

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE

«ARBAOUI Abdallah »

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

# MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME

D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE

Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

## THEME :

Irrigation des périmètres à partir des eaux usées épurées  
de la station d'épuration de la commune de Tadmait  
Wilaya de Tizi Ouzou

Présenté par:

Mr: AKILI Ali

Promoteur:

Mr: O. RAISSI

Devant le jury composé de :

Président : Mr B. BENLAOUKLI

Examineurs : Mme A. AZIEZ

Mr D. KOLIAI

Mr R. REKROUK

Mme D. DJOUDAR

Novembre : 2011

# DEDICACES

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance :

- A ma mère qui est un être cher et elle qui m'a donné un amour sincère.
- A mon père Rabah qui m'a soutenu moralement et financièrement.
- A toute ma famille.
- A mes frères.
- A mes sœurs,
- A ma tante Fatma
- A mes cousins et cousines.
- A tous mes amis ; spécialement (Boudjemaa Moussa, Saïd, Samir, Kamel, Hafid, Ali, Nasser, Ouali, Mahrez, MohSaïd, Slimane, Ahcen, Nassim, Hamza, Rabah, Zahir...)

..... AKILI Ali.....

# Remerciements

- Je tiens à remercier vivement tous ceux qui m'ont apporté un soutien pour l'élaboration de ce mémoire de fin d'études.
- Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à mon promoteur M<sup>R</sup> RAISSI Omar, pour ces multiples efforts et ces apports précieux afin de mener ce travail à terme.
- Toute ma gratitude pour mes parents, mes sœurs et mes frères pour ses soutiens moraux et financiers.
- Je remercie Mme BAHBOUH et Mme LEULMI pour sa disponibilité dans le laboratoire et de répondre a mes questions.
- Je remercie le président et les membres de jury qui me feront l'honneur de juger mon travail.
- Je tiens à présenter pour l'occasion tout mon respect à tous les enseignants qui ont contribué à ma formation du primaire jusqu'au cycle universitaire.
- Mes remerciements également à tout le personnel de l'ENSH.
- Enfin, à tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin je leurs dis merci.

## ملخص

الهدف من هذا المشروع هو تصميم نظام الري التي ستزود مع مياه المستعملة المعالجة في محيط واد سيباو من محطة

معالجة المياه المستعملة تادميت

لهذا قدمنا دراسة عامة عن الخصائص المناخية ودراسة التربة في المنطقة والمعلمات الفيزيائية والكيميائية للمياه المعالجة.

## Résumé

L'objectif de ce projet est la conception du réseau d'irrigation qui va alimenter en eaux usées traitées le périmètre d'Oued Sébaou à partir de la station d'épuration de Tadmait.

Pour cela nous avons fait une étude générale sur les caractéristiques climatiques, l'étude du sol de la région ainsi que les paramètres physico-chimiques des eaux traitées.

## Abstract

The objective of this project is the design of the irrigation system that will supply with treated wastewater the perimeter of Oued Sebaou from the wastewater treatment plant Tadmait.

For this we made a general study on the climatic characteristics, the study of soil in the region and the physico-chemical parameters of treated water

# Sommaire

Introduction générale

Chapitre I : Généralités sur la réalisation des eaux usées épurées

Introduction .....	1
I-1-Historique sur la réutilisation des eaux usées.....	1
I-2-Origine des eaux usées .....	2
I-2-1-Les rejets domestiques.....	2
I-2-2-Les rejets industriels.....	2
I-2-3-Eaux de ruissellement.....	3
I-2-3-1.les réseaux unitaires : .....	3
I-2-3-2.les réseaux séparatifs : .....	3
I-3-Les bénéfices et les contraintes de la réutilisation des eaux usées.....	3
I-3-1-Intérêt, avantages et bénéfices de la réutilisation des eaux usées .....	4
I-3-1-1-Ressource alternative .....	4
I-3-1-2-Conservation et préservation des ressources .....	4
I-3-1-3-Valeur économique ajoutée .....	4
I-3-1-4-Valeur environnementale .....	4
I-3-1-5-Développement durable.....	5
I-3-2-défis et contraintes de la réutilisation des eaux usées .....	5
I-3-2-1-Aspects législatifs et sanitaires.....	5
I-3-2-2- Aspects sociaux .....	5
I-3-2-3-Aspects économiques .....	5
I-3-2-4.Aspects environnementaux et agronomiques .....	6
a- Incidence des chlorures.....	6
b- Teneur en bore .....	7
I-3-2-5.Aspects technologique .....	9
I-3-2-6.Aspects financières .....	9

