥ 93
DCO	mg/L	≤ 120	≥ 83
MES	mg/L	≤ 30	≥ 93

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

D'après le tableau _V_07 on peut estimer les charges polluantes à la sortie de la station et les charges polluantes éliminées dans toutes les étapes de traitement dans la station d'épuration de la ville de BOUIRA. Et on peut calculer le rendement minimum d'élimination de DBO₅, DCO, et MES.

Donc :

La concentration de polluants éliminés c'est la différence entre la concentration de polluants à la sortie et la concentration de polluants à l'entrée de la station,

Alors on a

$$[DBO5 \text{ éliminée}] = [DBO5]_0 - [DBO5]_S \dots \dots \dots (V_{19})$$

Avec $[DBO5]_s=20$ (mg/l).

$$[DCO \text{ éliminée}] = [DCO]_0 - [DCO]_S \dots \dots \dots (V_{20})$$

Avec $[DCO]_s=120$ (mg/l).

$$[MES \text{ éliminée}] = [MES]_0 - [MES]_S \dots \dots \dots (V_{21})$$

Avec $[MES]= 30$ (mg/l)

Après on calcule le rendement de chaque paramètre par la formule suivante :

Pour DBO₅ on a :

$$R = \frac{\text{la concentration de DBO5 entrée} - \text{la concentration de la DBO5 sortie}}{\text{la concentration de DBO5 entrée}} * 100 \dots \dots (V_{22})$$

Donc la même manière on calcule le rendement de DCO et MES.

Le tableau _V_08 donne les charges polluantes éliminées et le rendement minimum d'élimination pour les différents horizons :

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

Tableau_V_08 : les charges polluantes en DBO₅, DCO, MES éliminées et le rendement d'élimination pour les quart horizons.

paramètre		unité	Horizon			
			2021	2031	2041	2051
DBO5	à la sortie	(mg/l)	20	/	/	/
	éliminée	(kg/j)	3198.77	3789.41	4807.58	6099.98
	rendement	%	93.44			
DCO	à la sortie	(mg/l)	120	/	/	/
	éliminée	(kg/j)	6532.23	7738.38	9817.59	12456.81
	rendement	%	83			
MES	à la sortie	(mg/l)	30	/	/	/
	Eliminée	(kg/j)	4736.43	5610.99	7118.60	9032.25
	rendement	%	93.36			

Charge en matières minérales (kg/j) : MM=20% MES

Le tableau_V_09 donne les valeurs de MVS et MM pour chaque horizon :

Tableau_V_09 : la charge en MVS et en MM pour les différents horizons.

	2021	2031	2041	2051
MVS (kg/j)	4058.51	4807.90	6099.73	7739.48
MM (kg/j)	1014.62	1201.97	1524.93	1934.87

V.2. Dimensionnement des ouvrages de la station

Le dimensionnement des ouvrages de la station de la ville de BOUIRA se fait à partir du débit de pointe et des charges polluantes en DBO₅ et en MES.

V.2.1 Poste de relevage [24]

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

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

$$Vu = \frac{Qpp}{4*z} \dots \dots \dots (V_{23})$$

Avec :

Qp : Débit de pointe en temps de pluie horaire.= $3*Qpsc$

Z : Nombre maximal de démarrage par heure est fixé de 6 à 10 en fonction de la puissance de la pompe.

On prend $Z=6$ [24]

Le tableau_V_10 résume l'estimation de Vu :

Tableau_V_10 :l'estimation de volume utile pour l'horizon 2051.

Paramètre	horizon
	2051
Vu (m³)	184.92
Su (m2)	61.64
L	5.55
l (m)	2.77
H (m)	3

V.2.2 Ouvrage de Prétraitement

V.2.2.1. Dégrillage

Cette opération constitue une phase préliminaire à tout traitement, car elle permet de protéger la station contre l'arrivée intempestive de gros objets susceptibles d'endommager les différents ouvrages de la station.

L'efficacité de cette opération est fonction de l'écartement entre les barreaux de la grille. [6]

On distingue trois types des dégrilleurs [24] :

- Dégrilleur fin : écartement inférieur à 10 mm.
- Dégrilleur moyen : écartement de 10 à 40 mm.
- Dégrilleur grossier : écartement supérieur à 40 mm.

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

a) calcule la largeur et la surface de la grille

Pour calculer les paramètres de la grille, on utilise la méthode de KIRSCHMER :

$$L = \frac{S \cdot \sin \alpha}{h_{\max}(1-\beta)\delta} \dots\dots\dots(V_24)$$

Avec $S = \frac{QP}{V_e} \dots\dots\dots(V_25)$

Tel que :

L : Largeur de la grille (m)

S : Surface de passage de l'effluent (m²)

α : Angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal (60° à 80°)

h_{max}: Hauteur maximum admissible sur une grille, h_{max}=(0.15 à 1.5 m).

β: Fraction de surface occupée par les barreaux [24] :

$$\beta = \frac{d}{d+e} \dots\dots\dots(V_26)$$

d: Epaisseur des barreaux (cm).

e: Espacement des barreaux (cm).

Tableau_V_11 : Espacement et épaisseur des barreaux

Paramètre	Grille grossière	Grille fine
d (cm)	2	1
e (cm)	5	2

δ : Coefficient de colmatage de la grille.

- Pour une grille manuelle, **δ** = (0,1 à 0,3).
- Pour une grille mécanique, **δ** = (0,4 à 0,5).

Q_{pts} : Débit de pointe en temps sec (m³/s).

V_e : vitesse de l'écoulement à travers de la grille ; V_e= (0.6 à 1) m/s.

En remplaçant l'équation (V_25) dans (V_24), on trouve :

$$L = \frac{Q_p \cdot \sin \alpha}{V_e \cdot h_{\max}(1-\beta)\delta} \dots\dots\dots(V_27)$$

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

Le tableau_V_12 donne les données de base pour faire le dimensionnement du dégrillage

Tableau_V_12 : Les données de base pour dimensionner le dégrillage grossier et fin.

	β	v (m/s)	α (°)	h_{\max} (m)	d (cm)	e (cm)	δ
Dégrillage grossier	0.28	1	70	1.5	2	5	0,3
Dégrillage fin	0.33	1	70	1.5	1	2	0.5

On résume le dimensionnement du dégrillage dans le tableau_V_13 :

Tableau_V_13 : le dimensionnement du dégrillage pour les différents horizons.

Paramètre		horizon
		2051
Dégrillage grossier	L (m)	1.00
	S (m ²)	0.41
Dégrillage fin	L (m)	0.46
	S (m ²)	0.41

b) Calcul des pertes de charge

KIRSCHMER a établi une relation entre la perte de charge et le coefficient de forme des barreaux et l'angle de la grille avec l'horizontale [11] :

$$\Delta H = \beta * \left(\frac{d}{e}\right)^{\frac{4}{3}} * \left(\frac{V^2}{2g}\right) \sin\alpha \dots \dots \dots (V_{28})$$

Avec : ΔH : La perte de charge (m)

F : Le coefficient de forme des barreaux

g : Accélération de la pesanteur (9.81m/s²)

d/e : Épaisseur des barreaux / espacement entre les barreaux (cm)

V : vitesse d'écoulement dans la grille (m/s)

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

α : Angle d'inclinaison de la grille avec l'horizontal, ($\alpha = 60^\circ$)

F dépendent de la forme des barreaux qui sont présentées dans le tableau_V_14 :

Tableau_V_14 : Les valeurs de F.

Type des barreaux	F
Section rectangulaire	2,42
Section rectangulaire arrondi en semi-circulaire à l'amont	1,83
Section rectangulaire arrondi en semi-circulaire à l'amont et à l'aval	1,67
Section circulaire	1,79
Section ovoïde avec une grande largeur à l'amont	0,76

Pour une section circulaire On prend **F = 1,79**.

Donc on résume les pertes de charge pour les deux cas dégrillage fin et grossier dans le tableau_V_15 :

Tableau_V_15 : la perte de charge pour un dégrillage fin et grossier.

Paramètre	Dégrillage fin	Dégrillage grossier
ΔH (m)	0.028	0.020

V.2.2.2. Dessablage déshuilage

Le dessableur est un ouvrage dans lequel les particules denses, dont la vitesse d'écoulement est inférieure à **0,3 m/s** se déposent. Il s'agit principalement des sables. Il est en effet souhaitable de les récupérer en amont de la station plutôt que de les laisser s'accumuler en certains points (bassin d'aération,...). Par ailleurs, ils limitent la durée de vie des pièces métalliques des corps de pompe ou d'autres appareillages (effet abrasif, ...) et colmatent les canalisations. [24]

Les critères de dimensionnement d'un dessableur aéré sont :

H : Profondeur du bassin ($H = 1$ à 3 m).

Ve : La vitesse horizontale (vitesse d'écoulement est $V_e = 0.2$ à 0.5 m/s). [25]

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

L/H : varier de 10 à 15. [25]

t_s : Le temps de séjour et compris entre 3 à 10 minute au débit de pointe. [25]

Dans le tableau_V_16 Les paramètres que je proposée pour le dimensionnement.

Tableau _V_16 : Les paramètres proposés pour le dimensionnement de l'ouvrage.

Paramètre	H (m)	V_e (m/s)	L/H	t_s (min)
Valeur	2	0,3	10	10

a) Volume du dessableur

Le volume du dessableur est donné par : $V = Q_p * T_s \dots \dots \dots (V_{29})$

b) La surface horizontale (S_h)

$$S_h = \frac{V}{H} \dots \dots \dots (V_{30})$$

c) La longueur (L)

$$\frac{L}{H} = 10 \quad \text{donc} \quad L = 10H \dots \dots \dots (V_{30})$$

d) La largeur (B)

$$S_h = L * B \dots \dots \dots (V_{31})$$

$$\text{D'où } B = \frac{S_h}{L} \dots \dots \dots (V_{32})$$

e) Débit volumique d'air injecté

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

$$q_{\text{air}} = Q_p * V \dots \dots \dots (V_{33})$$

V : volume d'air à injecter varie de 1 à 1.5 m³ d'air / m³.

Q_{pts} : débit de pointe en temps sec (m³/s).

Le tableau_V_17 résume le dimensionnement de l'ouvrage

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

Tableau_V_17 : le dimensionnement de dessableur.

Paramètre	horizon
	2051
V (m³)	246.56
Sh (m²)	123.28
L (m)	20
B (m)	6.16
qair (m³/s)	0.616

On Vérifie les conditions de dimensionnement tel que

$$\frac{L}{H} < \frac{Ve}{Vs} \dots\dots\dots (V_{34})$$

V_s : La vitesse de sédimentation (la vitesse Vs = 10 à 15 m/h pour le débit de pointe en temps sec et Ve = 40 à 70 m/h pour le débit de pointe en temps de pluie). [25]

On prendre Vs=15 (m/h) et alors Vs=0.00416 (m/s)

Ve : vitesse de l'écoulement =0.3 m/s donc

$$\frac{20}{2} < \frac{0.3}{0.00416} \rightarrow 10 < 72.115 \text{ La condition de dimensionnement est vérifiée}$$

f) Quantité de matières éliminées

Le dessableur élimine 80% de la matière minérale existant dans les eaux usées. La matière minérale représente 20% de la charge en matière en suspension (MES), les 80% restants, représentent les matières volatiles en suspension (MVS). [24]

Donc on a

$$MES = 80\% MVS + 20\% MM$$

$$Mme=80\%MM \text{ donc } MMs=MM-MMe$$

$$MESs=MMs+MVS$$

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

Remarque : pour le pourcentage de MVS (matières volatiles en suspension), j'ai calculée le rapport $\frac{MVS}{DBO5}$ après j'ai utilisé le tableau d'évolution du rapport $\frac{MVS}{DBO5}$ en fonction de le pourcentage de MVS, le tableau dans (Annexe 04).

