

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'enseignement Supérieur et de la  
Recherche Scientifique**

**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou  
Faculté du Génie de la Construction Département de  
Génie Civil**



**Mémoire de fin d'étude**

**En vue de l'obtention du Diplôme de Master académique en Hydraulique  
Option : Ouvrages Hydrauliques**

**Thème :**

**Etude de la réalisation d'une station d'épuration  
pour la Commune Ait Chafaa wilaya de  
Tizi-Ouzou**

**Présenté par :**

**TANSAOUT Akila**

**Promoteur : BOUHALI.S**

**Co-Promoteur : DEHMOUS.H**

**Promotion : 2020/2021**

## ***Remerciement***

**Au terme de ce projet, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier sincèrement Dieu, de m'avoir octroyé les moyens et les personnes qui m'ont aidé dans son élaboration**

**Je tiens à exprimer mes vifs remerciements et ma profonde gratitude à :  
Mon promoteur M<sup>r</sup> *BOUHALI.S* auquel je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour la confiance qu'il m'a accordée afin de réaliser ce travail, ainsi que pour ses multiples et précieux conseils scientifiques, professionnels ou tout simplement humains, qu'il a su me prodiguer aux moments opportuns.**

**Je tiens à remercier :  
Mon Co-encadreur M<sup>r</sup> *DEHMOUS.H***

**Tous les fonctionnaires de la D.R.E. de Tizi Ouzou, notamment**

**M<sup>r</sup> *MERADJI.Y* pour ses conseils et son aide**

**M<sup>r</sup> *HADJ HAMOU.A* Pour son aide.**

**M<sup>r</sup> *ZAMOUM.S***

**M<sup>r</sup> *AIT SI AMER.H***

**À tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.**

**Ainsi que l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation.**

**AKILA**

## *Dédicaces*

*À la mémoire de : mon grand-père et mon oncle, que dieu lui soit  
clément*

*Je dédie ce modeste mémoire, en premier lieu :*

*À mes très chers parents CHABANE et ZAHIA, qui n'ont pas cessé  
de me soutenir et m'encourager. Ce travail est le fruit de vos  
sacrifices et votre soutien moral et matériel que vous avez consentis  
pour mon éducation dont ils ont fait preuve pour ma réussite.*

*Que le dieu, le tout puissant, vous préserve et vous accorde santé,  
longue vie et bonheur ;*

*À mes chères grand-mères SADIA et FATMA que Dieu les protège.*

*À mes chères sœurs : LILIA, KENZA*

*À mes chers frères : NOURDINE, AGHILES*

*Mon beau-frère : HAKIM*

*Ma belle-sœur : SOUAD*

*Et aussi : IMENE, AYA, AKSEL*

*À toute ma famille*

*À tous mes chers amis(es)*

*Pour tous ceux qui m'ont tendu la main sans que je leur aie  
demandé,*

*À ceux qui m'ont soutenu et cru en moi, jusqu'à l'aboutissement de  
ce travail.*

*AKILA*

# Sommaire

## **Introduction générale.....1**

### **CHAPITRE I :Origines des eaux usées**

<b>I.1. Introduction :</b> .....	<b>3</b>
<b>I.2. Définition de la pollution des eaux :</b> .....	<b>3</b>
<b>I.3. Définition des eaux usées :</b> .....	<b>3</b>
<b>I.4. Origines des eaux usées :</b> .....	<b>3</b>
I.4.1. Les eaux domestiques :	3
I.4.2. Les eaux industrielles :	3
I.4.3. Les eaux de pluviales :	4
I.4.4. Les eaux agricoles :	4
I.4.5. Les eaux parasites :	4
<b>I.5. Nature de la pollution de l'eau :</b> .....	<b>4</b>
I.5.1. la pollution organique :	4
I.5.2. la pollution microbiologique :	5
I.5.3. la pollution minérale :	5
I.5.4. la pollution toxique :	6
<b>I.6. Caractéristiques des eaux usées :</b> .....	<b>6</b>
I.6.1 Paramètres physiques :	6
I.6.2. Paramètres chimiques :	7
I.6.3. Les paramètres microbiologiques :	10
<b>I.7. Les normes de rejet :</b> .....	<b>10</b>
I.7.1. Normes internationale :	10
I.7.2. Normes Algériennes :	11
<b>I.8. Les systèmes d'évacuation d'un réseau d'assainissement :</b> .....	<b>12</b>
<b>I.9. Conclusion :</b> .....	<b>12</b>

### **CHAPITRE II : Les procédés de traitement des eaux usées**

<b>II.1 Introduction :</b> .....	<b>13</b>
<b>II.2 Définition d'une station d'épuration (STEP) :</b> .....	<b>13</b>
<b>II.3 Principe de fonctionnement d'une station d'épuration :</b> .....	<b>13</b>
II.3.1 : Le relevage :	14
II.3.2 Le prétraitement :	15

II.3.2.1 : Le dégrillage :	15
II.3.2.2 : La dilacération :	17
II.3.2.3 : Le tamisage :	17
II.3.2.4 : Le dessablage :	17
II.3.2.4.1. Les types de dessableurs :	17
II.3.2.5 : Déshuilage-dégraissage :	17
II.3.3 Traitement primaire :	18
II.3.3.1 La décantation primaire :	18
II.3.3.2. La décantation physico-chimique :	18
II.3.3.2.1. Les principaux types de décanteurs :	19
II.3.3.3. Filtration :	20
II.3.4 Traitement secondaire :	20
II.3.4.1 : Traitements extensifs :	20
II.3.4.2 : Traitements intensifs :	23
II.3.4.2.1 : Disques biologiques :	23
II.3.4.2.2 : Lits bactériens :	24
II.3.4.2.3 : Boues activées :	25
II.3.4.2.4 : Avantages et inconvénients :	26
II.3.5. : Choix du procédé biologique :	26
II.3.6 : Traitements tertiaires :	27
II.3.6.1 : Élimination de l'azote :	27
II.3.6.2 : Élimination du phosphore :	28
II.3.6.3 : Désinfection :	28
<b>II.4 : Conclusion :</b>	<b>29</b>

### **CHAPITRE III : Traitement des boues**

<b>III.1. Introduction :</b>	<b>30</b>
<b>III.2. Définition des boues :</b>	<b>30</b>
<b>III.3. Origine des boues :</b>	<b>30</b>
III.3.1. Boues primaires :	30
III.3.2. Boues secondaires :	30
III.3.3. Boues physico-chimiques :	31
<b>III.4. Composition des boues :</b>	<b>31</b>
<b>III.5. Objectif de traitement des boues :</b>	<b>31</b>
<b>III.6. Paramètre de traitement :</b>	<b>32</b>

III.6.1. Paramètres de charge :.....	32
III.6.1.1. Charge massique :.....	32
III.6.1.2. Charge volumique :.....	32
III.6.2 Age des boues :.....	33
III.6.3. Indice de Mohlman :.....	34
III.6.4. Indice de Donaldson :.....	34
<b>III.7. Consommation en oxygène :.....</b>	<b>34</b>
III.7.1. Besoins théoriques en oxygène :.....	34
<b>III.8. Etapes de traitement des boues:.....</b>	<b>36</b>
III.8.1. Epaissement :.....	37
III.8.1.1. épaissement dynamique :.....	37
III.8.1.2. Epaissement par gravitation :.....	38
III.8.2. Stabilisation :.....	38
III.8.2.1. Stabilisation biologique :.....	38
III.8.2.2. La stabilisation chimique :.....	39
III.8.3. Conditionnement :.....	39
III.8.4. Déshydratation :.....	39
III.8.5. Le séchage :.....	40
<b>III.9. Destination finale des boues :.....</b>	<b>40</b>
III.9.1. Valorisation agricole des boues :.....	40
III.9.2. Incinération des boues :.....	41
III.9.3. Mise en décharge :.....	41
<b>III.10. Conclusion :.....</b>	<b>41</b>

## CHAPITRE IV : Présentation de la zone d'étude

<b>IV.1. Introduction :.....</b>	<b>42</b>
<b>IV.2. Etude géographique :.....</b>	<b>42</b>
<b>IV.3. Description de la ZET :.....</b>	<b>43</b>
<b>IV.4. Caractéristiques géotechnique :.....</b>	<b>44</b>
IV.4.1. La morphologie :.....	44
IV.4.2. Les pentes :.....	45
<b>IV.5. Caractéristiques climatiques :.....</b>	<b>47</b>
IV.5.1. Climat :.....	47
IV.5.2. Température :.....	47
IV.5.3. Pluviométrie :.....	47

IV.5.4 : L'indice d'aridité de DEMARTON : .....	48
IV.5.5 : Diagramme Ombrothermique : .....	49
<b>IV.6. Caractéristiques hydrographiques : .....</b>	<b>49</b>
<b>IV.7. Caractéristiques hydrogéologiques : .....</b>	<b>51</b>
<b>IV.8. Caractéristiques géologiques .....</b>	<b>51</b>
IV.8.1. La Géologie : .....	51
IV.8.2. La Lithologie .....	51
<b>IV.9 : Situation démographique : .....</b>	<b>52</b>
<b>IV.10. Les ressources en eau : .....</b>	<b>53</b>
IV.10.1. Système d'adduction : .....	53
IV.10.1.1. Adduction par refoulement : .....	53
IV.10.1.2. Adductions gravitaires : .....	54
<b>IV.11. Rappel sur le réseau d'assainissement existant : .....</b>	<b>56</b>
IV.11.1. Taux de raccordement de la commune d'Ait Chafaa : .....	57
IV.11.2. Etat des rejets de la commune d'Ait Chafaa : .....	57
IV.11.3. Réseau d'assainissement : .....	58
<b>IV.12. Présentation de site d'implantation de la STEP : .....</b>	<b>60</b>
<b>IV.13. Conclusion : .....</b>	<b>61</b>

## **CHAPITRE V :Calcul hydraulique**

<b>V.1 : Introduction : .....</b>	<b>62</b>
<b>V.2 : Estimation des besoins en eau potable : .....</b>	<b>62</b>
V.2.1 : Consommation domestique des trois villages : .....	62
V.2.2 : Consommation des autres usagers : .....	62
V.2.3 : Récapitulatif des besoins moyens des trois villages : .....	63
V.2.4 : Besoins maximums journaliers des trois villages : .....	64
V.2.5 : Débit de pointe : .....	64
V.2.6 : Estimation des besoins en eau potable de la ZET : .....	65
V.2.7 : Récapitulatif des besoins moyens de la zone d'étude : .....	67
<b>V.3.Estimation des charges : .....</b>	<b>67</b>
V.3.1. Estimation des charges hydrauliques : .....	67
V.3.1.1. Calcul des débits des eaux usées : .....	67
V.3.2. Calcul de l'équivalent habitant (Eq/hab) : .....	69
V.3.3. Estimation des charges polluantes : .....	69
V.3.3.1 Charge en DBO5 : .....	70

V.3.3.2 Charge en MES : .....	70
V.3.3.3. Charge en DCO : .....	71
V.3.3.4. Coefficient de biodégradabilité (K) : .....	71
<b>V.4 : Rendement épuratoire : .....</b>	<b>71</b>
<b>V.5 : Conclusion : .....</b>	<b>72</b>

## **CHAPITRE VI : Dimensionnement de la station d'épuration**

<b>VI.1 : Introduction : .....</b>	<b>73</b>
<b>VI.2. Dimensionnement des ouvrages de la Station d'épuration : .....</b>	<b>73</b>
VI.2.1. Prétraitements : .....	73
VI.2.1.1 Dimensionnement des grilles : .....	73
VI.2.1.2 : Calcul du déssableur-déshuileur : .....	77
VI.4.1.3 : Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur : .....	78
VI.2.2. Traitement primaire : .....	79
VI.2.2.1 : Dimensionnement de décanteur primaire : .....	79
VI.2.3. Le traitement secondaire : .....	82
VI.2.3.1 : Dimensionnement du bassin d'aération : .....	82
VI.2.3.2 : Bilan des boues : .....	87
VI.2.3.3. Dimensionnement de clarificateur (décanteur secondaire) : .....	89
VI.2.4. Traitement tertiaire (désinfection) : .....	91
VI.2.4.1. Dose du chlore à injecter : [29] .....	91
VI.2.4.2. La dose journalière en chlore : .....	92
VI.2.4.3. Dimensionnement du bassin de désinfection : .....	92
<b>VI.3. Traitement des boues : .....</b>	<b>93</b>
VI.3.1. Epaissement : .....	93
VI.3.2. Stabilisation : .....	95
VI.3.3. Lits de séchage : .....	96
<b>VI.4. Conclusion : .....</b>	<b>98</b>

## **CHAPITRE VII : Gestion et exploitation d'une STEP**

<b>VII.1. Introduction : .....</b>	<b>99</b>
<b>VII.2. Accès à la station : .....</b>	<b>99</b>
<b>VII.3. Etablissement de document : .....</b>	<b>99</b>
VII.3.1. Documents d'ordre des opérations à effectuer : .....	99
VII.3.2. Documents de contrôle: .....	99

<b>VII.4. Contrôle de fonctionnement :</b> .....	<b>100</b>
VII.4.1. Contrôles journaliers : .....	100
VII.4.2. Contrôles périodiques : .....	100
<b>VII.5. Mesure des paramètres de fonctionnement de la station :</b> .....	<b>101</b>
<b>VII.6. Entretien des ouvrages :</b> .....	<b>103</b>
<b>VII.7. Hygiène et sécurité dans le travail :</b> .....	<b>105</b>
VII.7.1. Risques de circulation : .....	105
VII.7.2. Risques de manutention : .....	105
VII.7.3. Risque d'incendie et d'explosion : .....	105
VII.7.4. Risque d'intoxication : .....	106
VII.7.5. Risque mécanique : .....	106
VII.7.6. Risque aux réactifs : .....	106
VII.7.7. Risque électrique : .....	107
VII.7.8. Risques infectieux : .....	107
<b>VII.8. Etude d'impact sur l'environnement :</b> .....	<b>107</b>
VII.8.1. Impacts sur la santé publique : .....	107
VII.8.2. Impacts liés à l'élimination des boues : .....	108
VII.8.3. Impacts liés à l'arrêt ou au mauvais fonctionnement de la station d'épuration : ..	108
<b>VII.9. Conclusion :</b> .....	<b>108</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>109</b>

## Liste des Figures

Figure II.1. Les étapes de traitement .....	14
Figure II.2. Relevage grâce à un vice d'Archimède.....	14
Figure II.3. Relevage grâce à une pompe.....	15
Figure II.4. Dégrilleur à grille inclinée .....	16
Figure II.5. Dégrilleur à grille courbé .....	16
Figure II.6. Schéma d'un dessableur-déshuileur.....	18
Figure II.7. Décanteur cylindro-conique statique sans raclage .....	19
Figure II.8. Décanteur circulaire à raclage mécanique.....	19
Figure II.9. Décanteur longitudinal à pont racléur .....	20
Figure II.10. Lagunage naturel à trois bassins .....	21
Figure II.11. Lagunage naturel.....	21
Figure II.12. lagunage aéré.....	22
Figure II.13. Coupe transversale d'un filtre planté à écoulement verticale .....	22
Figure II.14. Coupe transversale d'un filtre planté à écoulement horizontal.....	23
Figure II.15. Principe d'une filière de traitement par disque biologique .....	23
Figure II.16. Traitement par disque biologique.....	24
Figure II.17. Traitement par lit bactérien .....	24
Figure II.18. Principe d'épuration a boues activées .....	25
Figure II.19. Domaine d'application possible [21] .....	27
Figure II.20. Processus de décomposition lors de l'élimination de l'azote [22].....	28
Figure III.1. traitement par boue activée .....	30
Figure III.2. Procèdes de traitement des boues .....	36
Figure III.3. récupérations des boues épaissies .....	37
Figure III.4. Epaississement par flottation .....	38
Figure III.5. Epaississement par gravitation.....	38
Figure III.6. Lit de séchage des boues.....	40
Figure IV.1. Localisation de la zone d'étude .....	42
Figure IV.2. Délimitation de la zone d'étude.....	43
Figure IV.3. Situation de la ZET de Sidi Khelifa.....	44
Figure IV.4. Carte des altitudes d'Ait Chafaa .....	45
Figure IV.5. Carte des pentes d'Ait Chafaa .....	46
Figure IV.6. Représentation moyennes mensuelles des températures .....	47
Figure IV.7. Répartition mensuelle de la pluie moyenne annuelle .....	48
Figure IV.8. diagramme Ombrothermique.....	49
Figure IV.9. Carte du réseau hydrographique d'Ait Chafaa .....	50
Figure IV.10. Carte lithologique d'Ait Chafaa.....	52
Figure IV.11. Pourcentage de répartition de la population de la commune.....	53
Figure IV.12. Oued Sidi Khelifa .....	56
Figure IV.13. Plan de situation du site de la STEP .....	60
Figure VII.1. Installation d'un préleveur pour la mise en œuvre d'un bilan ponctuel.....	101
Figure VII.2. Disque de Secchi .....	102
Figure VII.3. Capteurs de turbidité et d'oxygène dissous .....	102

## Liste des Tableaux

Tableau I.1. Origines et des maladies provoquées par les organismes présents dans les eaux usées .....	5
Tableau I.2. Echelle de valeurs de DBO5 .....	8
Tableau I.3. Coefficient de biodégradabilité .....	8
Tableau I.4. Normes de rejets internationales .....	11
Tableau I.5. Normes Algériennes de rejets des effluents liquides .....	11
Tableau II.1. avantages et inconvénients des traitements : .....	26
Tableau III.1. Composition générale des boues d'épuration .....	31
Tableau III.2. Caractéristiques principales des boues de diverses stations d'épuration .....	31
Tableau III.3. Classement des procédés par boues activées .....	33
Tableau IV.1 Répartition mensuelle des températures moyennes en °C .....	47
Tableau IV.2. Répartition mensuelle de la pluie moyenne .....	47
Tableau IV.3. Indice d'aridité .....	48
Tableau IV.4. Répartition de la population résidents des ménages ordinaires et collectifs .....	52
Tableau IV.5. Population résidente des ménages ordinaires et collectifs (MOC) selon la commune de résidence et le sexe et le taux d'accroissement annuel moyen (1998-2008) .....	52
Tableau IV.6. Caractéristiques des stations de reprise .....	54
Tableau IV.7. Caractéristiques des réservoirs de la commune d'Ait Chafaa .....	56
Tableau IV.8. taux de raccordement de la commune d'Ait Chafaa .....	57
Tableau IV.9. Etat des rejets de la commune d'Ait Chafaa .....	57
Tableau IV.10. Coordonnées du site de la STEP .....	60
Tableau V.1. Besoins domestiques en eau potable .....	62
Tableau V.2. Plan national de l'eau retenu au pourcentage .....	63
Tableau V.3. Besoins en eau potable des autres usagers .....	63
Tableau V.4. Récapitulatifs des besoins domestiques et autres usagers .....	63
Tableau V.5. Consommation maximale journalière .....	64
Tableau V.6. Estimation du surcroit de population touristique .....	64
Tableau V.7. Besoin en eau de pointe pour les trois villages .....	65
Tableau V.8. Besoins en eau de la zone 1 .....	65
Tableau V.9. Besoins en eau de la zone 2 .....	66
Tableau V.10. Besoins en eau de toute la zone touristique .....	66
Tableau V.11. Besoins en eau de toute la zone d'étude .....	67
Tableau V.12. Débit des rejets en période normale .....	68
Tableau V.13. Débit des rejets en période estivale .....	68
Tableau V.14. Normes des rejets dans un milieu récepteur .....	69
Tableau V.15. Récapitulatif des données de bases de la STEP pour l'horizon 2051 .....	72
Tableau VI.1. Epaisseur et espacement des barreaux .....	74
Tableau VI.2. Résultat de dimensionnement de dégrilleur .....	74
Tableau VI.3. les valeurs de $\beta'$ .....	75
Tableau VI.4. Dimensionnement du dessableur-déshuileur .....	79
Tableau VI.5. les valeurs de la vitesse limite en fonction de k .....	80
Tableau VI.6. dimensions du décanteur primaire .....	82
Tableau VI.7. Les valeurs moyennes des paramètres am et b .....	87

Tableau VI.8. Résultats de calcul d'aérateur.....	91
Tableau VI.9. Résultats de dimensionnement du bassin de désinfection.....	93
Tableau VI.10. Les résultats de dimensionnement de l'épaisseur, stabilisateur aérobie et les lits de séchage.....	98

## Liste des abréviations

AEP : Alimentation en Eau Potable  
ANDT : Agence Nationale de Développement du Tourisme  
AS : Agglomération Secondaire  
DBO<sub>5</sub> : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours  
DCO : Demande Chimique en Oxygène  
EH : Equivalant Habitant  
EU : Eau Usée  
Hab : Habitant  
HMT : Hauteur Manométrique Total  
K : Coefficient de biodégradabilité  
MD : Matières Décantables  
MES : Matières En Suspension  
MM : Matières Minérale  
MMS : Matières Minérales en Suspension  
MND : Matières Non Décantables  
MO : Matières Organique  
MOC : Ménages Ordinaires et Collectifs  
MVS : Matières Volatiles en Suspension  
OMS : Organisation Mondiale de la Santé  
PDAU : Plan Directeur d'Aménagement d'Urbanisme  
PE : Polyéthylène  
PEHD : Polyéthylène Haute Densité  
Ph : Potentiel hydrogène  
R : Réservoir  
RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat  
SR : Station de Reprise  
SR : Stations de Reprises  
STEP : Station d'épuration  
UTM : Universal Transverse Mercator  
UV : Ultra-Violet  
ZET : Zone d'Expansion Touristique

## Liste des symboles

$\eta_{ep}$  : Le rendement de l'épuration  
 $B_a$  : Représente la quantité de MVS au temps t  
 $B_{a0}$  : Représente la quantité de MVS au temps initial  
 $C_{eq}$  : Coefficient de majoration.  
 $C_f$  : Concentration en matière polluantes à la sortie de la station  
 $C_i$  : Concentration en matière polluantes à l'entrée de la station  
 $C_p$  : Coefficient de pointe  
 $D$  : Diamètre de la conduite de refoulement(m) ;  
 $d$  : Epaisseur des barreaux  
 $Dot$  : Dotation journalière  
 $e$  : Espacement des barreaux  
 $g$  : Accélération de la pesanteur.  
 $H$  : Hauteur  
 $ha$  : Hectare  
 $H_g$  : Hauteur géométrique  
 $H_{max}$  : Altitude maximale  
 $H_{min}$  : Altitude minimale  
 $J$  : Perte de charge  
 $K_r$  : Coefficient de rejet  
 $K_s$  : Le coefficient de rugosité des parois internes de la conduite  
 $L$  : Largeur  
 $L$  : longueur de la grille  
 $MM_e$  : Les matières minérales éliminées  
 $MM_s$  : Les matières minérales à la sortie  
 $N$  : Population  
 $Q_d$  : Débit domestique  
 $Q_{eq}$  : Débit des besoins d'équipements  
 $Q_j$  : Consommation journalière  
 $Q_{max}$  : Débit maximum journalière e  
 $Q_{moyh}$  : Débit moyen horaire ;  
 $Q_{mT}$  : Débit moyen journalier total  
 $Q_p$  : Débit de pointe  
 $Q_{ptp}$  : Débit de pointe par temps de pluie  
 $Q_{pts}$  : Débit de pointe par temps sec ;  
 $R$  : Le rendement épuratoire  
 $R_e$  : Nombre de Reynolds  
 $R_{pompe}$  : Rendement pratique de la pompe  
 $S_h$  : Surface horizontale  
 $T_s$  : Temps de séjour  
 $V$  : La vitesse moyenne  
 $V_{air}$  : Volume d'air à injecter  
 $V_e$  : La vitesse horizontale

$V_{\text{lim}}$  : Vitesse limite de chute

$V_s$  : Vitesse de sédimentation

$\alpha$  : Coefficient de dilution

$\alpha'$  : Angle d'inclinaison de la grille

$\beta'$  : Coefficient dépendant de la forme des barreaux (forme circulaire :  $\beta' = 1,79$ ).

$\beta$  : Fraction de surface occupée par les barreaux

$\Delta h$  : Les pertes de charge

$\lambda$  : Coefficient des pertes de charge obtenu par la formule de Colebrook

$\mu$  : Viscosité cinématique du fluide

$\sigma$  : Coefficient de colmatage de grilles



***Introduction générale***

### Introduction générale

L'eau, cette source de vie, constitue l'une des ressources naturelles les plus sensibles à la pollution ; elle demeure largement gaspillée et polluée à l'échelle planétaire ; peu à peu, elle se raréfie et sa qualité diminue.

De nos jours, les besoins en eau potable varient entre 100 et 300 litres par habitant et par jour, et les besoins en eau pour les activités industrielles sont énormes, ceci génère une pollution supplémentaire à celle produite par les activités humaines. Cette eau polluée se déverse quotidiennement dans les lacs et les rivières ou dans les plages environnantes, ainsi pour faire face à ce problème, plusieurs stations d'épuration ont été réalisées en Algérie durant les dernières décennies.

Notre zone d'étude, en l'occurrence de la commune d'*Ait Chafaa*, est une région qui recèle une richesse naturelle et touristique indéniable et exceptionnelle ; elle est constituée à la fois par : la plaine littorale sur une large bande, principalement des terres agricoles à grande valeur, ainsi que deux magnifiques plages bordant le littoral, celle de Sidi-Khelifa et petit paradis.

La commune d'*Ait Chafaa* est assainie en totalité par un réseau d'assainissement unitaire. Les rejets se déversent à l'air libre sans aucun traitement préalable dans les talwegs qui se réunissent dans l'Oued *Sidi Khelifa* à l'Ouest, qui à son tour débouche directement à la mer. Par conséquent, la nappe phréatique de la vallée de *Sidi Khelifa*, exploitée par plusieurs forages, risque d'être contaminée. La pollution issue des rejets peut également affecter les espaces agricoles et nuire à la vie aquatique. En effet, des analyses qui ont été faites sur des échantillons prélevés à la plage, révèlent des traces de pollutions d'origine urbaines.

Afin de pallier aux problèmes générés par ces eaux urbaines de la commune *Ait Chafaa*, il est primordial de prévoir une station de traitement des effluents qui sera implantée sur un site bien choisi.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail qui consiste à concevoir une station d'épuration à boues activée à moyenne charge, ceci en tenant compte de l'évaluation de la population jusqu'à l'horizon 2051.

Notre plan de travail s'articulera en plusieurs chapitres ;

En premier lieu, nous commencerons notre travail par définir les origines des eaux usées, leurs caractéristiques et la nature de la pollution de l'eau.

Le deuxième chapitre sera consacré aux différents procédés de dépollution utilisés pour épurer les eaux usées ;

Par la suite, nous passeront au troisième chapitre où les différents procédés de traitement des boues seront expliqués ;

Dans le quatrième chapitre, nous allons présenter la zone d'étude en décrivant les différentes situations : géographique, démographique, topographique, climatique, hydrographique, hydrogéologique et hydraulique ;

## **Introduction générale**

---

Par ailleurs, on présentera dans le cinquième chapitre le calcul des charges polluantes et hydrauliques ;

Le sixième chapitre sera consacré pour le dimensionnement des différents compartiments de notre future station d'épuration pour l'horizon 2051 ;

Dans le dernier chapitre, nous allons parler de l'entretien de la station d'épuration, pour une meilleure gestion et exploitation des équipements.

On terminera notre travail par une conclusion générale.



***Chapitre I : Origines des eaux  
usées***

**I.1. Introduction :**

Le problème de la pollution des eaux présente sans aucun doute l'un des aspects les plus inquiétants de la crise globale de l'environnement. En effet, à la différence de divers phénomènes de la pollution qui constituent qu'une menace potentielle susceptible d'affecter à l'avenir les activités humaines, la crise de l'eau sévit déjà depuis longtemps et avec une gravité sans cesse accrue, affectant aussi bien les pays industrialisés que ceux du tiers monde.

**I.2. Définition de la pollution des eaux :**

On appelle pollution des eaux toute substances modifiant la qualité de l'eau et qui entraîne un effet nocif sur les êtres vivants.

Ces substances peuvent avoir divers origines ; soit d'origine chimique, physique ou biologique.

**I.3. Définition des eaux usées :**

Ce sont des eaux polluées, non potables, utilisées, de différentes origines, de compositions hétérogènes, chargées en matières minérales et organiques et pouvant être en suspension ou en solution.

Les eaux usées, autrement dit les effluents, sont traitées dans les stations d'épuration avant d'être rejetées dans le milieu récepteur.

**I.4. Origines des eaux usées :**

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

**I.4.1. Les eaux domestiques :**

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique.

Elles se répartissent en eaux ménagères : qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques.

Et en eaux vannes : il s'agit des rejets des toilettes, chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

**I.4.2. Les eaux industrielles : [8]**

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métalliques. Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir :

- des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage) ;
- des hydrocarbures (raffineries) ;
- des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;
- des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries) ;
- de l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement. Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épurations.

#### **I.4.3. Les eaux de pluviales : [8]**

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues où sont accumulées polluants atmosphériques, poussières, débris, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules. Les eaux de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique.

#### **I.4.4. Les eaux agricoles : [8]**

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargées d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues.

#### **I.4.5. Les eaux parasites : [15]**

Elles proviennent des remontées des nappes sous-terraines ou des fuites des conduites d'alimentation en eau potable(AEP) ; ces eaux s'infiltrent dans les collecteurs et se mélangent aux eaux usées et les diluent ; ce qui influe par la suite sur le fonctionnement de la station d'épuration.

Les eaux parasites doivent être mesurées sur le réseau, mais en absence de valeurs mesurées la directive Allemande préconise de prendre un débit d'eau parasite compris entre 0,05 et 0,15 l/s/ha. On notera aussi qu'une densité moyenne de 100 habitants par hectare, la ration établit entre 16 et 47 m<sup>3</sup>/an/hab.

### **I.5. Nature de la pollution de l'eau :**

Toutes les modifications chimiques, physiques ou biologiques provoquées par les rejets ont des effets nocifs sur le milieu récepteur.

Elles se manifestent essentiellement sous quatre formes différentes :

- La pollution organique ;
- La pollution microbiologique ;
- La pollution minérale ;
- La pollution toxique.

Toutes ces formes de pollution considérées comme la résultant de divers activités humaines, qui provoque des conséquences sur la vie des humaines elle-même et le milieu naturelle.

#### **I.5.1. la pollution organique :**

La pollution organique constitue souvent la fraction la plus importante par rapport aux autres pollutions. Cette forme de pollution peut être considérée comme résultant de diverses

activités (urbaines, rurales, industrielles et artisanales). Aussi, chaque activité rejette des composées spécifiques biodégradables ou pas.

Lorsque la concentration de ces polluants est élevée, elle engendre un stress important dans la biocénose des milieux aquatiques, ce qui peut conduire à l'inactivation des mécanismes potentiels de la biodégradation. C'est le cas par exemple, des huiles ou des graisses, qui engendrent la formation de films superficiels qui empêchent l'oxygène dans les cours d'eau et provoquer des effets d'intoxication sur les microorganismes et les poissons.

### **I.5.2. la pollution microbiologique : [14]**

C'est une pollution d'origine humaine ou animale ; elle est engendrée par les rejets urbains. La pollution microbienne devient très dangereuse lorsque les eaux usées sont rejetées dans un milieu pouvant être utilisé comme moyen de loisir (eau de mer, lac, rivière etc.).

La présence de microorganismes pathogènes, peut être à l'origine des maladies infectieuses (fièvre typhoïde, choléra).

Le tableau suivant dresse un inventaire restreint des origines et des maladies provoquées par les organismes présents dans les eaux usées :

<b>Organismes</b>	<b>Maladies</b>	<b>Origines</b>
Shigelles	Dysenterie bacillaire	Eaux usées
Brucella	Brucellose	Eaux usées, lait
M.Tuberculosis	Tuberculose	Eaux des sanatoriums et des hôpitaux
Entamoeba Hystolytica	Dysenterie amibienne	Engrais, eaux contaminées
Salmonelles	Fièvre typhoïde et paratyphoïdes	Eaux usées
Vibrion cholerae	Choléra	Eaux usées
Virus : • Entérovirus • Echo	Poliomyélite diarrhées	Eaux usées
Insecte vecteur	Filariose urbaine	Eaux usées

**Tableau I.1 : Origines et des maladies provoquées par les organismes présents dans les eaux usées [1]**

### **I.5.3. la pollution minérale : [15]**

Il s'agit d'effluents constitués essentiellement de métaux lourds en provenance des industries métallurgiques, de traitement de minerais. On peut citer quelques-uns, comme le plomb, le cuivre, le fer, le zinc, le mercure. Il y'a aussi le cas de certains sels provenant de l'agriculture.

Ces substances suscitées peuvent causer :

- Des problèmes sur l'organisme de l'individu.
- Des Perturbations de l'activité bactérienne au niveau de la station d'épuration.

- D'affectation des cultures agricoles.

Ces éléments sont non biodégradables et de ce fait un traitement complémentaire devient plus que nécessaire.

#### **I.5.4. la pollution toxique : [16]**

Certaines substances présentes dans les rejets industriels peuvent, même à dose infinitésimale, être dangereuses pour le milieu aquatique et pour l'homme (en cas de baignade ou d'ingestion). Les pollutions toxiques peuvent être classées en deux groupes suivant leur origine : les produits d'origine minérale, tels que les métaux ou métalloïdes (mercure, cadmium, plomb, arsenic...) ; les produits d'origine organique (produits de synthèse, dérivés nitrés...).

### **I.6. Caractéristiques des eaux usées :**

Ces paramètres nous permettent de déterminer le degré de la pollution de l'eau.

#### **I.6.1 Paramètres physiques :**

- **La température :**

La température est un paramètre dont le contrôle est indispensable surtout en présence d'effluents industriels. Ce paramètre peut influencer sur la solubilité des sels, la concentration de l'oxygène dissout et sur l'activité microbienne.

- **La conductivité :**

Elle donne une idée sur la salinité de l'eau. Les variations de cette dernière peuvent influencer sur le traitement biologique et la décantation.

- **La turbidité : [8]**

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau.

- **Les matières en suspensions (MES) :**

Elles représentent la partie solide de la pollution, les MES créent généralement une pollution et causent de sérieuses nuisances.

Les (MES) s'expriment par la relation suivantes :

$$MES = MVS + MMS$$

- **Les matières volatiles sèches (MVS) : [8]**

Elles représentent la fraction organique de MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS en (mg/l) d'une eau, (elles constituent environ 70 à 80% de MES).

- **Les matières minérales en suspension (MMS) :**

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son extrait sec constitue à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc.

- **les matières décantables (MD) et non décantables (MND) :**

On distingue les fractions qui décantent en un temps donné (2 heures) suivant des conditions opératoires particulières.

Les matières non décantables sont celles qui restent dans le surnageant et qui vont donc être dirigées vers le procédé de traitement biologique ou chimique.

➤ **Huiles et graisses : [15]**

Les huiles et les graisses que l'on peut trouver dans l'eau sont très souvent sous forme d'émulsions ou saponifiées sous l'action de produits chimiques, de détergents, etc....

Il est clair que la présence de graisses et d'huiles constitue une gêne considérable pour le fonctionnement des stations d'épuration des eaux.

Indépendamment de l'origine domestique, une partie de ces produits peut provenir de rejets intempestifs qu'il peut être utile de dépister dans certains secteurs de collecte des eaux usées.

Le déchet graisseux représente une grande partie de la pollution organique des eaux brutes à l'entrée de la station d'épuration, estimée à environ 35 % de la DCO totale à traitées.

➤ **Couleur : [7]**

Une eau propre doit être incolore ; la couleur grisâtre de l'eau d'égout est d'origine domestique, une couleur noire indique une décomposition partielle ; les autres teintes indiquent un apport d'eau résiduaire industrie.

La couleur peut gêner dans certains cas sur le plan analytique.

➤ **Odeur : [14]**

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde.

### **I.6.2. Paramètres chimiques :**

➤ **Le potentiel hydrogène (PH) : [8]**

Les organismes sont très sensibles aux variations du PH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9.

L'influence du PH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution biodisponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,5 et 9.

➤ **Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) : [18]**

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

Situation	DBO <sub>5</sub> (mg/l d'O <sub>2</sub> )
Eau naturelle pure	<1
Rivière légèrement polluée	1<C <3
Egout	100<C<400
Rejet station d'épuration efficace	20<C<40

**Tableau I.2 : Echelle de valeurs de DBO<sub>5</sub> [17]**

➤ **Demande chimique en oxygène (DCO) : [18]**

La dégradation des matières organiques (d'hydrates de carbone, de matières protéiques, d'acides aminés, de lipides et autres substances de réserves) déversées dans les cours d'eau entraîne une consommation de l'oxygène dissout dans l'eau. Cela se fait au détriment des organismes vivants et peut entraîner ainsi l'asphyxie du milieu. La pollution par les matières organiques est provoquée par les rejets industriels (industries chimiques, pétrolières, agro-alimentaires, ...) et les rejets des populations urbaines. L'importance de cette pollution dans un effluent peut être évaluée par la demande chimique en oxygène (DCO).