I-4-Domains de la réutilisation des eaux usées .....	9
I-4-1-Usage agricole .....	9
I-4-1-1- L'irrigation agricole.....	9
I-4-1-2- L'irrigation des espaces verts .....	10
I-4-2-Usage industriel.....	10
Exemple de la centrale nucléaire de PALO VERDE.....	10
I-4-3-Usage domestique et municipale .....	11
I-5- Etat actuel de la composante “ réutilisation des eaux usées ”en Algérie .....	11
CONCLUSION.....	12
Chapitre II : Paramètres de qualité des eaux usées	
II-1.Paramètres de qualité des eaux usées :.....	13
II-1-1.Introduction: .....	13
II-1-2.Caractéristiques physiques des eaux usées : .....	13
II-1-2-1. Couleur :.....	13
II-1-2-2. Odeur:.....	13
II-1-2-3. Température:.....	13
II-2. Matières minérales: .....	13
II-3. Matières organiques: .....	14
II-4.Gaz : .....	14
II-5.Analyse:.....	14
II-5.1. Matières Totales:.....	15
II-5.2.Matières Filtrables :.....	15
a)Matières Dissoutes: (plus petites que 10mm).....	15
b) Matières Colloïdales: (10mm et 1 mm).....	15
II-5.3. Matières en suspension : (MES) (plus grosse que 1 mm) .....	15
a) Non Décantables: .....	15
b) Décantables :.....	15

II-5.4.Matières Organiques :	16
II-5.5.Oxygène :	16
a. Demande biochimique en oxygène :	16
b. Demande chimique en oxygène: (DCO) .....	17
II-6. Les détergents:.....	18
II-7.Epuration des eaux usées :	18
II-7-1. Introduction :	18
II-7-2.La décantation :	18
II-7-3.Coagulation floculation: .....	18
II-7-3-1. Théorie de la coagulation floculation:.....	19
II-7-3-2. Les agents de coagulation et de floculation: .....	19
a)Déstabilisation: .....	19
b) Principe de la coagulation:.....	19
II-7-3-3. Théorie de la floculation: .....	19
II-7-4. Coagulation floculation combinée au charbon actif:.....	20
II-7-4-1.Introduction: .....	20
II-7-4-2.Mécanisme de l'adsorption: .....	20
II-7-4-3.Charbon actif : .....	20
II-7-4-3-1.Principales application:-----	21
II-7-4-3-2.Charbon actif en poudre : -----	21
a) Avantages:-----	21
b) Inconvénients : -----	21
II-7-5.Traitement biologique par boue activée :	22
II-7-5-1.Les boues: .....	22
II-7-5-2.Composition microbienne des boues activées: .....	22
II-7-5-3.Les phases de croissance des boues activées: .....	22
a)Phase de latence:.....	23
b)Phase exponentielle : .....	23

c)Phase de ralentissement:.....	23
d)Phase stationnaire:.....	23
e)Phase de déclin: .....	23
II-7-5-4. Introduction de polluants nutritifs dans une biomasse activée: .....	23
a-Un effet physique de la biomasse sur le polluant introduit : .....	23
b- Un effet d'osmose biologique :.....	23
II-7-6.Mécanismes de l'épuration biologique: .....	24
Récupération des eaux résiduaires : .....	24
Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la Step et étude des analyses	
III-1.Description de la zone d'étude.....	25
III-1-1.Historique de la commune .....	25
III-1-1-1.Ancien nom : CAMP DU MARECHAL .....	25
III-1-1-2.Choix de l'emplacement du village Camp du Maréchal .....	25
III-1-1-3.Mesures préparatoires et installation des colons.....	26
III-1-2.Définition de la commune : .....	27
III-1-3.Superficie : .....	29
III-1-4. Population : .....	29
III-1-4-1.Aperçu sur l'évolution de la population suivant les résultats des recensements antérieurs.....	30
III-1-5. Limites territoriales.....	30
a-Carte géographique de la commune :GBVF.....	31
b-Carte de situation prise par Google.....	31
III-1-6. Description .....	32
III-1-7.Topographie .....	32
III-1-8.Assainissement de la commune .....	32
III-1-8-1.Eaux usées.....	32
a. Réseaux dansants .....	32