Pour l'année 2021 on a :

Les matières minérales totales : $MM = 0,20 * 5073.14 = 1014.62$ (kg/j).

Les matières volatiles en suspension : $MVS = 0,80 * 5073.14 = 4058.51$ (kg/j).

Les matières minérales éliminées par le dessableur : $MMe = 0,80 * 1014.62 = 811.70$ (kg/j).

Les matières minérales à la sortie de dessableur : $MMs = 1014.62 - 811.7 = 202.92$ (kg/j).

MES sortant du dessableur : $MESs = 202.92 + 4058.51 = 4261.44$ (kg/j).

On résume les résultats des calculs dans les tableau_V_18 :

Tableau_V_18 : les valeurs de Mme, MMs, MESs pour chaque horizon

	Unité	2031	2041	2051
Matières minérales éliminées par le dessableur Mme	(Kg/j)	961.58	1219.94	1547.89
Matières minérales à la sortie de dessableur MMs		240.39	304.98	386.97
MES sortants du dessableur MESs		5048.29	6404.71	8126.46

V.2.3 Traitement secondaire

V.2.3.1 Critère de conception du bassin d'aération

La station de la ville de BOUIRA c'est une station d'épuration par boues activées, alors dans cette étapes nous devons calculer le rendement d'élimination pour justifier le choix du procédé (faible charge, moyenne charge ou bien forte charge), le procédé est classé selon la charge volumique (Cv) et la charge massique (Cm).

On détermine les charges à travers le tableau_V_19 :

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

Tableau_V_19 : Classement des réacteurs biologiques selon leurs rendements et leurs charges [24].

Type	Charge volumique CV (kgDBO ₅ /J/m ³)	Charge massique C_m (kgDBO ₅ /kgMVS/J)	Rendement (%)
Faible charge	0,3 – 0,8	0,1 – 0,2	> 90%
Moyenne charge	0,8 – 1,8	0,2 – 0,5	90%
Forte charge	1,8	0,5 – 1	80% - 90%

a) Les charges polluantes en DBO₅

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

(L₀) DBO₅= L₀=DBO₅ à la sortie du décanteur en (kg/j)

Donc la concentration en DBO₅ à l'entrée de bassin S₀ : $S_0 = \frac{L_0}{Q_j} \dots \dots \dots (V_{40})$.

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

D'où la charge à la sortie L_s= S_s.Q_j=30.10⁻³*Q_j en (kgDBO₅/j).

La charge en DBO₅éliminée est : L_e=L₀-L_s

b) Rendement d'élimination :

$$R = \frac{\text{la concentration de DBO}_5\text{entrée} - \text{la cincentration de la DBO}_5\text{sortie}}{\text{la concentration de DBO}_5\text{entrée}} * 100 \dots (V_{41})$$

$$R = \frac{305 - 30}{305} = 90.16\%$$

Le tableau_V_20 donne les valeurs de (L_s, S₀, L_e) avec le rendement pour les différents horizons :

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

Tableau_V_20 : les valeurs de Ls, S0, Le et R pour les différents horizons.

Paramètre	horizon		
	2031	2041	2051
La concentration en DBO ₅ à l'entrée de bassin : S0 (mg/l)	305		
La charge en DBO ₅ à la sortie de bassin : Ls (kg DBO₅/j)	398.88	506.06	642.10
la charge en DBO ₅ éliminée : Le (kg DBO₅/j)	3656.45	4638.89	5885.94
R (%)	90.16%		

D'après le tableau_V_20 on remarque que R>90%, Donc on peut dire que le traitement par les boues activées sera à faible charge,

c) Volume du bassin (V)

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

$$C_v = \frac{DBO5_{entrée}}{\text{volume du bassin}} \dots\dots\dots(V_42)$$

Donc C_v=0.5 (kg DBO₅/m³/j)

Le bassin d'aération choisi est de forme carré où arrivent les eaux usées prétraitées et ayant subi une décantation primaire.

d) Masse des boues dans le bassin (Xa)

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

$$C_m = \frac{DBO5_{entrée}}{\text{masse du MVS dans le bassin}} \dots\dots\dots(V_43)$$

On a la masse du MVS dans le bassin égale à 7739.48 (kg/j) pour l'horizon 2051

Donc C_m = 0,13 (kg DBO₅/ kg MVS j).

e) La concentration des boues dans le bassin [Xa]

C'est le rapport entre la masse des boues et le volume du bassin :

$$[X] = \frac{Xa}{V} \dots\dots\dots(V_44)$$

On donne les valeurs de [Xa], Xa, V dans le tableau_V_21 :

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

Tableau_V_21 : les valeurs de la masse et la concentration des boues et le volume du bassin pour chaque horizon

	2031	2041	2051
V (m³)	8110.67	10289.92	13053.10
[Xa] (kg/m³)	3.84		
Xa (kg)	3119.94.89	39576.62	50215.79

V.2.3.2 Dimensionnement du bassin d'aération

a) les dimensions du le bassin d'aération [24]

Pour dimensionner le bassin d'aération nous prendrons comme base de calcul la relation suivante $L=1,5 \times l$ et une hauteur du bassin d'aération comprise entre 3 et 5 m

Les dimensions du bassin d'aération sont résumées dans le tableau_V_22 :

Tableau_V_22 : les dimensions du le bassin d'aération

Paramètre	Formule	unité	2051
Surface horizontale	$Sh=V/h$	(m ²)	3264.02
Volume utile (Vutil)	$V_{util}=V/2$	(m ³)	1632.01
Surface utile (Sh _{util})	$Sh_{util}=Sh/2$	(m ²)	6528.05
Hauteur (h)	$3 < h < 5$	(m)	4
Longueur (L)	$L=Sh_{util}/l$ avec $L=2l$	(m)	49.47
Larguer (l)	$l=L/2$	(m)	32.98

b) Le temps de séjour dans le bassin d'aération

$T_s=V/Q_p$ (h) avec **V** c'est le volume du bassin, et **Q_p** débit de pointes en (m³/h).

On donne les valeurs du T_s dans le tableau_V_23 :

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

Tableau_V_23 : le temps de séjour dans le bassin d'aération.

paramètre	horizon		
	2031	2041	2051
Ts (h)	8.60	8.71	8.82

c) Les besoins en oxygène

L'oxygène, c'est un élément très important dans cette étape de traitement, il est apporté généralement par des aérateurs parce que les bactéries ont besoin d'oxygène pour vivre et reproduction, et pour dégrader la pollution.

c.1) Besoins théorique en oxygène

Sont déterminés par la relation suivante : $q(O_2) = a' * Le + b' * Xt$(V_45)

$q(O_2)$: Besoin en oxygène en (kgO₂/j).

Le : La charge en DBO₅ à l'entrée du bassin d'aération en (kg DBO₅/ j)

Xt : la masse totale des boues dans le bassin d'aération (kg).

Les paramètres (a' et b') sont des coefficients déterminés expérimentalement sous une température de 20°C. [24]

- a' : besoin pour la synthèse de la biomasse.
- b' : besoin pour la respiration.

Tableau_V_24 : valeurs de a' et b' en fonction du type de traitement par boues activées [24]

Type de charge	a'	b'
Faible charge	0.65	0.065
Moyenne charge	0.61	0.8
Forte charge	0.55	0.12

Puisque on a un traitement à faible charge, donc on prend a'=0.65 et b'=0.065 d'après le Tableau_V_24.

c.2) La quantité horaire d'oxygène nécessaire : $q(O_2)/24$

c.3) Quantité d'O₂ par 1m³ du volume du bassin : $q(o_2)/V$

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

c.4) Quantité de pointe en O₂ : $Q_{O_2}(p) = (a' \times Le/Td) + (b' \times X_a/24)$,

T_d : période diurne en heures T_d= 16h.c

c.6) Quantité de pointe réelle en O₂ : $Q(O_2)_{réelle} = q_{O_2}(p)/(\beta * \alpha)$ avec

α : Rapport des coefficients de transfert d'eau usée en eau propre. Les coefficients de transfert dépendants de la nature de l'eau (MES, tensio-actif) et du système d'aération.

$$\alpha = \frac{Cs(eau\ usée)}{Cs(eau\ épure)} = 0,8$$

β : Tel que : $0,8 \leq \beta \leq 0,95$

On prend : **$\beta = 0,9$**

V : Volume total du bassin d'aération en (m³).

Le tableau_V_25 donne les besoins en oxygène pour les trois horizons :

Tbaleau_V_25: les besoins en oxygène

paramètre	Unité	horizon		
		2031	2041	2051
q(o₂)	(kgO₂/j)	4404.36	5587.76	1089.89
q(o₂)/24	(kgO₂/h)	183.51	232.82	295.41
q(o₂)/v	(Kg/m³/j)	0.54	0.54	0.54
Q_{o2}(p)	(Kg/m³/j)	233.02	295.64	375.11
Q(O₂)_{réelle}	(Kg/m³/j)	323.65	337.32	428

c.4) Puissance requise pour le brassage

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

$$E_b = Sh * P_a \dots\dots\dots (V_{46})$$

E_b : Puissance nécessaire pour le brassage en (w).

Sh : Surface horizontale du bassin en (m²).

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

P_a : La puissance spécifique absorbée (P_a) pour les aérateurs de surface, $P_a = 70$ à 80 w/m^2 [24], on prend $P_a = 75 \text{ w/m}^2$

c.5) Calcul de la puissance de l'aération nécessaire (E_n) : $E_n = Q(\text{O}_2) \text{ réelle} / E_a$

E_a : quantité d' O_2 par unité de puissance tel que $1.5 \leq P_a \leq 1.9 \text{ kg}(\text{O}_2)/\text{Kwh}$ on prend une valeur $P_a = 1.5$

c.6) calcul le nombre d'aération N_a : $N_a = E_n / E_b = 570.66 / 244.80 = 2.33 \sim 2$ On prend un aérateur ($N_a = 02$) $N_a = 02$

Le tableau_V_26 donne le résultat des calculs pour les différents horizons :

Tableau_V_26 : la puissance nécessaire pour le brassage pour chaque horizon.

	2031	2041	2051
E_b (kw/m^2)	152.07	192.93	244.80
$Q(\text{O}_2) \text{ réelle}$	323.65	337.32	428
E_n (kw)	431.53	449.76	570.66
N_a	02		

d) Bilan des boues

d.1) Calcul de la quantité des boues en excès

Les boues en excès sont proportionnelles à la quantité de la DBO₅ éliminée et dépend de la charge massique dans le bassin d'aération :

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

$$\Delta X = X_{\min} + X_{\text{dur}} + a_m L_e - b X_a - X_{\text{eff}} \dots\dots\dots (\text{V}_47)$$

X_{\min} : Boues minérales (20% de MES_s) en (kg/j)

X_{dur} : Boues difficilement biodégradable (20% de MVS) en (kg/j)

a_m : Coefficient de rendement cellulaire (augmentation de la biomasse par l'élimination de DBO₅), $a_m = 0,6$. [24]

L_e : Quantité de DBO₅ éliminée en (kg/j)

b : Fraction de la masse cellulaire éliminer par jour en respiration endogène $b = \frac{b'}{1,44}$ avec

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

b' : Coefficient cinétique de respiration endogène ; $b'=0.065$ (faible charge). Donc $b=0.045$

X_a : Masse totale journalière de MVS dans le bassin (kg).