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

➤ **Coefficient de biodégradabilité K : [8]**

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

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que :

$$K = \frac{DCO}{DBO_5}$$

Coefficient de biodégradabilité k	Mode de traitement
k=1	Pollution totalement biodégradable
1<k<1.6	Epuration biologique très possible
1.6<k<3.2	Traitement biologique associé à un traitement physico-chimique
k>3.2	Traitement biologique impossible

**Tableau I.3 : Coefficient de biodégradabilité [9]**

La relation empirique suivante lie généralement la DBO<sub>5</sub> et la DCO et la matière organique est :

$$MO = \frac{(2 \times DBO_5) + DCO}{3}$$

La différence entre la DCO et la DBO<sub>5</sub> est due aux substances qui ne peuvent pas être décomposées biologiquement. Le rapport entre la DCO et la DBO constitue une mesure indicative de la dégradabilité biochimique des composés présents dans l'eau.

Si  $DCO/DBO_5 > 3$  → la majorité de la MO existante est non biodégradable.

Si  $DCO/DBO_5 < 3$  → la majorité de la MO existante est biodégradable.

➤ **Carbone organique total : [17]**

Représente la teneur en carbone total (organique et minérale) liée à la matière organique. La méthode repose sur une mesure de CO<sub>2</sub> après oxydation complète. Cette méthode permet d'analyser l'eau quel que soit sa qualité (de forte salinité, acide, basique, ou contenant des composés toxiques). Mais elle nécessite dans la majorité des cas l'élimination des matières en suspension avant le dosage.

➤ **Métaux lourds :**

Les métaux lourds pouvant freiner, gêner ou encore annuler le processus d'épuration biologique. C'est ainsi qu'il est nécessaire de procéder aux analyses chimiques des eaux résiduaires afin de déterminer la présence de ces métaux provenant essentiellement des rejets industriels. Parmi les métaux lourds, on peut citer : Plomb (Pb), Aluminium (AL), Cadmium (Cd), Cuivre (Cu), Chrome (Cr), Nickel (Ni) et Zinc (Zn).

➤ **Oxygène dissous : [20]**

L'oxygène, toujours présent dans l'eau, n'en est pas un élément constitutif. Sa solubilité est fonction de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité.

L'oxygène dissous conserve ses propriétés oxydantes, soit par une réaction purement chimique, soit par des phénomènes électrochimiques, d'où son importance dans le phénomène de corrosion.

➤ **Les sels nutritifs : [15]**

Les nutriments sont des éléments qui peuvent se présenter dans les eaux usées urbaines, sous forme organique ou minérale. Ils sont responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques. La connaissance des quantités des nutriments contenus dans l'eau usée est donc indispensable pour le contrôle de la qualité des nutriments dans les effluents épurés avant de les rejeter dans le milieu récepteur

**a) Le phosphore :**

Le phosphore se présente dans les eaux résiduaires brutes sous deux formes :

- Organique : d'origine industrielle ou biologique provenant des matières fécales.
- Minérales : les ortho et poly phosphates provenant de lessive, d'engrais phosphatés.

L'apport journalier de phosphore est d'environ 4 g par habitant par jour.

La connaissance de la quantité du phosphore dans les eaux résiduaires permet de savoir si un traitement biologique est envisageable.

Dans les bassins biologiques, le phosphore organique et les poly phosphates sont rapidement transformés par les micro-organismes en ortho-phosphates. Une partie de ces derniers est utilisée pour la synthèse de nouvelles cellules.

**b) L'Azote :**

L'azote peut être présent dans les eaux usées sous plusieurs formes :

Forme réduite : Azote organique (N) et Azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

Forme moléculaire : Azote dissous (20mg/1 à la température ambiante).

Forme oxydée : Azote nitreux (NO<sub>2</sub>) et Azote nitrique (NO<sub>3</sub>).

L'azote contenu dans les eaux résiduaires domestiques est essentiellement sous forme Ammoniacale.

Les formes oxydées n'apparaissent pas ou seulement en faibles quantités dans les effluents urbains, ce qui s'explique par le fait qu'une eau usée est toujours considérée comme étant un milieu réducteur.

**I.6.3. Les paramètres microbiologiques : [15]**

Les eaux usées évacuent la matière fécale et les urines des populations. Elles sont chargées en germes intestinaux habituels de l'homme, germes pathogènes et des parasites ... etc., parmi lesquels on peut citer : Escherichia (E. Coli), les Streptocoques, les Salmonelles, les virus.

Dans 100 ml d'effluent brute, les concentrations moyennes bactériennes sont :

- 108 coliformes totaux
- 106-107 coliformes fécaux
- 105 streptocoques fécaux
- 102 salmonelles

Il faut préciser que les traitements primaires et secondaires ne modifient pas les teneurs en germes. C'est pour quoi dans une station d'épuration à boue activées il faut procéder à une désinfection des eaux. [15]

**I.7. Les normes de rejet :**

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter.

**I.7.1. Normes internationale :**

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) respective pour les eaux usées.

Caractéristiques	Normes utilisées (OMS)
PH	6,5-8,5
DBO <sub>5</sub>	<30mg/l
DCO	<90mg/l
MES	<20mg/l
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	<0,5mg/l
NO <sub>2</sub>	1mg/l
NO <sub>3</sub>	<1mg/l
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<2mg/l
Température	<30°C
Odeur	Incolore
Couleur	Inodore

Table I.4 : Normes de rejets internationales

### I.7.2. Normes Algériennes :

Les normes de rejets des effluents industriels sont fixées par la loi n° 83-17 du 16 Juillet 1983 portant code des eaux, de l'ordonnance n° 96-13 du 15 Juin 1996 modifiant et complétant la loi n°83-17, du décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides des industriels et du décret exécutif n° 06 141 du 19 avril 2006 de la république Algérienne définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels

Paramètres	Unités	Valeurs limites
Température	°C	30
PH	-	6.5-8.5
DBO <sub>5</sub>	mg/l	30
DCO	mg/l	120
MES	mg/l	35
azote total	mg/l	30
Phosphore total	mg/l	10
Furfural	mg/l	50
Hydrocarbures	mg/l	10
Plomb	mg/l	0.5
Fer	mg/l	3
Mercure	mg/l	0.01
cuivre	mg/l	0.5
zinc	mg/l	3

Tableau I.5 : Normes Algériennes de rejets des effluents liquides

**I.8. Les systèmes d'évacuation d'un réseau d'assainissement : [14]****➤ Système séparatif :**

L'évacuation séparée des eaux pluviales et des eaux usées.

Le système séparatif est utilisé plus particulièrement dans les zones rurales où le rejet direct des eaux pluviales dans les cours d'eaux secondaires peut se faire sans inconvénient majeur (pollutions). L'évacuation des eaux usées se fait par des canalisations enterrées qui en système séparatif ont l'avantage d'être de petit diamètre. Ce système a été adopté en Algérie pour les zones industrielles pour éviter les rejets directs d'eaux résiduaux industriels toxiques sans traitement.

**➤ Système pseudo séparatif :**

Il faut toutefois prévoir un réseau susceptible d'évacuer les eaux de ruissellement souillées, en provenance des zones d'habitations en excluant les apports de ruissellement des voies publiques et espaces libres. C'est le système pseudo\_séparatif. Ce système est économique pour les agglomérations rurales peu denses.

**➤ Système unitaire :**

Dans lequel il n'y a qu'un réseau d'égouts. Le diamètre des canalisations est limité dans la mesure du possible par la mise en place d'un déversoir d'orage qui rejette en temps de pluie l'excédent d'eau directement vers les oueds et rivières ou d'un bassin d'orage qui permet de stocker momentanément l'excès de débit avant de le restituer vers le collecteur général. Ce type système est largement adopté pour les grandes villes.

La réalisation des projets des réseaux dépend du relief de la zone à assainir en raison de la nécessité de rechercher un écoulement gravitaire. Il est donc indispensable de disposer de bons documents topographiques, faisant apparaître les lignes de partage des eaux, délimitant les « bassins versants » dont chacun constitue une unité autonome du réseau.

**I.9. Conclusion :**

Les conséquences immédiates ou différées des eaux usées sur le milieu récepteur sont nombreuses. Elles sont dues à la présence d'éléments polluants contenus dans l'eau sous forme dissoute ou particulaire, d'où une épuration de ces eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel est indispensable et cela pour l'équilibre de l'écosystème.



***Chapitre II : Les procédés de  
traitement des eaux usées***

**II.1 Introduction :**

Les eaux collectées dans les égouts doivent être traitées avant d'être rejetées dans la nature pour protéger la santé des individus et sauvegarder la qualité du milieu récepteur. C'est l'épuration avant rejet.

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques.

**II.2 Définition d'une station d'épuration (STEP) :**

La station d'épuration est un outil fondamental, qui consiste à épurer les eaux usées domestiques, industrielles, agricoles et pluviales avant leur rejet dans le milieu naturel.

Elle est généralement installée à l'aval d'un réseau de collecte avec quelques dispositions à prendre en considération pour son implantation, à savoir :

- Eviter les zones inondables entraînant parfois des dysfonctionnements pendant de longues périodes ;
- Eviter de construire à proximité d'habitations, de zones d'activités diverses (sportives, touristiques, ...). Dans la pratique, et pour éviter tout contentieux avec le voisinage, on réserve une distance minimale de 200 m en tenant compte de la dominance des vents ;
- S'éloigner le plus possible des zones de captage même si le périmètre de protection est respecté ;
- Penser aux extensions et aux aménagements futurs de la ville et de la station elle-même (disponibilité et réservations de terrains). [5]
- terrain plat ce qui réduit les travaux de terrassement lors de la réalisation de la station ;
- La source d'énergie électrique est très proche (la ligne électrique de moyenne tension approximation du site) ;
- Le site est situé à proximité de la nouvelle autoroute ce qui facilite l'exploitation et la gestion de la STEP.

**II.3 Principe de fonctionnement d'une station d'épuration :**

De l'arrivée à la station de dépollution des eaux usées jusqu'au rejet dans le milieu naturel, les étapes classique d'épuration des eaux usées sont illustrées par la figure ci-après :

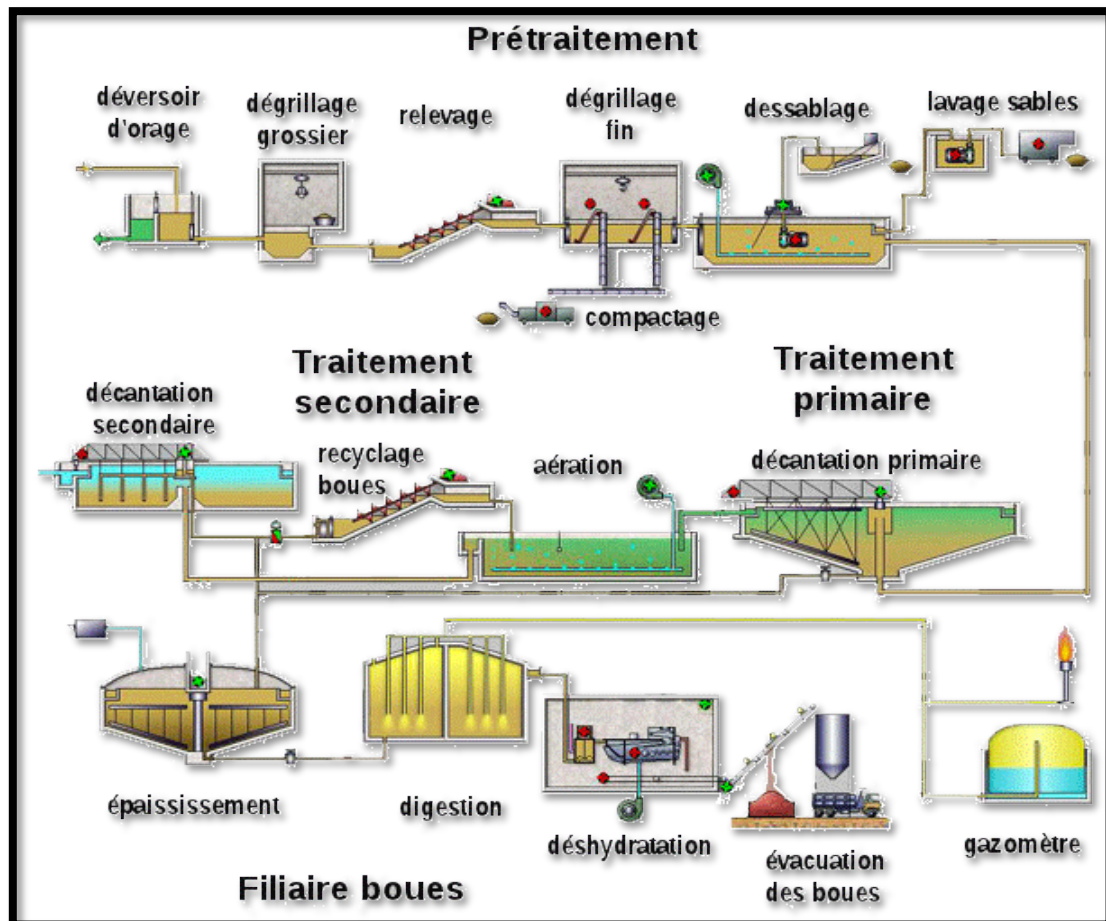


Figure II.1 : Les étapes de traitement

### II.3.1 : Le relevage :

Le transport des eaux usées dans les collecteurs se fait généralement par gravité, sous l'effet de leur poids. Une station de relèvement permet d'acheminer les eaux usées dans la station d'épuration lorsque ces dernières arrivent à un niveau plus bas que les installations de dépollution. Cette opération s'effectue grâce à des pompes ou à des vices d'Archimède. [27]

Afin de protéger les pompes et de ne pas gêner le fonctionnement des étapes ultérieures du traitement, une opération de dégrillage est effectuée si possible avant la station de relevage.

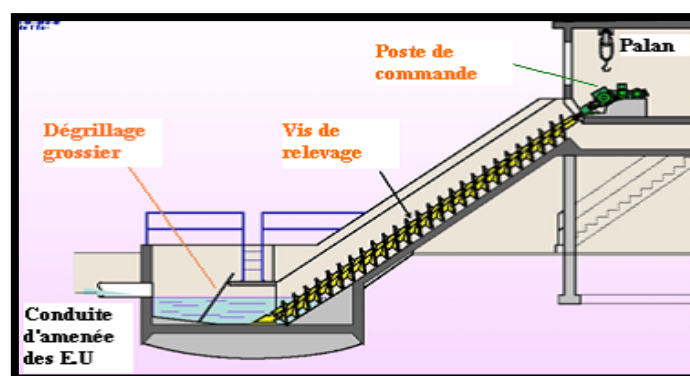
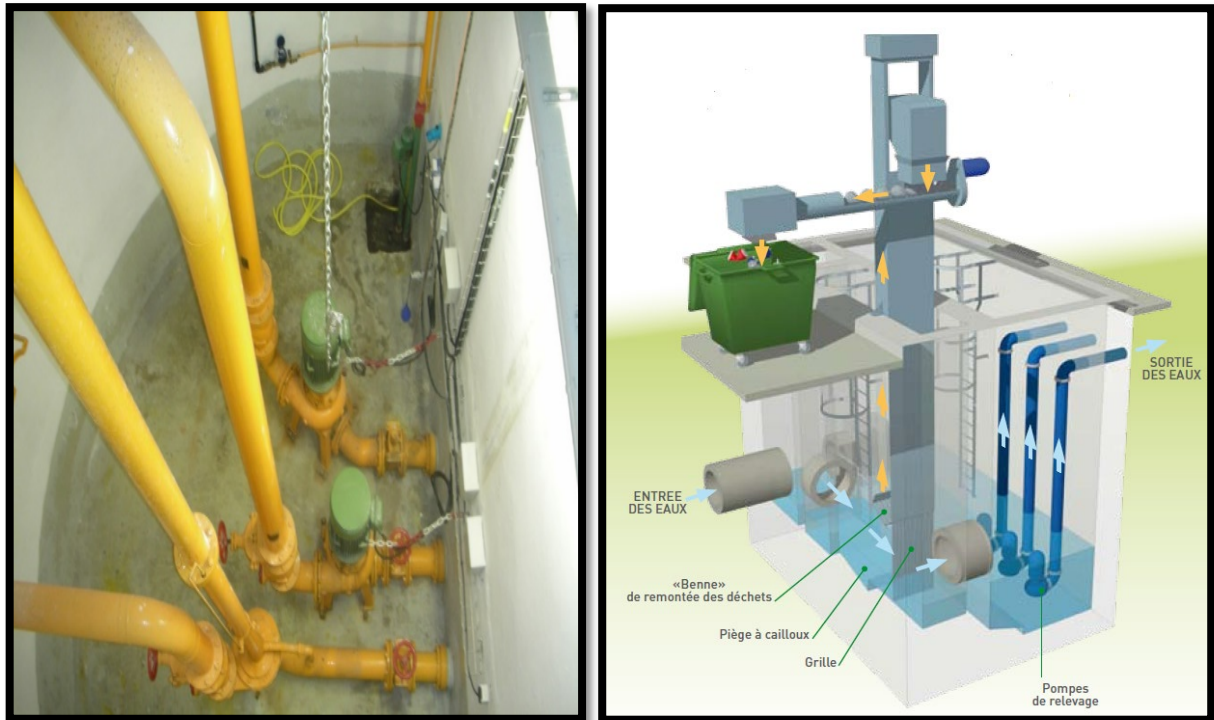


Figure II.2 : Relevage grâce à un vice d'Archimède



**Figure II.3 : Relevage grâce à une pompe**

### II.3.2 Le prétraitement :

Il regroupe les procédés physiques visant à éliminer par décantation une forte proportion de matières minérales ou organiques en suspension.

Les dispositifs de prétraitement sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval. Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou particulaires les plus grossiers, susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements : déchets volumineux (dégrillage), sables (dessablage) et corps gras (dégraissage-déshuilage).

#### II.3.2.1 : Le dégrillage :

Les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants.

Après nettoyage des grilles par des moyens mécaniques, manuels ou automatiques, les éléments retenus sont, ensuite, éliminés avec les ordures ménagères.

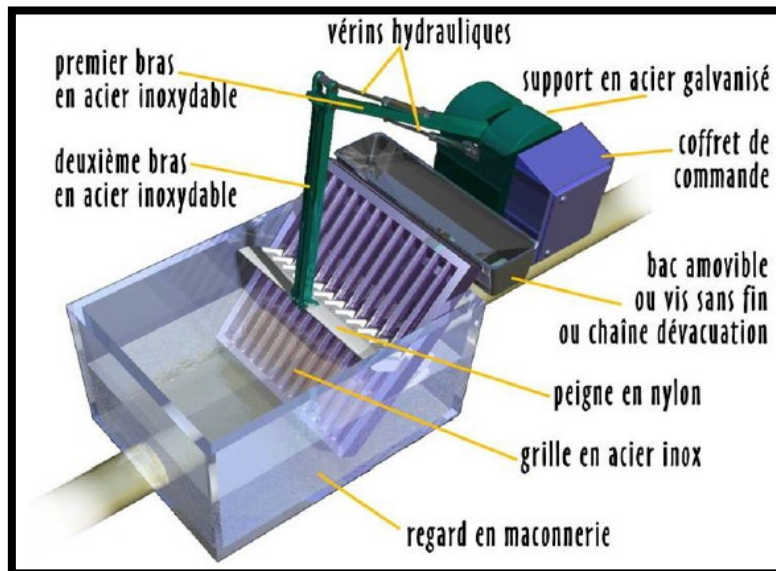
Cette opération est effectuée si possible avant la station de relevage afin de protéger les pompes à vis d'Archimède et de ne pas gêner le fonctionnement des étapes ultérieures du traitement.

Il y a différents types de dégrillage selon l'écartement entre les barreaux d'un dégrilleur :

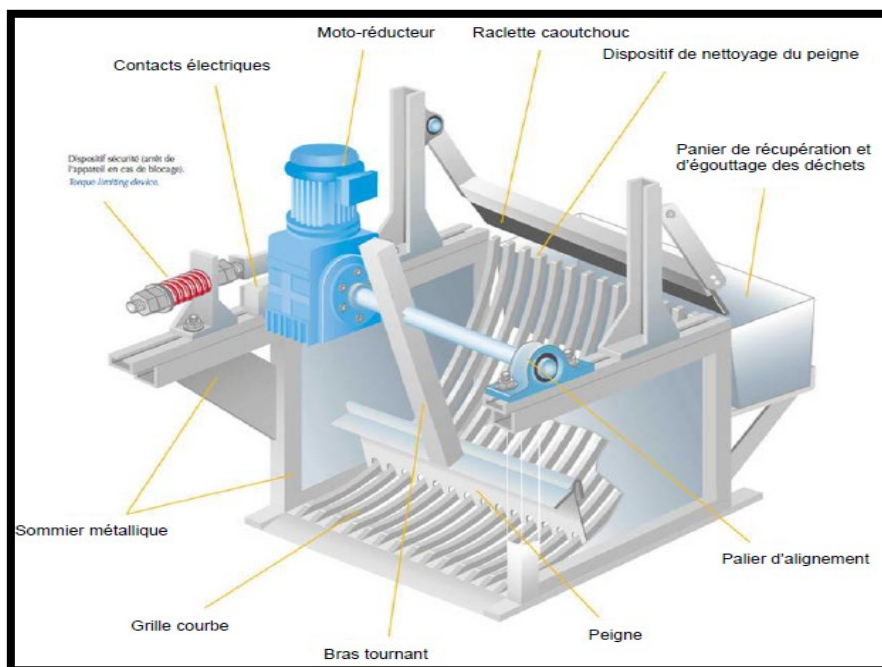
- Le pré dégrillage grossier dont les barreaux des grilles sont espacés de 30 à 100mm ;
- Le dégrillage moyen de 10 à 30mm ;
- Le dégrillage fin moins de 10 mm.

Les grilles peuvent être verticales, courbées (voir *figure II.5*), mais sont le plus souvent inclinées de 60° à 80° sur l'horizontale (voir *figure II.4*). [8]

- Les grilles manuelles : Elles sont réservées aux très petites installations, leur nettoyage se fait à l'aide de râtaux ;
- Les grilles mécaniques : Elles sont destinées aux grandes installations, leur nettoyage se fait par des grappins ; des râtaux et aussi par des brosses dures.



*Figure II.4 : Dégrilleur à grille inclinée*



*Figure II.5 : Dégrilleur à grille courbé*

**II.3.2.2 : La dilacération :**

Cette opération concerne particulièrement les eaux résiduaires urbaines. Elle a pour but de broyer les matières solides et de les transformer en particules plus fines qui sont envoyées vers les décanteurs. Cette opération peut être mise en œuvre en remplacement du dégrillage.

Les broyeurs sont de deux types : broyeurs à marteaux et tambours à râtaux. [1]

**II.3.2.3 : Le tamisage :**

Le tamisage est en fait un dégrillage poussé et consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différentes dimensions. Il existe un macro-tamisage (mailles supérieures à 0.3 mm) et un micro-tamisage (mailles inférieures à 100  $\mu$ ). [1]

Trois principales fonctions du tamisage peuvent être mentionnées.

- La récupération de déchets recyclables ;
- La protection de canalisations et des pompes ;
- La limitation des risques de dépôts et de fermentation. [2]

**II.3.2.4 : Le dessablage :**

Le dessableur a pour but de piéger les matières minérales de diamètre supérieur à 0,2mm, du gravier et du sable de façon à éviter les dépôts dans les conduites et protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion. La vitesse de chute des particules dépend de la nature de ces particules et de leur diamètres et la viscosité du liquide dont lequel elle se trouve. La technique de dessablage consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation où il est tenté d'obtenir une vitesse constante quelques soit le débit. Une vitesse de 0,3m/s permet un dépôt de la majeure quantité des matières minérales contenues dans l'eau. [2]

**II.3.2.4.1. Les types de dessableurs :**

- Dessableur rectangulaire aéré
- Dessableur aéré à fond plat
- Dessableur rectangulaire à couloir
- Dessableur à couloir à vitesse constante
- Dessableur circulaire

**II.3.2.5 : Déshuilage-dégraissage :**

C'est une opération de flottation qui consiste à laisser tranquiliser les eaux dans un bassin pour permettre aux huiles et graisses, de densité inférieure à celle de l'eau, de se ressembler à la surface.

- Les graisses : sont l'ensemble des solides d'origine animale ou végétale, se présentent généralement dans les eaux résiduaires urbaines et industrielles.
- Les huiles : sont des produits liquides, qui se composent essentiellement des huiles végétales, huiles minérales et hydrocarbures légers.

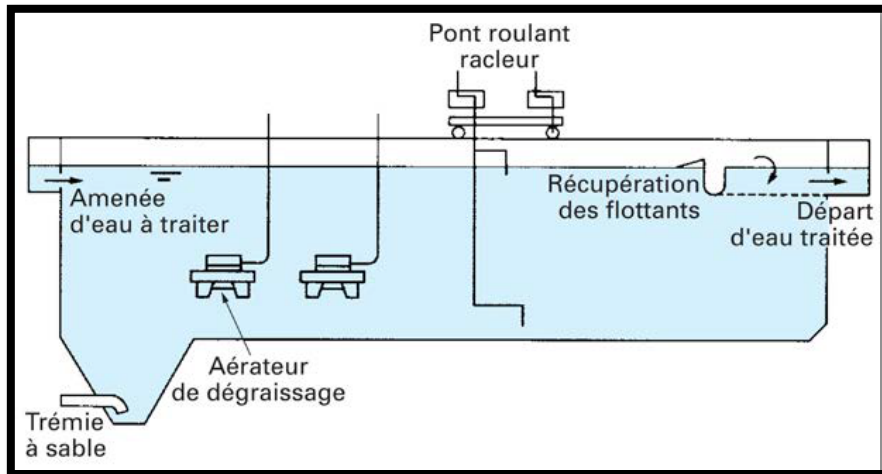
Ces deux procédés Déshuilage-dégraissage visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, pouvant gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient en suite.

Les procédés Déshuilage-dégraissage ont pour but :

- De protéger les canalisations et les pompes.
- D'assurer un bon rendement du traitement qui arrive après.
- D'éviter l'envahissement des décanteurs.

**Remarque :**

Le plus souvent, les deux traitements physiques précédents (dessablage et déshuilage) s'effectuent dans un seul et unique ouvrage de traitement qui est le dessableur-déshuileur : il élimine les huiles et graisses en surface et les matières décantables en profondeur. La figure II.6 nous montre un schéma d'un dessableur-déshuileur. [15]



**Figure II.6 : Schéma d'un dessableur-déshuileur**

### II.3.3 Traitement primaire :

Les traitements primaires visent à éliminer la fraction décantable des matières en suspension avec des techniques physiques naturelles (décantations et filtration) et des procédés physico-chimiques (coagulation floculation).

La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1.2 m/h, 40 à 60% de MES, soit 40% de MO, 10 à 30 % de virus, 50 à 90% des helminthes et moins de 50% des kystes de protozoaires et entraîne également avec elle une partie des micropolluants.

#### II.3.3.1 La décantation primaire :

La décantation est utilisée, pratiquement, dans toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, c'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc dont la densité est supérieure à celle de l'eau, elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue.

Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée. Elle est dirigée vers un autre stade d'épuration.

#### II.3.3.2. La décantation physico-chimique :

Lorsque les particules sont très fines (colloïdales), elles peuvent rester en suspension dans l'eau très longtemps, ces dernières n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres.

Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation qui ont pour but de déstabiliser les particules en suspension et faciliter leur agglomération.

- **La Coagulation** : est la déstabilisation de particules colloïdes en ajoutant un produit coagulant qui va réduire les forces de répulsions. Les principaux coagulants utilisés pour déstabiliser sont :
  - Le sulfate d'aluminium  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 18 \text{H}_2\text{O}$
  - L'aluminate de sodium  $\text{NaAlO}_2$
  - Le chlorure ferrique  $\text{FeCl}_3, 6 \text{H}_2\text{O}$
  - Le sulfate ferrique  $\text{Fe}^2(\text{SO}_4)_3, 9 \text{H}_2\text{O}$
  - Le sulfate ferreux  $\text{FeSO}_4, 7 \text{H}_2\text{O}$ .
- **La Floculation** :  
Consiste à injecter aux particules déstabilisées un réactif (ou un adjuvant) de floculation afin de favoriser l'agglomération en micro floes et en suite en floes plus volumineux. Leur masse élevée permet ensuite de se déposer plus rapidement dans le fond du bassin sous l'effet de la gravité.

### II.3.3.2.1. Les principaux types de décanteurs :

- **Les décanteurs statiques sans raclage** :

Ils sont généralement utilisés pour les petites stations (1000 à 2000 hab). Le temps de séjour est de l'ordre de 1 heures 30 minutes à 2 heures au débit diurne. L'extraction des boues exige une pente de fond (au moins égale à  $60^\circ$ ). [1]

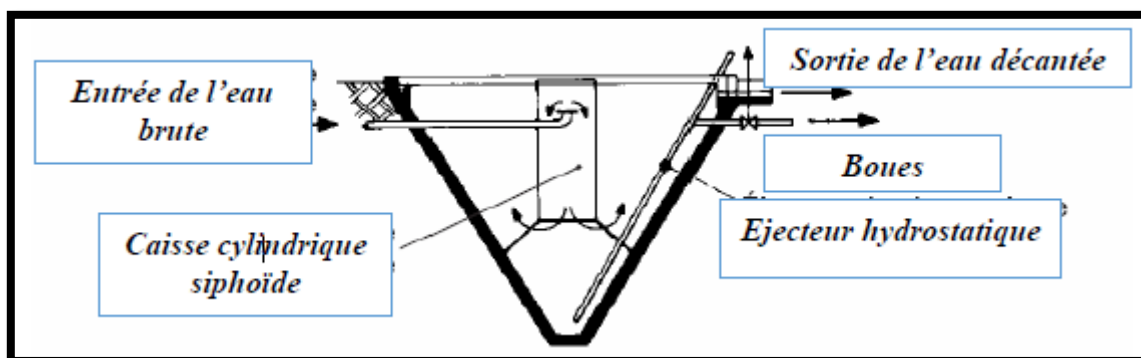


Figure II.7 : Décanteur cylindro-conique statique sans raclage

- **Les décanteurs statiques à raclage mécanique des boues** :

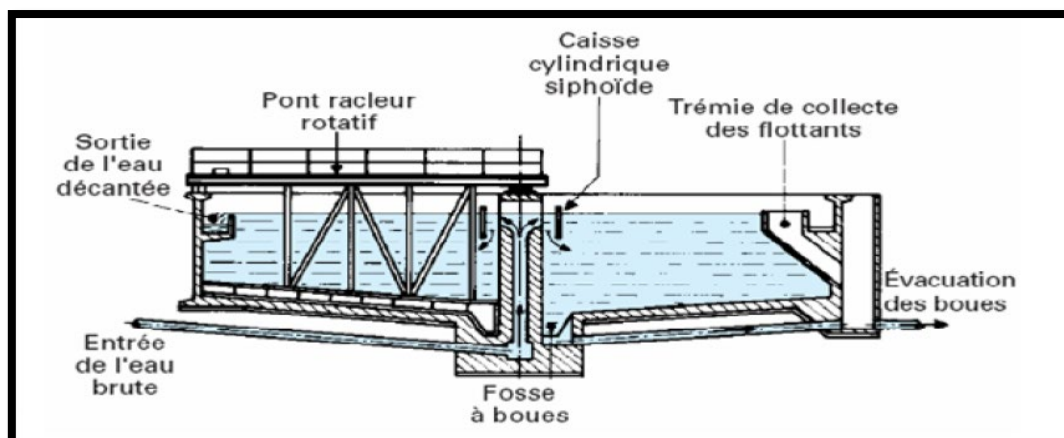
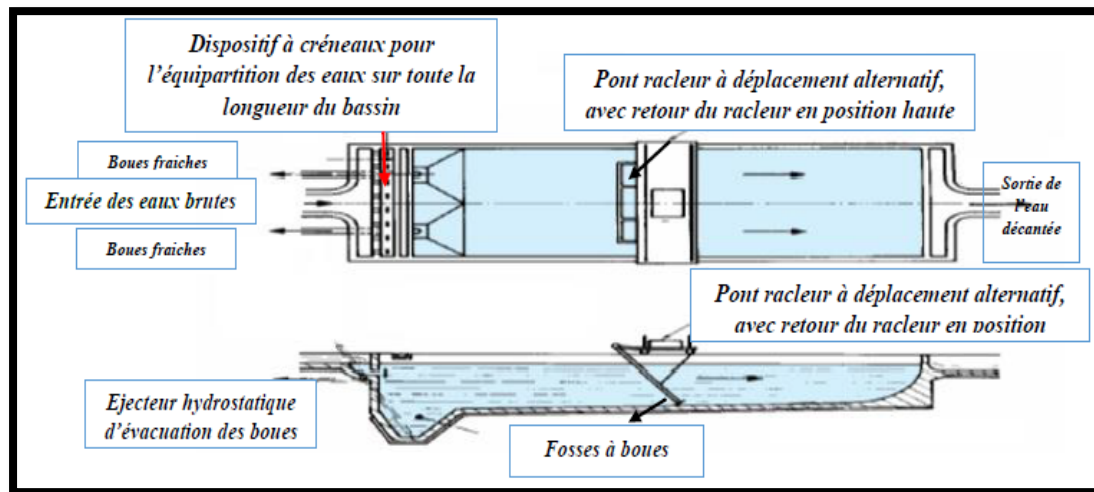


Figure II.8 : Décanteur circulaire à raclage mécanique



**Figure II.9 : Décanteur longitudinal à pont raqueur**

### II.3.3.3. Filtration :

La filtration est un procédé physique destiné à clarifier un liquide qui contient des matières solides en suspension en le faisant passer à travers un milieu poreux. Les solides en suspension ainsi retenus par le milieu poreux s'y accumulent ; il faut donc nettoyer ce milieu de façon continue.

La filtration, habituellement précédée des traitements de coagulation, de floculation et de décantation, permet d'obtenir une bonne élimination des bactéries, de la couleur, de la turbidité et indirectement de certains goûts et odeurs.

### II.3.4 Traitement secondaire :

Les traitements secondaires (biologiques) visent à éliminer les matières polluantes solubles (carbone, azote et phosphore). Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs et les procédés biologiques intensifs.

#### II.3.4.1 : Traitements extensifs :

##### ➤ L'épandage :

C'est un système biologique d'épuration extensive, le plus ancien, il consiste à déverser directement les eaux usées prétraitées (traitement primaire) sur le sol perméable. Ce procédé permet d'enrichir le sol par les éléments nutritifs, cependant, il peut être dangereux dans la mesure où les eaux qui s'infiltrent à travers le sol peuvent contaminer la nappe.

##### ➤ Le lagunage :

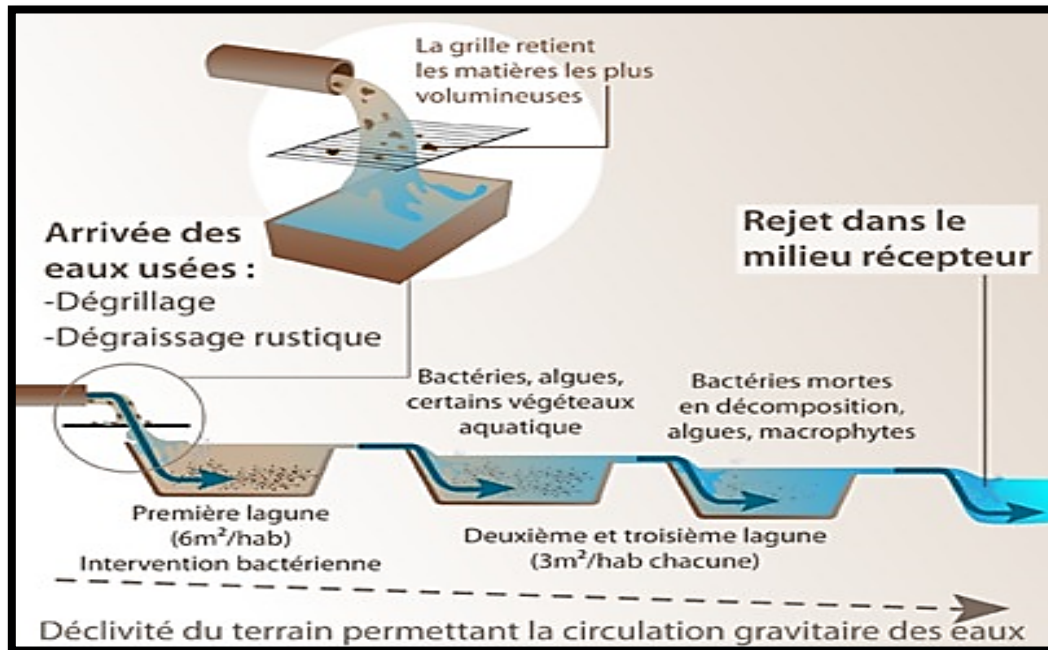
On distingue principalement deux types de lagunage :

- Le lagunage naturel ;
- Le lagunage aéré.