b. Fosses septiques .....	33
c. Zone et villages dépourvus de réseaux dansants.....	33
d. Les Oueds.....	33
e. Décharges et dépotoirs .....	33
f. Niche à ordures .....	34
g. Moyen de collecte des déchets.....	34
III-1-9.Alimentation en eau potable de la commune .....	34
a. Sources aménagées .....	34
b. Sources non aménagées .....	37
c. Château d'eau, Réservoirs, Bâchea eaux, Citernes.....	38
d. Puits et Forages.....	39
III-1-10.Plantation et production agricole .....	42
III-1-10-1. Introduction et présentation de la commune .....	42
III-1-10-2.le climat.....	42
III-1-10-3.Vocation de la commune générale et vocation agricole en particulier .....	42
a. Superficie agriculture .....	42
b. Programme d'investissement dans le cadre du FNRDA.....	42
c. Situation physique des plantations réalisées dans le cadre FNRDA.....	43
d. Situation de l'irrigation et de l'Apiculture dans le cadre FNRDA .....	43
e. Des chambres froides (dans le cadre FNRDA) .....	43
f. Situation des huileries (dans le cadre FNRDA).....	43
g. Situation programme jeunes investisseurs (PNDA) .....	43
h. Situation de la production animale.....	43
i. Situation des Retenues collinaires de la commune .....	44
j. Contraintes rencontrées.....	44
j-1. Foncier agricole .....	44
j-2. Programme FNRDA .....	44

j-3. Gabionnage.....	44
j-4. Retenues collinaire .....	45
j-5. Avicole : .....	45
j-6. Contraintes de fonctionnement.....	45
k. Propositions.....	45
L. Plantations existantes en compagne .....	45
M. Maraîchage de plein champ.....	46
N. Production maraîchère de plein champ.....	47
O. Plan de production compagne .....	48
III-2. Description de la station d'épuration (step) de la commune de TADMAIAT .....	49
III-2-1. Introduction.....	49
III-2-2. Les procédés de traitement des eaux usées .....	51
III-2-2-1. Prétraitement et traitement primaire .....	51
a- Relevage.....	51
b- Dégrillage .....	52
c- Dessablage .....	52
III-2-2-2. Traitement secondaire.....	53
a- Bassin de décantation primaire .....	53
b- Bassin d'aération (aération biologique).....	53
c- clarification (décantation secondaire).....	54
d- Fosses de recirculation.....	55
III-2-2-3. Traitement complémentaire .....	55
a- Canal de comptage et désinfection .....	55
b- Traitement des boues .....	55
1- Stabilisateur aérobie .....	55
2- Epaissement des boues .....	56
3- Lits de séchage.....	57

Conclusion.....	57
III-3. Etude des analyses .....	58
III-3-1.Choix des zones du prélèvement.....	58
III-3-2.Les analyses obtunues par le laboratoire est de la wilaya de Tizi Ouzou.....	58
III-3-2-1.Les paramètres de pollution analysés.....	58
III-3-2-2.Interprétation des résultats d’analyses .....	60
a-Matière En Suspension (MES).....	60
b-Demande biologique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ) .....	61
c-Demande Chimique En Oxygène (DCO) .....	62
d-Conductivité.....	63
e- La température et le PH .....	63
f-Les autres paramètres du tableau N°III-21 .....	63
III-3-2-3.Les analyses des autres paramètres physico-chimiques.....	64
III-3-3. Considérations générales sur la qualité d’eau d’irrigation .....	65
a- Guide de l’U.S Salinity Laboratory .....	65
b-Contraintes chimiques : .....	65
III-3-4. Classification des eaux d’irrigation .....	66
Définition de la salinité d’une eau .....	66
III-3-4-1. Classification mondiale de la FAO (g/l) .....	66
III-3-4-2.Classification USSL (United States Salinity Laboratory).....	67
a- Classification selon la salinité de l’eau CE.....	67
b- Classification selon le risque d’alcalinisation SAR.....	67
Commentaires .....	68
III-3-5.Calcul du SAR et SAR ajusté pour l’année 2011 .....	68
a-Calcul de SAR .....	68
b-Calcul de SAR ajusté.....	69
Conclusion .....	70