X_{eff} : Fuite de MES avec l'effluent (dépend des normes de rejet, égale à 30 mg/L) alors :

$$X_{\text{eff}} = 30 * Q_j = (30 * 10^{-6} * 10^3) * Q_j \dots \dots \dots (V_{48})$$

On a $MES_s = 9800.28$ (kg/j) (la sortie de dessableur- déshuileur).

Le tableau_V_27 donne les valeurs de X_{min} , X_{dur} , bX_a :

Tableau_V_27 : les valeurs de X_{min} , X_{dur} , bX_a .

Paramètre		X_{min} (kg/j)	X_{dur} (kg/j)	bX_a
Formule		20% MES	20% [80% MES]	$0.045 * X_a$
Horizon	2031	1009.65	805.72	1408.10
	2041	1280.94	1024.75	1786.44
	2051	1625.29	1300.23	2266.68

Donc on résume la quantité de boues pour les différents horizons dans le tableau_V_28 :

Tableau_V_28 : la quantité de boues pour les trois horizons.

Paramètre (kg/j)	Horizon		
	2031	2041	2051
X_{eff}	398.88	506.06	641.10
$am * Le$	2193.87	2783.33	3531.56
ΔX	2204.26	2796.53	3548.30

d.2) Concentration de boues en excès

$$X_m = \frac{1.2 * 10^3}{I_m} \dots \dots \dots (V_{49})$$

Avec :

X_m : Concentration de boues en excès.

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

I_m : L'indice de MOHLMAN.

Il définit le volume occupé par une unité de masse de boue activée après 30 minutes (V_{30}) de décantation en éprouvette d'un échantillon d'un litre, par rapport à la masse (M) de résidus sec de cette boue [14]

Et alors :

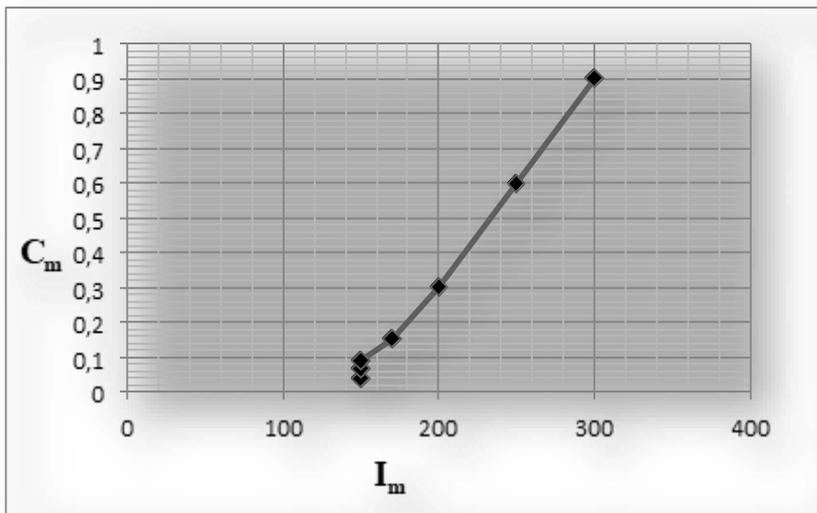
$$I_m = \frac{V_{30}}{M} \dots \dots \dots (V_{50})$$

Donc si $80 < I_m < 150$: les boues sont bien décantables. [14]

Si $I_m > 150$: risque d'une mauvaise décantation et les boues recyclées seront claires

Si $I_m < 80$: boues sont très minéralisées et peu actives.

Donc l'évaluation de (I_m) en fonctions de (C_m) dans la figure_V_01 :



Figure_V_01 : l'évaluation de (I_m) en fonction de (C_m).

Puisque on a $C_m=0.13$ par interpolation dans la courbe $C_m = f(I_m)$ on prend $I_m=86.66$

Alors $X_m=13.84$ (kg/m^3).

d.3) Débit de boues en excès

Le débit de boues en excès est donné par la formule : $Q_{excès} = \frac{\Delta x}{X_m} \dots \dots \dots (V_{51})$

d.4) Débit spécifique

Est donné par la formule suivante : $q_{sp} = \frac{\Delta x}{V} \dots \dots \dots (V_{52})$

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

d.5) Débit des boues recyclées

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

$$Q_r = R * Q_j / 100 \dots \dots \dots (V_{53})$$

Q_j : débit journalier.

R : taux de recyclage (%) est donné par l'expression suivante :

$$R = \frac{100 * [Xa]}{\frac{1200}{Im} - [Xa]} \dots \dots \dots (V_{54})$$

Avec [Xa] : concentration des boues dans le bassin.

d.6) Age des boues

Est donné par la formule suivante : $Ab = \frac{Xa}{\Delta X} \dots \dots \dots (V_{55})$

Avec

Ab : l'âge des boues en jour.

Xa : la masse des boues dans le bassin.

Le tableau_V_29 résume les résultats du bilan des boues pour les trois horizons :

Tableau_V_29 : résultats du bilan des boues.

Paramètre	unité	horizon		
		2031	2041	2051
Qexcés	(m ³ /j)	159.18	201.95	256.24
Qsp	(kg/m ³ /j)	0.271		
R	%	38.45		
Qrecy	(m ³ /j)	5113.37	6487.28	8231.22
Ab	j	14.15		

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

D'après le tableau_V_29 on remarque que le taux de recyclage égal à 38.45% cela prouve que le procédé du traitement est basé sur le principe des boues activées à faible charge ($10 < R < 50$).

V.2.3.3 Dimensionnement du décanteur secondaire (clarificateur)

Le clarificateur a pour but la séparation des floccs biologiques de l'eau à épurer. Les boues déposées dans le clarificateur sont recirculées vers le bassin d'aération afin d'y maintenir une concentration quasi constante en bactéries et les boues en excès sont évacuées vers les installations de traitement de boues. [24]

Le dimensionnement de clarificateur est basé sur les données suivantes ;

- Le taux de débordement (τ) égale à $2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$, Le temps de rétention (T_r) égale à 1,5h.
- Le débit de pointe en temps sec (de la station) : $Q_{pts} = 1479.36 \text{ m}^3/\text{h}$

Les dimensions du décanteur secondaire sont données dans le tableau_V_30 :

Tableau_V_30 : les dimensions du clarificateur

Paramètre	La formule	Dimension
$S_h(\text{m}^2)$	$S_h = V/H$	739.68
$V(\text{m}^3)$	$V_{\text{tot}} = Q_p * T$	2219.05
$H(\text{m})$	$H = (3 \div 5)$	3
$D(\text{m})$	$D = \sqrt{\frac{4 * V}{H * \pi}}$	30.68

V.2.4. Traitement tertiaire

Ce traitement est basé essentiellement sur les procédés de désinfections qui peut être physiques ou chimiques.

La meilleure désinfection que l'on rencontre en Algérie c'est la désinfection chimique par l'eau de javel.

a) Dose du chlore à injecter

La dose journalière D_j : $D_j = D * Q_{\text{moy } j} \dots \dots \dots (V_{56})$

Les doses habituellement adoptées sont $D = 5$ à $10 \text{ g}/\text{m}^3$ de chlore. [25]

On prend une dose $D = 10 \text{ g}/\text{m}^3$ pendant un temps de contact de 30 min.

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

Les valeurs de la dose journalière sont donnés dans le tableau_V_31 :

Tableau_V_31 : la dose journalière pour les différents horizons.

Paramètre	horizon		
	2031	2041	2051
Dj (kg/j)	132.96	168.68	214.03

b) Dimensionnement du bassin de désinfection

Temps de séjour : $T_s=30$ mn

Le volume du bassin : $V=Q_{pte} \cdot T_s$ m³

La hauteur du bassin : H de 2 à 4, soit H=3m.

La surface horizontale sh : $sh=V/H$ m²

La longueur : L de 1 à 1.5 B (largeur) soit L=1.5B. En (m). [24]

La largeur : $B=sh/L$

Les dimensions du bassin de désinfection sont données dans le tableau_V_32 :

Tableau_V_32: les dimensions du bassin de désinfection.

Paramètre	Dimension
V (m ³)	739.68
Sh (m ²)	246.56
B (m)	12.82
L (m)	19.23

c) Dimensionnement de l'épaississement

c.1) la concentration de la boue à l'entrée de l'épaississeur

L'épaississeur est reçoit les boues du décanteur secondaire,

Boues issues du décanteur secondaire BII :

$B_{II}=\Delta X$ avec ΔX les boues en excès et BII en (kg/j)

La concentration de la boue à l'entrée de l'épaississeur : $X_{II}= X_m= 13.84$ (kg/m³)

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

c.2) Calcul du débit journalier de boue entrant dans l'épaississeur

$$QBII = \frac{B_{II}}{X_{II}} Q_{excès} \dots \dots \dots (V_{57})$$

c.3) les dimensions de l'épaississeur

Le volume de l'épaississeur : $V = QB * ts$ (m³)

Ts : les temps de séjours ; ts entre (1 à 15j). [14] on prend ts=5j

La surface horizontale : $Sh = V/H$ (m²)

Le diamètre D : $D = \sqrt{\frac{4.Sh}{\pi}}$ (m)

La profondeur : H fixées, on prend H=3 m.

c.4) le débit des boues à la sortie de l'épaississeur QBE

$$QBE = \frac{B_{II}}{C_B} \dots \dots \dots (V_{58})$$

Après l'épaississement, les boues auront une concentration (C_{BE}) de l'ordre de 80 à 100 g/L, [24], On prend C_{BE} = 90 g/L.

Les résultats de dimensionnement de l'épaississeur sont donnés dans le tableau_V_33:

Tableau_V_33 : les dimensions de l'épaississeur.

Paramètre	Unité	Dimensions
B _{II} =ΔX	(Kg/j)	3548.30
QB _{II}	(m ³ /j)	256.24
QBE	(m ³ /j)	39.42
V	(m ³)	1281.23
Sh	(m ²)	427.07
D	(m)	23.32

d) dimensionnement du lit de séchage

Le dimensionnement de cet ouvrage se fait par la quantité de boues refoulées vers l'épaississeur qui est égale à **3548.30 Kg/j**.

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

- La longueur L : (20à30) soit L=25 m
 - Le volume d'un lit V : $V=L*B*e$ avec $L= 1 \text{ à } 1.5B$ soit $L=1.5B$. [24]
 - L'épaisseur maximale des boues : (e) entre 20à30 soit $e=30$ cm
 - La concentration de boues activées épaissies : 20 à 30 on prend, $C_b= 20$ (g/l) avec le volume journalier des boues épandues sera : $V_e = \Delta X/20$.
 - Volume des boues épandues par lit et par an V_a : $V_a=10.V$ m³
 - Volume des boues sécher par an V_{an} : $V_{an}=V*360$ m³/an
 - Nombre de lits nécessaires : $N=V_{an}/V_a$
 - La surface totale des lits de séchage : $ST=N*(L*B)$ m²,
- Les dimensions du lit de séchage sont données dans le tableau_V_34 :

Tableau_V_34 : les dimensions du lit de séchage.

Paramètre	unité	valeur
E	(cm)	30
L	(m)	25
B	(m)	16.66
V	(m ³)	125
V _e	(m ³)	177.415
V _a	(m ³)	1250
V _{an}	(m ³ /an)	45000
N	Lits	36
ST	(m ²)	14994

e) calcule le débit épuré

Le débit épuré = débit moyen journalier (Q_j) –débit des boues éliminées (Q_{BE})

$$Q_{\text{épuré}} = Q_j - Q_{BE} \dots\dots(V_{59})$$

$$Q_{BE} = (BII)/[X] \dots\dots(V_{60})$$

Avec :

BII : boues issues dans le décanteur secondaire en (kg/j) tel que $BII=\Delta X$.