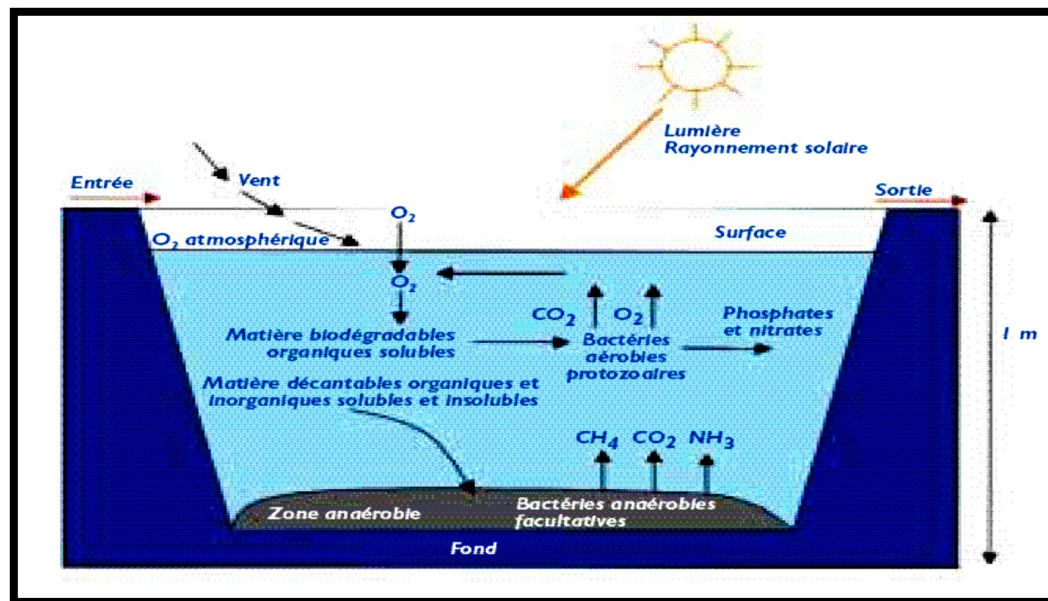
##### • Le lagunage naturel :

Est un procédé de traitement des eaux usées fondé sur un écosystème constitué principalement d'algues et de bactéries aérobies et anaérobies. Le rayonnement solaire est utilisé comme source énergétique pour la production de l'oxygène par photosynthèse par les algues microscopiques.

Ce type de lagunage se caractérise essentiellement par un temps de séjour très élevé des effluents, plusieurs dizaines de jours et par des mécanismes de fonctionnement biologique fortement liés à la température et aux saisons.



FigureII.10 : Lagunage naturel à trois bassins



FigureII.11 : Lagunage naturel

➤ **Domaine d'application**

- Petites collectivités : 250 à 1500 EH
- Grande disponibilité en terrain.
- Eaux résiduares domestiques seules et peu concentrées (DBO5 < 300 mgO<sub>2</sub>/l). [46]

- **Le lagunage aéré :**

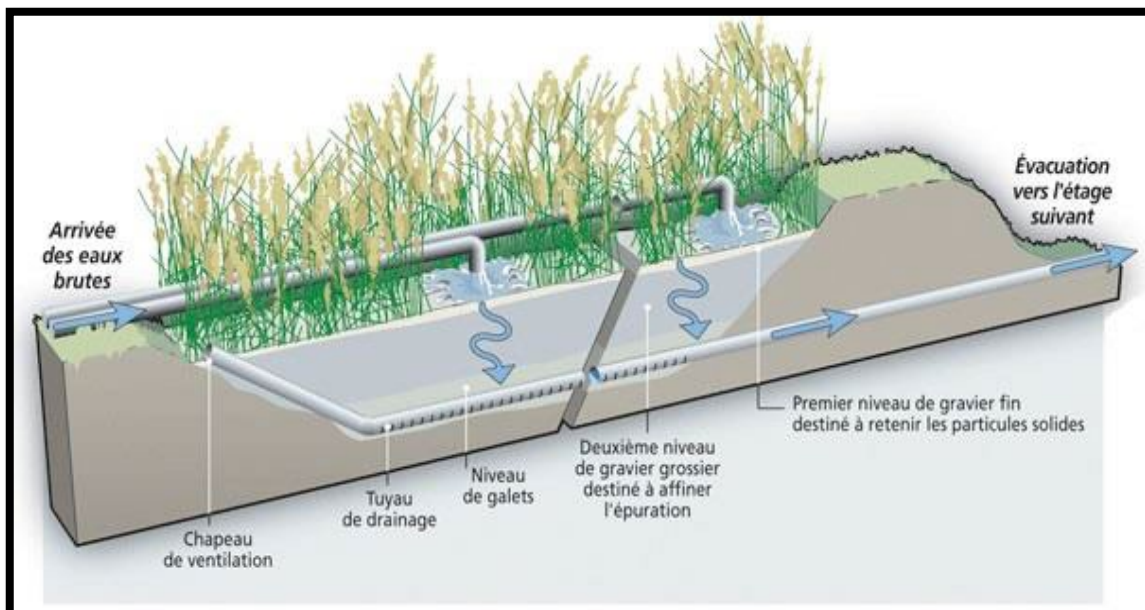
Dans le lagunage aéré, un apport supplémentaire de l'oxygène nécessaire à l'assimilation des matières organiques par les bactéries est fourni par brassage de surface grâce à des aérateurs mécaniques.



*Figure II.12 : lagunage aéré*

- **Filtration/percolation :**

Est un procédé d'épuration par filtration biologique aérobie sur un milieu granulaire fin. L'eau est successivement distribuée sur plusieurs unités d'infiltration. Les charges hydrauliques sont de plusieurs centaines de litres par mètre carré de massif filtrant et par jour. L'eau à traiter est uniformément répartie à la surface du filtre qui n'est pas recouvert. La plage de distribution des eaux est maintenue à l'air libre et visible. Une autre variante intéressante de l'épuration par le sol est constituée par les filtres à sable horizontaux ou verticaux enterrés.



*Figure III.13 : Coupe transversale d'un filtre planté à écoulement verticale*

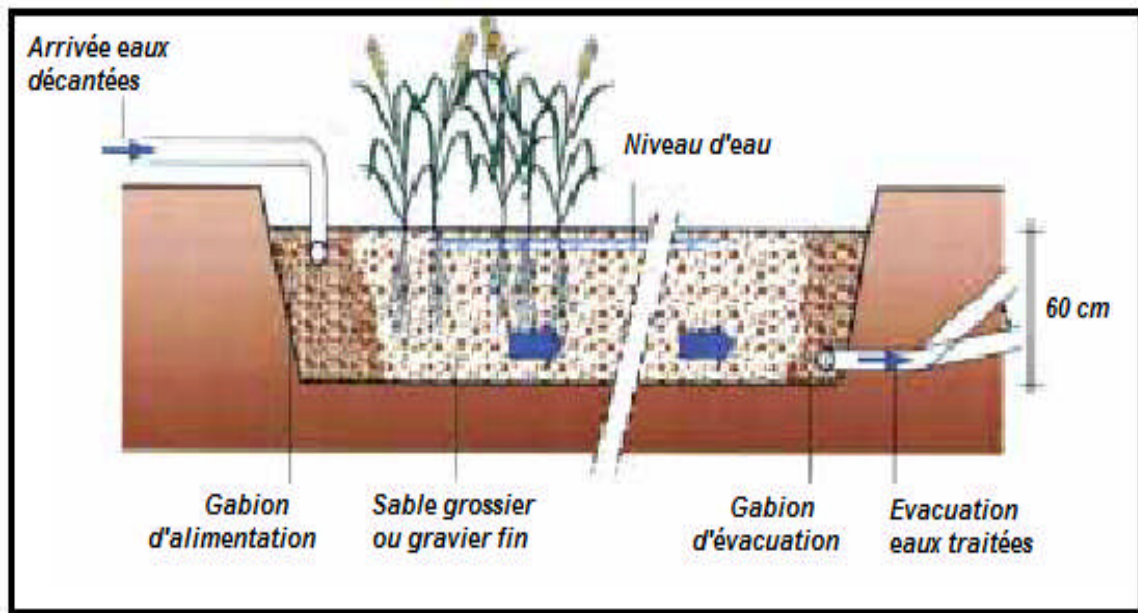


Figure III.14 : Coupe transversale d'un filtre planté à écoulement horizontal

### II.3.4.2 : Traitements intensifs :

#### II.3.4.2.1 : Disques biologiques :

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

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

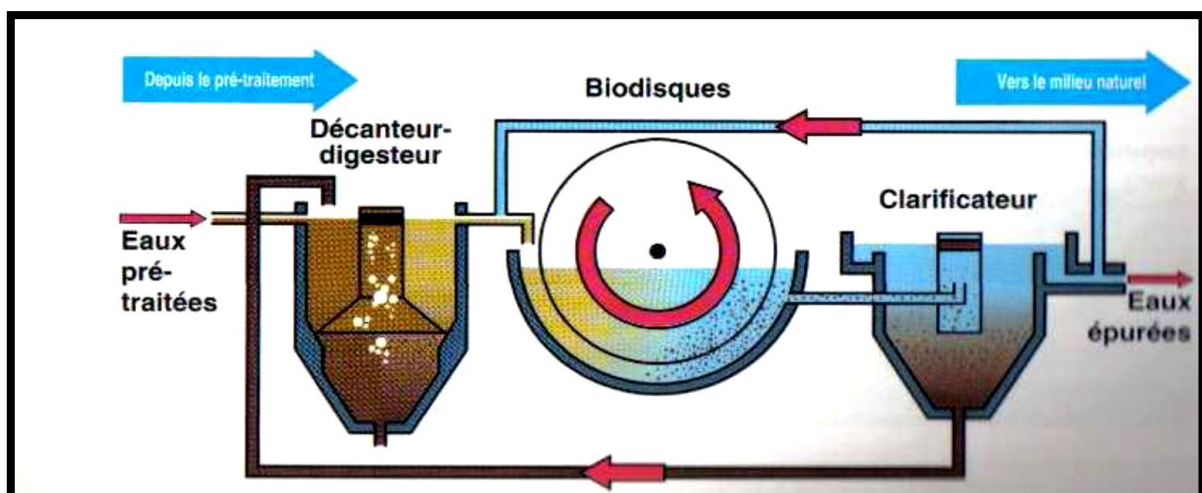


Figure II.15 : Principe d'une filière de traitement par disque biologique

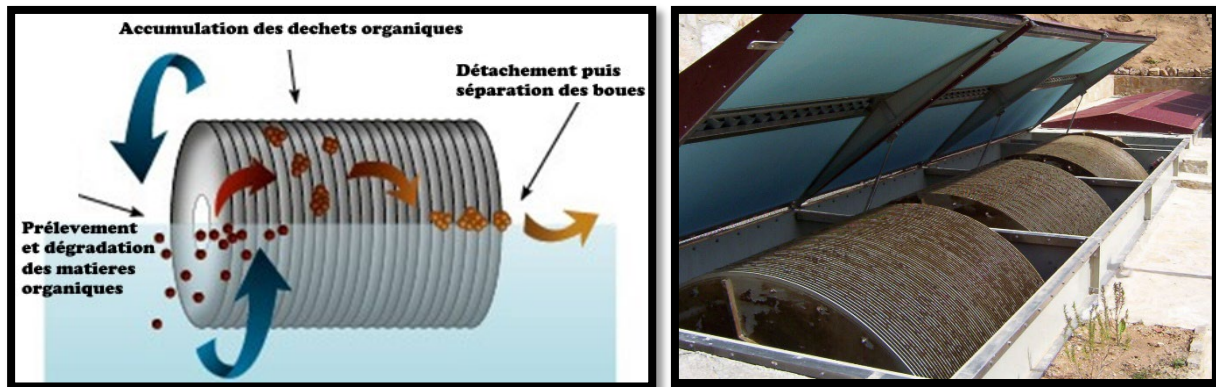


Figure II.16 : Traitement par disque biologique

#### II.3.4.2.2 : Lits bactériens :

L'épuration des eaux par lit bactérien est une méthode d'épuration biologique par cultures fixées. Ce système est le plus souvent utilisé pour les eaux très chargées provenant d'industries agroalimentaires. Une aération est pratiquée soit par brassage naturel soit par ventilation forcée.

On distingue deux types de lits bactériens, selon le matériel utilisé et la charge hydraulique appliquée :

- Les lits traditionnels dits classiques : constitués d'un garnissage de type minéral (les sables, le coke, pouzzolane, etc.). Les lits bactériens composés de ce type de garnissage ne dépassent jamais les 5 m de hauteur.
- Lits bactériens modernes : constitués de garnissages organiques dits plastiques (PVC, polystyrène...) qui sont utilisés en modèle ou en vrac. À cause de ces garnissages, les lits bactériens peuvent atteindre une hauteur de 12 à 15m. [14]

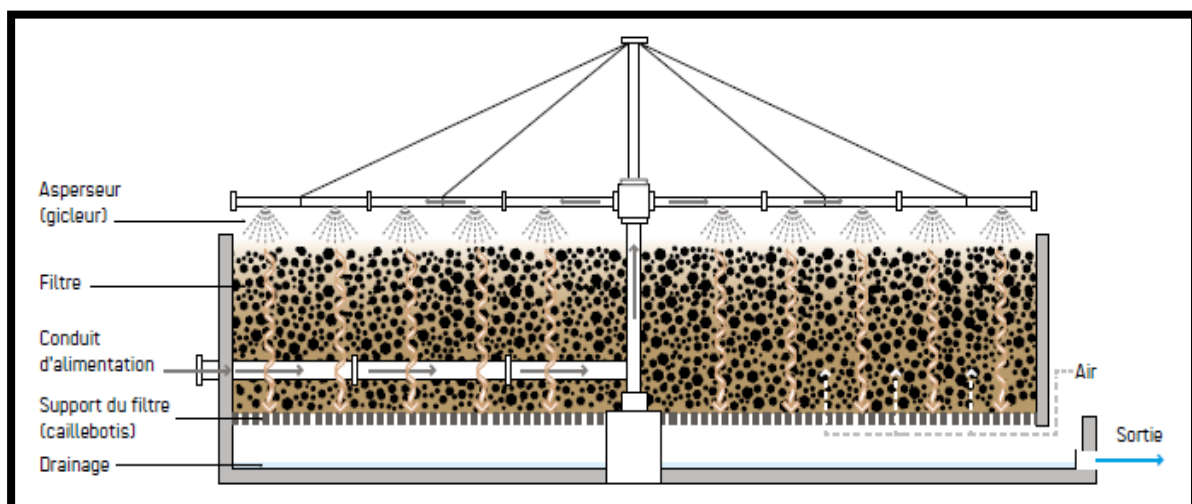
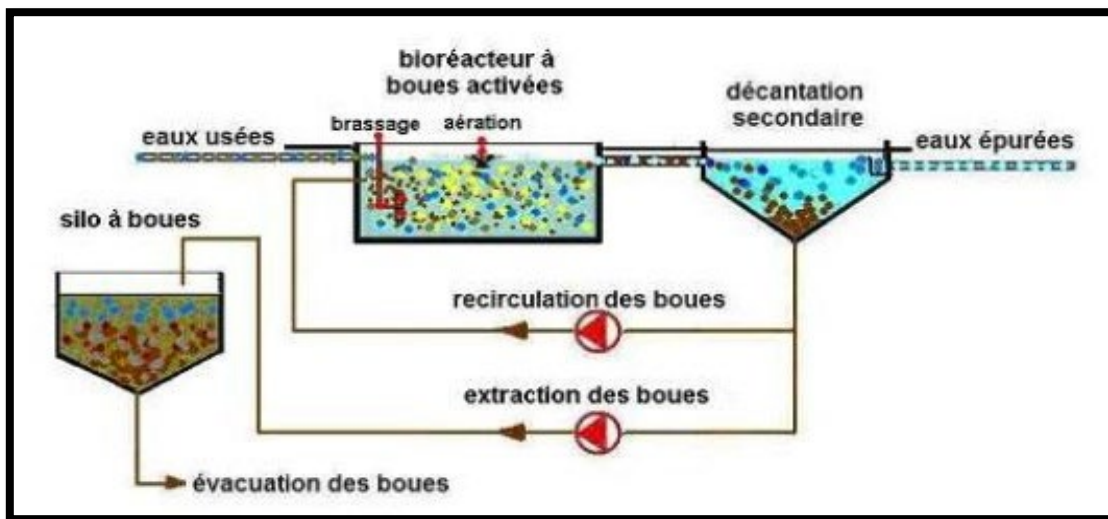


Figure II.17 : Traitement par lit bactérien

### II.3.4.2.3 : Boues activées :

C'est un procédé biologique intensif, qui consiste à mélanger et agiter les eaux usées brutes avec des boues activées contenant des micro-organismes, pour but d'éliminer les matières organiques biodégradables (solides, colloïdales ou dissoutes), en présence d'oxygène dissous.

Après un temps de contact suffisant, les bactéries épuratrices disposent d'un temps d'action suffisant appelé "temps de contact". Ensuite, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur appelé parfois « décanteur secondaire », pour séparer l'eau épurée des boues. Une partie de ces dernières est recyclée dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices. L'excédent (boues en excès) est extrait du système et évacué vers la filière de traitement des boues.



*Figure II.18 : Principe d'épuration à boues activées*

Une station de traitement par boues activées comprend dans tous les cas (*Figure II.18*) :

- Un bassin d'aération : C'est un élément fondamental de la filière biologique boues activées ; dans lequel l'eau à épurer est mise en contact avec la masse bactérienne épuratrice ;
- Un clarificateur : Appelé aussi décanteur secondaire, c'est un bassin circulaire, qui est utilisé afin de séparer les boues produites (concentration de la culture bactérienne) et l'eau épurée ;
- Un système de recirculation des boues biologique en assurant leur retour dans le bassin d'aération.

**II.3.4.2.4 : Avantages et inconvénients :**

Le tableau suivant présente les avantages et inconvénients des différentes méthodes de traitement des eaux usées décrites précédemment :

	Avantages	Inconvénients
<b>Lit bactérien et disque biologique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faible consommation d'énergie ;</li> <li>• Fonctionnement simple demandant moins d'entretien et de contrôle que la technique des boues activées ;</li> <li>• Bonne décantabilité des boues ;</li> <li>• Plus faible sensibilité aux variations de charge et aux toxiques que les boues activées ;</li> <li>• Généralement adaptés pour les petites collectivités ;</li> <li>• Résistance au froid (les disques sont toujours protégés par des capots ou par un petit bâtiment).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Performances généralement plus faibles qu'une technique par boues activées. Cela tient en grande partie aux pratiques anciennes de conception. Un dimensionnement plus réaliste doit permettre d'atteindre des qualités d'eau traitée satisfaisantes ;</li> <li>• Coûts d'investissement assez élevés (peuvent être supérieurs d'environ 20 % par rapport à une boue activée) ;</li> <li>• Nécessité de prétraitements efficaces ;</li> <li>• Sensibilité au colmatage ;</li> <li>• Ouvrages de taille importante si des objectifs d'élimination de l'azote sont imposés.</li> </ul>
<b>Boue activée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptée pour toute taille de collectivité (sauf les très petites) ;</li> <li>• Bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO<sub>5</sub>, N par nitrification et dénitrification) ;</li> <li>• Adapté pour la protection de milieux récepteurs sensibles ;</li> <li>• Boues légèrement stabilisées ;</li> <li>• Facilité de mise en œuvre d'une déphosphatation simultanée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coûts d'investissement assez importants ;</li> <li>• Consommation énergétique importante ;</li> <li>• Nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière ;</li> <li>• Sensibilité aux surcharges hydrauliques ;</li> <li>• Décantabilité des boues pas toujours aisée à maîtriser ;</li> <li>• Forte production de boues qu'il faut Concentrer.</li> </ul>

**Tableau II.1 : avantages et inconvénients des traitements : Disques biologiques, Lits bactériens et boues activées [3]**

**II.3.5. : Choix du procédé biologique :**

Le schéma ci-dessous présente le domaine d'application recommandé, en termes de capacité nominale, de l'ensemble des procédés présentés dans la présente étude. [21]

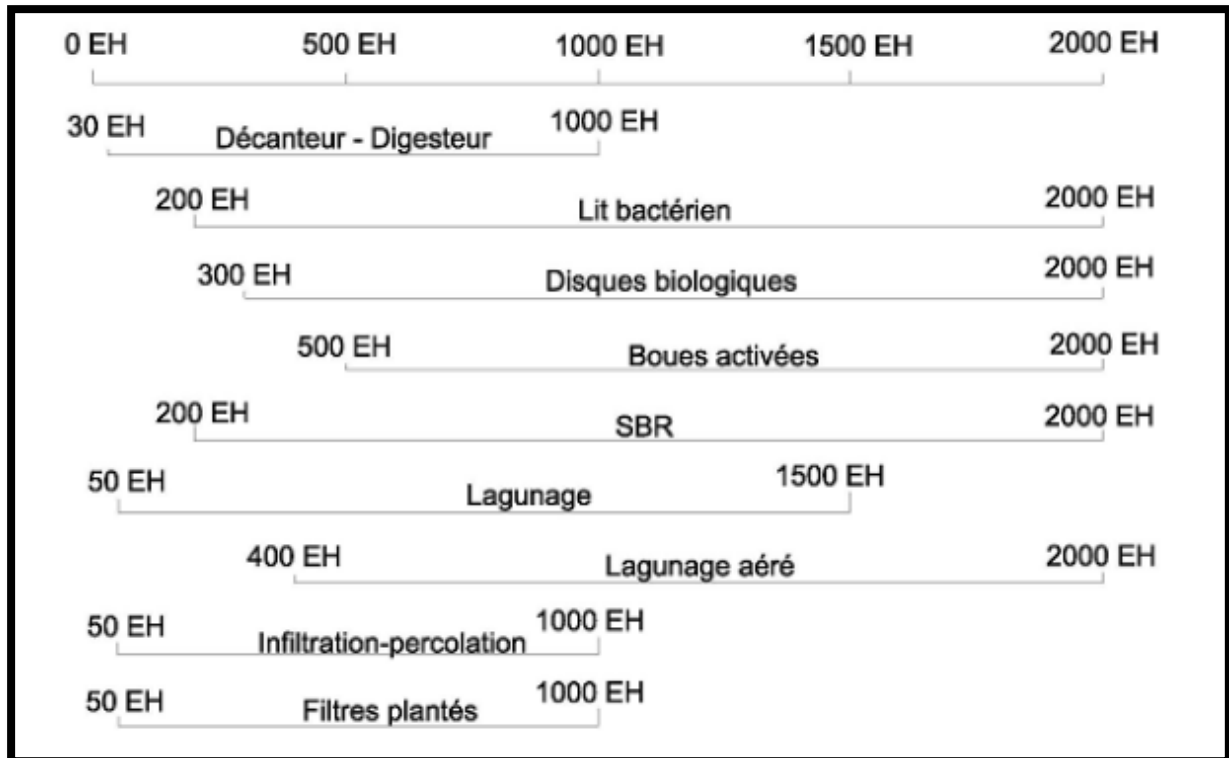


Figure II.19 : Domaine d'application possible [21]

### II.3.6 : Traitements tertiaires :

Appelés aussi les traitements complémentaires, ces derniers visent à éliminer la pollution azotée et phosphatée ainsi que la pollution biologique des eaux usées domestiques, ayant déjà subi au préalable des traitements primaires et secondaires qui s'avèrent insuffisants pour arriver au bout de ces polluants. Pour cela les traitements tertiaires s'imposent et deviennent plus que nécessaires, afin de garantir une meilleure protection des milieux naturels récepteurs. [8]

#### II.3.6.1 : Élimination de l'azote :

Les stations d'épuration classiques, prévues pour éliminer les matières carbonées, n'éliminent que des quantités réduites d'azote présent dans les eaux usées. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des traitements complémentaires ou tertiaires doivent être mis en place. L'élimination de l'azote est, le plus souvent, obtenue grâce à des traitements biologiques, de "nitrification-dénitrification" ou par échange d'ions. L'azote subit différentes transformations au cours d'un traitement biologique : passage de la forme nitreuse puis nitrique et de retour à la forme gazeuse. [8]

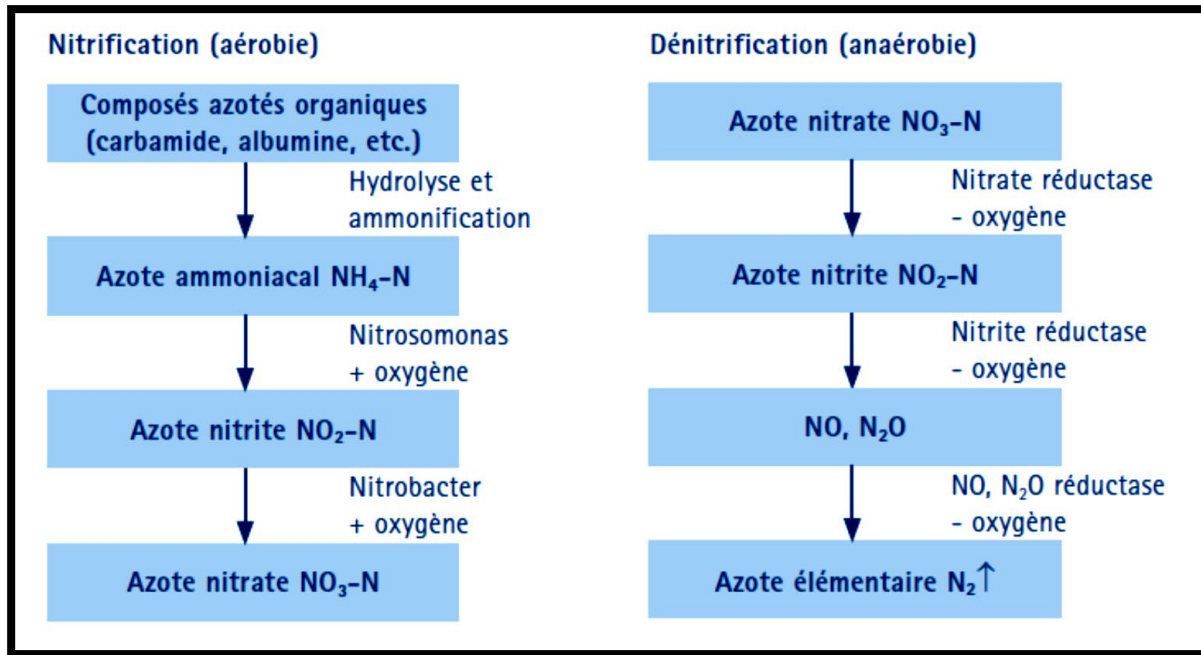


Figure II.20 : Processus de décomposition lors de l'élimination de l'azote [22]

### II.3.6.2 : Élimination du phosphore :

L'élimination du phosphore, ou "déphosphatation", peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques.

La déphosphatation biologique consiste à provoquer l'accumulation du phosphore dans les cultures bactériennes des boues. Les mécanismes de la déphosphatation biologique sont relativement complexes, et leur rendement variable (en fonction notamment de la pollution carbonée et des nitrates présents dans les eaux usées). Dans les grosses installations d'épuration, ce procédé est souvent couplé à une déphosphatation physico-chimique, pour atteindre les niveaux de rejets requis. [8]

### II.3.6.3 : Désinfection :

À l'issue des procédés décrits précédemment, les eaux sont normalement rejetées dans le milieu naturel. Dans le cadre d'une réutilisation, les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les micro-organismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires. Ce ne sont pas des traitements d'épuration classiques ; par contre ils sont fréquemment utilisés dans les usines de production d'eau potable. On peut donc supposer qu'ils constituent l'aménagement technique minimum d'une station d'épuration en vue d'une réutilisation. [8]

#### ➤ Les traitements chimiques de désinfection :

**Le chlore :** Est un oxydant puissant qui réagit à la fois avec des molécules réduites et organiques, et avec les micro-organismes. Les traitements de purification et de clarification en amont ont une très grande importance pour permettre une bonne efficacité du traitement, et éviter d'avoir à utiliser trop de chlore. D'autant plus que le coût de la déchloration, qui permet de limiter considérablement l'effet toxique de certains produits dérivés formés lors du traitement, est élevé. [8]

➤ **Les traitements physiques de désinfection par les ultraviolets : [8]**

Le traitement par rayons ultra-violetts utilise des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes. Ce traitement est très simple à mettre en œuvre, car il n'y a ni stockage, ni manipulation de substances chimiques et les caractéristiques chimiques de l'effluent ne sont pas modifiées. La durée d'exposition nécessaire est très courte (20 à 30 s).

Le traitement aux rayons UV est plus économique et pose moins de problèmes de toxicité que le chlore. Il est beaucoup utilisé aux États-Unis et au Canada.

**II.4 : Conclusion :**

Ces différents procédés permettent d'obtenir une eau épurée débarrassée d'une grande partie de ces polluants. Cette eau peut enfin être rejetée dans le milieu naturel sans risque majeur.

Pour le choix d'un procédé de dépollution optimal, une opération délicate nécessitant réflexion et expérimentation. Cela doit être suivi d'une étude technico-économique.



***Chapitre III : Traitement des  
boues***

### III.1. Introduction :

Le traitement biologique par boues activées, qui est une épuration intensive par cultures libres, est le mode le plus adaptée pour l'épuration des eaux usées résiduaires urbaines.

La technique utilise l'activité des bactéries présentes dans l'eau, elle consiste à mettre la matière organique contenue dans les eaux usées au contact d'une masse bactérienne active en présence d'oxygène. [24]

### III.2. Définition des boues :

Les boues sont les déchets (effluents liquides) des processus d'épuration, qui constituent de micro-organisme qui dégrade la matière organique lors de traitement des eaux usées.



*Figure III.1 : traitement par boue activée*

### III.3. Origine des boues :

Selon leur origine, les boues ont une composition différente qu'elles proviennent d'un traitement d'eau potable, d'un procédé physico-chimique ou biologique, d'un traitement des eaux usées urbaines ou industrielles.

La nature de la boue est donc liée à la composition de l'effluent traité, et aussi aux techniques de traitement utilisées.

On peut distinguer les types des boues suivantes :

#### III.3.1. Boues primaires :

Obtenues au niveau des décanteurs primaires, par séparation physique des matières en suspension décanables organiques et minérales. Elles présentent un taux de matière organique de 50 à 70 %. Ces boues dites "fraîches" sont extrêmement fermentescibles. [10]

#### III.3.2. Boues secondaires :

Issues du métabolisme de la pollution organique biodégradable au cours d'une épuration biologique à cultures libres (boues activées) ou fixées (lits bactériens, bio filtres). Le taux de matière organique est de l'ordre de 5 à 70 %. Elles sont fermentescibles. [10]

### III.3.3. Boues physico-chimiques :

Engendre par la formation d'un complexe entre la quasi-totalité de la pollution particulaire et colloïde de l'eau et les réactifs injectés. Ces réactifs se trouvent dans les boues sous forme d'hydroxydes métalliques ou de précipités minéraux (Sulfate, phosphates.). Ces boues présentent un taux de matière organique de 40 à 65 % selon le conditionnement chimique appliqué. [10]

### III.4. Composition des boues :

La composition des boues résiduaires est fonction de nombreux paramètres (tableau II.1), notamment de la composition des eaux usées, de caractère du réseau d'assainissement et de type de traitement des eaux et des boues.

BOUES RESIDUAIRES	
Phase liquide : 95 à 98%	Phase solide : 2 à 5%
Eau : 950 g/l	Matières minérales : 30 à 40% poids sec
Sels dissous : 1 à 2 g/l	Matières organiques : 60 à 70% poids sec
Matières grasses	4 à 8% de la matière sèche
Azote (N)	4 à 7% de la matière sèche
Phosphore (P)	2% de la matière sèche
Potassium (N)	0.25% de la matière sèche
Métaux lourds	0.15% de la matière sèche

*Tableau III.1 : Composition générale des boues d'épuration [4]*

Pour les procédés les plus communs en petites et moyennes collectivités, les variations de concentration des boues liquides en fonction du procédé d'épuration peuvent être résumées comme suit :

Procédé	Matière sèche	Matière organique
Boues activées en aération prolongée	20 à 50 g/l	60 à 70 %
Lit bactérien	40 à 70 g/l	50 à 60%
Lagunage aéré	40 à 60 g/l	60 à 70%
Lagunage naturel	50 à 100 g/l	30 à 60%
Décanteur digesteur	70 g/l	40 à 60%

*Tableau III.2 : Caractéristiques principales des boues de diverses stations d'épuration [4]*

### III.5. Objectif de traitement des boues :

Le traitement des boues a pour but de :

- Réduire la teneur en eau ;
- Réduire ou même supprimer les mauvaises odeurs, il est recommandé de stabiliser les matières organiques qui est à l'origine de la fermentescibilité de la boue ;
- Valoriser ces boues dans le domaine agricole et industriel.

**III.6. Paramètre de traitement :****III.6.1. Paramètres de charge :**

On définit les caractéristiques d'un réacteur par deux facteurs :

**III.6.1.1. Charge massique :**

La charge massique  $C_m$  est le rapport entre la quantité journalière de la pollution à éliminer et la masse de bactéries épuratrices mises en œuvre.

La pollution est mesurée en kg DBO<sub>5</sub> et la quantité des bactéries est estimée par certains auteurs à la quantité de matières volatiles sèches (MVS) présentées dans le bassin d'aération, par d'autre à la quantité de matière en suspension (MES). [15]

Elle s'exprime donc comme suit :

$$C_m = \frac{\text{pollution journaliere (DBO}_5\text{)}}{\text{biomasse presente (MES)}}$$

Où :

$$C_m = \frac{Q \times [DBO_5]}{V(ba) \times [MVS](ba)}$$

Avec :

- $C_m$  : Charge massique en Kg DBO<sub>5</sub>/ Kg MVS.j ;
- $Q$  : Le débit journalier entrant dans le bassin d'aération en m<sup>3</sup>/j ;
- $[DBO_5]$  : Concentration moyenne en DBO<sub>5</sub> de l'influent à l'entrée de bassin d'aération en Kg/m<sup>3</sup> ;
- $V(ba)$  : Volume du bassin d'aération en m<sup>3</sup> ;
- $[MVS](ba)$  : Concentration en MVS des boues dans le bassin d'aération en Kg/m<sup>3</sup>.

Selon la valeur de  $C_m$ , on définit le type de la charge massique : [33]

- ❖ Forte charge :  $C_m > 0.5$
- ❖ Moyenne charge :  $0.2 < C_m < 0.5$
- ❖ Faible charge :  $0.1 < C_m < 0.2$

**III.6.1.2. Charge volumique :**

La charge volumique  $C_v$  correspond à la quantité journalière de pollution à dégrader (en Kg DBO<sub>5</sub>/j) dans le volume  $V$  (m<sup>3</sup>) de l'ouvrage. Elle s'exprime en Kg DBO<sub>5</sub>/(J.m<sup>3</sup>). [15]

Elle est déterminée par :

$$C_v = \frac{\text{Pollution journaliere (DBO}_5\text{)}}{\text{Volume du bassin d'aeration}}$$

Où :

$$C_v = \frac{Q \times [DBO_5]}{V(ba)}$$

Avec :

- $C_v$  : La charge volumique en  $Kg\ DBO_5 / (m^3.j)$  ;
- $Q$  : Le débit journalière en  $m^3/j$  ;
- $[DBO_5]$  : Concentration en  $DBO_5$  de l'eau à traiter en  $Kg/m^3$  ;
- $V (ba)$  : Volume du bassin d'aération en  $m^3$ .

### III.6.2 Age des boues :

C'est un paramètre fondamental essentiel lors de dimensionnement de la station d'épuration.

L'âge des boues ( $Ab$ ) est le rapport de la quantité des boues présentes, en  $K$ , dans le bassin d'aération, sur la quantité des boues en excès à évacuer par jour, en  $Kg$ .

$$Ab = \frac{Xt}{\Delta X}$$

$$Ab = \frac{Xa \times V}{\Delta X}$$

Avec :

- $Ab$  : Age des boues ;
- $Xa$  : Concentration en biomasse en  $Kg/m^3$  avec :  $Xa = \frac{C_v}{C_m}$
- $V$  : Le volume de l'aérateur en  $m^3$  ;
- $\Delta X$  : la masse des boues extraites quotidiennement.

Appellation	Charge massique( $C_m$ ) ( $Kg\ DBO_5/Kg\ MES .j$ )	Charge volumique ( $C_v$ ) ( $Kg\ DBO_5/m^3.j$ )	Age des boues en jour	Rendement R d'élimination de la $DBO_5$
Aération prolongée	$0.05 \leq C_m < 0.1$	$C_v < 0.40$	14	$R \geq 95\%$
Faible charge	$C_m < 0.15$	$C_v < 0.40$	10 à 30	$R \geq 90\%$ nitrification possible
Moyenne charge	$0.15 \leq C_m < 0.4$	$0.5 < C_v < 1.5$	4 à 10	$R = 80$ à $90\%$ nitrification possible aux températures élevées
Forte charge	$0.4 \leq C_m < 1.2$	$1.5 < C_v < 3$	1.5 à 4	$R < 80\%$

Tableau III.3. Classement des procédés par boues activées [15]

**Remarque :**

Les rendements annoncés sont donnés dans l'hypothèse d'une bonne séparation de tous les éléments décantables de la liqueur des boues activées. [15]

**III.6.3. Indice de Mohlman :**

Appeler aussi indice des boues, représente le volume occupé par un gramme de poids sec des boues après décantation d'une demi-heure dans une éprouvette de 1 litre. [23]

Donc :

$$Im = \frac{V}{M}$$

Avec :

- **Im** : Indice de Mohlman ;
- **V** : Volume de boue décantée en demi-heure ;
- **M** : Poids des matières en suspension.

**III.6.4. Indice de Donaldson :**

C'est l'inverse de l'indice de Mohlman.

Donc :

$$Id \times Im = 1$$

**III.7. Consommation en oxygène :**

Dans les stations d'épuration biologique, l'effluent chargé en matières organiques inertes est mis en présence d'une suspension bactérienne dense en milieu aéré.

Les matières organiques contenues dans l'effluent peuvent être :

- Assimilées et transformées en composants cellulaires ;
- Dégradées par oxydation pour fournir de l'énergie nécessaire à ces synthèses cellulaires ;
- Absorbées et stockées par les cellules, en cas d'une alimentation surabondante.