## CHAPITRE IV : Présentation du périmètre à irriguer

Introduction .....	71
IV-1.Plantation et production agricole .....	71
IV-1-1. Introduction et présentation de la commune .....	71
IV-1-2.le climat .....	71
IV-1-3.Vocation de la commune générale et vocation agricole en particulier .....	71
IV-2.Climatologie .....	72
Caractéristiques climatologiques.....	72
Précipitations .....	73
Températures .....	73
La vitesse du vent.....	74
Humidité relative.....	75
Insolation.....	75
IV-3. Caractéristiques géologiques .....	76
IV-3-1. Géologie.....	76
IV-3-2. Hydrogéologie et hydrologie.....	77
a- Ressources en eau.....	77
b- Sismologie.....	78
IV-3-3. Milieu naturel.....	78
a- Faune .....	78
b- Flore .....	78
c- Agriculture.....	79
IV-4.Représentation du diagramme de Gaussen (voir graphe N° IV-6) .....	79
IV-5.Classification du Climat .....	81
IV-5-1. Classification du climat selon l'indice d'aridité de MARTON.....	81
IV-5-2. Classification de climat selon le diagramme d'EMBERGER .....	81
IV-6.Pédologie .....	83

IV-6-1.Types de sol .....	83
a-Classe des sols minéraux bruts .....	83
b- Classe des sols peu évolués .....	83
1-Groupe alluvial : .....	83
2-Groupe d'apport colluvial : .....	83
3-Groupe d'apport alluvial et colluvial : .....	84
c-Classe des sols hydromorphes .....	84
d-Classe des vertisols.....	84
e-Classe des sols à sesquioxyde de fer.....	84
IV-6-2.FERTILITE.....	84
IV-6-3.CARACTERISTIQUES PHYSIQUES .....	85
IV-6-3-1. Texture .....	85
IV-6-3-2. Réserve .....	86
IV-6-3-3. Perméabilité .....	86
IV-6-4.CARTOGRAPHIE DES APTITUDES CULT U RALES .....	86
Catégories cartographiques.....	87
a-Arboriculture fruitier .....	87
b-Cultures fourragères .....	87
c-Cultures maraîchères .....	88
IV-6-5.Commentaires et conclusions.....	88
IV-6-6. La zone d'étude : .....	89
Conclusion :.....	90
Chapitre V : Calcul des besoins en eau des cultures	
Introduction .....	91
V-1. But de l'étude .....	91
V-2. Etude Hydrologique .....	91
V-2-1.Choix du type de loi .....	91

V-2-2. Homogénéisation de la série pluviométrique .....	92
V-2-3. Ajustement à la loi de Gauss.....	95
V-2-4. Calcul des caractéristiques empiriques de l'échantillon .....	95
V-2-5. Test de validité de l'ajustement à la loi de Gauss .....	97
Test de Khi carrée.....	97
V-2-6. Pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% .....	98
Conclusion.....	98
V-3. Les besoins en eaux d'une culture .....	99
V-3-1. Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence .....	99
Méthode de M <sup>r</sup> Penman et Motheit modifiée.....	100
V-3-2. Calcul De La Pluie Efficace.....	101
V-3-3. L'évapotranspiration réelle ou de culture ou maximale (ETR, ETM ou ETC) .....	103
V-3-4. Besoins en eau des cultures.....	103
V-3-5. Calcul des débits spécifiques .....	105
Conclusion.....	105
<b>Chapitre VI : Simulation hydraulique du réseau de distribution</b>	
Introduction .....	106
VI-1. Choix du système de distribution .....	106
VI-2. Choix du type de réseau.....	106
VI-3. Choix du matériau des conduites .....	106
VI-3-1. Tuyaux en fonte .....	106
Les avantages.....	106
Les inconvénients .....	107
VI-3-2. Tuyaux en acier.....	107
Les avantages.....	107
VI-3-3. Tuyaux en P.E.H.D .....	107
Les avantages.....	107