[X] : la concentration des boues, (concentration du mélange) tel que $[X]=3.84$ (kg/m³)

Le tableau_V_35 donne les résultats de calcul :

CHAPITRE V : Dimensionnement de la station d'épuration de BOUIRA

Tableau_V_35 : l'estimation du débit épuré pour les trois horizons.

Paramètre	Unité	Horizon		
		2031	2041	2051
Qj	(m ³ /j)	13296.18	16868.72	21403.54
QBE		574.02	728.26	924.03
Qépuré		12722.15	16140.46	20479.41

Remarque : avant de rejeter ces eaux dans la nature et pour d'obtenir une eau bien traitée, Nous ajoutons du chlore pour éliminer les microorganismes qui reste dans l'eau après les étapes de traitement, cette étape se déroule dans le bassin de désinfections, afin que nous puissions utiliser cette eau pour irriguer les terres agricoles.

V.3. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu comment dimensionné les différents ouvrages de la station d'épuration de la ville de BOUIRA à différentes étapes du traitement.

Nous avons trouvé que le procédé biologique pour traiter les eaux usées qui arrivent à la station de la ville de BOUIRA est de type "Boues activées à faible charge" après avoir calculé le rendement d'élimination qui dépasse les 90%. Nous avons trouvé aussi que le pourcentage de recyclage entre 10 et 50 %. (R=38.45%).

Enfin on peut dire que les boues produites sont stables, et ne nécessitent pas un traitement plus poussé et couteux.

CHAPITRE VI :
Réutilisation de l'eau dans le domaine agricole

CHAPITRE VI : Réutilisation de l'eau dans le domaine agricole

Introduction

Le principe de base de la réutilisation agricole de l'eau est l'exigence d'un traitement adéquat des eaux usées municipales jusqu'à un niveau de qualité spécifique au type d'usage. Il est à noter qu'outre les avantages bien connus, l'utilisation d'eau recyclée pour l'irrigation peut avoir des impacts négatifs pour la santé publique et pour l'environnement qui dépendent du niveau de traitement, des conditions locales et des pratiques d'irrigation. Dans tous les cas, les connaissances scientifiques existantes, les retours d'expérience et les bonnes pratiques permettent de réduire les risques par la mise en œuvre d'une planification efficace, d'une sélection technologique appropriée et d'une gestion rigoureuse des pratiques d'irrigation.

VI.1. Faisabilité de l'irrigation par les eaux usées épurées

VI.1.1. Les principaux avantages de l'irrigation [26]

- Réduit la demande pour les eaux conventionnelles
- Évite des investissements coûteux pour la capture et l'entreposage des eaux de ruissellement
- Améliore la qualité des eaux en aval des sites où les eaux usées étaient déversées (cours d'eau, lacs et eaux littorales)
- Permet d'accroître les activités touristiques
- Établit un lien additionnel entre espace urbain et rural
- Augmente la production agricole
- Réduit le besoin en fertilisants commerciaux
- Réduit les coûts de traitement des eaux pour les utilisateurs en aval.

VI.1.2. Les principales contraintes de l'irrigation [26]

- Problèmes de santé humaine et animale associés à une mauvaise utilisation des eaux usées ou recyclées
- Peu d'incitatifs et de lois pour une meilleure utilisation des eaux usées
- Oblige un développement plus long et méticuleux des projets d'irrigation de ce type (analyse technique et économique)
- Propriétés souvent complexes des eaux usées
- Certaines cultures plus difficilement vendues sur le marché Problème d'acceptabilité sociale

- La qualité des eaux recyclées peut avoir un impact négatif sur les sols et les cultures
- L'eau pour l'agriculture est souvent subventionnée ce qui fausse l'analyse pour les eaux recyclées
- Coût quelques fois élevé pour le traitement des eaux usées
- Revenu de l'agriculture souvent incertain pour un coût fixe de traitement constant.

VI.1.3. Choix de traitement

A. Les principaux facteurs de choix [26]

- La réglementation locale.
- Le degré d'exposition du public.
- Le degré d'exposition des travailleurs.
- Le type de système de distribution de l'eau.
- Le type de système d'irrigation.
- Les caractéristiques du sol.
- Les cultures irrigation.

B. Le risque [26]

Trois niveaux de risque ont été définis, facilitant ainsi la sélection des cultures à irriguer :

B.1) Faible risque

Pour le consommateur mais protection requise pour les travailleurs aux champs

- Cultures industrielles non destinées à la consommation humaine (coton).
- Cultures transformées par la chaleur ou séchage avant la consommation (graines, huiles, sucres).
- Détruisent de façon efficace les pathogènes. Légumes et fruits cultivés exclusivement pour la conserve ou autres procédés qui
- Cultures fourragères et autres cultures destinées à l'alimentation animale séchées au soleil et récoltées avant la consommation animale.

B.2) Risque moyen

Pour les consommateurs et les manutentionnaires :

Pâturage et fourrages verts.

Cultures pour la consommation humaine qui ne sont pas directement en contact avec les eaux recyclées (arboricultures, vignes, etc.).

Cultures pour la consommation humaine normalement consommées après cuisson (pommes de terre, betteraves, asperges, etc.).

Cultures pour la consommation humaine dont la pelure n'est pas consommée (agrumes, bananes, noix, etc.).

B.3) Risque élevé

Pour les consommateurs, les travailleurs et les manutentionnaires :

Toutes les cultures consommées sans cuisson et cultivées en contact avec les eaux recyclées (légumes frais tels laitue, carottes, etc.)

Irrigation par aspersion quel que soit la culture à une distance de moins de 100 mètres des aires résidentielles ou des places publiques.

VI.1.4. Choix des techniques

Les principaux systèmes d'irrigation pris en compte sont [26] :

- Les systèmes d'**irrigation par aspersion** : fixes ou mobiles
- Les systèmes d'**irrigation par goutteurs** : enterrés ou de surface
- Les systèmes d'**irrigation par canaux** : inondation de tranchées.

Tableau_VI_01 : choix des techniques d'irrigation.

Technique d'irrigation	Principaux facteurs	Considérations spéciales
Par bassin	<ul style="list-style-type: none"> - Coût faible. - Nivellement parfait non requis - Faible efficacité d'application. - Faible niveau de protection de la - santé humain. 	<ul style="list-style-type: none"> - Oblige l'application de mesures de protection pour les travailleurs aux champs, les manutentionnaires et les consommateurs

Par aspersion	<ul style="list-style-type: none"> - Coût moyen à élevé - Efficience moyenne d'application - Nivellement non requis - Niveau faible de protection de la santé humaine 	<ul style="list-style-type: none"> - 50 à100 mètres de zones publiques - Oblige un certain type de qualité de l'eau - Les eaux produites par traitement anaérobique doivent être évitées
Par localisée et souterraine	<ul style="list-style-type: none"> - Coût élevé - Efficience élevée d'application - Haut rendement des cultures - Haut niveau de protection de la - Santé humaine 	<ul style="list-style-type: none"> - Aucunes mesures - de protection requise - Oblige un certain type de qualité de l'eau

VI.2. Modes d'irrigation par les eaux usées épurées

On distingue plusieurs modes d'irrigation [26]

Irrigation d'aires de pâturages, Irrigation des vergers, Irrigation des serres, Irrigation des boisés, de plantes énergétiques, de jardins maraîchers, de cultures céréalières, de haies/barrières antiérosives, de pépinières, Irrigation des parcs urbains, Irrigation des espaces récréatifs, des espaces commerciaux, des terrains de football, Irrigation des terrains de golf, Irrigation de pépinières, Irrigation de boisés urbains.

VI.3. Les Normes O.M.S

Des normes très sévères commencent à être établies pour les divers usages de l'eau qui précisent les teneurs limites des différents composants qu'elle a dissous ou transportés pour permettre une utilisation sans risques.

Le tableau_VI_02 donne les traitements à prévoir pour les eaux afin de répondre aux critères sanitaires des différents usages.

Ces critères sont caractérisés par la suppression de certains éléments contenus dans l'eau usée, notés de A à G avec la signification suivante :

A- Absence de solides grossiers, élimination d'une grande partie des œufs de parasites.

B- Comme A, plus élimination d'une grande partie des bactéries.

C- Comme A, plus élimination plus complète des bactéries et élimination partielle des virus.

D- Au plus 100 coliformes par 100 ml dans 80 % des échantillons.

E- Aucun coliforme fécal par 100 ml, aucune particule virale pour 1.000 ml, aucun effet toxique sur l'homme, plus autres critères pour l'eau de boisson.

F- Pas de produits chimiques laissant des résidus indésirables dans les récoltes

G- Pas de produits chimiques provoquant une irritation des muqueuses et de la peau.

Tableau_VI_02 : Traitements proposés pour répondre aux critères sanitaires, applicables à la réalisation des eaux usées dans l'agriculture pour l'irrigation.

	Récoltes non destinées à la consommation humaine directe	Récoltes Consommées après cuisson pisciculture	Récoltes destinées à être consommées Crues
Critères sanitaires	A + F	B + F ou D + F	D + F
Traitement primaire	XXX	XXX	XXX
Traitement secondaire		XXX	XXX
Filtration sur sable ou méthodes équivalentes de traitement très poussé		X	X
Désinfection		X	XXX

XXX : Obligatoire,

XX : Nécessaire en général,

X : Traitements complémentaires éventuels.

VI.4. Qualité requise pour les eaux d'irrigation

Selon les recommandations de la FAO « 29 rev1 1988 » L'eau à utiliser pour l'irrigation contient toujours des quantités mesurables de sels dissoutes relativement faibles ayant des effets indésirables.

Une eau convient ou non à l'irrigation selon la qualité et le type de sels qu'elle contient. Avec une eau de qualité médiocre, on peut s'attendre à divers problèmes pédologiques et agronomiques. Il faut alors mettre en œuvre des méthodes spéciales afin de maintenir une pleine productivité agricole. Le tableau_VI_03 nous donne les directives de la FAO pour la qualité d'eau destiné à l'irrigation. Les eaux résiduaires urbaines contiennent de nombreux micro-organismes (champignons, amibes, protozoaires, bactéries, virus) dont certains sont pathogènes. Cette classe de bactéries comprend des genres et des espèces de bactéries dont la présence dans les eaux ne constitue pas en elle-même un risque pour la santé des populations, mais indique l'importance de la pollution microbiologique des eaux.

Selon l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), le terme « coliforme » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, facultativement anaérobies, capables de croître en présence des sels.

Tableau_VI_03 : Directives de la FAO pour les eaux destinées à l'irrigation

Directives de la FAO pour les eaux destinées à l'irrigation					
Paramètre de l'eau	Symbole	Unité	Valeurs limites souhaitées		
Teneur en sel					
Conductivité	Ecw	µS/cm	3000	µS/cm	3000
Total sel dissous TDS	TDS	mg/l	2000	mg/l	2000
Cations et Anion s					
Calcium	Ca ⁺⁺	mg/l	20	mg/l	400
Magnésium	Mg ⁺⁺	mg/l	5	mg/l	60,75
Sodium	Na ⁺	mg/l	40	mg/l	920
Carbonates	CO ₃ ⁻⁻	mg/l	0,1	mg/l	3

Bicarbonates	HCO ₃ ⁻	mg/l	10	mg/l	610
Chlorures	Cl ⁻	mg/l	30	mg/l	1065
Eléments nutritif s					
Nitrates	NO ₃ ⁻	mg/l	45	mg/l	45
Ammonium	NH ₃ ⁺	mg/l	6,50	mg/l	6,50
Phosphate	PO ₄ ⁻⁻	mg/l	6,20	Mg/l	6,20
Potassium	K ⁺	mg/l	2	Mg/l	2
Divers					
Bore	B	mg/l	2	mg/l	2
Acidité	pH		6-8,5		
Coeff, d'absorption de Sodium	SAR	meq/l	15	meq/l	15

VI.5. Analyse chimique de l'eau

Selon (FOA, 1995), Les paramètres de qualité **chimiques** proposés, qui peuvent être surveillés régulièrement ou périodiquement par des agriculteurs ou pour les agriculteurs, par les autorités officielles sont :

- **ECw = conductivité électrique** exprimée en $\mu\text{S}/\text{m}$, mesurée à 20° C. Il est un des paramètres généralement le plus mesuré, en particulier dans des régions arides et semi-arides, pour estimer la valeur totale en sels solubles dans l'eau. La salinité est probablement le paramètre simple le plus important, qui détermine le système de culture et la gestion des terres irriguées avec l'eau usée.