L'utilisation de ces matériaux stockés est alors différente.

La pollution éliminée que nous supposons exprimée directement en poids de matières organiques, est répartie donc en trois fractions :

- Une fraction est anabolisée ;
- Une fraction est catabolisée ;
- Le reliquat se trouve stocké par les bactéries et est joint aux réserves préexistantes. [15]

**III.7.1. Besoins théoriques en oxygène :**

Divers travaux ont permis de préciser une formule symbolique de la matière organique contenue dans un effluent urbain. Il s'agit de  $C_7H_{11}NO_3$ . En ce qui concerne la matière vivante, deux formules sont proposées :  $C_5H_7NO_2$  ou bien  $C_7H_9NO_3$ .

La consommation d'oxygène dans l'unité de temps (notée  $q_{O_2}$ ) peut être donnée sous forme d'une somme de quatre termes, proportionnels l'un à la pollution dégradée, le seconde aux synthèses, le troisième à la masse bactérienne, et le quatrième à la fraction consommée des stocks, on écrit généralement :

Elle est donnée par la relation suivante :

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

Avec :

$q_{O_2}$  : débit d'oxygène exprimé en  $Kg O_2/j$  ;

$L_e$  : DBO<sub>5</sub> éliminée exprimée en  $Kg/j$  ;

$X_t$  : masse totale de boue présente dans l'aérateur exprimé en  $Kg$  ;

$a'$  : la fraction de pollution transformée en énergie de synthèse au cours de l'épuration. C'est aussi la quantité d'oxygène à fournir aux bactéries pour qu'elles synthétisent la matière vivante à partir de 20g de pollution. Sa valeur est comprise entre 0,5 et 0,6  $kg O_2/kg DBO_5.j$  ;

$b'$  : coefficient lié à la respiration endogène. ( $b'=0,01-0,07 kg O_2/kg MVS.j$ ). [15]

Les coefficients  $a'$  et  $b'$  sont déterminés expérimentalement au laboratoire, à partir de l'équation relative à l'oxydation de la matière vivante qui s'écrit :



III.8. Etapes de traitement des boues:

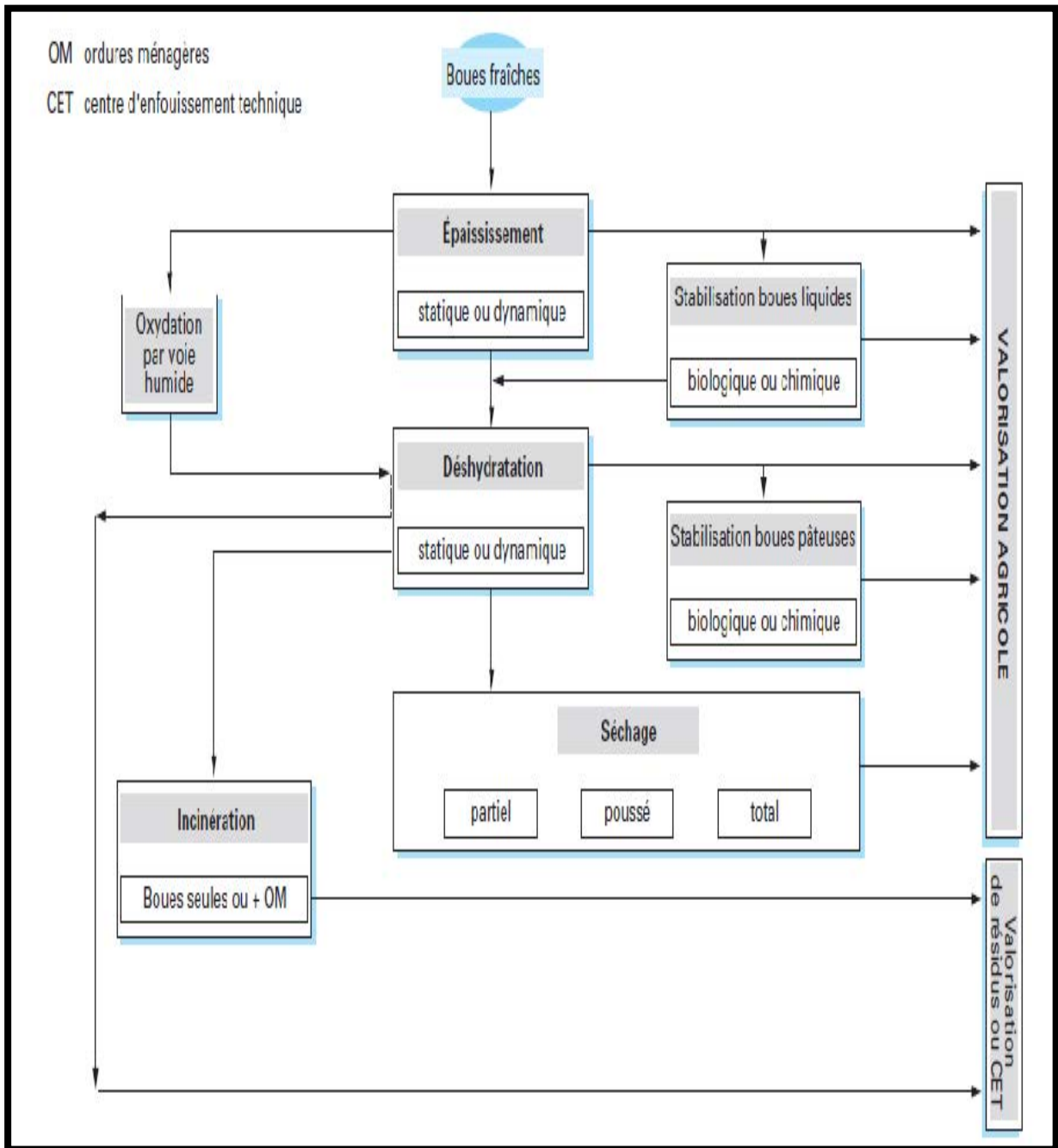


Figure III.2. Procèdes de traitement des boues

### III.8.1. Épaississement :

L'épaississement est la première étape du traitement par concentration, il réduit le volume à transférer sur la filière et permet d'obtenir une boue dont la concentration varie de 15 à 100 g/l. elle peut être donc pompée. L'épaississement peut être statique ou dynamique. [26]

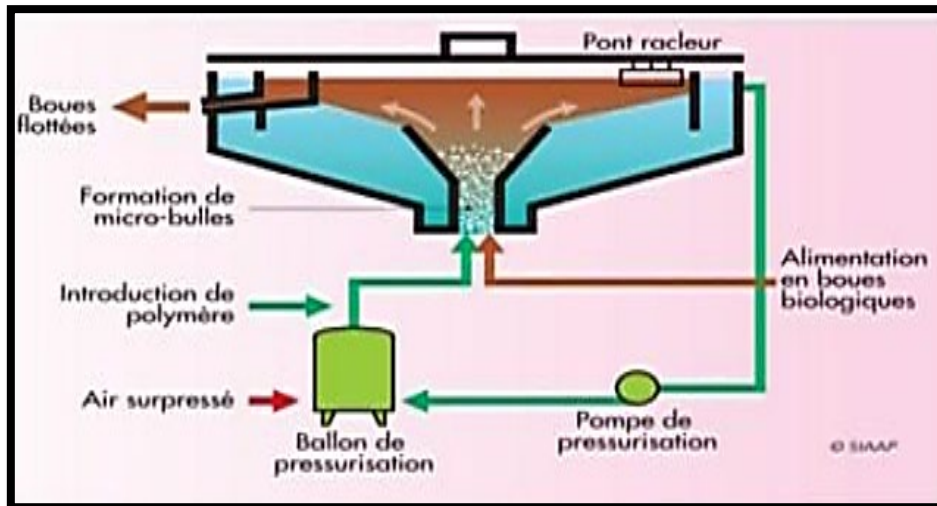


*Figure III.3 récupérations des boues épaissies*

#### III.8.1.1. épaississement dynamique :

Concentration mettant en œuvre des énergies mécaniques. Il s'agit principalement de :

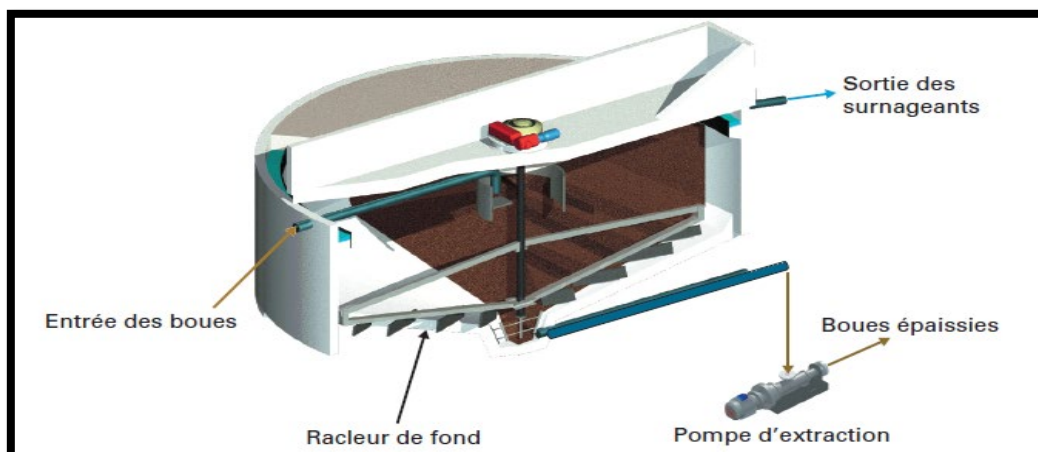
- **La centrifugation :**  
La boue flocculée est épaissie sous l'effet de la force centrifuge.
- **L'égouttage :**  
La boue flocculée est épaissie par égouttage sur une toile filtrante.
- **La flottation :**  
De fines bulles d'air permettent à la boue de remonter en surface, par captation. Ce procédé est principalement réservé aux boues biologiques de faible densité.



*Figure III.4 : Epaississement par flottation*

### III.8.1.2. Epaississement par gravitation : [12]

Décantation sous la seule action de la pesanteur. La dénomination usuelle de cette technique est l'épaississement statique



*Figure III.5 : Epaississement par gravitation*

### III.8.2. Stabilisation : [26]

A pour objectif de réduire le pouvoir fermentescible des boues et leur nuisance olfactive.

Les traitements de stabilisation utilisés sont de type biologique, chimique ou thermique. Ils s'appliquent aux boues mixtes fraîches, aux boues secondaires ou à l'ensemble des boues.

#### III.8.2.1. Stabilisation biologique :

Elle réduit la teneur des boues en matières fermentescibles. La stabilisation biologique se fait soit par :

➤ **Voie aérobie (en présence d'oxygène) :**

Dans les bassins d'aération, jusqu'à l'obtention des boues à une teneur non négligeable en oxygène et biologiquement stable. Le taux de réduction de la matière organique varie entre 20 et 35%.

➤ **Voie anaérobie (absence d'oxygène) :**

Dans les digesteurs avec production d'un biogaz riche en méthane, on obtient des boues «digérées», encore appelées « Anaérobies » ou « stabilisées anaérobies » le taux de réduction de la matière organique est de 30 à 50%.

➤ **Le compostage**

Le compostage constitue un procédé particulier de stabilisation biologique aérobie. Il se réalise de préférence sur des boues déjà déshydratées de façon à économiser l'approvisionnement en support de compostage, les boues n'étant pas auto-composables.

Les boues compostées ont un aspect de « terreau » et présentent une structure solide, elles sont stables. On constate actuellement un fort regain d'intérêt pour cette technique en raison des nouvelles données réglementaires et économiques concernant la gestion des déchets.

Le compostage se pratique dans des stations de moyenne taille et ne représente que 2% des tonnages des boues.

### **III.8.2.2. La stabilisation chimique :**

➤ **Le chaulage :**

Le chaulage bloque simplement l'activité biologique, et donc l'évolution de la boue, par adjonction d'une quantité importante de chaux (10 à 50 % de la matière sèche, en général 30%), élevant le pH au-delà de 12. La chaux utilisée peut se présenter sous deux formes différentes : Chaux vive (CaO) ou Chaux éteinte (Ca(OH)<sub>2</sub>).

Ce traitement apporte un appoint en calcium qui peut être bénéfique lors de la valorisation de la boue. Le chaulage suppose généralement une déshydratation préalable des boues.

### **III.8.3. Conditionnement : [32]**

C'est la première étape après la digestion dont la majorité des boues organiques doivent subir un prétraitement spécifique, appelé conditionnement, pour permettre le bon fonctionnement des différents appareils de déshydratation mécanique et l'amélioration de son rendement. Le degré de déshydratation dépend avant tout du type de boues à traiter mais aussi des procédés de conditionnement tel que l'ajout d'un polymère avec une concentration de 3g/l. L'étape de conditionnement est très importante pour éviter des problèmes de montée en charge, de filtrats chargés, de toile colmatée.

### **III.8.4. Déshydratation :**

Après l'étape de digesteur et de poste épaissement, les boues produites sur les stations d'épuration reste toujours liquide. La réduction de cout de leur évacuation passe alors par une réduction de cette humidité, c'est-à-dire obtenir le taux de siccité les plus élevées afin de rendre le produit solide ou pâteux, cette réduction est réaliser a l'aide de procédé de déshydratation soit par :

- Egouttage à travers un support filtrant (système drainant) ;
- Filtration sous pression (filtre presse, filtre à bandes presseuses, presse continue) ;
- Filtration sous dépression (filtre sous vide) ;
- Décantation accélérée (centrifugeuse) ;
- Combinaison d'une filtration et d'une évaporation naturelle (lit de séchage).

### III.8.5. Le séchage :

Le séchage des boues est une déshydratation quasi-totale des boues par évaporation de l'eau contenue, la réduction de volume qui en résulte est conséquente.

➤ **Le séchage thermique :**

Il repose sur deux méthodes : directe ou indirecte. Le séchage direct consiste en une évaporation des boues par convection, via un fluide caloporteur. Le séchage indirect repose quant à lui en un échange de chaleur par conduction, via une paroi chauffée par un fluide caloporteur.

➤ **Les lits de séchage :**

Ce procédé consiste à répartir les boues à déshydrater sur une surface drainante (composée de plusieurs couches de graviers et de sables de granulométries variables), à travers laquelle s'écoule l'eau interstitielle. Ces lits de séchages sont mis sous serre pour non seulement tirer parti de phénomène d'évaporation naturelle, mais l'accélération par les rayons du soleil. On parle alors de séchage solaire.



*Figure III.6 Lit de séchage des boues*

### III.9. Destination finale des boues :

#### III.9.1. Valorisation agricole des boues :

Elle présente de plus l'intérêt de valoriser les composants de la boue qui intéressent l'agriculture, en particulier l'azote, le phosphore et les matières organiques.

Un éventuel apport de chaux pour la stabilisation ou le conditionnement des boues peut être apprécié et que les terrains agricoles disponibles sont proches : on a l'habitude de considérer comme favorable un rayon de deux à trois kilomètres<sup>2</sup>. La plupart des petites collectivités se trouvent dans une telle situation et est donc logique que cette filière soit la plus employée.

L'agriculture a besoin de boues stabilisées, concentrées et homogènes, et ne peut procéder à l'épandage que dans les périodes autorisées par l'état du sol, des cultures et éventuellement de son calendrier de travaux. (Centre d'Appui et de Ressource Télématicque des Élus Locaux).

- Valorisation agricole des boues pâteuses ou solides :

Lorsque les terres agricoles disponibles pour l'épandage de boues sont plus lointaines que dans le cas précédent, lorsque les risques de présence d'éléments indésirables pour l'agriculture (métaux lourds...) sont élevés ou par habitude régionale apparemment subjective.

### **III.9.2. Incinération des boues :**

La technique d'incinération est généralement utilisée pour les grandes stations d'épuration urbaines (manque de surface pour l'épandage ou la mise en décharge).

Le principe de l'incinération des boues et l'élimination totale d'eau interstitielle en réduisant les matières organiques par combustion.

L'incinération des boues présente l'avantage d'une réduction très considérable de la masse de déchets. Toutefois, elle présente l'inconvénient d'engendrer un résidu (les cendres) où se trouvent concentrés les métaux lourds. [15]

### **III.9.3. Mise en décharge :**

La mise en décharge est considérée comme le dernier recours en matière d'évacuation des boues, elle doit être contrôlée et considérée comme une filière secours.

### **III.10. Conclusion :**

Le traitement des boues issues de filières biologiques est impératif, car il rentre dans le cadre de la protection du milieu naturel.

Le but principal de ces traitements est la valorisation en agriculture pour l'amendement des sols comme engrais.



***Chapitre IV : Présentation de  
la zone d'étude***

### IV.1. Introduction :

Avant d'entamer l'étude pour la réalisation d'une station d'épuration des eaux usées, il est nécessaire de faire une présentation globale sur la zone d'étude, qui est la commune d'*Ait Chafaa*.

### IV.2. Etude géographique :

La commune d'*Ait Chafaa* se situe à 100 Km à l'extrême Nord-Est de la ville de *Tizi-Ouzou* et a 80 Km de la ville de *Bejaia*, d'une surface globale de 85.49 Km<sup>2</sup>, faisant d'elle, la 4eme plus grande commune de la wilaya en matière de surface. Elle dépend administrativement de la Daïra d'*Azeffoun*, dont elle est distante de 25 Km.

La commune d'*Ait Chafaa* compte 3775 habitants d'après le recensement de 2008, repartis sur le chef-lieu de la commune et ses 22 villages ainsi que les zones éparses. Elle est limitée comme suit :

- A l'Est, par la commune de *Zekri* et celle de *Beni K'sila* ;
- Au Sud, par la commune de *Zekri* et celle de *Yakouren* ;
- A l'Ouest, par la commune d'*Azeffoun* et celle d'*Akerrou* ;
- Au Nord, par la mer méditerranéenne.

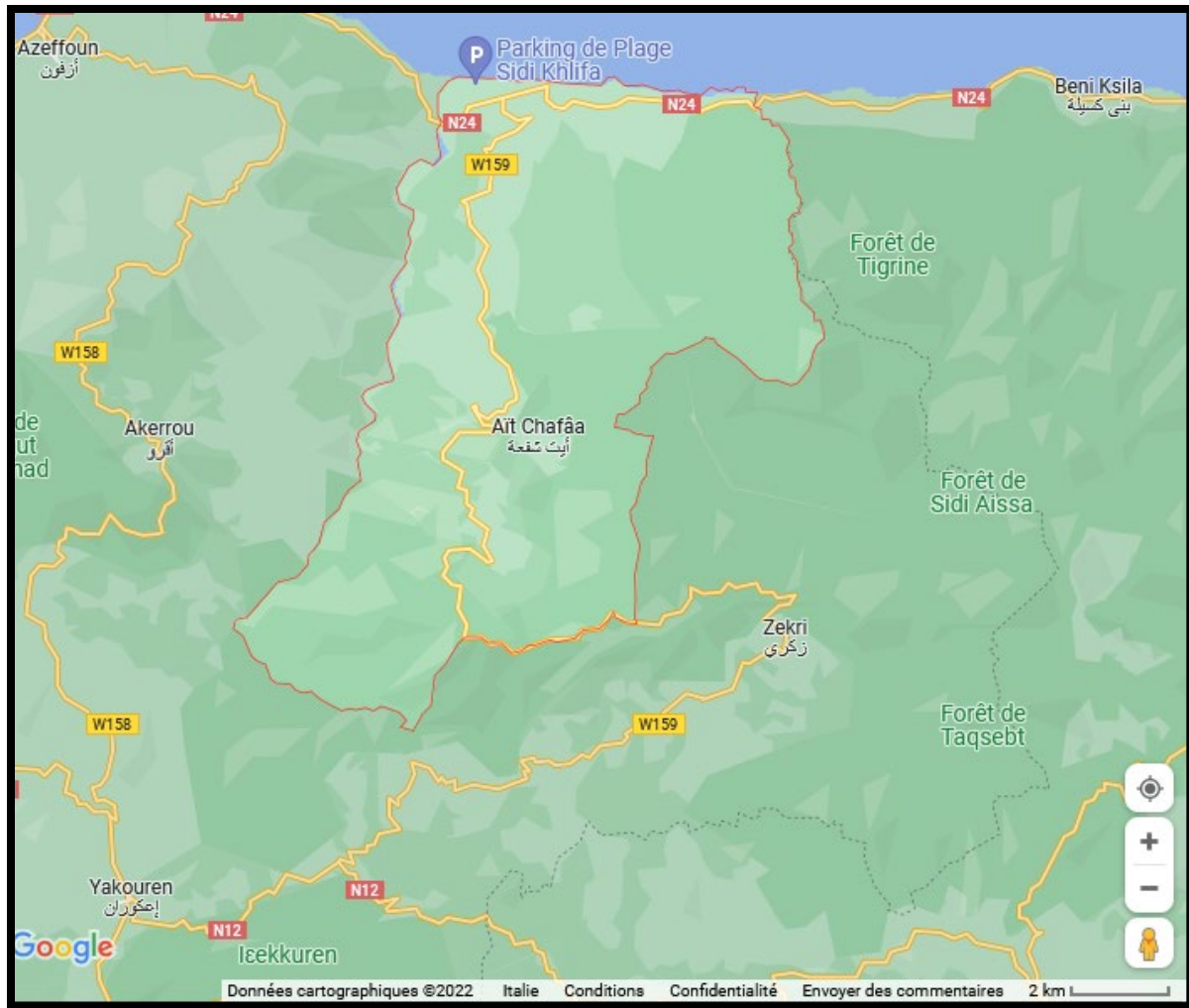
La commune d'*Ait Chafaa* est constituée de trois agglomérations secondaires (AS) :

- *Ighil M'hand-Ait Ali Oulmahdi* ;
- *Igoudjdal-Ichallalene* ;
- *Ait Hammad-Koudia*.

La situation de cette commune est représentée sur les figures *IV.1* et *IV.2* :



Figure IV.1 : Localisation de la zone d'étude



**Figure IV.2 : Délimitation de la zone d'étude**

Le territoire de la commune s'étire du Nord au Sud et comporte trois zones physiques distinctes et spécifiques, il est à indiquer que la zone Nord (zone d'étude) est d'une pente relativement plate, constituée par la plaine littorale sur une large bande, principalement des terres agricoles a grande valeur.

Deux plages bordent le littoral, celle de *Sidi-Khelifa* et celle du *petit paradis*, on peut ajouter à celles-ci, la plage *Tazaghart*. Cette zone est traversée d'Est en Ouest par la RN 24 qui longe le littoral de la commune sur une longueur de 9 Km.

### IV.3. Description de la ZET :

Il existe une Zone d'Expansion Touristique, Z.E.T de *Sidi Khelifa*, D'une surface globale de 637.50 Ha, limitée à :

- **l'Ouest** par la RN24 et des terrains verts,
- **l'Est** et au **Nord** par la Méditerranée,
- **Sud** par la RN24 (*Azeffoun – Bejaia*).

La ZET est reliée à la RN24 par deux voies secondaires de petites dimensions et en mauvais état :

- Une est située vers l'Ouest de la ZET, juste à droite de la zone hydrique public ;
- Une autre est située à l'Est de la ZET et communique des constructions existantes.

Ces voies ne sont pas aptes, dans leur état actuel, à recevoir un flux important de déplacement routier, comme l'engendrera l'aménagement touristique de la zone.

Cependant, leur tracé actuel sera inclus dans le nouveau tracé des communications projetées pour desservir la ZET.

La zone d'expansion touristique (*Sidi Khelifa*) est composée d'une zone de Domaine Public Hydraulique, approximativement de 48 Ha, formée par des zones de marécage. L'Oued traverse cette zone jusqu'à la mer et la divise en deux parties



Figure IV.3 : Situation de la ZET de Sidi Khelifa

#### IV.4. Caractéristiques géotechnique :

Dans cette partie il s'agit d'étudier les contraintes naturelles liées à l'aménagement à effectuer ; Nous aurons comme contraintes naturelles à étudier : la morphologie, les pentes :

##### IV.4.1. La morphologie :

L'étude relative à la délimitation et à la caractérisation des zones de montagnes et les massifs montagneux du Djurdjura classe la commune d'Ait Chafaa dans la zone de moyenne montagne (étage inférieur). L'analyse de la carte d'état-major au 1/25 000e de la commune d'Ait Chafaa, montre que la région comporte trois ensembles morphologiques : une zone de plaine, une zone de piémont et une zone de montagne.

- La montagne : se localise au Nord-est de la commune, elle est formée par une crête orientée du Nord-Ouest au Sud-est, ayant des altitudes allant de 400 m à 1000 m dont le point le plus bas est d'une valeur de 485 m à Djebel Aourir et le point le plus haut d'une valeur de 1088 m à Djebel Azzouza au Sud.
- Le piémont : se situe au Centre, au Centre-Est et à l'Est de la commune avec des altitudes qui varient entre 300 m et 400m.

- La plaine : la plaine se localise au Nord, à l'Ouest et au Centre de la commune, sa surface est moyenne avec une altitude de 200 m environ.

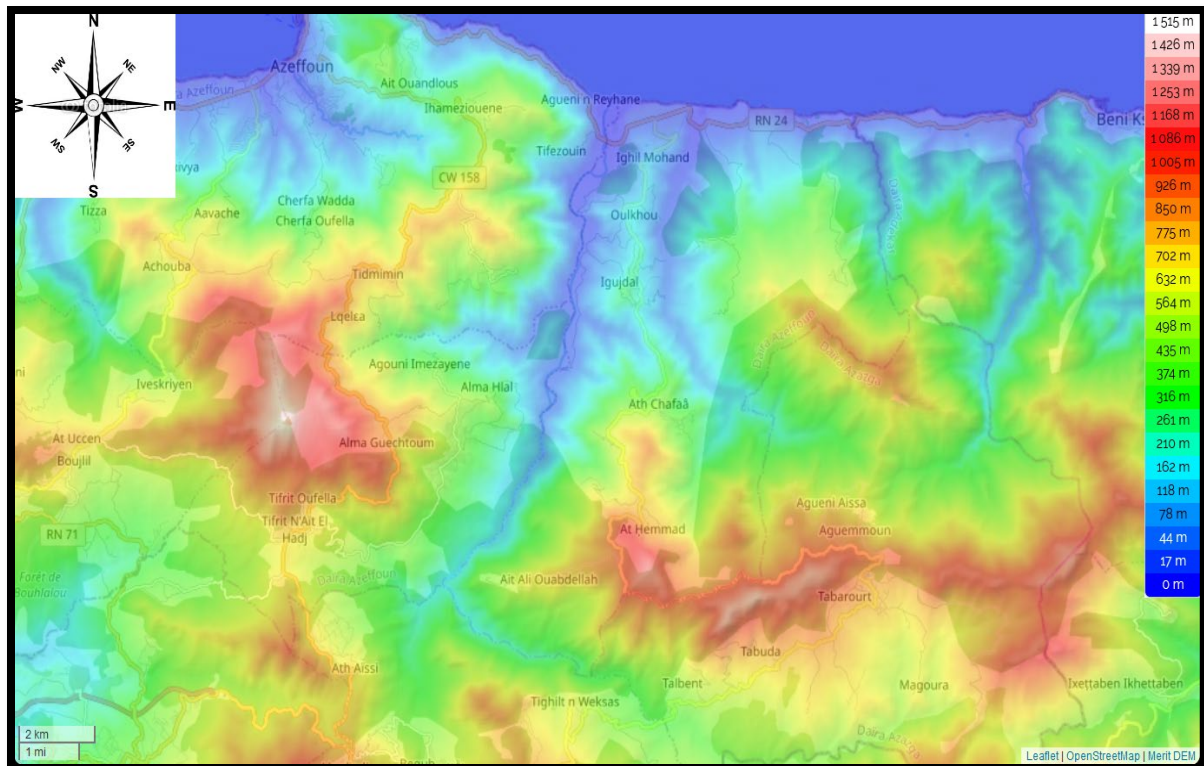


Figure IV.4. Carte des altitudes d'Ait Chafaa.

#### IV.4.2. Les pentes :

Vu l'importance du relief déterminant à priori toutes orientations d'un développement urbain, nous avons procédé à la réalisation d'une carte des pentes (Figure IV.5) et leur classification à base de la carte d'état-major établie au 1/22 000e de la commune d'Ait Chafaa. La carte des pentes donne la topographie générale de la commune d'Ait Chafaa, sa lecture nous renseigne que :

- 100,62 ha de la superficie sont occupés par de faibles pentes de 0% à 3%, ce qui représente pour cette partie des risques quasi nul pour l'urbanisation.
- 1514,11 ha sont occupés par des pentes de 3% à 12%, cette classe de pente est moyennement favorable à l'urbanisation, son influence devient sensible sur le coût et la conception des zones à urbaniser.
- 1809,24 ha sont occupés par des pentes allant de 12% à 20%, cette catégorie de pentes est peu favorable à l'urbanisation, l'influence de la pente devient très importante sur le coût et la conception des zones à urbaniser.
- 1302,30 ha sont occupés par des pentes de 20% à 25%, cette classe de pente est défavorable à l'urbanisation.
- Les pentes les plus raides (>25%) représentent la majorité de la superficie qui est de l'ordre de 3851,99 ha ; ces pentes sont défavorables à l'urbanisation.

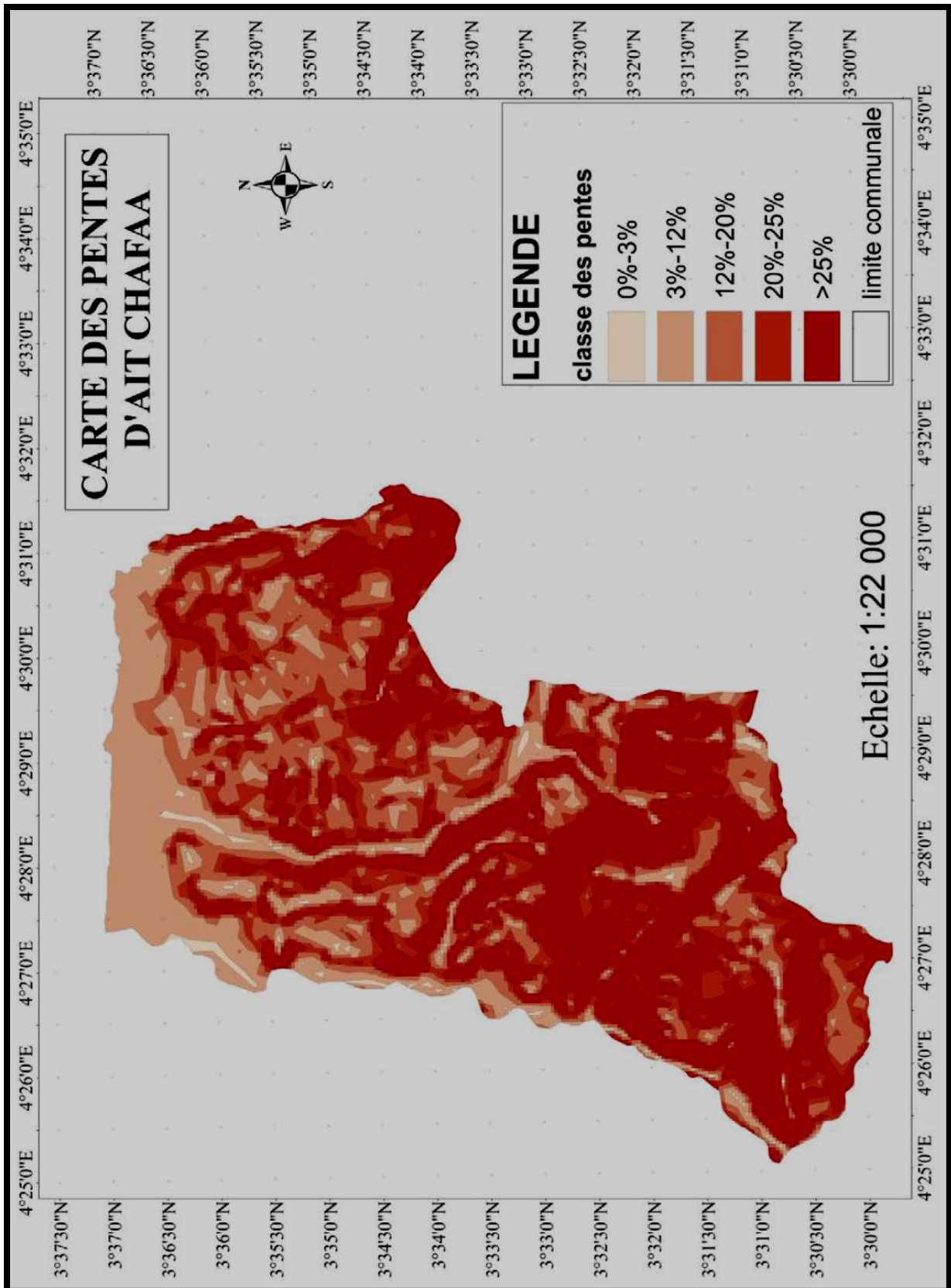


Figure IV.5. Carte des pentes d'Ait Chafaa

**IV.5. Caractéristiques climatiques :**

**IV.5.1. Climat :**

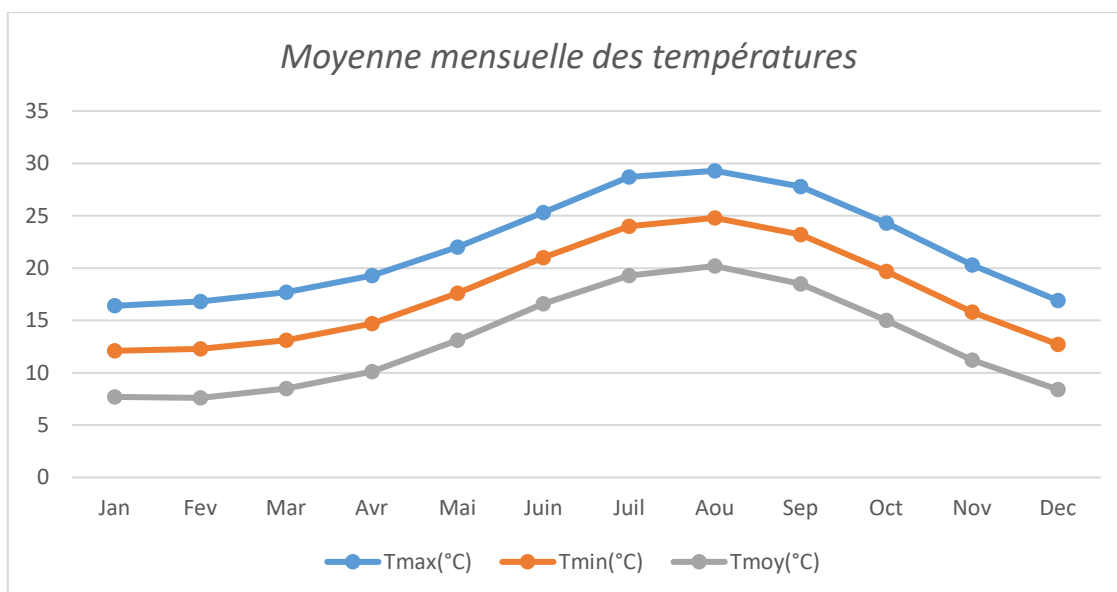
La région d'Ait Chafaa est caractérisée par un étage bioclimatique subhumide de type méditerranéen avec un hiver doux et humide et une saison estivale chaude et sèche.

**IV.5.2. Température :**

Dans la région d'Ait Chafaa, la température est idéale (tableau IV.1). La moyenne est entre 17° et 18°. Le climat de la région est très sain. La proximité de la mer apporte son influence et sa régularité de température sans ajouter une lourde humidité.

températures	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
Moyenne maximum des températures	16.4	16.8	17.7	19.3	22	25.3	28.7	29.3	27.8	24.3	20.3	16.9	22.07
Moyenne des températures	12.1	12.3	13.1	14.7	17.6	21	24	24.8	23.2	19.7	15.8	12.7	17.58
Moyenne minimum des températures	7.7	7.6	8.5	10.1	13.1	16.6	19.3	20.2	18.5	15	11.2	8.4	13.02

**Tableau IV.1 : Répartition mensuelle des températures moyennes en °C**



**Figure IV.6. Représentation moyennes mensuelles des températures**

**IV.5.3. Pluviométrie :**

Les précipitations moyennes mensuelles pour la région d'Ait Chafaa sont données par le tableau suivant :

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
P (mm)	113.3	88.39	82.85	72.29	41.26	13.02	6.39	9.8	43.50	79.80	101.6	130.19	782.39

**Tableau IV.2 : Répartition mensuelle de la pluie moyenne**

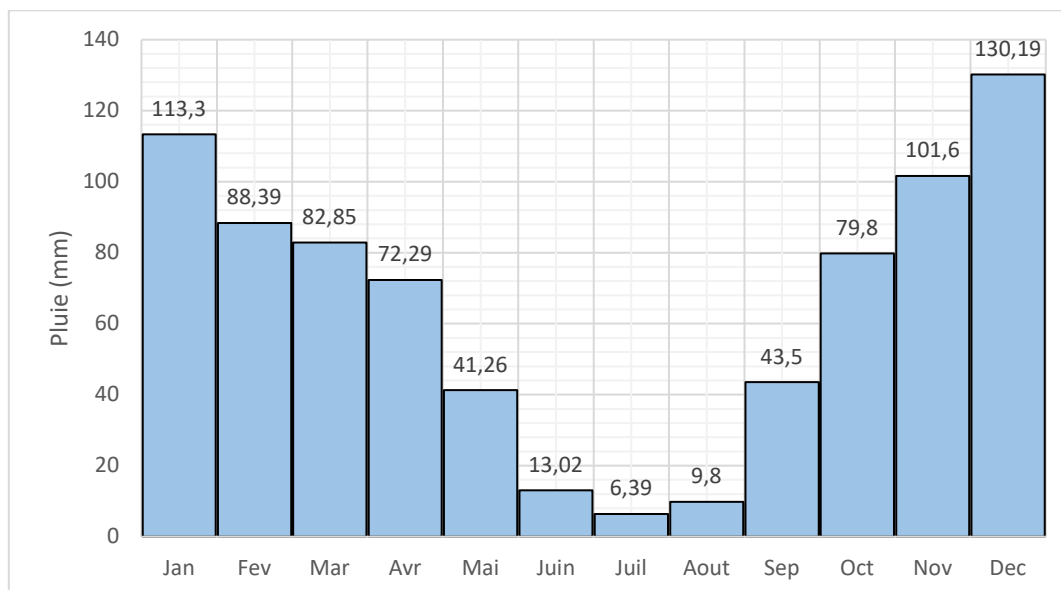


Figure IV.7 : Répartition mensuelle de la pluie moyenne annuelle

A travers les deux facteurs du climat, la température et la pluviométrie, on peut déduire trois paramètres importants :

- L'indice d'aridité ;
- Diagramme Ombrothermique ;
- Le climagramme d'EMBERGER.