Les inconvénients .....	107
VI-4.Le tracé du réseau de distribution .....	108
VI-4-1.Le plan de bornage.....	108
VI-4-2.Les conditions hydrauliques de bornage.....	108
VI-4-2-1. Le tracé du réseau .....	108
VI-4-2-2 .Calcul des débits .....	108
VI-5.Dimensionnement de la canalisation .....	109
VI-5-1.Données d'entrée d'EPANET.....	109
VI-5-2.Résultats obtenus par EPANET.....	110
Conclusion.....	112
 Chapitre VII : Dimensionnement de la conduite gravitaire (adduction)	
Introduction .....	113
VII-1.Types d'adduction .....	113
VII-1-1.Adduction gravitaire.....	113
VII-1-2.Adduction par refoulement.....	113
VII-1-3.Adduction mixte .....	113
VII-2.Adduction et types d'écoulement .....	113
VII-2-1. Ecoulement à surface libre .....	113
VII-2-2.Ecoulement en charge .....	114
VII-3.Etude technico-économique .....	114
VII-4. Calcul des diamètres avantageux des tronçons gravitaires.....	114
VII-4-1. Calcul des longueurs des différents tronçons .....	115
VII-4-2.Calcul des charges disponibles.....	115
VII-4-3. Calcul du diamètre : .....	115
VII-5. Calcul de volume du réservoir de stockage (bâche).....	117
VII-5-1. Définition : .....	117
VII-5-2. Classification des réservoirs : .....	118

a. Le matériau de construction :.....	118
b. La position par rapport au terrain naturel : .....	118
c. Selon la forme de la cuve :.....	118
rectangulaires :.....	118
Circulaires :.....	118
VII-6. Capacités des réservoirs .....	119
VII-6-1. Méthode analytique .....	119
Détermination de résidu maximum dans les réservoirs.....	120
VII-6-2. Méthode graphique.....	120
VII-7.Dimensionnement des réservoirs terminaux .....	121
VII-7-1.Dimensionnement de réservoir de stockage.....	122
VII-7-2.Dimensions du réservoir.....	122
a.Le diamètre D de la cuve .....	122
b.Réévaluation de la hauteur d'eau h.....	123
c.La section de la cuve :.....	123
d. La hauteur totale H du réservoir.....	123
e.La hauteur de la réserve d'incendie .....	123
Conclusion.....	124
VII-8.ESTIMATION DU PROJET.....	124
Introduction .....	124
VII-8-1.Devis du réseau d'irrigation .....	124
VII-8-1-1.Dépenses des équipements .....	124
VII-8-1-2.Dépenses des travaux.....	125
a. Pour le déblai.....	125
b. Pour le remblai.....	125
VII-8-2.Calcul du volume de déblai et remblai.....	125
Conclusion.....	127

## LISTE DES TABLEAUX :

Tableau N°I-1: Limites admissibles de la teneur en bore de plusieurs classes d'eaux d'irrigation.....	7
Tableau°I-2: Tolérance des cultures à la concentration en bore de l'eau d'irrigation.....	8
Tableau I-3. Volumes d'eau usée rejetés en Algérie.....	12
Tableau N°II-1 :.....	14
Tableau N ° III-1 : représente le nombre d'habitant de 1977jusqu'au 2008.....	29
Tableau N°III-2 : représente un aperçu sur L'évolution de la population suivant les résultats des recensements antérieurs : .....	30
Tableau N°III-3 : représente les réseaux dansants .....	32
Tableau N°III-4 : représente les fosses septiques.....	33
Tableau N°III-5 : représente la zone et villages dépourvus de réseaux dansants .....	33
Tableau N°III-6 : représente les Oueds .....	33
Tableau N°III-7 : représente les décharges et dépotoirs .....	33
Tableau N°III-8 : niche à ordures.....	34
Tableau N°III-9 : Moyen de collecte des déchets .....	34
Tableau N°III-10 : représente les sources aménagées.....	34
Tableau N°III-10 : représente les Sources aménagées (suite).....	35
Tableau N°III-10 : représente les Sources aménagées (suite).....	36
Tableau N°III-10 : représente les Sources aménagées (suite).....	37
Tableau N°III-11 : représente les sources non aménagées.....	37
Tableau N°III-12 : château d'eau, réservoirs, bache à eaux, citernes.....	38
Tableau N°III-12 : Château d'eau, Réservoirs, Bache a eaux, Citernes (suite).....	39
Tableau N°III-13 : Puits et Forages.....	39
Tableau N°III-13 : Puits et Forages (suite) .....	40
Tableau N°III-13 : Puits et Forages (suite) .....	41
Tableau N°III-14 : représente la superficie agriculture.....	42