Dans notre nous avons une conductivité électrique **ECw=1020 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)** donc on classé les eaux selon le tableau_VI_04.

Pour l'usage agricole, on définit quatre (04) classes d'eau donné le tableau_VI_04:

Tableau_VI_04 : Classement des eaux selon conductivité

Classement des eaux selon conductivité		
Classe de salinité	Conductivité CE ((μ S/cm)	Observations
Classe 1 (C1)	$0 < CE < 250$	- Eaux utilisables pour l'irrigation de la plupart des cultures et sur la plupart des terrains avec peu de chance d'apparition de salinité dans le sol
Classe 2 (C2)	$250 < CE < 750$	- Nécessite un léger lessivage.
Classe 3 (C3)	$750 < CE < 2250$	- Eaux utilisables pour les sels à drainage restreint. - Des pratiques spéciales de contrôle de la salinité peuvent être nécessaires - Les cultures doivent avoir une bonne tolérance aux sels
Classe 4 (C4)	$CE > 2250$	- Eaux inutilisables normalement pour l'irrigation. Exceptionnellement, elles peuvent être utilisées pour des sols très perméables avec un bon drainage et l'eau d'irrigation appliquée en excès pour assurer un fort lessivage. -Les cultures doivent avoir une très bonne tolérance aux sels

Source : (FOA ,1995)

D'après le tableau _VI_ 04 on remarque que $CE_w < 2250 \mu\text{S/cm}$ donc les eaux usées épurées de station de la station d'épuration de la ville de BOUIRA de **Classe 3 (C3)**.

➤ **Les cations et les anions**

Ca, Mg, Na, CO_3 , HCO_3 , SO_4 , Cl. Certains de ces ions peuvent être surveillés seulement au début et ensuite périodiquement puisqu'ils changent peu. Quelques autres ions comme le bore doivent être surveillés régulièrement dans le cas où des détergents à base de bore sont largement utilisés. Le bore dans l'eau usée peut être le facteur limitant principal pour sa réutilisation en irrigation.

- Le rapport d'adsorption du sodium, l'index le plus largement répandu pour mesurer les changements physico-chimiques du sol :

$$\text{SAR} = \text{Na}^{2+} / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{1/2} \dots\dots\dots (\text{VI}_01)$$

Dans notre noua avons les concentrations ioniques sont exprimées en méq/l :

$$\text{Na}^{2+} = 50 \text{ mg/l}, \text{Ca}^{2+} = 90 \text{ mg/l}, \text{Mg}^{2+} = 40 \text{ mg donc}$$

$$\text{SAR} = 6.20 \dots\dots\dots(\text{VI}_02)$$

Donc on peut calasses les eaux selon SAR d'après le tableau_VI_05 :

Tableau_VI_05 : Classement des eaux selon le SAR

Classe d'Alcalinité		Observations
S1	SAR<10	L'eau contenant une faible quantité de sodium peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans risque d'alcalinisation
S2	10<SAR<18	Les eaux contenant une quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol. Ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau
S3	18<SAR<26	Les eaux contenant une quantité de sodium élevée peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales bonnes drainage, lessivage important et addition de matières organiques
S4	SAR<26	Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium sont généralement impropres à l'irrigation sauf pour un degré de salinité très faible et si on ajoute du gypse ou autre source de Sa soluble pour améliorer le bilan ionique

Source : (FOA ,1995)

On SAR < 10, donc d'après le tableau_VI_05 on remarque que les eaux de classe **S1**.

Après ça on peut alors faire un classement finale d'eau d'irrigation a traves le tableau_VI_06 :

Tableau_VI_06 : Classification complète des eaux d'irrigation

Classification complète des eaux d'irrigation		
Classe	Qualité	Observations
C1-S1	Bonne	A utiliser avec précaution pour plantes
C1-S2 C2-S1	Moyenne à bonne	A utiliser avec précaution Nécessité de drainage avec doses de lessivage et/ou apport de gypse.
C2-S2 C1-S3 C3-S1	Moyenne à médiocre	A utiliser avec précaution dans les sols lourds mal drainés et pour les plantes sensibles (arbres fruitiers).
C1-S4 C2-S3 C3-S2 C4-S1	Médiocre à mauvaise	Exclure les plantes sensibles et les sols lourds utilisables avec beaucoup de précaution dans les sols légers et bien drainés avec des doses de lessivage et/ou apport de gypse.
C2-S4 C4-S2 C3-S3	Mauvaise	A n'utiliser qu'avec beaucoup de précaution que dans les sols légers et bien drainés et pour les plantes résistantes. Risques élevés Lessivage et apport de gypse indispensable.
C3-S4 C4-S3	Très mauvaise	A n'utiliser que dans des circonstances exceptionnelles
C4-S4	Déconseillée pour l'irrigation	

Source : (FOA ,1995)

D'après notre résultat de calcul de SAR et salinité on a une classe **C3-S1**

Donc la qualité d'eau d'irrigation moyenne a médiocre donc, ces eaux à utiliser avec précaution dans les sols lourds mal drainés et pour les plantes sensibles (arbres fruitiers).

➤ **Métaux lourds et oligoéléments**

Bien que les métaux lourds et les oligoéléments (Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Li, Mn, Hg, Ni, Se) ne sont pas nécessairement un problème pour la réutilisation de l'eau usée, il est recommandé que ces éléments soient déterminés au moins une fois avant la première irrigation. La surveillance périodique est recommandée pour ceux trouvés en concentrations qui peuvent affecter le système sol-plante.

Nutriments de la plante

Il est recommandé de surveiller $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, P et K, pour trois raisons principales :

- l'estimation des engrais additionnels à fournir pour optimiser le rendement et la qualité des cultures ;
- le choix du système agricole approprié pour la meilleure efficacité d'utilisation des nutriments et de l'eau ;
- la protection des eaux de surface et souterraine de la pollution par $\text{NO}_3\text{-N}$.

VI.6. Le choix de culture irriguée

La ville de BOUIRA est connue pour la culture de l'olivier qui occupe une partie importante des espaces verts de la zone d'étude, et pour cela nous allons planter des oliviers dans les terres agricoles et les irriguer avec les eaux usées traitées que nous avons obtenues dans la station d'épuration de la ville de BOUIRA.

Notre cas on a d'après le tableau dans annexe 6 on a la valeur de la conductivité entre 1280-1920 (dS/m).

Donc pour irriguer ces oliviers on utilise le système d'irrigation par goutte à goutte premièrement pour économiser l'eau et aussi pour réduire la pollution de sol.

Donc on irrigue l'olivier avec une distance entre les arbres de 6 à 7m.

Dans notre cas on prend un espacement de 7m entre les arbres ($e=7\text{m}$).

VI.7. Calcule la Dose d'irrigation

La dose d'irrigation est la quantité d'eau à appliquer en vue de satisfaire les besoins en eau de la culture pour une période déterminée (jour, décade...). Elle est exprimée en millimètre d'eau, en m³/ha ou en litre/arbre [27]

Sachant que $1\text{mm}=10\text{m}^3/\text{ha}=1\text{litre}/\text{m}^2$

La quantité d'eau à apporter par irrigation (I, mm) est définie par :

$$I (\text{mm}) = \text{ETc} (\text{mm}) - \text{Pe} (\text{mm}) \dots (\text{VI}_{03})$$

Avec :

P_e : la pluie efficace, c.à.d. la quantité de pluie utile et profitable à l'arbre.

ETc : évapotranspiration de la culture est égale le besoin en eaux de culture, il est déterminé par données climatiques.

Généralement, on prend $P_e = 70\% P$ avec P, la pluie relevée sur une période donnée, par exemple, mensuelle.

Pour plus de précision, P_e peut être déterminée de la manière suivante :

$P_e = 0,8 P$	si $P > 75 \text{ mm/mois}$,
$P_e = 0,6 P$	si $P < 75 \text{ mm/mois}$.

Le tableau_VI_07 donne les besoins en eaux d'olivier dans chaque mois, pour une Terre profonde, sable fin, Olive de conserve sous 400 mm de pluie :

Tableau_VI_07 : besoin en eaux d'olivier.

	Je	Fé	Ma	Av	Ma	Jun	Jui	Au	Sp	annuel
Besoin en eau (m ³ /ha)						500	500	500	500	2000

Source : (Loussert et Brousse (1978)).

La ville de BOUIRA est connue pour recevoir une quantité importante de pluie, plus que 400 mm.

Le tableau_VI_08 donne la Précipitation mensuelle moyenne de la ville de BOUIRA sur une période de treize ans (2009_2021)

Tableau_VI_08 : la précipitation mensuelle moyenne pendant treize ans en (mm).

Mois	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	moy
janvier	205	114	67	87	221	63	229	98	327	66	253	26	65	136.5
Février	73	103	211	346	215	79	317	107	61	150	64	6	34	144.5
Mars	95	127	99	152	166	188	77	210	56	240	103	92	79	132.9
Avril	116	95	95	223	117	27	23	102	67	178	83	129	91	103.2
Mai	35	113	111	61	265	40	51	52	31	177	62	21	117	89.82
Juin	1	52	40	27	24	122	15	42	29	46	9	10	13	34.27
Juillet	1	3	34	23	11	23	2	11	6	7	9	2	5	12.09
Aout	2	20	6	15	45	15	31	3	26	8	19	5	3	16
Septembre	106	45	83	36	65	36	41	50	30	64	88	65	15	52.09
Octobre	81	174	82	92	45	47	162	67	60	253	54	25	3	80.91
Novembre	115	145	105	138	261	55	120	100	150	161	231	179		150
Décembre	141	97	122	45	113	101	9	166	170	70	35	222		105.3

Donc on prend la précipitation moyenne mensuelle (P) pour estimer la quantité de pluie utile et profitable à l'arbre P_e (pluie efficace)

Si la précipitation mensuelle de la ville de BOUIRA est inférieure à 75 mm/mois donc pour estimer la pluie utile on prend $P_e=0.6*P$, et si elle est supérieure 75 mm/mois on prend $P_e=0.8*P$, les valeurs de la pluie utile dans le tableau_VI_09 :

Tableau_VI_09 : la quantité de pluie utile pour chaque mois (P_e).

Mois	Ja	Fév	Ma	Av	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov
Pe (mm)	109.2	115.6	106.32	82.56	71.85	20.562	7.254	9.60	31.25	64.72	120

Donc pour un espacement de 7 m, l'écartement entre les arbres est de (7m*7m) qui donne une Densité de 204 pieds par hectare.

On résume les résultats des calculs dans le tableau_VI_10

Tableau_VI_10 : La quantité d'eau à apporter par irrigation pour chaque mois.