#### IV.5.4 : L'indice d'aridité de DEMARTON :

L'indice de l'aridité est un indicateur quantitatif du degré du manque d'eau présent à un endroit donné, il est défini par la formule suivante : [34]

$$I = \frac{12P}{(T + 10)}$$

Avec :

- **P** : Pluviométrie moyenne mensuelle.
- **T** : Température moyenne mensuelle.
- **I** : Indice d'aridité.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Précipitations (mm)	113.3	88.39	82.85	72.29	41.26	13.02	6.39	9.8	43.50	79.80	101.6	130.19
Température (°C)	12.1	12.3	13.1	14.7	17.6	21	24	24.8	23.2	19.7	15.8	12.7
I (°c)	61.5	47.6	43	35.1	17.9	5.04	2.26	3.38	15.7	32.2	47.3	68.8

Tableau IV.3 : Indice d'aridité

#### IV.5.5 : Diagramme Ombrothermique :

Le diagramme Ombrothermique est un type particulier de diagramme climatique représentant les variations mensuelles sur une année de températures et des précipitations selon des gradations standardisées.

En appliquant la formule  $P = 2T$ , le diagramme nous permet de déterminer la période sèche ou le mois sec est celui où le total moyen des précipitations est inférieur ou égal au double de la température moyenne exprimée en degrés centigrades.

Quand la courbe de température est au-dessus de celle des précipitations, la zone délimitée représente la zone sèche. [34]

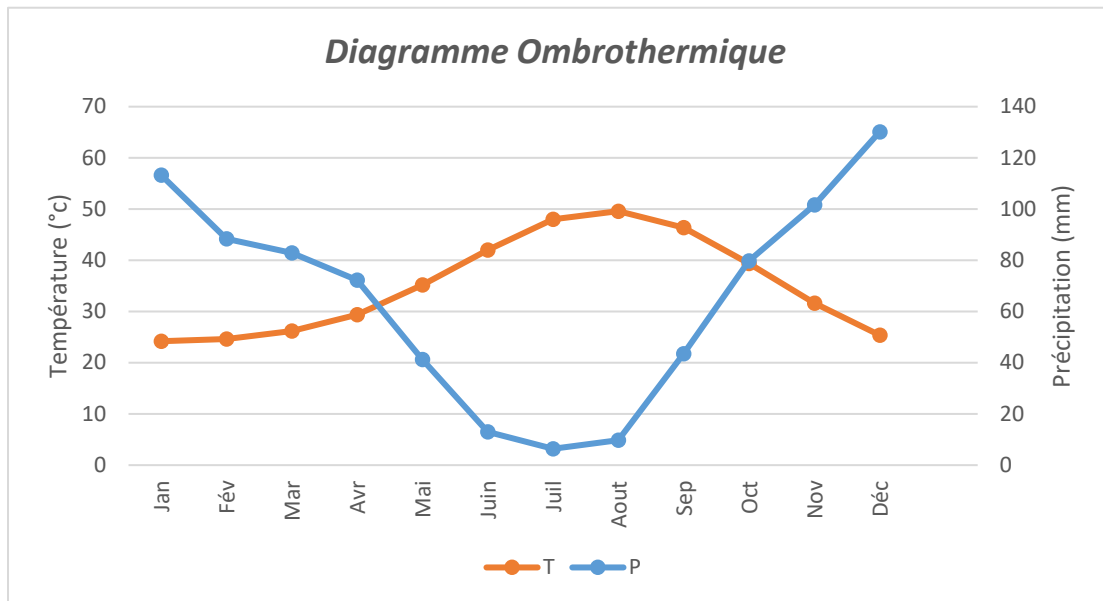


Figure IV.8 : diagramme Ombrothermique

Une observation des données relatives aux précipitations nous montre que la distribution est divisée en deux périodes :

- Une période sèche qui s'étale du mois de Mai au mois d'Octobre avec un minimum de 6.39 mm en Juillet.
- Une période humide qui s'étend du mois d'Octobre au mois de Mai avec un maximum en Décembre de 130.19 mm

#### IV.6. Caractéristiques hydrographiques :

L'analyse de carte du réseau hydrographique (Figure IV.9) établie à partir de la carte d'état majeur au 1/20 000e montre que La commune d'Ait Chafaa est dotée d'un réseau hydrographique très dense, présenté par :

- Assif El Hammam qui fait la limite Ouest et Sud.
- Ighzer Ibahrizene et ses affluents (Ighzer Lahlou et Ighzer Tissgui) à l'Ouest.
- Assif Taouarik au Centre et à l'Est-Sud.
- Ighzer Tamda au Centre-Sud.
- Ighzer Mahssene, Ighzer Tssiratoug et Ighzer Harkene au Nord-est.
- Ighzer Safsafene au Nord-Centre.

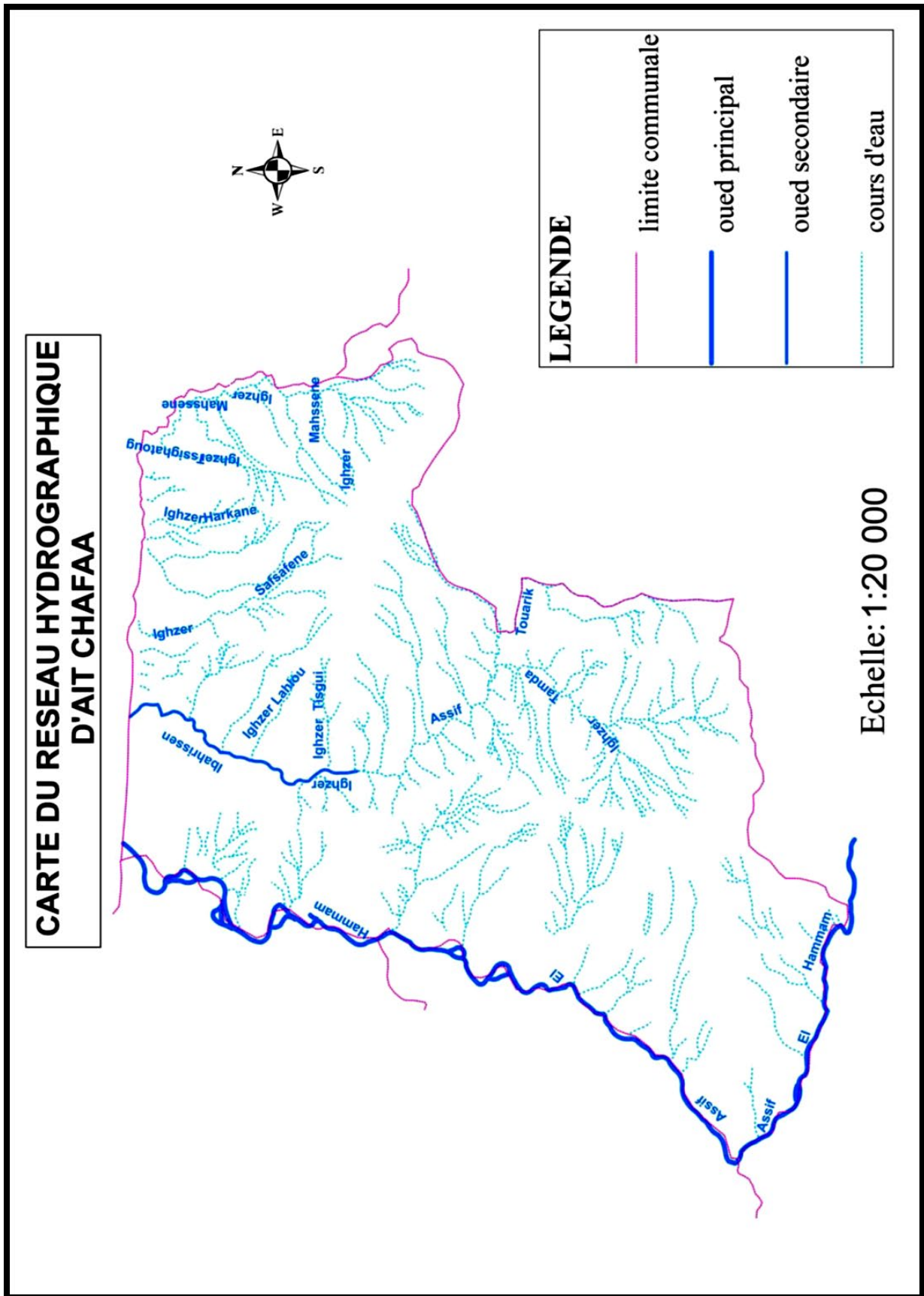


Figure IV.9. Carte du réseau hydrographique d'Ait Chafaa

On note aussi à Ait Chafaa la présence d'une retenue collinaire du côté du centre Nord du territoire sur Ighzer Safsafene, d'une capacité moyenne pour l'irrigation. Les Oueds jouent un rôle de réception et de transport des différents rejets urbains, industriels et agricoles. Leur pouvoir naturel auto-épurateur ne suffit plus à résorber les charges et risques de pollutions.

#### IV.7. Caractéristiques hydrogéologiques :

L'assise des grés numidiens produit des réservoirs dont l'écoulement donne lieu à de nombreuses sources, au contact des argiles sous-jacentes. Les éboulis de grés jouent un rôle analogue, les niveaux aquifères se trouvent dans les grés de Medjanien. La Nappe Phréatique de la vallée Sidi Khelifa : il existe dans les alluvions de vallée d'Oued Sidi Khelifa, une nappe phréatique, supportée par les argiles du Miocène, exploitée par plusieurs forages (04 forages destinés à AEP). Les Sources et forages : ce sont des sources qui prennent naissance entre deux couches géologiques, la superficielle est perméable (grés) par contre la profonde est imperméable (argile), les forages se localisent à Sidi Khelifa, la plupart des sources se trouvent au sud de la communes notamment à Ath Ali Ouabdelah, Ath Hammad et el Koudia.

#### IV.8. Caractéristiques géologiques

L'analyse géologique du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme PDAU de la commune d'*Ait Chafaa* se base sur :

- La carte géologique d'*Azzefoune* à l'échelle de 1/50 000<sup>ème</sup> ;
- La visite de site ;
- L'exploitation des documents et archives existants sur le site.

##### IV.8.1. La Géologie :

Du point de vue géologique, le territoire de la wilaya de Tizi-Ouzou, s'inscrit dans l'orogénèse alpine périméditerranéenne de la chaîne littorale d'Afrique du Nord qui comprend le socle kabyle, l'Oligo-Miocène kabyle, les nappes de Flyschs, le miocène post-nappe et le quaternaire. Le terrain en question se trouve sur le Crétacé marin, l'Oligocène marin, qui comprend les nappes de Flysch et le miocène post-nappe.

##### IV.8.2. La Lithologie

La lithologie de notre aire d'étude est faite à partir de la carte géologique d'*Azzefoune* sur laquelle on a élaboré la carte lithologique locale ci-après (*Figure IV.10*). En ce qui concerne cette commune, ses terrains sont composés essentiellement par des formations sédimentaires (d'Alluvions, des nappes de Flyschs, des grés et des argiles). Elle est composée des formations datant de plusieurs ères géologiques qui se lisent du plus récent au plus ancien.

- **Les formations d'alluvions actuelles** : d'âge quaternaire (Holocène), ce sont des alluvions de la plaine côtière (plages) sidi Khelifa, Tazaghart et petit Paradis constitués par les sables, limons, gravier et argile, aussi les dépôts alluvionnaire correspondant aux crues des oueds sidi Khelifa et Ibahrizene.
- **Les formations d'argiles schisteuse Medjanien** ; couches argilo-schisteuse de teinte grise ou verdâtre, elle occupe une zone centrale au nord de la commune, et concerne les villages Idjermnane et les alentours.

- **Les nappes de Flyschs** : ils sont d'âge Crétacé présentant une alternance régulière de lits de grés et de lits de silt et argile litées, ils affleurent à l'extrême sud et au nord de la commune.
- **Les grés**, ils sont d'âge oligocène les bancs de grés sont importants et ils occupent une bonne partie de la commune (le centre).

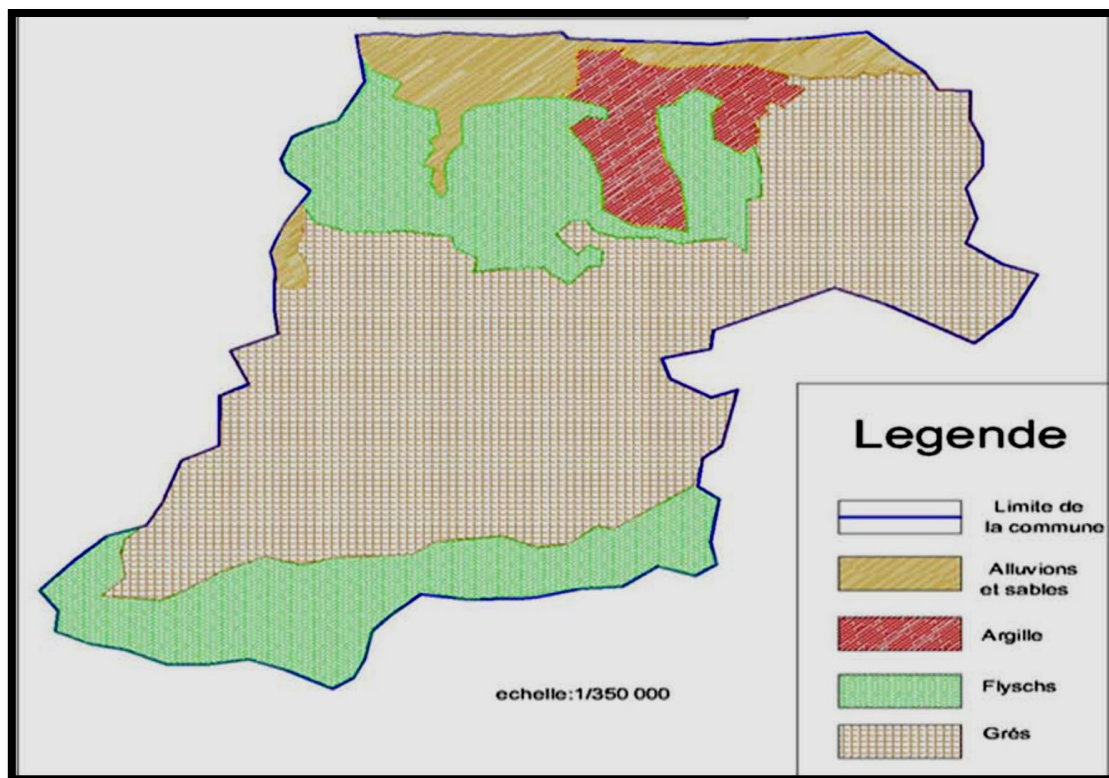


Figure IV.10. Carte lithologique d'Ait Chafaa

#### IV.9 : Situation démographique :

Les résultats du recensement général de la population et de l'habitat (RGPH 2008) sont présentés dans les tableaux suivants :

Commune	Agglomération chef-lieu	Agglomération secondaire	Zone éparsé	Total
<b>Ait Chafaa</b>	739	2110	926	3775

Tableau IV.4. Répartition de la population résidents des ménages ordinaires et collectifs

Commune	Masculin	Féminin	Total	Taux d'accroissement
<b>Ait Chafaa</b>	1825	1950	3775	-0.2%

Tableau IV.5. Population résidente des ménages ordinaires et collectifs (MOC) selon la commune de résidence et le sexe et le taux d'accroissement annuel moyen (1998-2008)

La consultation des résultats du recensement général de la population et de l'habitat nous permet d'évaluer la situation démographique de la commune, le recensement de référence étant dont celui du RGPH 2008 dont la population de la commune d'Ait Chafaa est estimée à 3775 habitants.

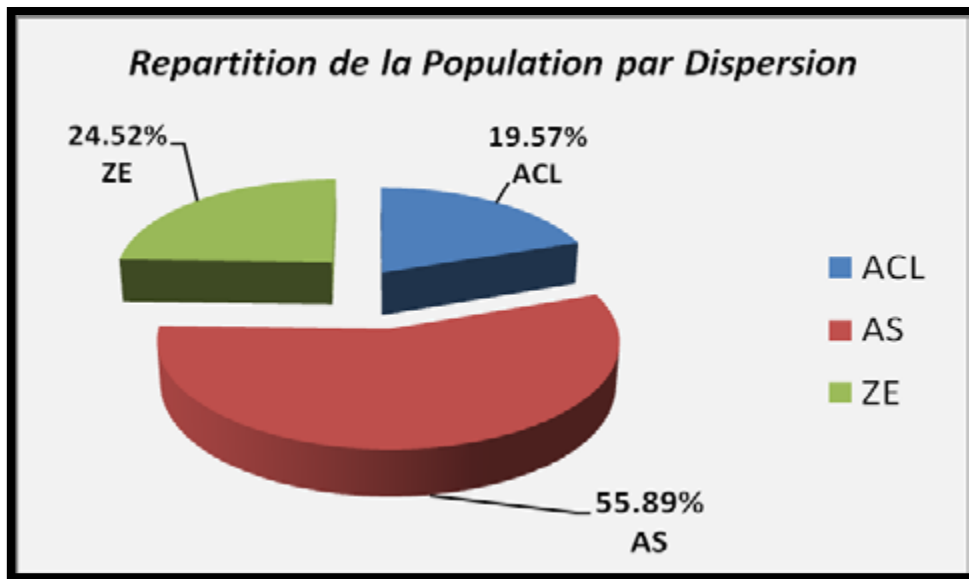


Figure IV.11. Pourcentage de répartition de la population de la commune

#### IV.10. Les ressources en eau :

Le débit d'eau destiné à l'alimentation en eau potable de la commune d'Ait Chafaa est défini par une batterie de quatre forages implantés sur la nappe alluviale de l'Oued Sidi Khelifa, et ce par pompage successif suivant les stations de reprises SR1 d'une capacité de 1000 m<sup>3</sup> de Ichallalen par une conduite de refoulement de diamètre 315 en PE.

##### IV.10.1. Système d'adduction :

###### IV.10.1.1. Adduction par refoulement :

Les adductions par refoulement en eau potable de la commune d'Ait Chafaa :

- A. **Station de reprise SR1 d'Ait Chafaa (Ichallalen) :** cette station a deux tranches de refoulement.
  1. Vers la station de reprise SR2 El Djemaa (chef-lieu d'Ait Chafaa) par une conduite de diamètre Ø 250 mm avec un groupe de moteur (2+1) GEPH 54 m<sup>3</sup>/h et une HMT=390 m sur une longueur L 6200 ml, dont environ 3 km sont réhabilitée en fonte, le reste des tronçons sont programmes pour la réhabilitation.
  2. AEP côté Nord Est vers Igoudjal par une conduite de diamètre DN=125 Acier enrobe réhabilité par DRE en 2012
- B. **Station de reprise SR2 :** Cette station qui est alimentée par refoulement via la SR1 assure l'AEP du Chef-lieu et assure l'AEP de la commune de Zekri ainsi que les villages situés au Sud-Ouest de Commune d'Ait Chafaa.

A cet effet, deux tranches de refoulement existent :

1. Vers Zekri : le réservoir R500 m<sup>3</sup> :  
Par une conduite de diamètre DN 250 mm en acier enrobe (PN 64 et PN 40) avec un groupe de moteur (2+1) GEPH de 36 m<sup>3</sup>/h et une HMT= 450 m. Cette conduite s'entend dans le périmètre de la commune d'Ait Chafaa sur

une longueur  $L = 8000$  m environ, le tronçon de la commune de Zekri est réalisé en PEHD DN 250 mm.

2. Vers Ait Hamad : le réservoir  $R200$  m<sup>3</sup> :

Un refoulement par une conduite DN100mm Acier enrobe avec un groupe de moteur (1+1) GEPH de  $18$  m<sup>3</sup>/h et une HMT=  $332$  m.

Dans la perspective de renforcer la capacité de stockage des (04) villages alimentés par ce système à savoir (Ait Hamad, Koudia, Ibedassen et Agoulmim-Guighil) ; la DRE de Tizi-Ouzou a inscrit un réservoir  $500$  m<sup>3</sup> à proximité du réservoir  $200$  m<sup>3</sup> Ait Hamad.

Nombre des groupes	Q (l/s)		Q (m <sup>3</sup> /h)		HMT(m)	
SR1	-		-		-	
2+1	15		54		390	
1+1	5	8.33	18	30	232	232
SR2	-		-		-	
2+1	10		36		450	
1+1	5		18		332	

**Tableau IV.6 : Caractéristiques des stations de reprise.**

#### IV.10.1.2. Adductions gravitaires :

Le réservoir  $R50$  m<sup>3</sup> de l'agglomération Igoudjal est alimenté par le réservoir surélevé  $R300$  m<sup>3</sup>, avec une conduite en acier galvanisé de diamètre  $\varnothing 50$  mm.

Les deux réservoirs  $R20$  m<sup>3</sup> et  $R50$  m<sup>3</sup> d'Oulkhoul et celui d'Ait Ali Oulmahdi sont alimentés par le réservoir surélevé  $R300$  m<sup>3</sup> d'Igoudjal, avec une conduite en PEHD de diamètre  $160$  mm sur une longueur  $L=2450$  m.

Le réservoir  $R100$  m<sup>3</sup> d'Ighil M'hend (chouhada) est alimenté par le réservoir  $R300$  m<sup>3</sup> d'Igoudjal, avec une conduite en PEHD de diamètre  $\varnothing 160$  mm.

Dans la perspective de renforcer la capacité de stockage des villages alimentés par ce système à savoir (Ighil M'hend, Idjermane et petit paradis) ; la DRE de Tizi-Ouzou a inscrit un réservoir  $500$  m<sup>3</sup> à proximité de réservoir  $100$  m<sup>3</sup> Ighil M'hend.

Le réservoir  $R50$  m<sup>3</sup> d'Ighil M'hend de l'agglomération est alimenté par une conduite en PEHD de diamètre  $\varnothing 90$  mm à partir du réservoir  $R100$  m<sup>3</sup> d'Ighil M'hend.

Le réservoir  $R50$  m<sup>3</sup> d'Idjermane est alimenté par le réservoir  $R100$  m<sup>3</sup> d'Ighil M'hend (chouhada), avec une conduite en PEHD de diamètre  $110$  mm et à son tour alimente le réservoir du petit paradis  $R50$  m<sup>3</sup> par une conduite  $\varnothing 90$  mm en PEHD.

La station de reprise SR2  $R1000$  m<sup>3</sup> d'Ait Chafaa alimente par plusieurs conduites les agglomérations suivantes :

- Djamaa par une conduite en acier galvanisé  $\varnothing 33/42$  mm.

- Ighil Ali et Imoukouren par une conduite en acier galvanise de diamètre Ø40/49 mm, réduite de conduite en acier de diamètre Ø100 mm venant RS2 R1000 m<sup>3</sup> d'Ait Chafaa.
- Cite par une conduite en acier galvanise de diamètre Ø33/49mm.
- Djemaa 2 par une conduite de diamètre Ø63mm en PE.

A noter aussi que le village d'Ait Chafaa est alimente également par le réservoir R100 m<sup>3</sup> (captage source).

Le réservoir 50 m<sup>3</sup> d'Agoulmim Guighil est alimente par le réservoir 200 m<sup>3</sup> d'Ait Hammad, le village est aussi alimente par le réservoir R20 m<sup>3</sup> captage source.

Les deux réservoirs R50 m<sup>3</sup> d'Ighillazouzene et Taфраout sont alimentes par la station de reprise SR2 R100 0m<sup>3</sup> d'Ait Chafaa, avec une conduite en acier galvanise Ø 50 mm. Le village Taфраout est alimente également par le réservoir R20 m<sup>3</sup> captage source.

Le réservoir R50 m<sup>3</sup> Ibdassen est alimente par piquage d'une conduite de diamètre Ø 63 mm en PE qui desserve vers réservoir R20 m<sup>3</sup> de Koudia par une conduite de diamètre Ø 90 mm en PE. Les deux villages sont aussi alimentes par des bâches a eaux de captage.

Le village Ait Hammad alimente également par le réservoir R50 m<sup>3</sup> captage source.

La totalité du village Ait Ali Ouabdelah est alimentée par deux réservoirs de R50 m<sup>3</sup> captage source.

Les deux villages Ibahrizen et Bouboudi sont alimentes par le réservoir de R50 m<sup>3</sup> par des conduites en PEHD de diamètre 110 mm et 50 mm et de longueur, respectivement, de 1400 ml et 1150 ml.

N°	Agglomération	Année de mise en service	Type de réservoir	Capacité (m <sup>3</sup> )	Existence de débitmètre	Gestion	Etat
1	Ait Chafaa SR1	1994	Au sol	1000	Oui	ADE	Bon
2	Igoudjidal		Au sol	50	Non	ADE	Dégradé
3	Igoudjidal			300	Oui	ADE	Bon
4	Oulkhoul	1989	Au sol	50	Non	ADE	Moyen
5	Oulkhoul	1992	Au sol	20	Non	ADE	Moyen
6	Ighil M'hend	1995	Au sol	100	Oui	ADE	Bon
7	Ighil M'hend		Au sol	50	Non	ADE	Bon
8	Idjermane	2003	Au sol	50	Non	ADE	Bonde
9	Idjermane	1996	Au sol	50	Non	ADE	Dégradé
10	Petit paradis	2012	Au sol	50	Non	ADE	Bon
11	Ighil lazouzene	1993	Au sol	50	Non	ADE	Bon
12	Tafaout	2007	Au sol	50	Non	ADE	Bon

13	Tafaout	1989	Au sol	20	Non	APC	Bon captage source
14	Agoulmim Guighil	1990	Au sol	20	Non	APC	Bon captage source
15	Agoulmim Guighil	2005	Au sol	50	Non	ADE	Bon
16	Koudia	1992	Au sol	20	Non	APC	Bon captage source
17	Koudia	1989	Au sol	20	Non	APC	Bon captage source
18	Ait Hamad	1991	Au sol	20	Non	APC	Moyen captage source
19	Ait Hamad		Au sol	200	Non	ADE	Bon
20	Ibahrizen	1990	Au sol	50	Non	APC	Captage de source
21	Ait Ali Ouabdelah	1989	Au sol	50	Non	APC	Dégradé captage de source
22	Ait Ali Ouabdelah	2005		50	Non	APC	Bon captage source
23	Ait Chafaa			100	Non	APC	Bon captage source
24	Ait Chafaa (SR2)	2005		1000	Oui	ADE	Bon
25	Ibdassene	2005		50	Non	ADE	Bon
26	Ibdassene			50	Non	ADE	Bon
Total	-	-	-	347m <sup>3</sup>	-	-	-

Tableau IV.7 : Caractéristiques des réservoirs de la commune d'Ait Chafaa

#### IV.11. Rappel sur le réseau d'assainissement existant :

La commune d'Ait Chafaa est assainie en totalité par des conduites d'assainissement de diamètre Ø300 mm, la plupart des rejets sont déversés directement dans le milieu naturel. L'ensemble du réseau d'assainissement qui couvre toute la commune d'Ait Chafaa est conforme à un modèle d'évacuation séparatif. Le réseau d'évacuation des eaux pluviales est composé essentiellement d'un réseau de caniveaux, qui souvent réalisés en béton armé. Le réseau d'évacuation des eaux usées (égouts) est constitué par un ensemble de collecteurs principaux qui couvrent la totalité de la commune (villages, chef-lieu). L'évacuation de ses

rejets se fait directement dans le milieu naturel, et quelques rejets se font vers les bassins de décantation et filtration.

**IV.11.1. Taux de raccordement de la commune d'Ait Chafaa :**

Le taux de raccordement de la commune d'Ait Chafaa au réseau d'assainissement est représenté dans le tableau suivant :

Nbre villages raccor au réseau	Pop. concer née	Nbre villages dépourvus réseau	Pop. concernée	Bassins de filtration (nbre)	Bassins de décantation (nbre)	Fosses septiques (nbre)	STEP (nbre)	Taux raccor %
20	3000	5	798	3	2	0	0	80 %

**Tableau IV.8 : taux de raccordement de la commune d'Ait Chafaa**

**IV.11.2. Etat des rejets de la commune d'Ait Chafaa :**

Agglomérations concernées	Taux raccordement	Exutoires (point de rejets)			observation
		coordonnées	direction	situation	
Chef-lieu	95%		Est		Bassin de filtration
			Sud		Bassin décantation
Koudia	70%		Sud		Bassin décantation
Oulkhou	80%		Ouest		Bassin décantation
			Est	Talweg	Rejet a l'air libre
Ighil Iazouzene	95%		Nord	Talweg	Rejet a l'air libre
Tafraout	90%		Nord	Talweg	Rejet a l'air libre
Igoudjdal	80%		Est	Talweg	Bassin de filtration
Ichallalen	80%		Est	Talweg	Rejet a l'air libre
Ighil M'hend	70%		Ouest	Talweg	Rejet a l'air libre
			Est	Talweg	Rejet a l'air libre
Ait Hammad	90%		Est	Talweg	Rejet a l'air libre
Ibdassene	60%		Nord	Talweg	Rejet a l'air libre
Agoulmim Guighil	70%		nord	Talweg	Rejet a l'air libre

**Tableau IV.9 : Etat des rejets de la commune d'Ait Chafaa [38]**

D'après ce tableau, nous pouvons constater que l'Etat des rejets dans la région d'étude est moyen.

Pour le lieu de rejet, on peut dire que les rejets se déversent à l'air libre sans aucun traitement préalable dans les talwegs qui débouchent sur l'Oued Sidi Khelifa à l'Ouest, et l'Oued Ibahrizen à l'Est de la commune d'Ait Chafaa.



*Figure IV.12. Oued Sidi Khelifa*

#### IV.11.3. Réseau d'assainissement :

##### ➤ Ighil m'hend (bas) :

Absence du réseau d'assainissement sur la partie basse du village Ighil M'hend. Les habitations collectent les eaux usées vers les fosses individuelles.

##### ➤ Ighil m'hend (haut) :

Le réseau d'assainissement du village compose par plusieurs collecteurs de diamètre Ø300mm, ce réseau l'ensemble du village avec six points de rejets qui sont déversés directement à l'air libre (cours d'eau).

- Trois rejets sont déversés vers l'Est du village,
- Trois autres rejets sont évacués à l'Ouest du village.

##### ➤ Ait Ali Oulmahdi :

L'agglomération est collectée par deux réseaux d'assainissement de diamètre Ø300mm qui se déversent vers le milieu naturel. Ces deux collecteurs de rejet se desservent à l'Est du village.

##### ➤ Oulkhoul :

Le réseau d'assainissement du village est composé de plusieurs collecteurs de diamètre Ø300mm qui sont déversés dans le milieu naturel. Le premier collecteur assainit un groupe d'habitation dans la partie basse du village par plusieurs collecteurs secondaires qui déversent vers l'Est du village.

Le deuxième collecteur est aussi vers le bassin de filtration à l'Ouest du village.

Le troisième collecteur est assaini vers Sud-Ouest du village.

➤ **Ichallalen :**

Le réseau d'assainissement du village est assaini par plusieurs collecteurs de diamètre Ø300 mm.

La partie haute de l'agglomération est assainie par un collecteur de diamètre Ø300 mm vers le rejet (milieu naturel) à l'Ouest du village.

La partie basse du village est assainie par plusieurs collecteurs secondaires reliée à deux collecteurs principaux qui déversent vers deux fosses septiques à l'Est du village.

➤ **Igoudjal :**

Le réseau d'assainissement du village est assaini par plusieurs collecteurs de diamètre Ø300 mm.

Les trois collecteurs qui déversent la partie haute de village sont évacuent vers le milieu naturel à l'Ouest de village.

La partie basse de village est collecte par plusieurs collecteurs secondaires qui ressemblent dans un collecteur principal vers le bassin de filtration à l'Est de village.

➤ **Ighil Iazouzene :**

L'agglomération est assainie par un réseau principal qui déverse vers le rejet (milieu naturel) au Nord Est du village par diamètre Ø300 mm.

➤ **Tafraout :**

Le réseau d'assainissement du village est collecte par deux collecteurs de diamètre Ø300 mm.

Le premier collecteur est assaini vers le milieu naturel au Nord Est du village.

Le deuxième collecteur se déverse vers le milieu naturel à l'Ouest du village.

➤ **Agoulmim Guighil :**

Le réseau d'assainissement du village est collecte par deux collecteurs de diamètre Ø300 mm qui se déverse vers le milieu naturel.

Le premier collecteur assaini la partie basse du village et se déverse au Sud-Ouest de village.

Le deuxième collecteur collecte la partie haute du village et se déverse au Nord de village.

➤ **Koudia :**

Le réseau d'assainissement de l'ensemble de la partie Est du village est collecte vers le bassin de décantation situe au Nord Est via plusieurs collecteurs secondaires reliaer par un collecteur principal de diamètre Ø300 mm.

La partie Ouest du village est collecte par plusieurs collecteurs secondaires qui se reliaer par un collecteur principal qui se déverse vers le milieu naturel.

Le troisième collecteur assaini quelque habitation à l'Est du village directement vers le milieu naturel.

➤ **Ibdassene :**

Le réseau d'assainissement est compose par plusieurs collecteurs secondaires qui sont assaini vers le collecteur principal puis vers le milieu naturel (fosse septique) de diamètre Ø300 mm au Nord de village.

- **Ait Hamad :**  
Le réseau d'assainissement est composé par plusieurs collecteurs secondaires qui sont assaini vers le collecteur principal puis vers le milieu naturel de diamètre Ø300 mm au Nord Est de village.
- **Ait Ali Ouabdelah :**  
Absence de réseau d'assainissement dans le village, les habitations évacuent vers des fosses individuelles créées par eux même.
- **Idjermnane :**  
Absence de réseau d'assainissement dans le village et la zone Thilmatine, les habitations évacuent leur eau usée vers des fosses individuelles créées par eux même.
- **Bouboudi et Ibahrizen :**  
Absence de réseau d'assainissement dans ces villages, l'évacuation se fait directement vers les fosses individuelles.

#### IV.12. Présentation de site d'implantation de la STEP :

Le site de la nouvelle station d'épuration dimensionnée à l'horizon 2051 est situé à 25 kilomètres à l'Ouest de la ville d'*Azeffoun*. Elle se trouve au Nord de la RN 24, en bordure d'*Assif El Hammam*.

Le terrain a été choisi par les services de l'ANDT (Agence Nationale de Développement du Tourisme) dans le cadre de l'étude établie pour la ZET d'*Ait Chafaa*, en collaboration avec la direction du Tourisme de la Wilaya de *Tizi Ouzou*. Ce site a été validé par les services techniques (Daïra et APC).

Les coordonnées UTM de la région du site, sont :

X	Y	Z	Carte	Echelle
637179.65	4083076.71	20 m	Djebba NJ-31-V-2 Ouest	1/50 000

**Tableau VI.10 : Coordonnées du site de la STEP**

Les eaux usées épurées de la station d'épuration sont rejetées au niveau du cours d'eau situé à l'Ouest de l'assiette de la future station d'épuration.