Tableau N°III-15 : situation des huileries (dans le cadre FNRDA) .....	43
Tableau N°III-16 : représente les plantations existantes en compagne.....	45
Tableau N°III-16 : représente les plantations existantes en compagne (suite) .....	46
Tableau N°III-17 : La répartition des superficies (sec et irrigue) .....	46
Tableau N°III-18 : la production maraîchère de plein champ.....	47
Tableau N°III-19 : le plan de production en compagne .....	48
Tableau N°III-20 : récapitulatif des résultats de laboratoire Step Est de Tizi ousou pour les eaux brutes de l'année 2011 .....	58
Tableau N°III-21 : récapitulatif des résultats de laboratoire step est de Tizi Ouzou pour les eaux épurées de l'année 2011.....	59
Tableau N°III-22 : Les normes de rejet en Algérie .....	59
Tableau N°III-22 : Les normes de rejet en Algérie (suite).....	60
Tableau N°III-23 : Les analyses physico-chimiques des eaux de consommation .....	64
Tableau N°IV-1 : représente la superficie agriculture .....	71
Tableau IV-2: Précipitations et températures moyennes mensuelles.....	80
Tableau IV-3 : Classification de climat selon MARTON.....	81
Tableau N°IV-4 : Caractéristiques pédologiques de notre zone d'étude .....	90
Tableau N°V-1 : Précipitations moyennes mensuelles en (mm).....	93
Tableau N°V-2 : Test de WILCOXON .....	94
Tableau N°V-3: Ajustement à une loi de Gauss .....	96
Tableau N° V-4 : table du $\chi^2$ (de Pearson III).....	97
Tableau N° V-5 : Pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% .....	98
Tableau N°V-6: Evapotranspiration de référence ET0 calculée à l'aide du logiciel CROPWAT8.0 .....	101
Tableau N°V- 7:Pluies efficaces calculées à l'aide du logiciel CORPWAT.80 .....	102
Tableau N°V-8 : Besoins en eau des orangers .....	104
Tableau N°V-9: Besoins en eau du périmètre,.....	105
Tableau VI-1 : débits de bornage .....	109

Tableau N°VI-2 : État des Nœuds du Réseau .....	110
Tableau N°VI-3 : Etat des conduites du reseau.....	111
Tableau N° VII-1: Coefficients $K'$ , $m$ , $\beta$ pour différents types du tuyau : .....	115
Tableau N° VII-2: Les longueurs des différents tronçons de l'adduction : .....	115
Tableau N°VII-3: différentes charges disponibles :.....	115
Tableau N°VII-4: Diamètres calculés pour le tronçon Step – Réservoir de stockage .....	116
Tableau N°VII-5: Diamètres normalisés pour le tronçon Barrage station de traitement :.....	116
Tableau N°VII-6: Diamètre calculé pour le tronçon réservoir- tête de la parcelle : .....	117
Tableau N°VII-7: Diamètre normalisé pour le tronçon réservoir- tête de la parcelle :.....	117
Tableau N°VII-8 : Evaluation du volume résiduel du réservoir stockage .....	122
Tableau N°VII-9-Facture des pièces de réseau d'irrigation localisée.....	124
Tableau VII-10-Calcul de terrassement .....	126

## Liste des figures et graphes

### Liste des figures

Figure II-1 : étude descriptive de la DBO .....	17
Figure N°III-1 : plan de situation de la commune de TADMAIT .....	28
a-Carte géographique de la commune : .....	31
b-Carte de situation prise par Google.....	31
Figure III-1 : Schéma explicatif de la station d'épuration de Tadmaït .....	50
Figure III-2 : Pompes de relevage .....	51
Figure III-3 : Dégrilleur.....	52
Figure III-4 : Déssableur .....	52
Figure III-5 : Bassin de décantation .....	53
Figure III-6 : Bassin d'aération .....	54
Figure III-7 : Clarificateur (décanteur secondaire).....	54
Figure III-8 : Canal de comptage et désinfection (chloration) .....	55
Figure III-9 : Stabilisateur aérobie .....	56
Figure III-10 : épaisseur des boues .....	56
Figure III-11 : Lits de séchages.....	57
Figure III-11 : Comparaison entre les MES des eaux brutes et des eaux épurées de l'année 2011 .....	60
Figure III-12:Comparaison entre la DBO5des eaux brutes et des eaux épurées de l'année 2011.....	61
Figure III-13:Comparaison entre la DCO des eaux brutes et des eaux épurées de l'année 2011 .	62
Figure III-14:Comparaison entre la conductivité des eaux brutes et des eaux épurées de l'année2011.....	63
Figure IV-01 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	82
Figure VII-1 : Quelques formes de canaux .....	113
Figure VII-2 : quelques types de réservoir .....	119
Figure VII-3. : Méthode graphique .....	121
Figure VII-4. Dimensions et niveaux d'eau de réservoir de stockage .....	123
Figure VII-5 : Pose de canalisation .....	126