	Jun	Jui	Au	Sep
ETc (m³/ha)	500	500	500	500
Pe (m³/ha)	205.62	72.54	96	312.5
La quantité d'eau à apporter par irrigation (m³/ha)	294.38	427.46	404	187.46
La dose journalière (l/pied/j)	48.08	69.81	65.98	30.61

VI.8. Calcule la surface a irrigué

C'est la surface cultivée pouvant être arrosée simultanément. La taille du poste dépend du débit par hectare et du débit de la source d'eau. Elle est calculée par la formule suivante [27] :

$$\text{Surface à irrigué (ha)} = \text{débit de la source d'eau} / \text{débit par ha (m}^3\text{/ha)} \dots (\text{VI}_04)$$

Le débit de la source = le débit épuré.

Le débit par ha = La quantité d'eau à apporter par irrigation (m³/ha)

Donc pour notre cas, pour estimer la surface cultivée on prend seulement les mois où il pleut en petite quantité.

Pour les calculs des surfaces on prend le besoin en eau de mois de juillet car il y a peu de précipitation c.-à-d. :

$$\text{Le débit par ha} = 427.46 \text{ m}^3\text{/mois par hectare.}$$

Et alors les résultats du calcul de la surface cultivée pour chaque horizon sont représentés dans le tableau_VI_11 :

Tableau_VI_11 : le dévalement de surface à irrigué

Horizon	Débit épurée (m³/j)	Surface à irrigué (ha)
2021	10739.99	753.75
2031	12723.07	892.93
2041	16141.62	1132.85
2051	20480.89	1437.39

On remarque que les surfaces cultivées augmentent avec le temps, on peut expliquer cela par l'augmentation de la quantité des eaux usées dans la ville de BOUIRA à cause de l'augmentation de la population et la consommation en eau potable avec le temps et alors le débit épuré deviendra toujours plus grand.

- **Le choix de la surface irrigable**

La surface concernée par l'irrigation est la surface agricole qui est très proche de la station.

Donc on irrigue une surface totale de 155 ha aux alentours de la station d'épuration.

Cette délimitation a été faite après une visite de terrain avec un spécialiste en irrigation drainage de la ville de BOUIRA.

On peut alors estimées la quantité de l'eau nécessaire pour irriguer cette surface d'olivier pour les différents horizons

Pour 2031 On a :

$$12723.07 \text{ (m}^3\text{/j)} \rightarrow 892.93 \text{ ha}$$

$$X \rightarrow 155 \text{ ha.}$$

$$\text{Donc } X = 2208.54 \text{ m}^3\text{/j d'eau épuré.}$$

Avec X c'est la quantité d'eau nécessaire pour irriguer 155 ha de l'olivier.

VI.9. Conclusion

L'utilisation des eaux usées épurées dans le domaine agricole c'est la meilleure solution pour économiser l'eau et pour protéger les terres agricoles de sécheresse, en particulier dans les zones à faible pluviométrie, mais il faut faire des analyses chimiques sur ces eaux épurées et respectiez les normes des rejets il s'agit de protéger la santé humaine et animale.

CHAPITRE VII :
Organisation de chantier

CHAPITRE VII : Organisation de chantier

Introduction

L'organisation d'un chantier demande et impose un rythme de travail et pour cela il faut une bonne utilisation des moyens humains et matériels dans le but de rechercher : la rapidité, la qualité et l'économie. Par exemple on utilise le ciment, le sable, gravier et l'acier pour avoir des corps en béton armé, le prix de vente est convenu avant que le produit ne soit fabriqué. L'évaluation correcte des prix et des moyens à mettre en œuvre est difficile car elle est basée sur des hypothèses qui seront confirmées au cours et à la fin de projet. Cette contrainte oblige l'entreprise à vérifier les prévisions régulièrement pendant l'exécution de projet. [2]

On désigne également par "Organisation de chantier" le fait d'anticiper le chantier en passant par [2] :

- ✓ une analyse du projet de construction,
- ✓ la recherche d'optimisation technique dans les procédés constructifs permettant d'améliorer :
 - la sécurité,
 - les délais de construction,
 - la rentabilité
- ✓ la définition des modes opératoires,
- ✓ l'établissement d'un plan d'installation de chantier,
- ✓ l'établissement d'un planning prévisionnel d'exécution des travaux.

VII.1 Travaux de réparations et installation de chantier

Pour avoir une installation convenable du chantier, on doit se disposer d'un terrain vaste et spacieux pour ménager les différentes aires de stockages de matériaux, des pistes de circulation d'engins, les locaux, les postes fixes de travail. On distingue les installations suivantes dans un chantier.

VII.1.1 Installations destinées aux personnels

Dans tout chantier de génie civil on trouve généralement les mêmes installations destinées aux personnels : les dortoirs, les réfectoires, les vestiaires, les sanitaires, infirmerie et les bureaux en nombre suffisant.

La base vie doit au minimum être raccordée en : eau potable, assainissement, électricité, et téléphonie.

Les circulations piétonnes doivent être matérialisées, celle-ci doivent permettre durant toute la phase de construction les circulations suivantes :

- Base de vie – zone de travail ;
- Base de vie – lieux de stationnement des véhicules de personnels ;
- Zone de travail – centrale à béton ;
- Zone de travail – lieux de stockage de matériaux ;

Et l'ensemble de cheminements qui seront réalisées par les ouvriers

VII.1.2. Installations destinées au stockage des matériaux

Les aires de stockage doivent figurer sur le plan d'installation de chantier en précisant le type de matériel/matériau qui y sera stocké, la surface disponible et les mesures prises pour protéger l'environnement (géotextile, surface bétonnée, ...etc.)

Le matériau de construction doit être stocké et protégé des facteurs climatiques et des intempéries. Pour les ciments nous utilisons soit des silos métalliques, soit des baraquements en bois ou en métal, les agrégats stockés peuvent être en plein air, on doit cependant prévoir un croisement entre les différents types existants pour éviter leur mélange et faciliter le dosage du béton. Les aciers sont stockés des baraquements ou des hangars.

VII.1.3. Installations destinées à la réparation des engins

En général, les grosses réparations ne se font pas sur le chantier lui-même, mais il importe de disposer d'un atelier suffisamment bien équipé pour assurer l'entretien courant et les réparations d'urgence des différents matériels

VII.2. Moyens des travaux de chantier

VII.2.1. Moyens humains

Concernant les moyens humains (en personnels), l'entreprise devra indiquer une personne responsable du chantier et son intérimaire, avec précision des titres et compétences et spécifier leurs rôles et leurs tâches, cela est applicable aussi pour toute personne intervenant dans le chantier. On trouve le personnel compétent pour la réalisation des études préalables tel que les géotechniciens, hydrologues, topographe, ingénieur béton armé, dessinateur, ...etc.

VII.2.2. Moyens matériels

Pour l'ensemble de matériels l'entrepreneur doit mentionner la marque, le type, puissance, rendement et nombre d'engins affectés au chantier ainsi que leur mode d'intervention suivant le phasage des travaux.

a. Matériels de terrassement

Le matériel de terrassement comprend les engins de terrassement pour la réalisation des fouilles, l'extraction, et le transport de matériaux de construction, le bétonnage et la finition.

Généralement on fait appel aux engins suivant : bulldozer, chargeur, camion benne, pelle hydraulique, décapeuse, camion-citerne, grue à portique, camion malaxeur et autre si nécessaire.

b. Matériel de bétonnage

On utilise le plus souvent des bétonnières pour la fabrication du béton nécessaire pour la construction des ouvrages en béton

Le matériel lié au bétonnage doit également comprendre les dispositifs de coffrage et les engins nécessaires à la vibration du béton ainsi qu'à son nettoyage et à son repiquage, en vue du traitement des reprises de bétonnage.

VII.3. Devis quantitatif et estimatif

Pour aboutir à une valeur de consommation pouvant être considérée comme représentative, l'établissement du coût d'exploitation se basera sur plusieurs paramètres relevant de l'exploitation à savoir énergie électrique, consommables, maintenance

De ce fait la maîtrise et la connaissance de ces différents postes est primordiale dans le calcul. Le coût des projets.

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...).

$$CTi = Cgc + Ceq + Cvr d \dots\dots\dots (VII_1)$$

✓ **Le coût de fonctionnement**

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

Avec :

Cti : le coût d'investissement,

Ceq : le coût de génie civil.

Cvrd : le coût VRD (les voiries et Réseaux divers).

VII.3.1 Calcule le Coût d'investissement

VII.3.1.1. Le Coût de terrassement

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

Le prix du mètre cube de terrassement sera évalué à 2500 DA (donnée par bureau d'étude) On calculera le volume de la couche végétale par l'expression

$$V = 0.3 \times Shi \dots\dots (VII_02)$$

Avec :

V : volume de terrassement de l'ouvrage considéré.

Shi : surface horizontale de l'ouvrage considéré.

Le coût d'un ouvrage sera donc :

$$C = 2500 \times V \dots\dots\dots (VII_03)$$

Le tableau_VII_01 donne les valeurs du coût de terrassement de chaque ouvrage

Tableau_VII_01 : Le coût de terrassement de chaque ouvrage.

Ouvrages	Nombre	La surface horizontale (m ²)	Volume (m ³)	Coût (DA)
Déssableur-déshuilleur	01	73.96	22.18	55450
Bassin d'aération	02	3264.02	979.20	4896000
Décanteur secondaire	02	739.68	221.90	1109500
Bassin de désinfection	01	246.56	73.96	184900
Epaississeur	01	427.07	128.12	320300
Lit de séchage	05	833.33	249.99	3124875
Totale				9691025

Donc le coût total du terrassement est :

$$C_{\text{terr}} = 9691025 \text{ DA}$$

VII.3.1.2. Le Coût du béton armé

Le coût du béton revient actuellement à $P_u = 45000 \text{ DA/m}^3$ (bureau d'étude),

On calcule le coût de béton armé par la formule suivante :

$$C_b = P_u \times V_{tb} \dots\dots\dots (\text{VII}_02)$$

Avec :

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.

C_b : le coût de béton.

a) Calcul du volume de béton armé

Le volume total du béton pour chaque ouvrage sera la somme des deux volumes :

$$V_{tb} = V_r + V_m \dots\dots\dots (\text{VII}_03)$$

$$V_r = S_h \times e_r \dots\dots\dots (\text{VII}_04)$$

Pour les murs circulaires on a

$$Vm = P \times H \times em \dots\dots\dots (VII_05)$$

Pour les murs rectangulaires :

$$Vm = L \times H \times em \dots\dots\dots (VII_06)$$

On prend :

L'épaisseur du mur $e_m = 0.3$ m

L'épaisseur du radier $e_r = 0.3$ m (selon les informations d'un bureau d'étude)

V_r : volume du radier.

V_m : volume du mur.

P : périmètre de l'ouvrage.

H : Hauteur de l'ouvrage.

L : La longueur de l'ouvrage.