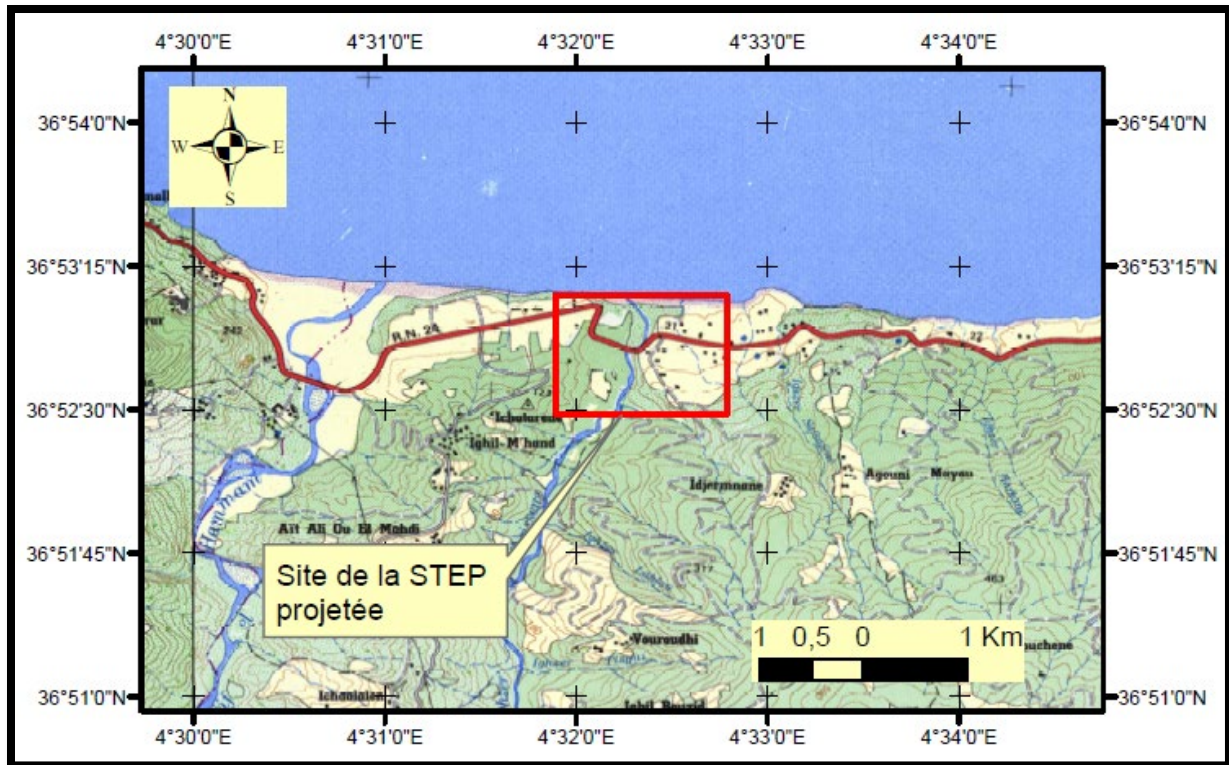


Figure VI.12 : plan de situation du site de la STEP

#### IV.13. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté sous différents angles notre zone d'étude, en l'occurrence de la commune d'Ait Chafaa dans lequel, nous avons décrit, les caractéristiques géographiques, géotechniques, hydrographiques, géologiques et démographiques.

Ces différentes informations représentent les données de base pour l'élaboration de notre travail qui est la réalisation d'une station d'épuration des eaux usées de la Commune *Ait Chafaa*.



***Chapitre V : Calcul  
hydraulique***

**V.1 : Introduction :**

Les systèmes d'épuration doivent être dimensionnés, conçus, construits et exploités de manière telle qu'ils puissent recevoir et traiter les flux de matières polluantes correspondant à leurs charges de référence.

Dans ce chapitre on utilise les données collectées (population, taux de croissance... etc.). Et les données résultantes de l'analyse des échantillons des eaux usées de la zone d'étude (DBO<sub>5</sub>, DCO, MES), pour calculer les débits et les proportions de la charge polluante des eaux brutes à traiter par la future station d'épuration d'*Ait Chafaa*.

**V.2 : Estimation des besoins en eau potable :****V.2.1 : Consommation domestique des trois villages :**

Les besoins domestiques se calculent par la relation :

$$Q_j = N \times Dot$$

Avec :

**Q<sub>j</sub>** : consommation journalière (m<sup>3</sup>/j) ;

**N** : population ;

**Dot** : dotation journalière (l/hab/j).

Les besoins domestiques en eau potable, estimés pour différents horizons, sont représentés par le tableau suivant :

Horizons	Dotation (l/hab/j)				Besoin en eau Q <sub>j</sub> (m <sup>3</sup> /j)			
	2021	2030	2040	2051	2021	2030	2040	2051
<i>Ighzer</i> <i>Mahcene</i>	120	120	120	120	10.92	13.08	15.12	17.76
<i>Idjermnane</i>	120	120	120	120	45	53.76	62.4	73.56
<i>Ighil</i> <i>M'hend</i>	150	150	180	200	206.55	246.9	343.8	450
<b>Total</b>					<b>262.47</b>	<b>313.74</b>	<b>421.32</b>	<b>541.32</b>

**Tableau V.1 : Besoins domestiques en eau potable**

**V.2.2 : Consommation des autres usagers :**

Elle englobe les besoins administratifs, les besoins des commerces et des artisans ou petites industries. Ces besoins sont aussi considérés comme étroitement liés à la typologie de l'agglomération et sont estimés par application directe à la demande domestique, des coefficients de majoration spécifique à chaque catégorie d'usagers. [13]

	Taux de majoration des autres usagers			
	Taux administration	Taux commerces	Taux artisanat et petites industries	Taux total
Métropoles à statut particulier de délégation (SPE)	35	17.5	17.5	<b>70</b>
Métropoles	30	15	15	<b>60</b>
Urbain supérieur	25	12.5	12.5	<b>50</b>
Urbain	20	10	10	<b>40</b>
Semi urbain	15	10	10	<b>35</b>
Semi rural	10	7.5	7.5	<b>25</b>
Rural aggloméré	5	5	5	<b>15</b>
Eparse	0	0	0	<b>0</b>

**Tableau V.2 : Plan national de l'eau retenu au pourcentage [13]**

Le débit journalier des équipements est :

$$Q_{eq} = Q_d \times C_{eq}$$

Avec :

$Q_{eq}$  : Débit des besoins d'équipements ( $m^3/j$ ) ;

$Q_d$  : Débit domestique ( $m^3/j$ ) ;

$C_{eq}$  : Coefficient de majoration.

Localités	Coeff.de majoration des autres usagers	Horizons			
		2021	2030	2040	2051
<i>Ighzer Mahcene</i>	5%	0.55	0.65	0.76	0.89
<i>Idjermnane</i>	5%	2.25	2.69	3.12	3.68
<i>Ighil M'hend</i>	15%	30.98	37.04	51.57	67.5
<b>Total</b>		<b>33.78</b>	<b>40.38</b>	<b>46.86</b>	<b>55.20</b>

**Tableau V.3 : Besoins en eau potable des autres usagers**

### V.2.3 : Récapitulatif des besoins moyens des trois villages :

Les besoins en eau de chaque agglomération, pour les différents horizons de calcul, sont récapitulés dans le tableau suivant :

Localités	Horizons			
	2021	2030	2040	2051
<i>Ighzer Mahcene</i>	11.47	13.73	15.88	18.65
<i>Idjermnane</i>	47.25	56.45	65.52	77.24
<i>Ighil M'hend</i>	237.53	283.94	395.37	517.5
<b>Total</b>	<b>296.25</b>	<b>354.12</b>	<b>476.77</b>	<b>613.39</b>

**Tableau V.4 : Récapitulatifs des besoins domestiques et autres usagers**

**V.2.4 : Besoins maximums journaliers des trois villages :**

Pour le calcul de la consommation maximale journalière, nous allons prendre en considération un coefficient maximal journalier  $K_{\max,j} = 1.2$ .

Les résultats trouvés pour les besoins en eau maximums avec ce coefficient, sont donnés dans le tableau suivant :

Localités	$K_{\max,j}$	Horizons			
		2021	2030	2040	2051
<i>Ighzer Mahcene</i>	1.2	13.76	16.48	19.06	22.38
<i>Idjermnane</i>	1.2	56.7	67.74	78.62	92.69
<i>Ighil M'hend</i>	1.2	285.04	340.73	474.44	621
<b>Total</b>		<b>355.5</b>	<b>424.95</b>	<b>572.12</b>	<b>736.07</b>

**Tableau V.5 : Consommation maximale journalière**

**V.2.5 : Débit de pointe :**

Le débit de pointe  $Q_p$  se détermine par la relation suivante :

$$Q_p = Q_{\max} \times C_p$$

$Q_p$  : Débit de pointe en  $m^3/j$  ;

$Q_{\max}$  : débit maximum journalière en  $m^3/j$  ;

$C_p$  : Coefficient de pointe.

**Détermination du coefficient de pointe :**

La commune d'*Ait Chafaa* dispose d'un potentiel touristique qu'on ne peut pas négliger. La cote s'étend sur près de 9Km (*Ighzer Mahcene*, *Idjermnane*, *Ighil M'hend*). Ces secteurs constituent un atout appréciable pour le développement socio-économique de la commune.

Sachant que la commune d'*Ait Chafaa* dispose des caractéristiques touristiques semblables à celles de *M'latha et Tazaghart*, et se référant aux valeurs données par le tableau V.6, à cet effet, il est proposé d'affecter aux zones touristiques un coefficient de pointe de 1.46.

<b>TIZI OUZOU</b>	Agglomérations	Population (2008)	Surcroit de population estivale	Coeff. Annuel augmentation de besoins	Population estivale additionnel
	<i>Bezerka</i>	640	500%	1.46	3200
	<i>Azzefoun</i>	6196	100%	0.29	6196
	<i>M'latha</i>	959	500%	1.46	4795
	<i>Tazaghart</i>	716	500%	1.46	3580
	<i>Ait Rhouna</i>	954	250%	0.73	2385
	<i>Issenadiene</i>	1925	250%	0.73	4813
	<i>Taghzout Sidi khaled</i>	639	500%	1.46	3195
	<i>Tigzirt</i>	8001	50%	0.15	4001
	<i>Mazer</i>	660	500%	1.46	3300
	<b>TOTAL</b>	<b>20690</b>	-	-	<b>35464</b>

**Tableau V.6 : Estimation du surcroit de population touristique [13]**

Les besoins en eau de la zone d'étude sont synthétisés dans le *Tableau V.7*

Localités	Coefficient de pointe	Débit de pointe $Q_p$ ( $m^3/j$ )							
		2021		2030		2040		2051	
		$m^3/j$	$l/s$	$m^3/j$	$l/s$	$m^3/j$	$l/s$	$m^3/j$	$l/s$
<i>Ighzer Mahcene</i>	1.46	20.10	0.23	24.06	0.28	27.83	0.32	32.67	0.38
<i>Idjermnane</i>	1.46	82.78	0.96	98.90	1.14	114.79	1.33	135.33	1.57
<i>Ighil M'hend</i>	1.46	416.16	4.82	497.47	5.76	692.68	8.02	906.66	10.49
<b>Total</b>		<b>519.04</b>	<b>6.01</b>	<b>620.43</b>	<b>7.18</b>	<b>835.3</b>	<b>9.67</b>	<b>1074.66</b>	<b>12.44</b>

*Tableau V.7 : Besoin en eau de pointe pour les trois villages*

### V.2.6 : Estimation des besoins en eau potable de la ZET :

#### ➤ ZONE 1 : (Voir ANNEXE 1)

N°	ZONE 1	Besoins ( $m^3/j$ )		
		2021	2030	2051
1	Village touristique	149.22	298.44	497.40
2	Hôtel 4 étoiles	10.97	21.95	36.58
3	Hôtel	21.15	42.30	70.50
4	Complexe touristique et un centre de remise en forme	21.38	42.77	71.28
5	Protection civile	1.35	2.70	4.50
6	Administration, accueil	0.45	0.90	1.50
7	Centre artisanal	1.17	2.34	3.90
8	Complexe touristique	43.20	86.40	144
9	Complexe touristique	52.50	105	175
10	Hôtel	7.29	14.59	24.32
11	Résidence touristique	14.03	28.05	46.75
12	Complexe touristique	18.60	37.20	62
13	Hôtel	27.66	55.31	92.19
14	Complexe touristique	14.82	29.64	49.40
15	Complexe touristique	11.93	23.85	39.75
16	Village touristique	11.48	22.95	38.25
17	Centre touristique 120 bungalows avec des espaces de détente	29.93	59.85	99.75
18	Complexe touristique	19.35	38.70	64.50
19	Résidence touristique et Auberge	53	106.01	176.68
<b>Total</b>		<b>509.47</b>	<b>1018.94</b>	<b>1698.23</b>

*Tableau V.8 : Besoins en eau de la zone 1[19]*

## ➤ ZONE 2 : (Voir ANNEXE 2)

N°	ZONE 2	Besoins (m <sup>3</sup> /j)		
		2021	2030	2051
20	Terrain de camping	27	54	90
21	Complexe touristique	36	72	120
22	Terrain de camping	27	54	90
23	Complexe touristique	14.40	28.80	48
24	Appartement hôtel	6.48	12.96	21.60
25	Village de vacances	18	36	60
26	Complexe touristique	7.20	14.40	24
27	Appartement hôtel	11,77	23.54	39.24
28	Complexe touristique et centre de repos	30	60	100
29	Colonie de vacances	1.31	2.61	4.35
30	Bungalows	25.20	50.40	84
31	Hôtel 4 étoiles	15	30	50
32	Complexe touristique	12	24	40
33	Complexe touristique et de loisirs	30	60	100
34	Complexe touristique	16.80	33.60	56
<b>Total</b>		<b>278.16</b>	<b>556.31</b>	<b>927.19</b>

Tableau V.9 : Besoins en eau de la zone 2[19]

Du fait que le PDAU et l'étude de la ZET ne sont pas encore finalisées et approuvées, l'estimation des besoins de toute la zone touristique ce fait en calculant tout d'abord les besoins touristique par hectare (la somme des besoins de la zone 1 et 2 devise par la somme de leur surface), par la suite nous avons multiplies ces besoins par hectare par la surface globale de tout la zone touristique qui est de 637.5ha.

Les résultats trouvés sont récapitulés dans le tableau suivant :

Désignation	Besoins en m <sup>3</sup> /j	Besoins en l/s
Besoins moyens de la zone 1	1698.23	19.66
Besoins moyens de la zone 2	927.19	10.73
Besoins par hectare	28.21	0.33
Besoins moyens de la zone 3	15358.45	177.76
Besoins moyens de toute la zone	17983.87	208.15
Besoins moyens de toute la zone en période normale	8991.94	104.1
Besoins moyens des trois villages	613.39	7.10
Besoins maximums des trois villages	736.07	8.52
Besoins max avec coef. De majoration=1.46	1074.66	12.44

Tableau V.10 : Besoins en eau de toute la zone touristique

**V.2.7 : Récapitulatif des besoins moyens de la zone d'étude :**

<i>AIT CHAFAA</i>	Unité	Horizons			
		2021	2030	2040	2051
Année de l'horizon	/	2021	2030	2040	2051
Total des besoins en potable ZET	m <sup>3</sup> /j	5395.16	10790.32	17983.87	17983.87
Total des besoins en eau potable villages	m <sup>3</sup> /j	519.04	620.43	835.3	1074.66
Débit total eau potable	m <sup>3</sup> /j	<b>5914.2</b>	<b>11410.75</b>	<b>18819.17</b>	<b>19058.53</b>

*Tableau V.11 : Besoins en eau de toute la zone d'étude***V.3. Estimation des charges :****V.3.1. Estimation des charges hydrauliques :**

Les débits d'eaux usées à considérer dans une étude de conception d'une STEP sont essentiellement, les débits d'eaux usées domestiques et les débits d'eaux usées des équipements.

**V.3.1.1. Calcul des débits des eaux usées :**➤ **Débit moyen journalier des eaux usées :**

Pour calculer le  $Q_{moyj}$  on applique la formule suivante :

$$Q_{moyj} = Q_{mT} \times Kr$$

Avec :

$Q_{moyj}$  : Débit moyen journalier des eaux usées en m<sup>3</sup>/j ;

$Q_{mT}$  : Débit moyen journalier total eau potable ;

$Kr$  : Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.

➤ **Débit moyen horaire ( $Q_{moyh}$ ) :**

Le débit moyen horaire par jour est le débit observé au cours de la journée, mesuré à l'arrivée de la station d'épuration, il est donné par la relation suivante :

$$Q_{moyh} = \frac{Q_{moyj}}{24}$$

➤ **Débit de pointe par temps sec ( $Q_{pts}$ ) : [56]**

Débit de pointe par temps sec est donné par la formule suivante :

$$Q_{pts} = C_p \times Q_{moyj}$$

Avec :

$Q_{pts}$  : Débit de pointe par temps sec ;

$Q_{moyh}$  : Débit moyen horaire ;

$C_p$  : Coefficient de pointe :  $C_p = a + \frac{b}{\sqrt{Q_{moyj}}}$

Avec :

$a$  : Paramètre qui exprime la limite inférieure à ne pas dépasser lorsque  $Q_{moyj}$  croît vers l'infini (on prend  $a=1.5$ )

$b$  : Paramètre qui introduit, par sommation avec le terme  $a$ , la valeur de croissance exprimée par le second terme de la formule lorsque  $Q_{moyj}$  tend vers zéro (on prend  $b=2.5$  pouvant être réduit à 1).

$$C_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moyj}}} \quad \text{Si } Q_{moyj} \geq 2.8l/s$$

$$C_p = 3 \quad \text{Si } Q_{moyj} < 2.8l/s$$

➤ **Débit de pointe par temps de pluie «  $Q_{ptp}$  » :**

Afin d'éviter une surcharge hydraulique dans le bassin d'orage implanté à l'amont de la station lors des précipitations, le bassin d'orages est dimensionné pour un débit maximal correspondant à un débit de pointe par temps de pluie  $Q_{ptp}$ , ce débit est le débit des eaux usées allant vers la station en temps de pluie, et se calcule par la relation suivante : [35]

$$Q_{ptp} = (1 + \alpha)Q_{pts}$$

Avec :

$\alpha$  : Coefficient de dilution pris en générale égale à 2.

Les résultats trouvés sont récapitulés dans le tableau suivant :

AIT CHAFAA	Unité	Horizons			
		2021	2030	2040	2051
Total des besoins en eau potable ZET	m <sup>3</sup> /j	2697.58	5395.16	8991.94	8991.94
Total des besoins en eau potable villages	m <sup>3</sup> /j	296.25	354.12	476.77	613.39
Débit total eau potable	m <sup>3</sup> /j	2993.83	5749.28	9468.71	9605.33
Débit moyen eau usée	m <sup>3</sup> /j	2395.06	4599.42	7574.97	7684.26
Débit moyen horaire	m <sup>3</sup> /h	99.79	191.64	315.62	320.18
Débit diurne	m <sup>3</sup> /h	149.69	287.46	473.44	480.27
Débit moyen eau usée	l/s	27.72	53.23	87.67	88.94
Coefficient de pointe	-	1.97	1.84	1.77	1.76
Débit de pointe eau usée en temps sec	m <sup>3</sup> /j	4718.27	8462.93	13407.7	13524.3
Débit de pointe eau usée en temps sec	l/s	54.61	97.95	155.18	156.53
Débit de pointe eau usée en temps pluie	l/s	163.83	293.85	465.55	469.6

**Tableau V.12 : Débit des rejets en période normale**

AIT CHAFAA	Unité	Horizons			
		2021	2030	2040	2051
Total des besoins en eau potable ZET	m <sup>3</sup> /j	5395.16	10790.32	17983.87	17983.87
Total des besoins en eau potable villages	m <sup>3</sup> /j	432.53	517.02	696.08	895.55
Débit total eau potable	m <sup>3</sup> /j	5827.69	11307.34	18679.95	18879.42
Débit moyen eau usée	m <sup>3</sup> /j	4662.15	9045.87	14943.96	15103.54
Débit moyen horaire	m <sup>3</sup> /h	194.26	376.91	622.67	629.31
Débit diurne	m <sup>3</sup> /h	291.38	565.37	934	943.97
Débit moyen eau usée	l/s	53.96	104.7	172.96	174.81
Coefficient de pointe	-	1.84	1.74	1.69	1.69
Débit de pointe eau usée en temps sec	m <sup>3</sup> /j	8578.36	15739.8	25255.3	25524.98
Débit de pointe eau usée en temps sec	l/s	99.29	182.2	292.3	295.43
Débit de pointe eau usée en temps pluie	l/s	297.86	546.6	876.9	886.29

**Tableau V.13 : Débit des rejets en période estivale**

**V.3.2. Calcul de l'équivalent habitant (Eq/hab) :**

L'équivalent habitant est une unité de mesure des charges polluantes, produite par un habitant et par jour exprimée en gramme d'oxygène. Elle permet d'évaluer la capacité d'une station d'épuration.

On détermine alors l'équivalent habitant à l'horizon 2051 comme suit :

$$[Eq/hab]_{2051} = \frac{Q_{moy.j} \times 1000}{K_r \times Dot}$$

Avec :

$Q_{moy.j}$  : Débit moyen journalier des eaux usées en m<sup>3</sup>/j ;

$K_r$  : Coefficient de rejet pris égal à 80% ;

$Dot$  : dotation journalière (l/hab/j).

$$[Eq/hab]_{2051} = \frac{15103.54 \times 1000}{0.8 \times 200} = 94398$$

Donc la capacité de la station d'épuration d'*Ait Chafaa* projetée est de : 94398 Eq/hab.

**V.3.3. Estimation des charges polluantes :**

Dans le tableau qui suit, nous avons résumé les normes des rejets après épuration recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé :

Paramètres	Unité	Normes de rejets
Température	°C	30
Ph	-	6.5a8.5
O <sub>2</sub>	Mg/L	5
Matières en suspension (MES)	Mg/L	30
Demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> )	Mg d'O <sub>2</sub> /L	30
Demande chimique en oxygène (DCO)	Mg d'O <sub>2</sub> /L	90
Zinc	Mg/L	2
Chrome	Mg/L	0.1
Azote totale	Mg/L	50
Phosphate	Mg/L	02
Hydrocarbure	Mg/L	10
Huile et graisses	Mg/L	20
Détergent	Mg/L	01

*Tableau V.14 : Normes des rejets dans un milieu récepteur*

**V.3.3.1 Charge en DBO<sub>5</sub> :**

Les charges en DBO<sub>5</sub> apportées par les eaux brutes par jour et par habitant sont estimées à 54 g/h/j.

$$\text{La charge en DBO}_5 = N \times 54 \times 10^{-3}$$

Avec :

N : Nombre d'équivalents habitants à l'horizon 2051

$$\text{La charge en DBO}_5 = 94398 \times 54 \times 10^{-3}$$

$$\text{La charge en DBO}_5 = 5097.49 \text{Kg/j}$$

D'où la concentration en DBO<sub>5</sub> est :

$$[\text{DBO}_5] = \frac{\text{La charge polluante en DBO}_5}{\text{Débit total}}$$

$$[\text{DBO}_5] = \frac{5097.49 \times 10^6}{15103.54 \times 10^3}$$

$$[\text{DBO}_5] = 337.5 \text{mg/l}$$

**V.3.3.2 Charge en MES :**

Les charges en MES apportées par les eaux brutes par jour et par habitant sont estimées à 70g/h/j.

$$\text{La charge en MES} = N \times 70 \times 10^{-3}$$

Avec :

N : Nombre d'équivalents habitants à l'horizon 2051

$$\text{La charge en MES} = 94398 \times 70 \times 10^{-3}$$

$$\text{La charge en MES} = 6607.86 \text{Kg/j}$$

La concentration en MES est :

$$[\text{MES}] = \frac{\text{La charge polluante en MES}}{\text{Débit total}}$$

$$[\text{MES}] = \frac{6607.86 \times 10^6}{15103.54 \times 10^3}$$

$$[MES] = 437.5mg/l$$

### V.3.3.3. Charge en DCO :

Les charges en DCO apportées par les eaux brutes par jour et par habitant sont estimées à 70g/h/j.

$$\text{La charge en DCO} = N \times 70 \times 10^{-3}$$

$$\text{La charge en DCO} = 94398 \times 70 \times 10^{-3}$$

$$\text{La charge en DCO} = 6607.86Kg/j$$

La concentration en DCO est :

$$[DCO] = \frac{\text{La charge polluante en DCO}}{\text{Débit total}}$$

$$[DCO] = \frac{6607.86 \times 10^6}{15103.54 \times 10^3}$$

$$[DCO] = 437.5mg/l$$

### V.3.3.4. Coefficient de biodégradabilité (K) :

$$K = \frac{DCO}{DBO_5}$$

$$K = \frac{6607.86}{5097.49}$$

$$K = 1.3$$

D'après le Tableau I.3 on a :

$1 < K < 1.6$  donc cette valeur montre que les eaux usées sont aptes à l'épuration biologique

### V.4 : Rendement épuratoire :

Le rendement épuratoire est donné par la formule suivante :

$$R = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

Avec :

**R** : Le rendement épuratoire en %

**C<sub>i</sub>** : Concentration en matière polluantes à l'entrée de la station

**C<sub>r</sub>** : Concentration en matière polluantes à la sortie de la station (selon les normes).

Le *Tableau V.15* récapitulatif des charges polluantes et des rendements épuratoires de la station d'Ait Chafaa.

Données		Quantités	
Type du réseau	Unitaire		
Horizon	2051		
Equivalents habitants	95293		
Charges polluantes			
DBO <sub>5</sub>	g/hab/j	54	
	kgDBO <sub>5</sub> /j	5047.89	
	mg/l	337.5	
Rendement épuratoire	%	91	
MES	g/hab/j	70	
	kgMES/j	6543.56	
	mg/l	437.5	
Rendement épuratoire	%	93	
DCO	g/hab/j	70	
	kgMES/j	6543.56	
	mg/l	437.5	
Rendement épuratoire	%	91	

**Tableau V.15 : Récapitulatif des données de bases de la STEP pour l'horizon 2051**

#### V.5 : Conclusion :

La connaissance de la qualité des eaux usées à traité est indispensable dans un projet de conception d'une station d'épuration.

Dans ce qui a précédé, on a peut évaluer les charges polluantes ainsi que les charges hydrauliques arrivant à la future station d'épuration. Ces charges nous permettrons de dimensionner les différents ouvrages constituant le procédé choisi.

A blue oval shape with a thin black border, centered on the page. It contains the chapter title in black, italicized text.

***Chapitre VI :***  
***Dimensionnement de la***  
***station d'épuration***

**VI.1 : Introduction :**

Les systèmes d'épuration doivent être dimensionnés, conçus et exploités de telle manière qu'ils puissent traiter les flux de matières polluantes correspondant à leurs débits et leurs charges de référence. Un dimensionnement adapté est celui qui permet d'attendre les objectifs épuratoires des eaux usées pour leur rejet dans le milieu naturel, ou leur réutilisation dans le domaine d'agriculture. Dans ce présent chapitre nous sommes appelés à dimensionner les différents ouvrages constituant la station d'épuration.

**VI.2. Dimensionnement des ouvrages de la Station d'épuration :**

L'acheminement de l'eau de l'amont vers l'aval de la station passe par les ouvrages suivants :

- Ouvrages de prétraitement comprenant :
  - Le dégrilleur
  - Le déssableur-déshuileur
- Ouvrages de traitement biologique comprenant :
  - Le bassin d'aération
  - Le clarificateur
- Ouvrages de traitement tertiaire comprenant :
  - Le bassin de désinfection
- Ouvrages de traitement des boues comprenant :
  - Epaisseur
  - Stabilisateur aérobie
  - Lit de séchage

**VI.2.1. Prétraitements :****VI.2.1.1 Dimensionnement des grilles :****Calcul de la largeur :**

Pour le calcul de la grille, on utilise la méthode de *KIRSCHMER*.

$$L = \frac{S \times \sin \alpha'}{H_{\max} \times (1 - \beta) \times \sigma}$$

Avec :

$L$  : largeur de la grille en (m) ;

$\alpha'$  : Angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontale compris généralement entre 60° et 80°. On choisit  $\alpha = 60^\circ$

$H_{\max}$  : hauteur maximale d'eau admissible sur la grille comprise généralement entre 0.15 et 1.5 m

$\beta$  : fraction de surface occupée par les barreaux,

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

Tel que :

$d$  : épaisseur des barreaux en cm

$e$  : espacement des barreaux en cm

Paramètres	Grilles grossières	Grilles fines
$d$ (cm)	2.00	1.00
$e$ (cm)	5 à 10	0.3 à 1

**Tableau VI.1 : Epaisseur et espacement des barreaux**

$\sigma$  : coefficient de colmatage de grilles

$\sigma = 0.1$  à  $0.3$  pour les grilles manuelles. On choisit  $\sigma = 0.25$

$\sigma = 0.4$  à  $0.5$  pour les grilles mécaniques. On choisit  $\sigma = 0.5$

$S$  : Surface de passage de l'effluent tel que

$$S = \frac{Q_{pts}}{V}$$

Avec :

$Q_{pts}$  : Débit de pointe (débit de la station) ( $0.16 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

$V$  : Vitesse de passage à travers la grille (m/s).

La vitesse d'écoulement (de passage) de l'effluent est comprise entre ( $0,6 - 1,4$ ) m/s et cela pour éviter le colmatage en profondeur des barreaux et de ne pas provoquer des pertes de charge trop importantes.

Une vitesse de passage inférieure à  $0.6 \text{ m/s}$  provoque un dépôt de sable au fond du canal.

Paramètres	Dégrillage grossier	Dégrillage fin
$\alpha$	$60^\circ$	$60^\circ$
$Q_{pts}$	0.16	0.16
$V$	1.2m/s	1.2m/s
$H_{max}$	1.2m	1.2m
$d$	2 cm	1cm
$e$	8cm	1cm
$\beta$	0.2	0.5
$\sigma$	0.5	0.5
<b>L</b>	<b>0.23m</b>	<b>0.38m</b>

**Tableau VI.2 : Résultat de dimensionnement de dégrilleur**

**Les pertes de charge ( $\Delta h$ ) :**

Une grille provoque des pertes de charge, selon KIRSCHMER, ces dernières sont fonction de : [28]

➤ La forme des barreaux.

- L'espacement entre les barreaux.
- La largeur des barreaux.
- La vitesse d'approche.
- L'inclinaison de la grille.

Elles peuvent être calculées par la formule suivante :

$$\Delta h = \beta' \times \left(\frac{d}{e}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{V^2}{2g} \times \sin \alpha$$

Avec :

$\Delta h$  : perte de charge (m).

$\beta'$  : coefficient dépendant de la forme des barreaux (forme circulaire :  $\beta' = 1,79$ ).

$e$  : espacement entre les barreaux (cm)

$d$  : épaisseur des barreaux

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

$\alpha$  : angle d'inclinaison de la grille ( $\alpha = 60^\circ$ ).

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

Les valeurs de  $\beta'$  sont représentées dans le tableau suivant :

Type de barreau	$\beta'$
Section rectangulaire	2,42
Section rectangulaire en semi-circulaire à l'amont	1.83
Section rectangulaire avec arrondi 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

*Tableau VI.3 : les valeurs de  $\beta'$*

Donc :

- Grilles grossières :

$$\Delta h = 1.79 \times \left(\frac{2}{8}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{1.2^2}{2 \times 9.81} \times \sin 60$$

$$\Delta h = 0.02m$$

- Grilles fines :

$$\Delta h = 1.79 \times \left(\frac{1}{1}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{1.2^2}{2 \times 9.81} \times \sin 60$$

$$\Delta h = 0.11m$$

**Calcul des volumes des déchets retenus :**

Pour une eau usée urbaine, la quantité des déchets récupérés par les grilles, par habitant et par an est estimée à :

- 5 à 10 l/hab/an pour une grille fine ;
- 2 à 5 l/hab/an pour une grille grossière.

Le volume des déchets retenus dans notre cas sera déterminé comme suit :

$$V_{min} = \frac{N \times V_{ret.min} \times 10^{-3}}{365}$$

$$V_{max} = \frac{N \times V_{ret.max} \times 10^{-3}}{365}$$

$$V_{moy} = \frac{V_{min} + V_{max}}{2}$$

Avec :

$N$  : Nombre d'équivalents habitants 95293 Eq/hab

➤ **Pour une grille grossière :**

$$V_{min} = \frac{95293 \times 2 \times 10^{-3}}{365}$$

$$V_{min} = 0.52m^3/j$$

$$V_{max} = \frac{95293 \times 5 \times 10^{-3}}{365}$$

$$V_{max} = 1.31m^3/j$$

$$V_{moy} = \frac{0.52 + 1.31}{2}$$

$$V_{moy} = 0.915m^3/j$$

➤ **Pour une grille fine :**

$$V_{min} = \frac{95293 \times 5 \times 10^{-3}}{365}$$

$$V_{min} = 1.31m^3/j$$

$$V_{max} = \frac{95293 \times 10 \times 10^{-3}}{365}$$

$$V_{max} = 2.61m^3/j$$

$$V_{moy} = \frac{2.61 + 1.31}{2}$$

$$V_{moy} = 1.96m^3/j$$

**Conclusion :**

Afin d'avoir une souplesse dans l'exploitation et l'entretien, on prévoit deux dégrilleurs fonctionnant en parallèle ; un dégrilleur grossier à l'amont, et un dégrilleur fin à l'entrée de la station.

**VI.2.1.2 : Calcul du dessableur-déshuileur :**

Le bassin est équipé d'un pont racleur sur lequel est suspendue une pompe d'extraction des sables, les huiles sont raclées vers une fosse par les racleurs de surface.

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

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

Avec :

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

$V_s$  : Vitesse de sédimentation : Vitesse est :  $40 < V_s < 70$  ( $m^3/m^2/h$ ) ;

$L$  : Longueur de bassin ;

$H$  : Profondeur de bassin ;

$L/H$  : (10-15) ;

Le temps de séjour est compris entre 3 à 10 minute au débit de pointe ;

$H = (1 - 2.5)$  m.

On opte pour un dessableur-déshuileur de forme rectangulaire.

Pour :

$Q_{pts} = 0.16$   $m^3/s$  ;

On prend :

$V_e = 0.3$  m/s;

$V_s = 60$   $m^3/m^2/h = 0.017$  m/s;

$H = 1.5$  m ;

$T_s = 10$  minutes

➤ **Calcul du volume de dessableur :**

$$V = Q_{pts} \times T_s$$

$$V = 0.16 \times (10 \times 60)$$

$$V = 90 \text{ m}^3$$

➤ **La surface du dessableur-déshuileur sera égal à :**

$$S_h = \frac{V}{H}$$

$$S_h = \frac{90}{1.5}$$

$$S_h = 60 \text{ m}^2$$

➤ **Calcul de la longueur :**

On a  $\frac{L}{H} = 10$

Donc  $L = 10 \times H = 10 \times 1.5$   $L = 15 \text{ m}$

➤ **Calcul de la largeur :**

Le bassin est de forme rectangulaire de surface donc :

$$S_h = L \times l$$

$$l = \frac{S_h}{L} = \frac{60}{15}$$

$$l = 4m$$

➤ **Détermination de temps du séjour :**

Pour le débit moyen horaire :

$$T_s = \frac{V}{Q_{moy.h}}$$

$$T_s = \frac{90}{320.18/60}$$

$$T_s = 16.87min = 17min$$

➤ **Le volume d'air à insuffler dans le dessableur :**

La quantité d'air à insuffler varie de 1 à 1,5 m<sup>3</sup> d'air /m<sup>3</sup> d'eau :

$$q_{air} = Q_{pts} \times V_{air}$$

Avec :

$V_{air}$  : volume d'air à injecter (m<sup>3</sup>), on prend  $V = 1,5 m^3$

$Q_{pts}$  : débit de la station

Donc :

$$q_{air} = 0.16 \times 1.5$$

$$q_{air} = 0.24 m^3 d'air/s$$

$$q_{air} = 864 m^3 d'air/h$$

➤ **Vérification de la condition de dimensionnement :**

$$\frac{L}{H} \leq \frac{V_e}{V_s} \longrightarrow \frac{15}{1.5} \leq \frac{0.3}{0.017}$$

$10 \leq 17.65$   $\longrightarrow$  La condition de dimensionnement est bien vérifiée.

**VI.4.1.3 : Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur :**

Les MES contiennent 30% de Matières minérales (MM) et 70% de Matières volatiles en suspension (MVS), c'est-à-dire :

$$MES = 70\% MVS + 30\% MM$$

La charge en MES à l'entrée du dessableur est :  $MES = 6670.51 Kg/j$

- Les matières volatiles en suspension MVS contenues dans les MES sont :

$$MVS = 6670.51 \times 0.7$$

$$MVS = 4469.36 Kg/j$$

- Les matières minérales MM contenues dans les MES sont :

$$MM = 6670.51 \times 0.3$$

$$MM = 2001.15 kg/j$$

- Les matières minérales éliminées :

Un dessableur permet d'éliminer 70% des matières minérales totales

$$MM_e = 2001.15 \times 0.7$$

$$MM_e = 1400.8 kg/j$$

- Les matières minérales à la sortie de dessableur :

$$MM_s = MM_t - MM_e$$

$$MM_s = 600.35 kg/j$$

- Les MES à la sortie de dessableur :

$$MES_s = MVS + MM_s$$

$$MES_s = 5069.71 kg/j$$

Le tableau suivant résume les résultats de dimensionnement du dessableur-déshuileur pour l'horizon 2051 :

Désignation	Unités	Horizon 2051
La surface du bassin	m <sup>2</sup>	60
Le volume	m <sup>3</sup>	90
La hauteur d'eau	m	1.5
La largeur	m	4
La longueur	m	15
Temps de séjour par temps sec	min	10
Quantité d'air à injecter (q <sub>air</sub> )	m <sup>3</sup> d'air/h	864
Matières minérales en suspension totales (MM)	Kg/j	2001.15
Matières minérales en suspension éliminées	Kg/j	1400
Matières minérales en suspension restantes	Kg/j	600.35
Matières volatiles en suspension totales	Kg/j	4469.36
Matières en suspension restantes	Kg/j	5069.71

**Tableau VI.4 : Dimensionnement du dessableur-déshuileur**

## VI.2.2. Traitement primaire :

### VI.2.2.1 : Dimensionnement de décanteur primaire :

Le traitement primaire consiste à réaliser une décantation de l'eau usée pour rabattre la quantité de matières en suspension ainsi que la DBO et DCO.