## Liste des graphes

Graphe N°IV-1 : Pluviométrie moyenne mensuelle des précipitations en mm, de 1984 à 2010..	73
Graphe N°IV-2 : Températures mensuelles à la station ONM de Tizi Ouzou de 1984 à 2010....	74
Graphe N°IV-3 : Vitesses du vent (m/s) mesurées à la station de Tizi Ouzou de 1884 à 2010....	74
Graphe N°IV-4 : Humidité Relative moyenne mensuelle à la station de Tizi Ouzou de 1984 à 2010 .....	75
Graphe N°IV-5 : Insolation moyenne mensuelle en heures par jour à la station de Tizi Ouzou ..	76
Graphe N°IV-6 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen .....	80
Graphe N°V-1 : Ajustement à une loi de Gauss.....	97
Graphe N°V-2 : représente les paramètres de l'évapotranspiration et la pluie efficace .....	103
Graphe N°V-3 : représente l'ETc et les besoins d'irrigations.....	104

## **Introduction générale**

En raison de la rareté croissante des ressources naturelles en eau conventionnelle et étant donné la concurrence entre les secteurs du développement économique de point de vue demandent en eau, la valorisation des eaux usées traitées est considérée comme une composante essentielle dans la politique de gestion intégrée des ressources hydriques.

Cependant, pour qu'elle soit inscrite dans un cadre de développement durable, la mise en valeur de la réutilisation de ces eaux exige une étude prudente et intégrée qui tien compte surtout des aspects environnementaux.

En effet, ces eaux usées véhiculent des pollutions qui posent des problèmes de santé publique, de conservation des sols et de protection de l'environnement, qui ne doivent être ni exagérés ni sous-estimés.

Le défi sera alors de concevoir et d'opérer une nouvelle génération de systèmes de gestion de l'eau qui soient en mesure de satisfaire la demande alimentaire dans un contexte de rareté de l'eau, tout en respectant les exigences de l'environnement.

Dans ce cadre, on a mené cette étude sur un périmètre d'une superficie de 18.49 Ha, localisé dans la région de Tadmait wilaya de Tizi Ouzou. Il s'agit de concevoir un réseau d'irrigation sur un périmètre de la région afin d'éviter toute évolution négative sur le milieu récepteur. En effet, les eaux de la station d'épuration de Tadmait seront mobilisées dans ce domaine. Pour cela, il est envisagé des analyses physico-chimiques et bactériologiques de ces eaux pour une éventuelle utilisation dans l'irrigation.

Ce travail rentre dans l'économie d'eaux de première main et la protection de l'environnement, dans le cadre de développement durable.

# *CHAPITRE I*

## **Généralités sur la réalisation des eaux usées épurées**

### Introduction

La réutilisation recouvre deux notions complémentaires : le traitement puis la réutilisation proprement dite d'eaux usées. Les eaux usées sont les eaux rejetées par les collectivités et les industries et qui sont acheminées par les égouts en station d'épuration afin d'être traitées. Après traitement, on les appelle des eaux usées épurées. Dans le cycle d'assainissement de l'eau classique celles-ci sont rejetées dans le milieu naturel. La REUE propose de récupérer directement ces eaux usées épurées, de les traiter éventuellement une nouvelle fois et de s'en servir pour toutes sortes d'usages. [1]