Tableau_VII_02 : Le coût du béton armé de chaque ouvrage

OUVRAGES	Surface m ²	Vr (m ³)	Vm (m ³)	Vtb (m ³)	Coût (DA)
-Déssableur-déshuilleur	73.96	22.18	14.896	37.076	1668420
-Bassin d'aération	3264.02	979.20	59.37	1038.57	93471300
-Décanteur secondaire	739.68	221.90	28.92	250.82	22573800
-Bassin de désinfection	246.56	73.96	17.308	91.29	4108050
-Epaississeur	427.07	128.12	66.46	173.72	7817400
-Lit de séchage	833.33	249.99	2.25	252.24	56754000

Donc le coût total du béton armé est **C_{ba} = 186392970 DA**

VII.3.1.3 Coût total du génie civil

Le total du génie civil est la somme des deux coûts calculé précédemment :

$$C_{gc} = C_{terr} + C_{ba} \dots\dots\dots (VII_07)$$

$$C_{gc} = 9691025 + 186392970 = \mathbf{196083995 DA}$$

VII.3.1.4. Le Coût des VRD

Le coût des VRD est estimé à 25% du coût du génie civil donc

$$C_{VRD} = 0.25 \times = \mathbf{49020998.75 \text{ DA}}$$

VII.3.1.5. Coût des équipements électromécaniques et électriques et des installations hydromécaniques

Il est estimé à 40% du ($C_{gc} + C_{VRD}$)

$$C_{\acute{e}q} = 0.4 \times (196083995 + 49020998.75) = \mathbf{98041997.5 \text{ DA}}$$

VII.3.1.6. Coût total des investissements de la station

$$C_{Ti} = C_{gc} + C_{VRD} + C_{\acute{e}q} = 196083995 + 49020998.75 + 98041997.5 = \mathbf{343146991.25 \text{ DA}}$$

VII.3.2. Le Coût de fonctionnement**VII.3.2.1. Le coût de main d'œuvre**

Le coût de main d'œuvre est estimé à 5% du coût d'investissement

$$C_{m.o} = 0.05 \times C_{Ti} = 0.05 \times 343146991.25 = \mathbf{17157349.56 \text{ DA}}$$

VII.3.2.2. Le coût de renouvellement du matériel électromécanique

Il est estimé à 5% du coût d'investissement total

$$C_{rm} = 0,05 \times 343146991.25 = \mathbf{17157349.56 \text{ DA}}$$

VII.3.2.3 Le coût des frais financiers

Il est estimé à 5% du coût d'investissement total

$$C_{ff} = 0,05 \times 343146991.25 = \mathbf{17157349.56 \text{ DA}}$$

VII.3.2.4. Le coût de fonctionnement total

$$C_{Ft} = C_{mo} + C_{rm} + C_{ff} = 17157349.56 + 17157349.56 + 17157349.56 = \mathbf{51472048.68 \text{ DA}}$$

VII.3.3. Calcul du prix du m³ d'eau traitée

Le coût d'amortissement annuel :

$$C_{aa} = C_{Ti} / T \dots \dots \dots (\mathbf{VII_09})$$

Avec :

T : durée d'amortissement $t=30$ ans. Donc :

$$C_{aa} = 343146991.25 / 30 = 11438233.04 \text{ DA}$$

✓ **Coût annuel de la station**

$$C_{TS} = C_{aa} + C_{ft} \dots\dots\dots(\text{VII}_{10})$$

$$C_{TS} = 11438233.04 + 51472048.68 = \mathbf{62910281.72 \text{ DA}}$$

VII.3.4. Calcul du prix du m^3 d'eau épurée

Le volume total annuel d'eau épurée en l'an 2051 est

$$V_{an} = 20480.89 \times 365 = \mathbf{7475526.43 m^3}.$$

Le coût du m^3 épurée (C_e) ce calcul alors

$$C_e = C_{TS} / V_{an} \dots\dots\dots(\text{VII}_{11})$$

$$C_e = \frac{62910281.72}{7475526.43} = \mathbf{8.415 \text{ DA}}$$

On résume tous les calculs dans le tableau_VII_03 :

Tableau_VII_03 : estimation le coût du projet

Désignation	unité	Coûts
Coût d'investissement		
Coût de terrassement	DA	9691025
Coût total du béton armé	DA	186392970
Coût total de génie civil	DA	196083995
Coût des VRD	DA	49020998.75
Coût des équipements électromécaniques et électriques et des installations hydromécaniques	DA	98041997.5
Coût total des investissements de la station	DA	343146991.25

Coût de fonctionnement		
Coût de main d'œuvre	DA	17157349.56
Coût de renouvellement du matériel électromécanique	DA	17157349.56
Coût des frais financiers	DA	17157349.56
Coût de fonctionnement total	DA	51472048.68
Coût d'amortissement	DA	11438233.04
Coût total de la station	DA	62910281.72
Coût de m ³ d'eau épurée	DA	8.415

VII.4. Attribution des durées de chaque opération

Pour attribuer le temps à une opération, il faut tenir compte du nombre de ressources humaines et matériels disponibles face à la dimension et la grandeur de projet, en appliquant la formule suivante [28]

$$T = \frac{Q \times N}{n} \dots \dots \dots (\text{VII}_{12})$$

T : temps de travail
 Q : quantité de travail
 N : rendement
 n : nombre d'équipes

On distingue deux techniques de planification :

- **Plan de travail au plus tôt**

Les opérations commencent en leur date au plus tôt. L'entreprise opte pour ce planning lorsqu'elle est bien fournie de moyens et travaille sur plusieurs chantiers.

- **Plan de travail au plus tard**

Toutes les opérations commencent au plus tard, les tâches ne sont pas retardées.

L'entreprise opte pour ce type de planning lorsqu'elle est limitée de moyens.

Il existe deux principales méthodes de planification à savoir [28]

- Méthodes basées sur le réseau.
- Méthodes basées sur le graphique.

Le graphique ne peut se faire sans le réseau, car le réseau n'est qu'un outil de calcul permettant d'aboutir à des résultats répondant à certaines questions qui nous sont posées.

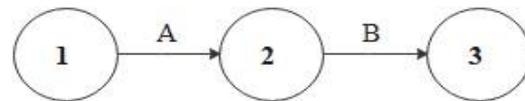
Le graphique est une forme d'interprétation du réseau et de ses résultats mais mieux lisible et compréhensible.

VII.4.1 Méthode basée sur le réseau

Le réseau est la représentation graphique d'un projet qui permet d'indiquer les relations entre les différentes opérations (ordre d'exécution) pour atteindre l'objectif de la planification selon deux réseaux :

a. Réseau à flèches

L'opération est représentée par une flèche et la liaison entre deux opérations par un nœud.



b. Réseau à nœud

L'opération est représentée par un nœud et la succession des opérations par des flèches.



La méthode basée sur le réseau est aussi appelée méthode de chemin critique (C.P.M), elle consiste à faire un calcul allé et retour en utilisant les paramètres de la grille suivante :

DCP	Tr
DFP	DCPP
$DFP = DCP + Tr$	$DCPP_i = DFPP_i - Tr$
DFPP	MT
$DFP_i = DCP_{i+1}$	

- ✓ DCP : date de commencement au plus tôt
- ✓ Tr : temps de réalisation de l'opération
- ✓ DFP : date de finition au plus tôt
- ✓ DCPi : date de commencement au plus tard
- ✓ DFPP : date de finition au plus tard
- ✓ MT : Marge totale

Le chemin critique (C.C) est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTP) reliant les opérations ayant la marge totale nulle par une double flèche sur le réseau. Pour retrouver le chemin critique, il suffit de vérifier la double condition suivante :

$$MT = 0 ; \text{ et } \sum Tr_{cc} = DTP$$

VII.4.2. les principales lois de la méthode C.P.M

- ✓ **Calcul allé**

On calcul s'effectue pour les dates au plus tôt uniquement. La première opération du projet Débute à un temps $t=0$.

$$DFPi = DCPi + TR \dots \dots \dots (\text{VII}_{13})$$

$$DCPj = DFPi \dots \dots \dots (\text{VII}_{14})$$

Il faut savoir que pour le calcul allé, si on a 2 opérations qui s'achèvent, et donnent naissance

A une nouvelle activité cette dernière commence à la date au plus tôt maximale entres les deux

Date de finition au plus tôt des deux activités précédentes, c'est à dire celle sui sont terminées.

Pour la dernière opération du réseau au calcul allé, et cela afin d'entamer e calcul retour,

On pose par convention, dans le but de ne pas retarder le projet :

$$DCPP = DCP \dots \dots \dots (\text{VII}_{15})$$

$$DFPP = DFP \dots \dots \dots (\text{VII}_{16})$$

✓ **Calcul retour**

Ensuite, on procède au calcul retour c'est à dire on calcul les dates au plus tard

$$DCPP_j = DFPP_i \dots \dots \dots (\text{VII}_{17})$$

Et :

$$DCPP_i = DFPP_i - TR \dots \dots \dots (\text{VII}_{18})$$

Il faut savoir aussi que, pour le calcul retour, si on a 2 opérations qui vont vers une nouvelle activité, cette dernière prend comme la date de finition au plus tard, la date de commencement minimale entres les deux date de commencement au plus tard des deux activités précédentes.

La marge totale MT :

$$MT = DFPP - DFP \dots \dots \dots (\text{VII}_{19})$$

$$MT = DCPP - DCP \dots \dots \dots (\text{VII}_{20})$$

Pour la dernière opération, on a toujours $MT=0$.

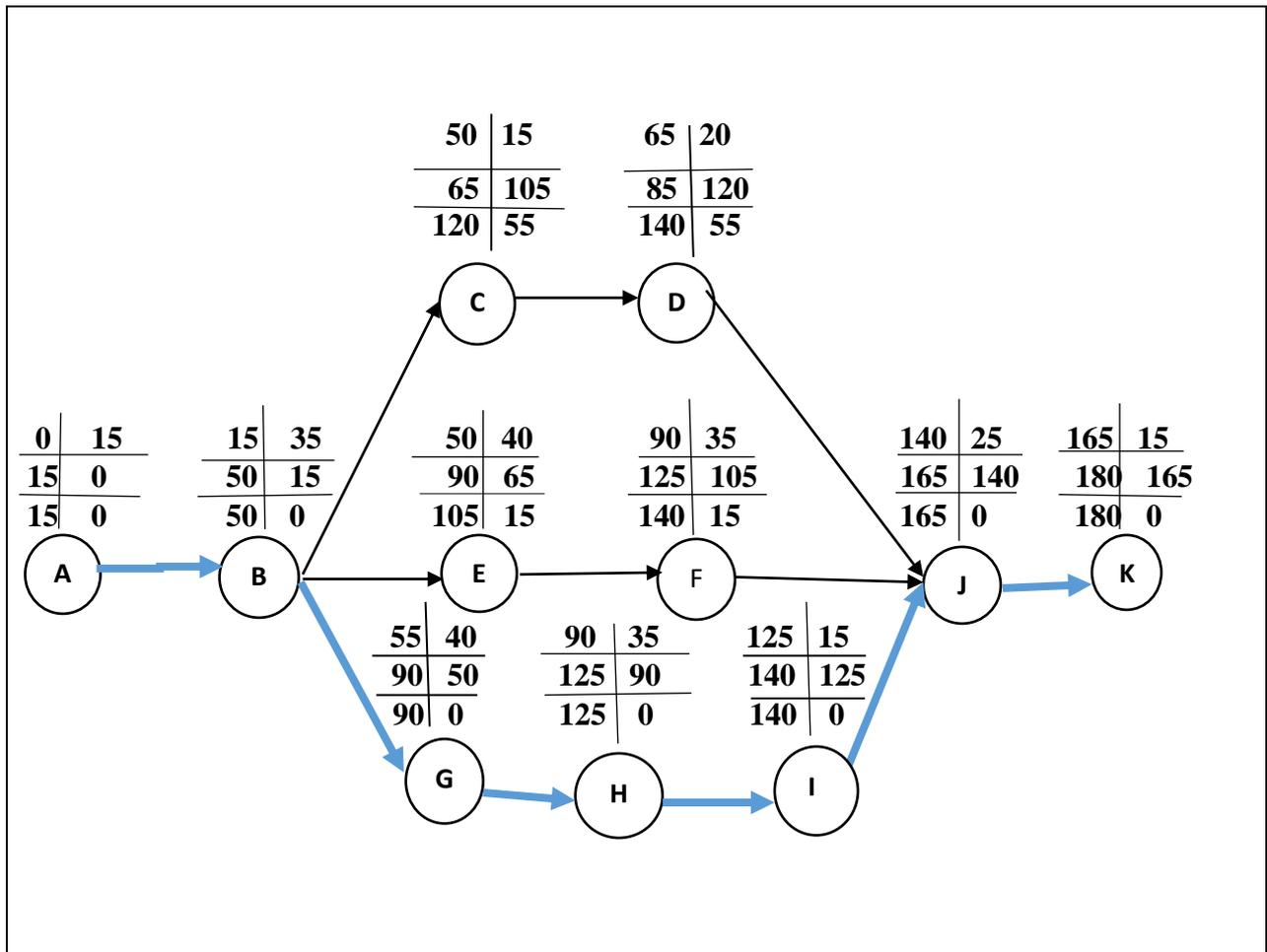
La marge totale MT de l'opération est n'est jamais négative : $MT \geq 0$

VII.4.3. Symboles des différentes opérations

Les principales opérations à exécuter sont :

- A. terrassement
- B. Bétonnage
- C. construction poste de relevage

- D. Installation de dégrilleur_déssableur
- E. Installation du clarificateur
- F. Installation de bassin de désinfection
- G. installation des bassins d'aérations
- H. installation de l'épaississeur
- I. construction des lits de séchage
- J. Construction des lits de stockage des boues +assemblages des tuyaux vers la sortie.
- K. Les travaux de finition



Figure_VII_01 : réseaux à nœud pour la réalisation du projet

Remarque : pour les valeurs de Tr (temps de réalisation de l'opération), j'ai pris des chiffres approximatifs.