Les eaux traversent le bassin à faible vitesse, de façon à ce que les matières en suspension puissent sédimenter. Le profil du fond de ce bassin permet le rassemblement et la

reprise de la suspension obtenue et les boues déposées sont récupérées par raclage permanent et pompage.

Les principes de calcul du décanteur sont : [10]

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

$$V_{lim} = \frac{Q_{pts}}{S}$$

Avec :

$Q_{pts}$  : débit de la station ;

$S$  : surface total.

Le temps de séjours ( $T_s$ ) est compris entre 1 et 2 heures.

La hauteur d'eau dans l'ouvrage : la hauteur minimum est de 2 m

Pour un réseau unitaire la vitesse limite est déterminée en fonction du rapport  $K_{lim} = Q_{pts}/Q_{moyh}$

Le tableau suivant nous donne la vitesse limite  $V_{lim}$  en fonction du rapport  $K_{lim}$  :

$K_{lim} = Q_{pts}/Q_{moyh}$	2.5	3	5	8	10
$V_{lim}$ (m/h)	2	2.5	3.75	5	6

**Tableau VI.5 : les valeurs de la vitesse limite en fonction de  $k$**

On a:

$Q_{moyh}$  : débit moyenne horaire = 320.18 m<sup>3</sup>/h

$Q_{pts}$  : débit de pointe à temps sec = 563.5 m<sup>3</sup>/h

D'où :

$K_{lim} = 563.5 / 320.18 = 1,76$  donc d'après le tableau VI.7 on tire la vitesse  $V_{lim}=2$  m/h

➤ **La surface horizontale du décanteur :**

$$S_h = \frac{Q_{pts}}{V_{lim}}$$

$$S_h = \frac{563.5}{2}$$

$$S_h = 281.75 \text{ m}^2$$

➤ **Volume du décanteur :**

On prend  $T_s = 1.5$  heure

$$V = Q_{pts} \times T_s$$

$$V = 563.5 \times 1.5$$

$$V = 845.25 \text{ m}^3$$

➤ **La hauteur de décanteur :**

$$H = \frac{V}{S_h}$$

$$H = \frac{845.25}{281.75}$$

$$H = 3 \text{ m}$$

**Note :**

Il faut prévoir une hauteur de revanche contre le débordement de 0,75 m ; donc la hauteur totale est  $H=3.75\text{m}$ .

➤ **Le diamètre du décanteur :**

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot H}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 845.25}{3.14 \times 3.75}}$$

$$D = 16.95 \text{ m}$$

➤ **Détermination du temps de séjours :**

Pour le débit moyen horaire :

$$T_s = \frac{V}{Q_{\text{moy.h}}}$$

$$T_s = \frac{845.25}{320.18}$$

$$T_s = 2.64 \text{ h}$$

➤ **Calcul de la quantité des boues éliminées :**

Sachant que le décanteur primaire permet l'élimination de 30% de  $\text{DBO}_5$  et 60% de MES et connaissant les charges de pollution à l'entrée du décanteur : [10]

$$\text{DBO}_5 = 5047.89 \text{ kg/j}$$

$$\text{MES}_s = 5069.71 \text{ kg/j}$$

Les charges éliminées par la décantation primaire sont donc :

- $\text{DBO}_{5e} = 5047.89 \times 0.3$
- $\text{DBO}_{5e} = 1514.37 \text{ Kg/j}$
- $\text{MES}_{s2} = 5069.71 \times 0.6$
- $\text{MES}_{s2} = 3041.83 \text{ Kg/j}$

Les charges à la sortie du décanteur primaire :

$$\text{MES}_{s'} = \text{MES} - \text{MES}_{s2} = 5069.71 - 3041.83 = 2027.88 \text{ Kg/j}$$

$$\text{DBO}_{5'} = \text{DBO}_5 - \text{DBO}_{5e} = 5047.89 - 1514.37 = 3533.52 \text{ Kg/j}$$

Les résultats de dimensionnement de décanteur primaire pour l'horizon 2051 sont représentés sur le tableau ci-après :

Désignation	Unité	Horizon 2051
Débit de la station	m <sup>3</sup> /s	0.16
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	281.75
Volume	m <sup>3</sup>	845.25
Hauteur + revanche	m	3.75
Diamètre	m	16.95
Temps de séjour	h	2.64
MES entrées	Kg/j	5047.89
DBO <sub>5</sub> entrée	Kg/j	5047.89
MES éliminer	Kg/j	3041.83
DBO <sub>5</sub> éliminer	Kg/j	1514.37
MES sorties	Kg/j	2027.88
DBO <sub>5</sub> sorties	Kg/j	3533.52

*Tableau VI.6 : dimensions du décanteur primaire*

### VI.2.3. Le traitement secondaire :

Le traitement biologique est réalisé dans les ouvrages suivant :

- ✓ Le bassin d'aération
- ✓ Le décanteur secondaire

Les paramètres caractérisant le traitement par boues activées à moyenne charge sont les suivants :

➤ **La charge massique (C<sub>m</sub>) :**

$$0,2 < C_m < 0,5 \text{ Kg DBO}_5/\text{Kg.MVS.j}$$

Le calcul de la station sera basé sur la valeur suivante de C<sub>m</sub> :

$$\text{On prend une charge massique : } C_m = 0.5 \text{ Kg DBO}_5/\text{Kg MVS } j$$

➤ **La charge volumique (C<sub>v</sub>) :**

$$0,6 < C_v < 1,5 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3 \text{ /j}$$

Le calcul de la station sera basé sur la valeur suivante :

$$C_v = 1.2 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3/\text{j}$$

C<sub>v</sub> permet d'estimer la capacité du bassin d'aération.

#### VI.2.3.1 : Dimensionnement du bassin d'aération :

Le bassin d'aération est dimensionné sur la base des charges massique et volumique.

➤ **Le volume du bassin :**

$$V_a = \frac{L_0}{C_v}$$

Avec :

C<sub>v</sub> : Charge volumique (kg DBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>.j) C<sub>v</sub> = 1,2 Kg DBO<sub>5</sub>/ m<sup>3</sup>/j

L<sub>0</sub> : Charge polluante (kg DBO<sub>5</sub>/j). On a: L<sub>0</sub>=3533.52 kg/j

D'ou:

$$V_a = \frac{3533.52}{1.2}$$

$$V_a = 2944.6 \text{ m}^3$$

➤ **La hauteur du bassin :**

Elle est prise généralement entre 3 et 5m donc on prend :  $H = 3 \text{ m}$

La hauteur de revanche du bassin doit être  $h \geq 80 \text{ cm}$ . On prend  $h = 1 \text{ m}$

➤ **Surface horizontale du bassin :**

$$S_h = \frac{V_a}{H}$$

$$S_h = \frac{29944.6}{4}$$

$$S_h = 736.15 \text{ m}^2$$

➤ **Calcul de la largeur et de la longueur :**

On prend :  $L = 2 \times l$

$$L = \sqrt{2 \times S_h} = \sqrt{2 \times 736.15} = 38.4 \text{ m}$$

$$l = \frac{L}{2} = \frac{38.4}{2} = 19.2 \text{ m}$$

➤ **La masse des boues dans le bassin :**

$$X_a = \frac{L_0}{C_m} = \frac{3533.52}{0.5}$$

$$X_a = 7067.04 \text{ Kg}$$

➤ **Concentration des boues dans le bassin :**

$$[X_a] = \frac{X_a}{V_a} = \frac{7067.04}{2944.6}$$

$$[X_a] = 2.4 \text{ Kg/m}^3$$

$V_a$  : Volume du bassin d'aération.

➤ **Calcul du temps de séjour :**

- Pour le débit horaire :

$$T_s = \frac{V_a}{Q_{\text{moy.h}}}$$

$$T_s = \frac{2944.6}{629.31}$$

$$T_s = 4 \text{ h } 41 \text{ min}$$

- Pour le débit de pointe par temps sec :

$$T_s = \frac{V_a}{Q_{pts}}$$

$$T_s = \frac{2944.6}{1063.5}$$

$$T_s = 2 \text{ h } 47 \text{ min}$$

- **Concentration de l'effluent en DBO<sub>5</sub> :**

$$S_0 = \frac{L_0}{Q_{moy,j}}$$

$$S_0 = \left( \frac{3533.52}{15103.54} \right) \times 1000$$

$$S_0 = 234 \text{ mg/l}$$

- **La charge polluante à la sortie du décanteur secondaire (S<sub>f</sub> = 30 mg/l) :**

La charge polluante exprimée en DBO<sub>5</sub> à la sortie du décanteur secondaire a une concentration S<sub>f</sub> conforme aux normes de rejets fixées à 30 mg/l de DBO<sub>5</sub>.

D'où la charge :

$$L_f = S_f \times Q_{moy,j}$$

$$L_f = 0.03 \times 15103.54$$

$$L_f = 453.11 \text{ Kg DBO}_5/j$$

- **La charge polluante en DBO<sub>5</sub> éliminée L<sub>e</sub> :**

$$L_e = L_0 - L_f$$

$$L_e = 3533.52 - 453.11$$

$$L_e = 3080,41 \text{ Kg DBO}_5/j$$

- **Le rendement de l'épuration :**

$$\eta_{ep} = (L_0 - L_f)/L_0$$

$$\eta_{ep} = \frac{675.81}{1128.92} \times 100$$

$$\eta_{ep} = 87.17 \%$$

- **Besoins théoriques en oxygène :**

Les bactéries constituant la boue activée ont besoin d'oxygène d'une part pour se nourrir et se développer à partir de la pollution éliminée, et d'autre part pour la dégradation de la matière organique ; cet oxygène est apporté généralement par des aérateurs.

La quantité théorique d'oxygène est la somme de celle nécessaire à la synthèse cellulaire plus celle nécessaire à la respiration endogène.

Le calcul théorique de la consommation d'oxygène est donné par la formule :

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

Avec :

$L_e$  : DB0<sub>5</sub> éliminée dans le bassin d'aération par jour (Kg).

$X_a$  : Quantité de boues (MVS) présentes par jour dans le bassin d'aération (Kg)

$a'$  : La fraction de pollution transformée en énergie de synthèse au cours de l'épuration et c'est aussi la quantité d'oxygène à fournir aux bactéries pour qu'elles synthétisent la matière vivante à partir d'une pollution.  $0.48 < a' < 0.65$   $a' = 0.6$

$b'$  : Coefficient cinétique de respiration endogène  
 $0.07 < b' < 0.11$   $b' = 0.08$

- La quantité d'oxygène journalière :

$$q_{O_2} = 0.6 \times 3\,080,41 + 0.08 \times 7067.04$$

$$q_{O_2} = 2413.6 \text{ Kg } O_2/j$$

- La quantité d'oxygène horaire :

$$q'_{O_2} = \frac{q_{O_2}}{24} \quad q'_{O_2} = \frac{2413.6}{24} \quad q'_{O_2} = 100.6 \text{ Kg } O_2/h$$

- La quantité d'oxygène nécessaire par m<sup>3</sup> du bassin :

$$\frac{q_{O_2}}{V} = \frac{2413.6}{2944.6} = 0.82 \text{ Kg } O_2/m^3/j$$

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

$$q_{O_2.pts} = \left( \frac{a' \cdot L_e}{T_d} \right) + \left( \frac{b' \cdot X_a}{24} \right)$$

Avec :

$T_d$  : Période diurne en heures  $T_d = 16 \text{ h}$

$$q_{O_2.pts} = \left( \frac{0.6 \times 3\,080,41}{16} \right) + \left( \frac{0.08 \times 7067.04}{24} \right)$$

$$q_{O_2.pts} = 139.1 \text{ Kg } O_2/h$$

- Besoin réel en pointe en oxygène :

En réalité, le transfert d'air atmosphérique vers l'eau épurée se trouve gênée par la présence dans les eaux usées des matières en suspension (MES) et d'agent tensio-actif.

Le passage des conditions théoriques aux conditions réelles s'effectue à l'aide des coefficients correcteurs.

$$q_{O_2.reel} = \frac{q_{O_2}}{\alpha \times \beta}$$

$\alpha$  : 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.  $\alpha = \frac{C_s(\text{eau usee})}{C_s(\text{eau epuree})} = 0.8$

Et  $0.8 \leq \beta \leq 0.95$

Donc on prend  $\beta = 0.85$

$$q_{O_2.reel} = \frac{139.1}{0.8 \times 0.85}$$

$$q_{O_2.reel} = 204.6 \text{ KgO}_2/h$$

En moyenne :

$$q_{O_2reel.jour} = \frac{2413.6}{0.8 \times 0.85} = 3\,549,41 \text{ KgO}_2/j$$

➤ **Calcul des caractéristiques de l'aérateur :**

**1. Calcul de la puissance de l'aération nécessaire (En) :**

Les apports spécifiques des aérateurs de surface ont souvent été compris entre : 1 à 2 kg O<sub>2</sub>/KWh.

$$E_n = \frac{q_{O_2}}{E_a}$$

Avec :

$E_n$  : Puissance de l'aération nécessaire ;

$q_{O_2}$  : Besoin réel en oxygène de pointe (kg/h) ;

$E_a$  : Quantité d'O<sub>2</sub> par unité de puissance.

On prend :  $E_a = 1.5 \text{ KgO}_2/KWh$

Donc :

$$E_n = \frac{204.6}{1.5} \quad E_n = 136.4 \text{ KW}$$

**2. Puissance de brassage (Eb) :**

La puissance de brassage est donnée par la relation suivante :

$$E_b = S_h \times P_a$$

Avec :

$S_h$  : Surface horizontale du bassin ;

$P_a$  : Puissance spécifique absorbée

La puissance spécifique absorbée ( $P_a$ ) pour les aérateurs de surface comprise entre 70 et 80 dans notre cas on prend  $P_a = 80 \text{ w/m}^2$

$$E_b = 736.15 \times 80$$

$$E_b = 58892 \text{ w} = 58.892 \text{ Kw}$$

**3. Calcul de nombre d'aérateurs dans le bassin :**

$$N_a = \frac{E_n}{E_b}$$

$$N_a = \frac{136.4}{58.892} = 2.32$$

On prend  $N_a=3$

## VI.2.3.2 : Bilan des boues :

## 1- Calcul de la quantité des boues en excès :

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

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

Avec :

$X_{min}$  : Boues minérales (30 % de MES)

$X_{dur}$  : Boues difficilement biodégradables (appelées matières dures), elles représentent 0,3 à 0,35 des MVS.

$a_m$  : coefficient de rendement cellulaire

$L_e$  : Quantité de DBO<sub>5</sub> à éliminer (Kg/j).

$b$  : Fraction de la masse cellulaire éliminée par jour en respiration endogène.

$X_a$  : Masse totale de MVS dans le bassin (Kg).

$X_{eff}$  : Fuite de MES avec l'effluent (dépend des normes de rejet, on adopte généralement 10mg/l à 30mg/l).

Les valeurs moyennes des paramètres  $a_m$  et  $b$ , généralement retenues pour les boues activées, sont les suivantes : [1]

paramètre	Forte charge	Moyenne charge	Faible charge	Aération prolongée
$a_m$	0,5	0,53	0,55	0,60
$b$	0,06	0,055	0,05	0,07

Tableau VI.7 : Les valeurs moyennes des paramètres  $a_m$  et  $b$

On prend :

$$a_m = 0,60$$

$$b = 0,07$$

La charge journalière en MES à la sortie de décanteur primaire est 2027.88 kg/j

$$\text{➤ } X_{min} = 0.3 \times 2027.88 = 608.36 \text{ kg/j}$$

$$\text{➤ } X_{dur} = 0.3 \times MVS$$

$$X_{dur} = 0.3 \times (0.7 \times 2027.88)$$

$$X_{dur} = 425.85 \text{ Kg/j}$$

$$\text{➤ } a_m \cdot L_e = 0.6 \times 3080.41 = 1848.25 \text{ kg/j}$$

$$\text{➤ } b \cdot X_a = 0.07 \times 7067.04 = 494.7 \text{ kg/j}$$

$$\text{➤ } X_{eff} = 0.03 \times Q_{moy.j}$$

$$X_{eff} = 0.03 \times 15103.54$$

$$X_{eff} = 453.11 \text{ kg/j}$$

$$\text{Alors : } \Delta X = 608.36 + 425.85 + 1848.25 - 494.7 - 453.11$$

$$\Delta X = 1934.65 \text{ kg/j}$$

## 2- Concentration de boues en excès :

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

Avec :

$[X_m]$  : concentration des boues en excès ;

$I_m$  : indice de Mohlman. Il indique la bonne décantabilité des boues.

$I_m$  mesure la décantabilité de la boue. C'est le volume occupé par un gramme de boue après 1/2 heure de décantation

Généralement, les boues sont bien décantables pour  $80 < I_m < 150$

- Si  $I_m \sim 80$  : la décantation est très bonne mais les boues sont difficilement pompables
- Si  $I_m \sim 150$  : la décantation est très lente

On prend :  $I_m = 125 \text{ lm/g}$

$$\text{D'où : } [X_m] = \frac{1200}{125} = 9.6 \text{ kg/m}^3$$

## 3- Le débit de boues en excès :

$$\text{Ce débit est donné par : } Q_{b.exc} = \frac{\Delta X}{[X_m]} = \frac{1934.65}{9.6} = 201.53 \text{ m}^3/\text{j}$$

## 4- Le débit spécifique par m<sup>3</sup> de bassin :

$$q_{sp} = \frac{\Delta X}{V}$$

Avec :

V : Volume de bassin

$$\text{Donc : } q_{sp} = \frac{1934.65}{2944.6} = 0.66 \text{ kg/m}^3/\text{j}$$

## 5- Les boues recyclées :

Dans le but de maintenir une concentration moyenne constante de boues dans le bassin d'aération, et d'éviter l'accumulation des boues dans le clarificateur, on procède à un recyclage d'une partie des boues dans le bassin d'aération. On parle alors d'une optimisation de l'activité de la biomasse bactérienne.

En effet, si la quantité de boues recyclées est insuffisante, le volume des boues stockées dans le décanteur secondaire sera trop important.

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

### a. Le taux de recyclage :

Il peut varier de 15 à 100% de débit de l'effluent produit.

Il est donné par l'expression suivante :

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

Avec :

R : Taux de recyclage(%)

[Xa] : Concentration des boues dans le bassin = 2.4 kg/m<sup>3</sup>

$$R = \frac{100 \times 2.4}{\frac{1200}{125} - 2.4} = 33.33\%$$

$$R = 33.33\%$$

b. **Le débit des boues recyclées :**

$$Q_r = R \times Q_{moy,j}$$

$$Q_r = 0.3333 \times 15103.54$$

$$Q_r = 5034 \text{ m}^3/j$$

**Remarque :**

Le débit des boues recyclé est tributaire du débit journalier arrivant à la station d'épuration. En règle générale ; il est compris entre 50 à 200% du débit moyen journalier.

c. **Age des boues [37] :**

L'Age des boues représente le temps de séjour des boues dans le bassin d'aération : celui-ci est plus important que le temps de séjour de l'eau à traiter du fait de la recirculation des boues décantées. Il représente le rapport entre la quantité de boues présentes dans le bassin d'aération et la quantité de boues retirées quotidiennement.

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

$$A_b = \frac{7067.04}{1934.65} = 3.65 \approx 4 \text{ jours}$$

### VI.2.3.3. Dimensionnement de clarificateur (décanteur secondaire) :

Données de base :

- Le temps de séjour :  $T_s = 2\text{h}$
- Le débit de pointe en temps sec (débit de la station) :  $Q_{pts} = 1063.54 \text{ m}^3/\text{h}$

➤ **Le volume du clarificateur :**

$$V = Q_{pts} \times T_s$$

$$V = 1063.54 \times 2$$

$$V = 2127.1 \text{ m}^3$$

➤ **La hauteur de clarificateur :**

La hauteur du décanteur est :  $H = (3-5) \text{ m}$ .

On prend :  $H = 3\text{m}$

➤ **La surface horizontale :**

$$S_h = \frac{V}{H}$$

$$S_h = \frac{2127.1}{3}$$

$$S_h = 709 \text{ m}^2$$

➤ **Diamètre de clarificateur :**

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot H}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 2127.1}{3.14 \times 3}}$$

$$D = 30.1 \text{ m}$$

➤ **Temps de séjour :**

$$T_s = \frac{V}{Q_{pts}}$$

Pour le débit moyen horaire on aura :

$$T_s = \frac{V}{Q_{m.h}}$$

$$T_s = \frac{2127.1}{629.31} = 3 \text{ h } 23 \text{ min}$$

Les résultats de dimensionnement de l'aérateur et du décanteur secondaire pour l'horizon 2051 sont représentés sur le tableau suivant :

Désignations :	Unité	2051
<b>Données de base</b>	-	-
Débit moyen journalier $Q_{moy,j}$	$\text{m}^3/\text{j}$	15103.54
Débit moyen horaire $Q_{moy,h}$	$\text{m}^3/\text{h}$	629.31
Débit de pointe en temps sec $Q_{pts}$	$\text{m}^3/\text{h}$	1063.5
Charge polluante à l'entrée du bassin $L_0$	$\text{Kg}/\text{j}$	3533.52
Concentration de l'effluent en $\text{DBO}_5$ $S_0$	$\text{mg}/\text{l}$	234
La charge polluante à la sortie $L_f$	$\text{KgDBO}_5/\text{j}$	453.11
La charge polluante éliminée $L_e$	$\text{KgDBO}_5/\text{j}$	3080.41
Le rendement de l'épuration $\eta$	%	87.17
<b>Dimensionnement du bassin d'aération</b>	-	-
Volume du bassin $V$	$\text{m}^3$	2944.6
Hauteur du bassin $H$	$\text{m}$	4
Surface horizontale du bassin $S_h$	$\text{m}^2$	736.15
Largeur du bassin $l$	$\text{m}$	19.2
Longueur du bassin $L$	$\text{m}$	38.4

La masse des boues dans le bassin $X_a$	Kg	7067.04
Concentration de boues dans le bassin $[X_a]$	Kg/m <sup>3</sup>	2.4
Temps de séjour pour le débit moyen horaire	h	4 h 41 min
Temps de séjour pour le débit de pointe par temps sec	h	2 h 47 min
<b>Besoin en oxygène</b>	-	-
Besoins journaliers en oxygène $q_{O_2}$	kgO <sub>2</sub> /j	2413.6
La quantité d'oxygène horaire $q_{O_2}/24$	kgO <sub>2</sub> /h	100.6
La quantité d'oxygène nécessaire pour un m <sup>3</sup> du bassin $q_{O_2}/m^3$	kgO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> .j	0.82
Besoins en pointe horaire en oxygène $q_{O_2pts}$	kgO <sub>2</sub> /h	139.1
<b>Calcul de l'aérateur de surface à installer</b>	-	-
Besoin réel de pointe en oxygène	kgO <sub>2</sub> /h	204.6
la puissance de l'aération nécessaire	Kw	136.4
Puissance de brassage	Kw	58.892
nombre d'aérateurs dans le bassin	-	3
<b>Bilan des boues</b>	-	-
Calcul de la quantité des boues en excès $\Delta X$	Kg/j	1934.65
Concentration des boues en excès $[X_m]$	Kg/m <sup>3</sup>	9.6
Le débit de boues en excès $Q_{excès}$	m <sup>3</sup> /j	201.53
Le débit spécifique par m <sup>3</sup> de bassin $q_{sp}$	Kg/m <sup>3</sup> .j	0.66
Le taux de boues recyclées $R$	%	33.33
Le débit de boues recyclées $Q_r$	m <sup>3</sup> /j	5034
Age des boues $A_b$	j	4
<b>Caractéristiques du clarificateur</b>	-	-
Forme	-	Circulaire
Nombre de bassins	-	1
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	709
Diamètre	m	30.1
Volume	m <sup>3</sup>	2127.1
Hauteur totale	m	3
Temps de séjour pour le débit moyen horaire	j	3 h 23 min

Tableau VI.8 : Résultats de calcul d'aérateur

**VI.2.4. Traitement tertiaire (désinfection) :**

En Algérie, l'hypochlorite de sodium (eau javel) est le produit désinfectant le plus utilisé dans les stations d'épuration grâce de sa disponibilité sur le marché et son fiable coût. [11]

**VI.2.4.1. Dose du chlore à injecter : [29]**

Pour agir correctement, le chlore impose d'une part que l'eau soit préalablement bien épurée et d'autre part, qu'un temps de contact de 30 min soit respecté.

Les doses habituellement adoptées se situent entre 5 et 10 mg/l de chlore.

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

**VI.2.4.2. La dose journalière en chlore :**

$$D_j = Q_{moy.j} \times D_{Cl}$$

$$D_j = 15103.54 \times 0.01 = 151.04 \text{ kg/j}$$

**VI.2.4.3. Dimensionnement du bassin de désinfection :**

Pour :  $Q_{pts} = 1063.5 \text{ m}^3/h$

$$T_s = 30 \text{ min}$$

**a- Le volume du bassin :**

$$V = Q_{pts} \times T_s$$

$$V = 1063.5 \times \frac{30}{60}$$

$$V = 531.77 \text{ m}^3$$

**b- La hauteur du bassin :**

On fixe  $H = 3 \text{ m}$

**c- La surface horizontale :**

$$S_h = \frac{V}{H}$$

$$S_h = \frac{531.77}{3}$$

$$S_h = 177.3 \text{ m}^2$$

**d- La largeur et la longueur :**

On prend :  $L = 2 \times B$

$$B = \sqrt{\frac{S_h}{2}} = \sqrt{\frac{177.3}{2}}$$

$$B = 9.4 \text{ m}$$

Alors :

$$L = 2 \times 9.4 = 18.8 \text{ m}$$

Avec :

L : longueur du bassin de désinfection ;

B : largeur du bassin de désinfection.

Les résultats de dimensionnement du bassin de désinfection pour l'horizon 2051 représentés sur le tableau suivant :

Caractéristiques du bassin	Unité	Horizon 2051
Volume	m <sup>3</sup>	531.77
Hauteur totale	m	3
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	177.3
Longueur	m	18.8
Largeur	m	9.4
Dose journalière en chlore	Kg/j	151.04

**Tableau VI.9 : Résultats de dimensionnement du bassin de désinfection**

### VI.3. Traitement des boues :

Les boues provenant du décanteur primaire et secondaire sont admises dans une filière de traitement comportent l'épaississement, la stabilisation, la déshydratation et l'évacuation finale.

#### VI.3.1. Epaississement :

##### Dimensionnement de l'épaississeur :

Il reçoit les boues issues du décanteur primaire et secondaire

La production journalière des boues est de :

##### a- Boues issues du décanteur primaire :

Boues primaires :  $D_{Xp} = DBO_{5e} + MES_{e2}$

$$D_{Xp} = 1514.37 + 3041.83 = 4556.2 \text{ kg/j}$$

##### b- Boues issues du décanteur secondaire :

Boues secondaires :  $D_{Xs} = 1934.65 \text{ kg/j}$  (représente les boues en excès)

##### c- la quantité totale journalière des boues sera :

$$D_{Xt} = D_{Xp} + D_{Xs}$$

$$D_{Xt} = 4556.2 + 1934.65 = 6490.85 \text{ kg/j}$$

##### d- La concentration des boues :

A l'entrée de l'épaississeur, les boues fraîches ont les concentrations moyennes suivantes : [12]

- Boues primaires : (20-30) g/l
- Boues secondaire : (10-30) g/l

##### e- Calcul du débit journalier reçu par l'épaississeur :

Le débit journalier de boues entrant dans l'épaississeur correspond aux débits de boues issus des deux décanteurs.

##### 1- Le débit arrivant du décanteur primaire :

$$Q_1 = \frac{D_{Xp}}{S_1}$$

Avec :

$D_{Xp}$  : Quantité issues du décanteur primaire

$S_1$  : Concentration des boues.

On prendra  $S_1 = 25 \text{ g/l}$

$$Q_1 = \frac{4556.2}{25} = 182.2 \text{ m}^3/\text{j}$$

2- Le débit arrivant du décanteur secondaire :

$$Q_2 = \frac{D_{Xs}}{S_2}$$

Avec :

$D_{Xs}$  : Quantité issues du décanteur secondaire ;

$S_2$  : Concentration des boues.

On prendra  $S_2 = 20 \text{ g/l}$

$$Q_2 = \frac{1934.65}{20} = 96.73 \text{ m}^3/\text{j}$$

3- Le débit total ( $Q_t$ ) :

$$Q_t = Q_1 + Q_2$$

$$Q_t = 182.2 + 96.73 = 278.93 \text{ m}^3/\text{j}$$

4- La concentration du mélange ( $S$ ) :

$$[S] = \frac{D_{Xt}}{Q_t}$$

$$[S] = \frac{6490.85}{278.93} = 23.27 \text{ kg/m}^3$$

5- Le volume de l'épaisseur :

$$V = Q_t \times T_s$$

Avec :

$T_s$  : Temps de séjour = 2 jour.

$$V = 278.93 \times 2 = 557.86 \text{ m}^3$$

6- La surface horizontale :

Pour une profondeur de  $H = 3 \text{ m}$ , on calcule :

$$S_h = \frac{V}{H}$$

$$S_h = \frac{557.86}{3} = 185.95 \text{ m}^2$$

7- Le diamètre :

Notre épaisseur a une forme circulaire de diamètre :

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 185.95}{3.14}} = 15.39 \text{ m}$$

### 8- Caractéristiques des boues épaissies : [30]

La concentration des boues  $[C_{be}]$  après épaississement par décantation est de l'ordre de 80 à 100 g/l.

### 9- Calcul du débit des boues épaissies :

Avec :

$$[C_{be}] = 85 \text{ g/l.}$$

$$Q_b = \frac{D_{Xt}}{C_{be}} = \frac{5445.6}{85} = 64.1 \text{ m}^3/\text{j}$$

### VI.3.2. Stabilisation :

Le but de la stabilisation est d'éliminer dans la phase de respiration endogène 45% de MVS contenues dans les boues.

L'oxygénation est assurée par des aérateurs de surface ou insufflation d'air pour maintenir une concentration d'oxygène au moins égale à 2 mg / l. [34]

#### ➤ La quantité de MVS contenue dans les boues :

$$\text{MES} = 5069.71 \text{ kg/j}$$

$$\text{MM} = 600.35 \text{ kg/j}$$

$$\text{MVS} = 4469.36 \text{ kg/j}$$

#### ➤ La quantité de MVS à la sortie du bassin de stabilisation :

$$MVS_s = MVS - (0.45 \times MVS)$$

$$MVS_s = 4469.36 - (0.45 \times 4469.36) = 2458.15 \text{ kg/j}$$

#### ➤ Temps de séjour :

L'élimination des MVS est souvent traduite par la relation suivante :

$$B_a = B_{a0} \times 1^{K_s \cdot T}$$

Avec :

$B_a$  : Représente la quantité de MVS au temps t ;

$B_{a0}$  : Représente la quantité de MVS au temps initial ;

$K_s$  : le taux d'élimination des MVS qui dépend de la boue, de la température et également des traitements précédant la digestion.

Les valeurs de  $k_s$  s'échelonnent entre 0.5 et 0.05, nous prenons  $k_s = 0.05$ .

L'alimentation se faisant régulièrement une fois par jour et le mélange étant inégale, la fraction volatile de boues maintenues dans le bassin sera telle que :

$$B_a = B_{a0} \times 1^{K_s \cdot T} = 0.95^{B_{a0}}$$

Et la fraction volatile stabilisée sera :

$$(1 - 0.95) \times B_a = 45\% \text{ de MVS stabilisée}$$

$$0.05 B_a = 0.45 \times 4469.36 = 2011.2 \text{ kg}$$

Alors :  $B_a = 40224.24 \text{ kg}$

L'extraction journalier est de 2458.15 kg/j MVS/j. l'âge des boues en stabilisation sera donc :

$$T = \frac{B_a}{MVS_S} \frac{40224.24}{2458.15} = 16.4 \text{ jours}$$

- **Boues en excès dans le stabilisateur :**

$$Q_{excès} = MM + MVS_S$$

$$Q_{excès} = 600.35 + 2458.15 = 3058.5 \text{ kg de boues /jour}$$

- **La masse de boue à maintenir dans le stabilisateur ( $M_B$ ) :**

$$M_B = Q_{excès} \times T$$

$$M_B = 3058.5 \times 16.4 = 50159.4 \text{ kg}$$

Sachant que les boues épaissies peuvent atteindre des taux de concentration  $C_{be}$  de 80 à 100g/l, on prend  $C_{be}=85\text{g/l}$ .

- **Volume du bassin de stabilisation :**

$$V = \frac{M_B}{C_{be}}$$

$$V = \frac{50159.4}{85} = 590.1 \text{ m}^3$$

- **Surface horizontale :**

On prend la hauteur du bassin de stabilisation  $H=4 \text{ m}$

$$S_h = \frac{V}{H}$$

$$S_h = \frac{590.1}{4} = 147.53 \text{ m}^2$$

- **La largeur de bassin :**

On a :  $L=2l$

$$l = \left(\frac{S_h}{2}\right)^{0.5}$$

$$l = \left(\frac{147.53}{2}\right)^{0.5} = 8.6 \text{ m}$$

- **La longueur de bassin :**

$$L = 2 \times l$$

$$L = 2 \times 8.6 = 17.2 \text{ m}$$

### VI.3.3. Lits de séchage : [34]

Les boues épaissies sont épandues sur des lits pour y être déshydratées naturellement. Les lits sont formés d'aires délimitées par des murettes. Ils sont constitués d'une couche de sable

disposée sur une couche support de gravier. Les drains, disposés sous la couche support, recueillent les eaux d'égouttage pour les ramener en tête de station. L'épaisseur maximale (H) de boues à admettre sur les lits de séchage est 40 cm.

Les opérations successives de remplissage d'un lit doivent être faites à intervalles rapprochés, soit 2 à 3 jours, la durée de séchage est de 4 à 6 semaines suivant le climat et les saisons.

Une largeur (b) optimum de 8m et une longueur (L) de 20m à 30m est conseillée si le lit n'est alimenté qu'en un seul point.

➤ **Calcul des lits de séchage :**

Nous avons choisi les dimensions suivantes :  $b=8\text{ m}$  ;  $L=20\text{ m}$  ;  $H=0.4\text{ m}$

➤ **Le volume de boues épandues sur chaque lit :**

$$V = b \times L \times H$$

$$V = 8 \times 20 \times 0.4 = 64\text{ m}^3$$

Le séchage des boues se fera quotidiennement avec une période de latence correspondant à la période d'enlèvement des boues séchées et de nettoyage des lits.

➤ **La quantité des boues à extraire quotidiennement est :**

$$Q_t = (MVS)_s = 2458.15\text{ kg/j}$$

La concentration des boues du stabilisateur varie entre 80 et 100 g/l.

On prend une concentration de 85 g/l, d'où le volume journalier des boues à extraire suivant :

$$V_1 = \frac{2458.15}{85} = 28.9\text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **Nombre de lit nécessaire à chaque épandage :**

$$\frac{V_1}{V} = \frac{28.9}{64} = 0.45 \text{ On prend } n = 1$$

➤ **Volume des boues épandues par lit et par an :**

Il est généralement admis que chaque lit sert 12 fois par an :

$$V_2 = 12 \times V = 12 \times 64 = 768\text{ m}^3$$

➤ **Le volume des boues à sécher par an :**

$$V_{ba} = V_1 \times 365$$

$$V_{ba} = 28.9 \times 365 = 10548.5\text{ m}^3$$

➤ **Nombre de lit nécessaire :**

$$N = \frac{V_{ba}}{V_2}$$

$$N = \frac{10548.5}{768} = 13.7 = 14\text{ lits}$$

➤ **Surface nécessaire :**

$$S = S_0 \times N$$

Où :  $S_0$  c'est la surface d'un lit de séchage :  $S_0 = L \times b = 20 \times 8 = 160\text{ m}^2$

$$S = 160 \times 14 = 2240\text{ m}^2$$

Les résultats de dimensionnement de l'épaississeur, stabilisateur aérobie et les lits de séchage pour l'horizon 2051 sont représentés dans le tableau suivant :

Désignations	Unité	Horizon 2051
<b>Dimensionnement de l'épaississeur</b>		
Boues issues du décanteur primaire	Kg/j	4556.2
Boues issues du décanteur secondaire	Kg/j	1934.65
La quantité totale journalière des boues	Kg/j	6490.85
Le débit total	m <sup>3</sup> /j	278.93
La concentration du mélange	Kg/m <sup>3</sup>	23.27
Débit des boues épaissies	m <sup>3</sup> /j	64.1
Hauteur totale	m	3
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	185.95
Volume	m <sup>3</sup>	557.86
Diamètre	m	15.39
<b>Stabilisateur aérobie</b>		
La quantité de MVS contenue dans les boues		
• MES		5069.71
• MM	Kg/j	600.35
• MVS		4469.36
La quantité de MVS à la sortie de la stabilisation	Kg/j	2458.15
Temps de séjour	J	16.4
Boues en excès dans le stabilisateur	Kg/j	3058.5
La masse de boue à maintenir dans le stabilisateur (Mb)	Kg	50159.4
Hauteur totale	m	4
Volume du bassin de stabilisation	m <sup>3</sup>	590.1
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	147.53
La longueur du bassin	m	17.2
La largeur du bassin	m	8.6
<b>Lit de séchage</b>		
Le volume de boues épandues sur chaque lit	m <sup>3</sup>	64
La quantité des boues à extraire	Kg/j	2458.15
Volume des boues épandues par lit et par an	m <sup>3</sup>	768
Volume des boues à sécher par an	m <sup>3</sup>	10548.5
Nombre de lits nécessaire	-	14
Surface nécessaire	m <sup>2</sup>	2240

**Tableau VI.10 : Les résultats de dimensionnement de l'épaississeur, stabilisateur aérobie et les lits de séchage**

#### VI.4. Conclusion :

A travers les calculs effectués dans ce chapitre, nous pouvons déduire que la superficie du terrain réservé pour la réalisation de la station d'épuration, est suffisante pour l'implantation des différents ouvrages constituant y compris leurs accessoires pour l'horizon 2051.