Le chemin critique est indiqué en bleu : A_B_G_H_I_J_K.

La durée Totale de projet est estimée de : 180 jours.

VII.5. Conclusion

Ce chapitre a résumé les différentes procédures à prendre en charge pour la réalisation de notre projet étudié de l'organisation de chantier pour assurer le bon déroulement de la mise en œuvre,

Nous avons estimé le coût du projet après avoir calculé le coût du béton armé et propriété (le coût d'investissement) et le coût de fonctionnement,

Nous avons calculé la durée du projet par la méthode basée sur le réseau à nœud,

CONCLUSION GENERALE

Les eaux usées ont des origines différentes. On distingue en particulier les eaux usées domestiques des eaux usées industrielles. Celles-ci contiennent différents polluants qu'il faut éliminer avant le rejet de ces eaux en milieu naturel. Ces polluants sont éliminés par le biais de stations d'épuration, Il existe différents types de station d'épuration qui traite les eaux usées de différentes manières. Le traitement diffère surtout dans la chaîne biologique, Les boues activées peuvent être utilisées et mises en parallèle aux roseaux. Les eaux usées sont traitées dans le but d'être rejetées en milieu naturel. Elles se doivent de respecter certaines normes de dépollution. Notre visite de la station de traitement des eaux usées de la Source nous a permis de constater que la technologie des stations d'épuration actuelles ne permet pas le traitement des micropolluants.

Cette étude s'établit fixée comme objectif principale de contrôler le traitement des eaux usées urbaines par les procédés à boue activée utilisé par la station de traitement des eaux de la ville de BOUIRA.

Le procédé à boues activées consiste en un réacteur biologique aérobie où l'on provoque le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons appelés bio-flocs.

La récupération et la réutilisation de l'eau usée s'est avérée être une option réaliste pour couvrir le déficit en eau et les besoins croissants en cette dernière dans notre pays, mais aussi pour se conformer aux règlements relatifs au rejet des eaux usées, en vue de la protection de l'environnement, et de la santé publique. En outre, du point de vue environnemental, la récupération et la réutilisation de l'eau usée urbaine traitée pour l'irrigation constituent probablement l'approche d'élimination la plus et la plus réaliste.

L'investissement en irrigation est considéré beaucoup plus rentable que si la ressource en eau est disponible à n'importe quel moment, dans le cas de l'usage d'une eau non conventionnelle, surtout épurée, cela peut s'avérer possible en tenant compte de la capacité des stations d'épuration existantes.

Il reste aux agriculteurs de se soumettre à cette nouvelle réalité de l'usage réglementé des eaux non conventionnelles, car ceci peut leur procurer une régularité en matière de disponibilité, à même d'avoir à gérer des stations d'épuration par le biais de la concession et surtout de procéder périodiquement au suivi et aux analyses nécessaires.

Enfin on peut dire que l'eau est une ressource limitée, il faut agir pour conserver et préserver ce patrimoine commun irremplaçable.

Références bibliographiques

- [1] : Le centre d'information sur l'eau.
- [2] : Wikipédia< traitement des eaux usées>
- [3] : M. Bouziani, la pénurie aux maladies ; édition Ibn-khaldoun, P 260, (2000).
- [5] : Y.Libes, livre sur les eaux usées, <<Les eaux usées et leur épuration>>
- [6] : A. Belarbia, K. Belmiloud, « Dimensionnement de la station d'épuration de la ville de Tazmalt, wilaya de Bejaia », Mémoire de fin d'études, Master Hydraulique, Université de Bejaia, 2015
- [8] : BACCHI. Michel, Conception d'une station de traitement des eaux usées dans une commune rurale, (CHEVALIER, Gary GAE3 – 2014 – 2015).
- [9] : HENI.Aussel, Colette de Bâcle avec Graziella. Dornier, traitement des eaux usées, institut national des recherches et des sécurités, Frances, (ED5025_ novembre 2004).
- [12] : Mr. MAALIOU, systèmes hydrauliques de traitement et épuration des eaux usées et industrielles, (2012_2013).
- [13] : Lenntech Water Treatment solutions, entreprise de conception et de fabrication au service de nombreuses industries. Francs.
- [14] : Hatem. Dhaouadi, Traitement des Eaux Usées Urbaines, Les procédés biologiques d'épuration, Université Virtuelle de Tunis (2008).
- [16] : Commission Européenne, Procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités, (France_ 2001)
- [17] : Meuse Grandsud, communauté d'agglomération, Bar-Le-Duc sud Meuse, les principes du traitement des eaux usées.
- [18] : Etablissement public du ministère de l'écologie de dévalent et déménagement durable, France, Les procédés dépuration des petites collectivistes du bassin Rhin-Meuse, (juillet 2017).
- [19] : Christophe Dagot & Julien Lauren, livre<Module d'enseignement ASTEP> Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Limoges avec Université Virtuelle Environnement & Développement Durable, 25/03/2014.
- [21] : ECOSSE D. (2001) - Techniques alternatives en vue de subvenir à la pénurie d'eau dans le monde. Mém. D.E.S.S. « Qualité et Gestion de l'Eau », Fac. Sciences, Amiens, p 62.
- [22] : Mme GHARZOULI.M Chef de Station d'Epuration de la ville de Sétif ONA- Zone de Sétif Unité d'assainissement de Sétif. 25/03/2014 : investir dans le développement durable ; la réutilisation des eaux usées.
- [23] : BRGM, bureau des recherches géologiques et minières, service géologie nationale de France, géoscience pour une terre durable, recyclages des eaux usées.

[24] : R. Salghi, Notes Théoriques, «Dimensionnement d'une station d'épuration par boues activées», l'Ecole Nationale des Sciences Appliqués d'Agadir- Maroc.

[25] : B. Merzouk, Cours Epuration des eaux usées, Université de M'sila, (2018/2019).

[26] : Agence algérienne de bassin hydrographique Sahara, Colloque International sur les Ressources en Eaux Souterraines du Sahara CIRESS, L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation.

[27] : Livre ; Manuel d'irrigation de l'olivier, Techniques et Applications, Elaboré par Docteur Masmoudi. Charfi Chiraz, Evalué par Habaieb Hamadi, Daghari Hédi, Révisé et Amélioré par Docteurs Gargouri Kamel, Rhouma Ali, Karray-Abid Jihène (2012).

[28] : S. CHEMLI << mémoire fin d'étude >> conception d'un système de prétraitement de la station de dessalement de la centrale thermique de la commune HADJRET ENNOUS w. de TIPAZA, ENSH, Blida (2020).

[29] : H. Dhaouadi, « Traitement des eaux usées urbaines les procédés biologiques d'épuration», université virtuelle de Tunis, (2008).

Les sites web :

[4] : www.1h203.com

[7] : www.sénat.fr

[10] : www.eno-france.com

[11] : www.hnf.enscciht.fr

[15] : www.habitatpresto.com

[20] : www.suezwaterhandbook.fr

Annexe

ANNEXE

Annexe

Annexe 01

Directives pour l'interprétation de la qualité de l'eau pour l'irrigation (FAO 1985)

Problèmes Potentiels en Irrigation	Unités	Degré de restriction à l'usage		
		Aucun	Léger à modéré	Sévère
Salinité				
EC _{w1} ou	dS/m	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
TDS	mg/l	< 450	450 – 2000	> 2000
Infiltration				
SAR ² = 0 - 3 et EC _w =	dS/m	> 0.7	0.7 - 0.2	< 0.2
= 3 – 6 =		> 1.2	1.2 - 0.3	< 0.3
= 6 – 12 =		> 1.9	1.9 - 0.5	< 0.5
= 12 – 20 =		> 2.9	2.9 - 1.3	< 1.3
= 20 – 40 =		> 5.0	5.0 - 2.9	< 2.9
Toxicité Spécifique des ions				
Sodium (Na)				
Irrigation de surface	SAR	< 3	3 – 9	> 9
Irrigation par aspersion	méq/l	< 3	> 3	
Chlorure (Cl)				
Irrigation de surface	méq/l	< 4	4 – 10	> 10
Irrigation par aspersion	méq/l	< 3	> 3	
Bore (B)	mg/l	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
effets divers				
Azote (NO ₃ -N) ³	mg/l	< 5	5 – 30	> 30
Bicarbonate (HCO ₃)	méq/l	< 1.5	1.5 - 8.5	> 8.5
pH	Gamme normale 6.5 - 8.4			
<p>EC_w signifie la conductivité électrique en décisivement par mètre à 25°C. SAR signifie le taux d'adsorption de sodium (sodium adsorption ratio). NO₃ -N signifie l'azote sous forme de nitrate rapporté en termes d'azote élémentaire. NH₄-N et N-organique devraient être également examinés dans les eaux usées.</p>				

Annexe

Annexe 02

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

Annexe 03

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

Annexe 04

Pourcentage de MVS [29]

MES/DBO5	1.5	1.17	1	0.83	0.67
%MVS	60	65	68	70	75

Annexe

Annexe 05

Présentation générale des méthodes d'estimation des projets

Catégories de budget	Etudes initiales	Etudes de faisabilité	Etude de base:conception du projet	Développement du projet
Catégories de budget	Budget « ordre de grandeur »	Budget « préliminaire »	Budget« d'objectif »	Budget initial ou contractuel
Méthode d'estimation	Méthode globale ou de similitude	Méthode modulaire ou méthode des facteurs	Méthode semidétaillée	Méthode détaillée
Niveau de précision	40 à 50%	25 à 30%	15 à20%	5 à10%

Annexe 06

Les cultures irriguées en eaux de rejets (adapté de FAO, 2015)

Conductivité électrique de l'eau d'irrigation (dS/m, et mg/l)*						
Salinité (mg/l)	<2	2-3	3-4	4-5	5-7	>7
Conductivité (dS/m)	<1280	1280-1920	1920-2560	2560-3200	3200-4480	>4480
Les cultures irriguées	Citrus	Figues	Sorgho	Soja	Carthame	Coton
	Pommes	Olives**	Arachide	Palmier dattier****	Blé	Orge
	Pêche	Brocoli	Riz	Phalaris aquatique	Betterave sucrière	Agropyre
		Raisins	Tomates	Betteraves	Trèfle	Rye Grass
		Fraise	Concombre	Féтуque	Artichauts	Orge des rats
		Pommes de terre		Cantaloup		Chiendent pied de poule