Pour la majorité des ouvrages nous avons choisi la forme circulaire des bassins (clarificateur, épaississeur) car cette forme est caractérisée par une consommation moyenne de l'espace et facilite le déplacement des racleurs (de fond ou de surface).

A blue oval shape with a thin black border, centered on the page. It contains the chapter title in bold, italicized black text.

***Chapitre VII : Gestion et  
exploitation d'une STEP***

**VII.1. Introduction :**

La bonne exploitation d'une STEP est généralement assurée par son détenteur, ce dernier doit veiller pour réussir la conduite d'une station d'épuration et la mettre dans ses conditions optimales qui sont :

- Obtenir les performances épuratoires de cahier de charge ;
- Assurer la pérennité des installations ;
- Optimiser le coût de réalisation de l'épuration.

Ces trois critères, assurent la maîtrise des procédés de traitement et la gestion rigoureuse de l'infrastructure et les équipements présents dans la station d'épuration. Ils permettent l'exploitation optimale de la station, ainsi de répondre aux exigences en matière de norme de rejet dans le milieu récepteur pour la sauvegarde environnemental ou encore en matière de réutilisation de l'eau épurée dans un souci d'économie de l'eau.

**VII.2. Accès à la station : [3]**

La voirie d'accès à la station doit satisfaire à certains critères :

- L'accès à la station doit pouvoir se faire dans de bonnes conditions toute l'année (notamment en hiver dans les zones de montagne : déneigement prioritaire).
- La station doit comprendre une clôture. Les portes et portails d'accès à la station seront équipés de la même serrure (clé unique).
- L'éclairage extérieur de la station est souhaitable.
- Des panneaux interdisant l'accès au public seront prévus.

**VII.3. Etablissement de document :**

Une station d'épuration comporte des appareillages de diverses natures, il est donc indispensable d'établir, au préalable, un nombre de documents permettant une organisation rationnelle de leur entretien.

**VII.3.1. Documents d'ordre des opérations à effectuer :**

Les documents permettant de déterminer les opérations à effectuer et d'en ordonner l'exécution sont :

- Un tableau général du matériel : les caractéristiques et les organes de chaque appareil y sont mentionnés ;
- Les fiches d'entretien par appareil : Les fiches d'entretien établies pour chaque appareil doivent indiquer toutes les opérations à y effectuer avec mention de leur fréquence.

**VII.3.2. Documents de contrôle:**

- Les feuilles de temps de marche mentionnent les temps de marche journaliers et, éventuellement, la puissance absorbée ;
- Les fiches de contrôle qui permettent d'apprécier les baisses de rendement et de déterminer le moment opportun de remplacement.

Des rapports d'exploitation détaillés sont indispensables pour contrôler la marche de la station.

La comparaison des rapports mensuels s'étendant sur de longues périodes, permet de constater les variations dues aux changements de population, de la station, de méthodes d'exploitation ou d'autres facteurs.

#### **VII.4. Contrôle de fonctionnement :**

La durée de vie d'une station d'épuration et son bon fonctionnement reposent sur l'entretien de ses ouvrages. Il faut donc assurer le maintien parfait de l'état de propreté de l'ensemble de la station en nettoyant les rigoles, caniveaux, murs...etc.

Les ouvrages métalliques doivent être repeints en moyenne tous les cinq ans afin de les protéger contre la corrosion.

Les ouvrages en béton doivent être régulièrement inspectés. Les vérifications doivent porter sur l'étanchéité, la détection des fissures, les ruptures des joints de dilatation. Il faut lubrifier et graisser régulièrement tous les équipements mécaniques et électromécaniques et veiller à leur bon fonctionnement.

Pour les équipements immergés, une vidange une fois par an des ouvrages où ils sont disposés est nécessaire pour leur entretien. Les équipements d'aération doivent être également inspectés régulièrement en nettoyant les orifices de diffusion de l'air. Ce qui nous mène à exiger une attention distinctive afin d'assurer de façon continue l'épuration conforme des effluents. Elle doit s'exercer à plusieurs niveaux :

##### **VII.4.1. Contrôles journaliers :**

Ces contrôles peuvent être effectués par l'exploitant, différentes épreuves ou observations permettent d'apprécier la rationalisation de la conduite de la station d'épuration :

- Le test de décantabilité et de turbidité,
- Les odeurs
- Les couleurs des boues,
- Le manque d'oxygène se fait sentir par une odeur désagréable, et une couleur de boue grise noire, on peut dire que c'est un indice optique et odorant.

Afin de permettre des contrôles périodiques plus précis, il est important que l'exploitant tienne un journal de bord sur lequel il consignera les résultats des tests et les observations faites.

#### **Remarque :**

Chaque contrôle journalier doit toujours être fait à la même heure pour être représentatif.

##### **VII.4.2. Contrôles périodiques :**

Le but essentiel de ces contrôles est d'attribuer aux résultats détenus préalablement des solutions fiables et d'apporter au maître de l'ouvrage les conseils nécessaires à une bonne exploitation en proposant toutes les améliorations ou rectifications qui s'imposent.

Les investigations complémentaires qu'il est souhaitable de mener dans le cadre de ces visites sont :

- Une mesure de l'oxygène dans le bassin d'aération,

- Une analyse des boues prélevées dans le bassin d'aération après un fonctionnement de 15 à 20 mn des aérateurs, ayant pour objet de déterminer : la décantabilité, la teneur en MES, la teneur en MVS.
- Une analyse de l'effluent épuré sur un prélèvement instantané, considérant que la quantité de l'effluent épuré varie généralement très peu dans une journée sur une station d'épuration,
- Une visite bilan au moins une fois par an qui consistera à effectuer un diagnostic complet du fonctionnement de la station, en effectuant notamment :
  - Des analyses sur l'effluent reçu par la station en 24h à partir des prélèvements des échantillons moyens représentatifs afin de mesurer les débits et les différents paramètres de pollution tel que la DBO, la DCO, le MES, l'azote, le phosphates...etc,
  - Des analyses sur l'effluent épuré qui pourront s'effectuer à partir des prélèvements effectués toutes les heures, visant à déterminer les mêmes paramètres en fonction du débit.



*Figure VII.1. Installation d'un préleveur pour la mise en œuvre d'un bilan ponctuel*

#### **VII.5. Mesure des paramètres de fonctionnement de la station :**

##### **Mesure de la turbidité : [35]**

L'épreuve la plus couramment utilisée est disque de Secchi, qui permet d'apprécier la transparence de l'eau vue par un œil humain ou son opacité.

Ce disque de 0,50 cm, sera plongé lentement dans l'eau. Le niveau d'eau (h) repéré sur la tige métallique graduée fixée au centre du disque, nous renseignera sur la qualité de l'eau selon ces données.

- $H < 20$  cm l'eau est mauvaise ;
- $40 < h < 50$  cm l'eau est bonne ;
- $H < 60$  cm l'eau est très bonne.

Ce test nous permet d'avoir le degré d'épuration atteint après la décantation secondaire.



*Figure VII.2. Disque de Secchi*

Des capteurs mesurant la turbidité peuvent être également installés aux différents niveaux de la station : mesure de la turbidité en sortie, concentration en MES dans le bassin d'aération, dans la recirculation et dans le traitement des boues.

#### **Mesure de la teneur en oxygène dissous : [35]**

La mesure de la teneur en oxygène dissous est réalisée à l'aide d'une sonde paléographique (sonde à oxygène) dans le bassin d'activation 15 mn après la mise en route des systèmes d'aération. Le but de cette opération est de :

- Mesurer une concentration moyenne en oxygène dissous comprise entre 0,50 et 2 mg/l,
- Suivre l'évolution de la teneur en oxygène dissous après l'arrêt des dispositifs d'aération.



*Figure VII.3. Capteurs de turbidité et d'oxygène dissous*

**Mesure de pH et température : [35]**

La mesure de pH est indispensable et cela pour connaître le degré d'alcalinité et d'acidité du milieu. La mesure du pH doit être faite à l'entrée de la station et cela pour prendre toutes les mesures pour le bon fonctionnement des ouvrages.

Pour maintenir la température nécessaire aux bactéries et surtout durant la période froide la mesure de la température est très recommandée.

**Mesure et Contrôle du débit : [36]**

Les mesures de débit ont une très grande importance. En effet, elles conditionnent le calcul des charges polluantes, de la capacité libre disponible, du taux d'eaux claires parasites, etc. Un effort particulier doit être porté sur les systèmes de collecte pour pouvoir quantifier les flux déversés dans les eaux de surface (débitmètre sur les déversoirs d'orage et de BEP, sur les by-pass d'entrée de STEP, etc.)

Un contrôle annuel (étalonnage) des instruments de mesure doit être effectué par un organisme compétent. La conclusion d'un contrat de maintenance est recommandée. Dans tous les cas, les dispositifs de mesure doivent être nettoyés et contrôlés régulièrement.

Les mesures de débit sont requises comme suit :

- En entrée STEP, avant tout retour en tête (centrats, eaux boueuses du digesteur, etc.) ;
- En sortie STEP, directement avant le rejet dans le milieu récepteur ;
- Sur tous les bypass.

**VII.6. Entretien des ouvrages : [35]**

Pour une station d'épuration à boues activées, il est recommandé de faire le tour de l'ouvrage pour déceler toutes anomalies (odeur, couleur, débit, départ de boues).

- Vérifier le déversoir d'orage
- Nettoyer les prétraitements et évacuer les déchets.
- Contrôler le fonctionnement des moteurs, des voyants et compteurs de l'armoire électrique.
- Vérifier l'installation électrique par un professionnel agréé

**Le dégrilleur :**

- Les déchets seront évacués quotidiennement, le nettoyage des parois des grilles se fait par un jet d'eau et l'enlèvement des matières adhérentes putrescibles par les râtaux ;
- Noter les quantités de refus journaliers,
- Vérifier le niveau d'huile et de graisse des chaînes d'entraînement,
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement électromécanique de l'installation.

**Dessableur-déshuileur:**

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté ;
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement de l'installation ;
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement du pont roulant et des procédés de raclage, suivi du déroulement complet d'un cycle de fonctionnement ;

- Faire fonctionner 24h/24h le pont roulant et l'insufflation d'air.

**Désinfection des eaux épurées :**

- Maintenir le poste en état de propreté,
- Respecter les procédures de mise en marche et d'arrêt des installations fournies par les constructeurs,
- Faire fonctionner régulièrement le circuit de secours de chloration,
- Ne jamais utiliser l'eau dans les circuits véhiculant du chlore,
- Au cours de toute intervention dans les locaux de stockage et dosage, respecter les consignes de sécurité.

**Lits de séchage :**

- Préalablement à l'épandage des boues liquides, le lit de sable devra être soigneusement désherbé et ratissé afin de détasser la masse filtrante et la régulariser ;
- Les quantités de boues à admettre sur les lits de séchage ne devront pas dépasser une épaisseur de 40 cm ;
- Après deux à trois utilisations du lit, la couche superficielle est renouvelée par un sable propre ;
- Tous les deux ans, il faut changer les lits de séchage (les lits seront refaits complètement car les drains seront colmatés ou brisés) ;
- Entre deux épandages de boues, le lit pourra être protégé par un film plastique destiné à éviter la prolifération de la végétation et le tassement des matériaux filtrants par les précipitations.

**Bassin d'aération :**

- Chaque jour contrôler et intervenir pour tous les équipements d'aération fonctionnant convenablement,
- Vérifier et entretenir les procédures automatiques de démarrage et d'arrêt des aérateurs,
- Noter les paramètres de fonctionnement tel que le débit et l'oxygène,
- Mesurer et noter quotidiennement la charge en DBO entrante.

**Clarificateur :**

- maintenir le clarificateur en état de propreté,
- Vérifier tous les six mois le bon fonctionnement des dispositifs d'isolation du clarificateur,
- Vérifier quotidiennement le bon fonctionnement des dispositifs de pompes des écumes,
- Analyser contractuellement l'eau après clarification (DBO, DCO, MES),
- Sa vidange nécessaire par intervention, vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôle et entretien des structures immergées.

**Epaississeur :**

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté,
- Mesurer quotidiennement la hauteur du voile de boue, le garde boue ne doit pas être inférieur à 2 m,
- Contrôler et noter chaque jour le pH des eaux surversées et des boues épaissies,
- Relever les volumes des boues soutirées des épaississeurs,
- Vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôler les structures immergées.

**VII.7. Hygiène et sécurité dans le travail : [25]****VII.7.1. Risques de circulation :**

Les chutes comptent parmi les accidents les plus fréquents. Elles sont dues à l'absence de balustrades, à l'étroitesse des abords des bassins, des dégagements et des cheminements, à la présence de boue ou de d'eau ou de chaussures à semelles glissantes, trop souvent aussi à la négligence et au mauvais entretien.

Les chutes de hauteur sont prévenues par la mise en place de garde-corps, dès que la différence de niveau dépasse 0,5m. On préfère systématiquement les escaliers aux échelles pour l'accès à des organes visité fréquemment. Les échelles seront munies de crinolines partant à 2,5m du sol dès que leur hauteur dépasse 3m ; l'accès et la sortie des crinolines devront être aisés, même pour un personnel. Les chutes dans les bassins (bassins d'aération, bassins à boues, décanteurs) sont toujours des incidents graves, surtout pour les deux premières catégories d'ouvrages. Des accès commodes munis de garde-corps devront être étudiés pour faciliter les opérations de visite et d'entretien. Fréquemment le personnel en est réduit à emprunter les opérations parfois jugées inutiles par le projeteur, mais à laquelle les responsables de stations sensibles à la bonne présentation des ouvrages, attachent quelque importance.

Des filins seront tendus autour ou en travers des bassins, à 10 cm au-dessus de l'eau et des échelons de sortie seront scellés dans la paroi des cuves. Des bouées sont disposées en bordure. Des dispositifs de coupe-circuit installés à proximité des bassins doivent permettre d'arrêter les aérateurs mécaniques. Le port de gilets de sauvetage est recommandé, malgré la gêne qu'il entraîne. Les glissades seront évitées par la mise en place de sols antidérapants, Le nettoyage des sols, l'élimination des flaques d'eau ou de boue et des taches de lubrifiants, l'évacuation des eaux, le port de chaussures antidérapantes.

**VII.7.2. Risques de manutention :**

La manutention est à l'origine de nombreux incidents, notamment le levage et la remise en place des trappes de fermeture des regards. On préférera aux plaques en béton les plaques métalliques pleines, plus légères et mieux équipées, Les plaques rondes ne risquent pas de se mettre en travers de l'orifice et d'échapper pour tomber au fond du regard, comme les plaques carrées dépourvues d'un dispositif de charnière.

**VII.7.3. Risque d'incendie et d'explosion :**

Le risque d'incendie est très réduit sur les stations où il n'existe pas de stockage des gaz de Digestion. Seule la défaillance simultanée de l'ensemble des dispositifs de protection électrique pourrait entraîner d'un feu de ce type. Si les gaz de digestion sont accumulés en vues d'une réutilisation, le risque d'explosion l'emporte sur celui d'incendie : le digesteur et ses

annexes relèvent alors de la réglementation des installations classées. Ils comporteront un limiteur de pression, un système anti vide avec un signal d'alarme, une sécurité anti-retour de flamme, une torchère, un équipement électrique antidéflagrant. Les locaux seront ventilés et contrôlés à l'aide d'un explosimètre. Les canalisations de gaz seront repérées, les lieux de leur passage ventilés, artificiellement pour ceux qui seraient situés en souterrain.

Lors de la vidange d'un digesteur pour réparation intérieure, on pratiquera une ventilation forcée suffisante, après avoir éliminé autant que possible toutes les matières organiques assez constantes pour subsister après la vidange et susceptibles de poursuivre leur fermentation en produisant des gaz qui risquent de s'accumuler dans l'ouvrage. Mais des fermentations peuvent survenir également partout là où il y a accumulation de matières organiques.

Il faut aussi prendre garde au danger résultant de l'introduction dans le réseau de liquides volatils (Solvants organiques, essence, etc...). Les incidents seront prévenus par une ventilation efficace et l'exploration à l'explosimètre avant la mise en marche de tout appareil susceptible de provoquer une déflagration (poste de soudure par exemple).

#### **VII.7.4. Risque d'intoxication :**

Un risque d'intoxication peut apparaître à la suite du déversement de substances toxiques ; mais les incidents les plus fréquents tiennent à l'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S), produit en abondance par les digesteurs, et qui se dégage plus facilement en phase acide. Il possède la propriété de sidérer l'odorat, ce qui limite les possibilités de détection par l'odeur. Son action est brutale. Sa présence peut être détectée simplement, par exposition d'un papier imbibé d'une solution d'acétate de plomb, qui noircit immédiatement. Des précautions spéciales seront à prendre pour pénétrer dans les zones suspectes. Toute odeur anormale, toute sensation inhabituelle entraînera la remontée immédiate et sera aussitôt signalée au responsable de la station.

#### **VII.7.5. Risque mécanique :**

Les risques mécaniques (entraînement, choc, cisaillement, coupure) résultant d'organes en mouvement seront prévenus par la mise en place d'écrans ou de grilles, fixes ou mobiles selon les cas. Les protections mobiles ne devront pas pouvoir être ouvertes sans provoquer de ce fait l'arrêt de l'organe qu'elles isolent. On portera une attention particulière aux chaînes des dégrilleurs, aux courroies de transmission, aux entraînements des systèmes de raclage, etc... le danger des coupures est accru par le caractère septique des produits manipulés : d'où la nécessité de procéder immédiatement à un lavage et à une désinfection soignée et de faire examiner par un médecin.

Le port de gants limite considérablement les occasions de coupure ou de brûlure.

#### **VII.7.6. Risque aux réactifs :**

Un certain nombre des réactifs utilisés pour le conditionnement des boues ou les traitements physico-chimiques des effluents ou encore pour la décontamination avant rejet sont fortement corrosifs. On ne citera ici que la chaux, le chlore et ses dérivés. Les poussières de chaux sont susceptibles d'atteindre le système respiratoire et les yeux ; la chaux fortement caustique peut aussi attaquer la peau ; Tous les produits pulvérulents, la chaux en particulier, devaient dans la mesure du possible être manipulée en atmosphère calme ou mieux en circuit

clos. La protection des yeux et de la bouche sera assurée par des lunettes et un masque, celle du corps et des mains par des vêtements adaptés et des gants.

Les dangers du chlore sont beaucoup plus redoutables : quelques inhalations d'un mélange d'air du chlore peuvent entraîner un mort presque immédiate par suffocation. Le danger est d'autant plus important que les quantités mises en jeu pour la désinfection des effluents, soient beaucoup plus élevées que celles qu'on utilise pour les eaux d'alimentation, ce qui implique la manipulation fréquente de bouteilles ou de cylindres et multiplie les risques de fuite.

La réglementation des établissements classés impose de nombreuses contraintes pour les dépôts de chlore (limitation des quantités stockées, emplacement, matériaux, aménagement du local de stockage ; interdiction de toutes activités dans le local de stockage, possibilité d'évacuation rapide ; masques à gaz, réserves de solution alcalines neutralisantes ou réductrice, etc...).

#### **VII.7.7. Risque électrique :**

Il est accru par l'ambiance humide des stations. La réglementation est à ce sujet très précis, (*décret n° 62 1454 du 14 novembre 1962, normes NFC 15-100 et 20-010*). Les principales mesures de prévention sur l'installation comprennent :

- l'utilisation de très basse tension de sécurité ;
- l'isolation des parties actives ;
- la protection par des enveloppes ou des barrières ;
- la pose de disjoncteurs différentiels ;
- l'interconnexion des masses.

Elles sont à compléter par l'utilisation d'outils à manche isolant, de plateformes et d'échelles isolantes, le port de gants et de chaussures à semelles isolantes ; si la sécurité électrique est en pratique presque toujours satisfaisante en début d'exploitation, elle a tendance à se dégrader progressivement du fait de la manipulation des branchements annexes, de l'élimination des dispositifs de sécurité et surtout des bricolages et des branchements permanents ou temporaires.

#### **VII.7.8. Risques infectieux :**

Reste à examiner le risque sur les stations d'épuration, c'est-à-dire le risque infectieux, résultant soit d'un contact direct avec les eaux et les boues, soit de l'inhalation des aérosols émis chaque fois qu'il y a agitation de l'eau, surtout au niveau des bassins d'aération.

L'expérience acquise sur les stations comme les enquêtes épidémiologiques réalisées depuis quelques années semblent montrer que le risque, s'il n'est pas inexistant, est certainement réduit, probablement limité à quelques manifestations gastro-entérique assez bénignes, plus fréquents chez les personnels récemment recrutés. Quoiqu'il en soit des mesures préventives sont indispensables.

### **VII.8. Etude d'impact sur l'environnement : [25]**

#### **VII.8.1. Impacts sur la santé publique :**

La collecte des eaux usées permettra d'éviter les maladies à transmission hydrique susceptibles d'apparaître.

La station d'épuration des eaux usées écarte les risques sur la sante provenant de la population bactérienne des eaux usées et met à la disposition des agriculteurs un volume d'eau épurée affecté à l'irrigation sans risque majeur sur la santé.

#### **VII.8.2. Impacts liés à l'élimination des boues :**

Les boues de la station d'épuration sont le résultat du traitement des eaux lors de l'élimination de la charge organique et minérale qu'elles contiennent .Elles sont représentées sous forme d'une suspension dans l'eau de matières minérales.

La qualité et les caractéristiques des boues produites dépendent non seulement des caractéristiques de l'effluent à traiter mais du procédé de traitement choisi.

Tout rejet occasionnel ou accidentel des boues au milieu récepteur est plus préjudiciable qu'un rejet d'effluent brut en raison des risques accrus de sédimentation de MES.

L'évacuation et le transport des boues d'épuration dans des camions, vu que le site d'implantation est à proximité de la route.

#### **VII.8.3. Impacts liés à l'arrêt ou au mauvais fonctionnement de la station d'épuration :**

Les facteurs pouvant engendré un arrêt ou un mauvais fonctionnement de la station d'épuration seront due :

- Au mauvais fonctionnement du procédé ou à des pannes de l'appareillage ;
- à une pollution accidentelle : rejet industriel sans aucun traitement préalable ;
- à des erreurs humaines dans le control de la station ;
- à une faute de maintenance du système d'assainissement.

Tous ces facteurs contribuent à un rejet d'eau usée pareillement ou non traitée chargée en polluants divers et dont la qualité sera évidemment non conforme aux normes prescrites.

#### **VII.9. Conclusion :**

Gérer et exploiter une STEP reposent essentiellement sur deux (02) critères que l'exploitant doit impérativement respecter et appliquer rigoureusement :

- l'entretien permanant de l'ensemble des ouvrages de la STEP permet d'exploiter la station dans de très bonnes conditions et contribuer ainsi à ses performances et à l'augmentation de sa durée de vie,
- l'hygiène et la sécurité dans le travail est un paramètre important car il y va de la santé et même de la vie de l'ensemble du personnel de la station.

***Conclusion générale***

### Conclusion générale

Le procédé de purification des effluents pollués englobe une succession d'étapes de traitement qui visent à obtenir des eaux épurées qui satisfont aux normes de rejets édictées par la législation. Ces eaux épurées peuvent être, par la suite, évacuées sans danger dans le milieu naturel (généralement aquatique), ou bien réutilisées dans d'autres domaines tels que l'irrigation.

Une station d'épuration est majoritairement installée à l'aval d'une agglomération, à proximité du collecteur principal du réseau d'assainissement. Plusieurs principes sont exploités dans les STEP soit, physiques ou biologiques. Le plus souvent, c'est le processus biologique, car il fait intervenir des micro-organismes capables de décomposer et réduire la matière organique. La pollution maintenue dans la station d'épuration est transfigurée sous forme de boues. La technique de traitement choisie est tributaire de la qualité des eaux usées rejetées sur le réseau, du type de pollutions à traiter, du milieu récepteur, ainsi que de la disponibilité du site d'implantation.

Notre projet vise à réaliser une station d'épuration pour la commune d'*Ait Chafaa* de capacité 94398 équivalents habitants à l'horizon 2051. Tenant compte des considérations suscitées, notre choix s'est porté sur une station d'épuration à boues activées à moyen charge. Cette dernière offre plusieurs aspects positifs qui la différencient des autres procédés ; à savoir :

- ✓ Adaptée pour toute taille de collectivité ;
- ✓ Bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution ;
- ✓ Adapté pour la protection de milieux récepteurs sensibles ;
- ✓ Boues stabilisées et donc favorable pour la valorisation dans le domaine d'agriculture ;
- ✓ Ne nécessitant pas de grand espace.

Ainsi notre travail est scindé en deux volets : une synthèse bibliographique où nous avons essayé de consolider et de mettre en pratique toutes les connaissances théoriques acquises dans le domaine de l'épuration. En effet, nous avons, en premier lieu, mis en relief les diverses origines des effluents à traiter, les formes de pollution engendrée par ces rejets, ainsi que les paramètres nous permettant d'évaluer le degré de cette pollution.

En deuxième lieu, nous avons fait une description rigoureuse des différents systèmes d'épuration, en particulier le procédé à boues activées, tout en mettant en lumière les différentes étapes nécessaires à cet effet, ainsi que les ouvrages dédiés à chaque technique.

D'autre part, nous nous sommes intéressés également à la filière boues, où nous avons étudié les différentes caractéristiques des boues, et élaboré un organigramme explicatif des divers procédés de traitement des boues.

Par ailleurs, et après avoir examiné l'état des lieux et recenser toutes les données sur la zone d'étude, nous nous sommes consacrés, dans le deuxième volet, à la détermination des charges polluantes pour les confronter avec les normes recommandées par l'organisation

## Conclusion générale

---

Mondiale de la Santé. Le rendement épuratoire de la station projetée est très appréciable ; il s'élève à 93%.

La grande partie de ce travail est dédiée au dimensionnement des différents ouvrages assurant le traitement des eaux usées ainsi que les boues.

Concernant la filière eaux, nous avons calculé les ouvrages de prétraitement (le dégrilleur et le dessableur-déshuileur), l'ouvrage de traitement primaire (le décanteur primaire) ; les ouvrages de traitement biologique (bassin d'aération et clarificateur), ainsi que l'ouvrage de traitement de finition (le bassin de désinfection).

Quant à la filière boues nous avons établi le bilan des boues en calculant les différents paramètres ; à savoir : la quantité des boues en excès, la concentration de boues en excès, Le débit de boues en excès, ainsi que la quantité des boues recyclée. Les paramètres suscités nous a permis de déterminer les dimensions des différents ouvrages, à savoir : l'épaississeur, le stabilisateur et le lit de séchage.

Il est à signaler que beaucoup de stations de traitement des effluents présentent aujourd'hui, des signes de dysfonctionnement, leur pouvoir épuratoire n'étant pas satisfaisant. Cela est dû essentiellement à la mauvaise gestion et à la mauvaise exploitation des ouvrages.

En effet, la durée de vie de la station, l'efficacité et la fiabilité d'épuration restent étroitement dépendantes du bon déroulement des procédés. Afin d'assurer une meilleure gestion, l'exploitant devra mettre en place tous les moyens humains et matériels nécessaires, cela implique des actions quotidiennes, hebdomadaires ou mensuelles pour assurer le bon fonctionnement des ouvrages.

En Algérie, l'utilisation des boues comme élément fertilisant et la réutilisation des eaux épurées pour l'irrigation sont mal connues. Comme perspective, on préconise d'adapter le mode de traitement au niveau de notre station pour pouvoir valoriser les boues ainsi que les eaux épurées pour l'agriculture et l'irrigation respectivement.

On recommande également l'utilisation de traitement aux rayons UV au lieu la désinfection par chloration ; la première technique est plus économique et pose moins de problèmes de toxicité que la deuxième.

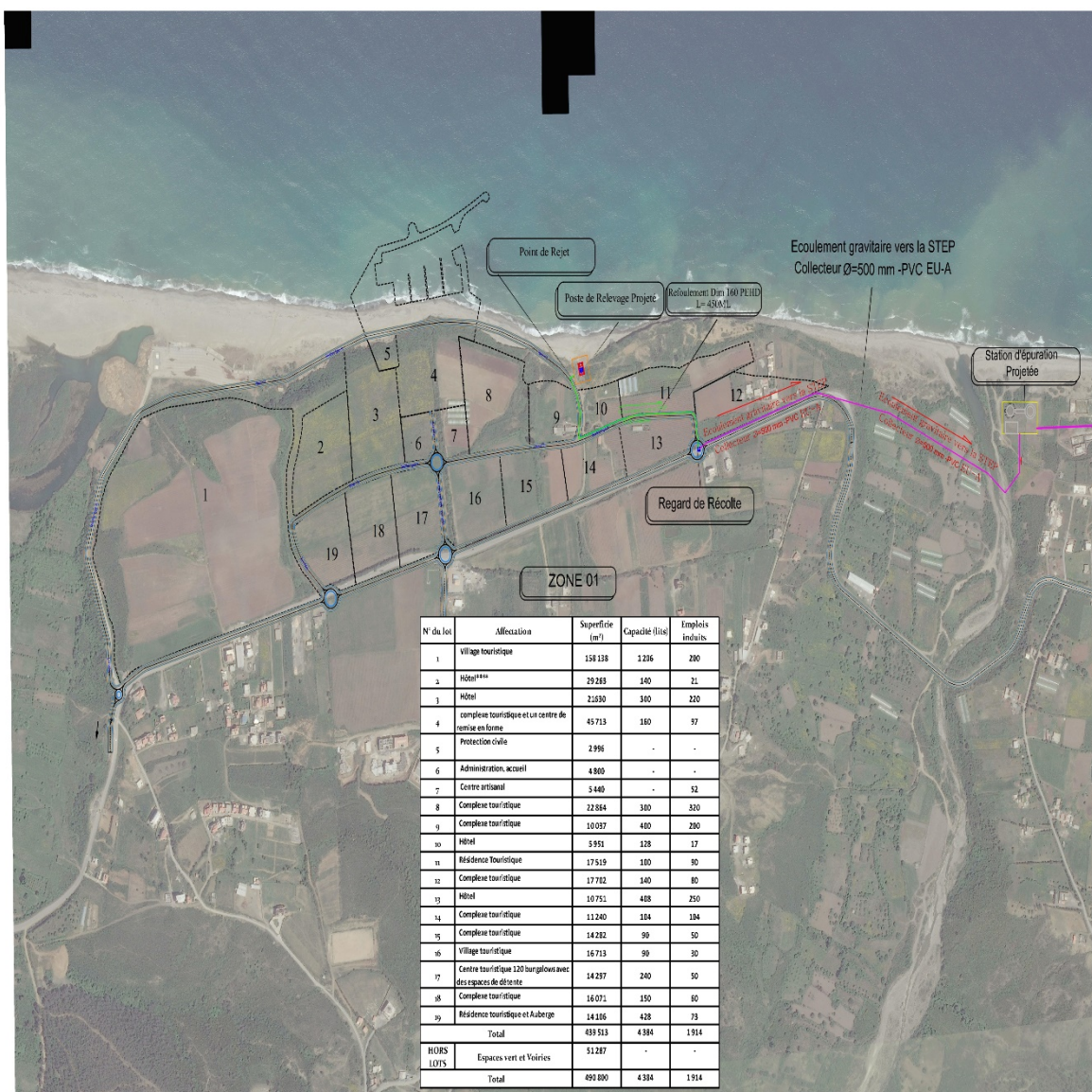
### *Références bibliographiques*

- [1] : GAID.A, 1984 : Epuration biologique des eaux usées urbaines. Tome I, Tome II, office de publication universitaire, Alger
- [2] : BOUMAAZA.M, 2019/2020 : Traitement et Epuration des eaux
- [3] : OLIVIER ALEXANDRE, CATHERINE BOUTIN, PHILIPPE DUCHENE, CECILE LAGRANGE, ABDEL LAKEL, ALAIN LIENARD, DOMINIQUE ORDITZ, Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités, FNDAE N°22 Document technique
- [4] : PHILIPPE DUCHENE : Les systèmes de traitement de boues des stations d'épuration des petites collectivités ; documentation technique FNDAE N°9
- [5] : R. SALGHI : Dimensionnement d'une station d'épuration par boues activées, l'Ecole Nationale des Sciences Appliqués d'Agadir
- [6] : EL HAITE.H, 12 Avril 2010 : Traitement des eaux usées par les réservoirs opérationnels et réutilisation pour l'irrigation
- [7] : RODIER .J: l'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer .8<sup>ème</sup>  
Édition DUNOD, Parie, 1996.
- [8] : METAHRI.M.S, 01 / 07 / 2012 : Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou
- [9] : Données recueillies au niveau de la Direction des Ressources en Eau de Tizi Ouzou.
- [10] : MARC SATIN, BECHIR SELMI et R. BOURRIER : guide technique de l'assainissement, 1998.
- [11] : MOHMED SAID OUALI : Cours des procédés unitaires biologiques et traitement des eaux, 2eme édition, 2008.
- [12] : DEGREMONT MEMONTO 2005.technique de l'eau : tome 1, 10ème édition : DEGREMONT Paris
- [13] : Plan national de l'eau mission 2 volet 4 tome 1, Aout 2010
- [14] : MESSAOUDENE.F, SOUIKI.R : Contribution au dimensionnement du réseau d'assainissement et de la station d'épuration d'Oued-Falli Commune et daïra de Tizi-Ouzou
- [15] : BALEH K, Novembre 2011 : Conception de la station d'épuration de la ville d'Azazga wilaya de Tizi-Ouzou
- [16] : [www.bretagne.developpement.durable.gouv.fr](http://www.bretagne.developpement.durable.gouv.fr): la pollution de l'eau d'origine industrielle
- [17] : ZAMOUM.S : cours 3<sup>ème</sup> année ouvrages hydrauliques, UMMTO, 2021
- [18] : Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques ; centre régionale pour l'eau potable et l'assainissement à faible cout, centre collaborant de l'OMS, Janvier 2007
- [19] : Agence Nationale de Développement du Tourisme
- [20] : [www.hydranet.net](http://www.hydranet.net), traitement des eaux

- [21] : [www.agence](http://www.agence.de.l'eau.RHIN.MUESE.FR) de l'eau RHIN.MUESE.FR
- [22] : BENSABRI S, 2016-2017 : Performances épuratoires d'une station d'épuration fonctionnant par le procédé d'oxydation alternée Etude expérimentale sur la station d'épuration des eaux usées de Ain Tolba Wilaya de Ain Temouchent
- [23] : Water and Wastewater Treatment Plant Operations, Frank R. Spellman, 2014
- [24] : BESSEDIK.M : Cours L3 Hydraulique traitement et épuration de l'eau
- [25] : OURAHMOUN.L, 2015 : Contribution au dimensionnement de la station d'épuration des eaux usées Oued Falli commune et Daïra de Tizi-Ouzou
- [26] : BELGHAOUTI.T, 2012/2013 Caractérisation physico-chimique et valorisation d'une boue de station d'épuration
- [27] : OUCHERIF.K, Octobre 2011 : Réutilisation Des Eaux Epurées De La STEP Du Pont De Bougie De La Wilaya De Tizi Ouzou à des fins agricoles
- [28] : HASSAINE.S, BOULENOUAR.H, 2017-2018 : Contribution à l'étude d'un système d'épuration des eaux usées des petites localités ; Cas d'El Khemis Wilaya de TLEMCEM
- [29] : DJEBALIO, 2008 : Contribution à la réhabilitation de la station d'épuration de BARAKI
- [30] : BAHLOUL.F, 2004 : Conception et dimensionnement d'un collecteur principal d'eaux usées et pluviales d'une station à AKROU
- [31] : Procédés extensifs d'épuration des eaux usées, adaptés aux petites et moyennes collectivités (500-5000 eq-hab) procédés extensifs d'épuration des eaux usées Guide Mise en œuvre de la directive du Conseil n° 91/271 du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires
- [32] : TALEB.M, MESSIKH.H, 2017 : Etude de la production de biogaz dans la station d'épuration de BARAKI
- [33] : Jean-Pierre CANLER – Jean-Marc PERRET – Jean-Marc CHOUBERT : Le traitement du carbone et de l'azote pour des stations d'épuration de type boue activée confrontées à des fortes variations de charge et à des basses températures, Cas des stations touristiques hivernales de montagne, Cemagref 2007
- [34] : DJAROUN.H, GOUNANE.I, 2015 : Dimensionnement hydraulique de la station d'épuration de SIDI AICH (W.BEJAIA)
- [35] : RIHANE.M, SEDDOUR.D, 2013/2014 : Dimensionnement d'une station d'épuration. Sise à AZAZGA
- [36] : Aide à l'exécution cantonale : Exploitation et contrôle des stations d'épuration communales (STEP), décembre 2021, Département de la mobilité, du territoire et de l'environnement, Service de l'environnement
- [37] : Auto-évaluation des infrastructures et des équipements des dispositifs d'épuration des eaux industrielles. Agence de l'eau eau-seine-Normandie, novembre 2017
- [38] : Subdivision d'hydraulique de la Daïra d'Azeffoun

# ANNEXE

## Annexe1: Plan d'aménagement de la zone 1



# Annexe2: Plan d'aménagement de la zone 2