### I-1-Historique sur la réutilisation des eaux usées

Les effluents urbains ont été depuis longtemps, utilisés pour la production agricole (Champs d'épandage du XIXème siècle, en Angleterre, en Allemagne, dans la région Parisienne). A partir de 1910, sous l'influence de l'extension urbaine, des nuisances générées par l'épandage d'eaux brutes, la pratique est entrée en régression, sans que ce déclin soit dû des considérations sanitaires, objectives et précises. Au milieu du siècle, une meilleure compréhension des phénomènes biologiques et Physico-chimiques qui président aux processus de l'évolution et de la dégradation de la matière organique, a favorisé l'éclosion, dans les pays industrialisés, de techniques Épuratoires, qui avaient pour but de protéger le milieu naturel et, en particulier, les cours d'eau récepteurs. Ces techniques ont été ensuite, peu à peu, utilisées pour le recyclage direct ou Indirect, dans les pays semi-arides, à déficit hydrique chronique. [1]

C'est ainsi que des Etats comme la Californie, l'Arizona ont développé, à partir des années soixante et, plus radicalement, ces deux dernières décennies, l'irrigation avec les eaux résiduaires, après traitement physico-biologique et la recharge de nappes après traitement avancé de type physico-chimique. [1]

Aux Etats-Unis, un milliard de m<sup>3</sup> était recycle annuellement en 1975, dont 60% pour l'agriculture (7 milliards en 2000). En Californie environ 180 hm<sup>3</sup>/an étaient réutilisés dans l'agriculture en 1975. Des pays du bassin méditerranéen en ont suivi, rapidement, l'exemple: Espagne, Chypre, Grèce, Palestine occupée, Tunisie (2000ha irriguées à partir des eaux épurées, Les Etats arabes et musulmans initient des projets de grande envergure (Arabie, Koweït, Jordanie...). Plus loin de nous, l'Australie, le Mexique, l'Inde pratique la réutilisation à grande échelle. [1]

### I-2 Composition des eaux usées

Les eaux usées ont trois origines possibles :

- ❖ les eaux domestiques.
- ❖ les eaux industrielles.
- ❖ les eaux de ruissellement.

#### I-2-1-Les rejets domestiques

Les eaux usées d'origine domestique sont issues de l'utilisation de l'eau (potable dans la Majorité des cas) par les particuliers pour satisfaire tous les usages ménagers. Lorsque les habitations sont en zone d'assainissement collectif, les eaux domestiques se retrouvent dans les égouts. On distingue généralement deux types d'eaux usées domestiques qui arrivent toutes deux dans le réseau d'assainissement : [2]

- ❖ Les eaux vannes, qui correspondent aux eaux de toilettes ;
- ❖ Les eaux grises qui correspondent à tous les autres usages : lave-linge, lave-vaisselle, douche, bain, etc.
- ❖ La composition des eaux usées d'origine domestique peut être extrêmement variable, et dépend de trois facteurs :
  - ❖ la composition originelle de l'eau potable, qui elle-même dépend de la composition de l'eau utilisée pour produire l'eau potable, de la qualité du traitement de cette eau, des normes sanitaires du pays concerné, de la nature des canalisations, etc. [2]
  - ❖ Les diverses utilisations par les particuliers qui peuvent apporter un nombre quasi infini de polluants : tous les produits d'entretien, lessives mais aussi, solvants, Peintures, mercure de thermomètre, colle, etc.
  - ❖ les utilisateurs eux-mêmes qui vont rejeter de la matière organique dans les égouts, la matière organique est le polluant majoritaire des eaux domestiques. Ce type de rejets apporte également des micro-organismes et des Contaminants divers (médicaments), etc. [2]

#### I-2-2-Les rejets industriels

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets Industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités Artisanales ou commerciales : blanchisserie, restaurant, laboratoire d'analyses médicales, etc. L'article L.35-8 du Code de la santé publique précise que le déversement de ces eaux dans les égouts publics n'est pas un droit et doit être préalablement autorisé par la collectivité. Les rejets industriels peuvent donc suivre trois voies d'assainissement : [3]

- ❖ soient- ils sont directement rejetés dans le réseau domestique.
- ❖ soient-ils sont prétraités puis rejetés dans le réseau domestique.
- ❖ soient- ils sont entièrement traités sur place et rejetés dans le milieu naturel.

Ce dernier cas ne nous intéresse pas dans le cadre de la réutilisation des eaux usées épurées.

Dans le cas d'un rejet dans le réseau domestique, avec ou sans prétraitement, les effluents Industriels peuvent fortement modifier la composition des eaux usées. Cette modification est Très étroitement liée à l'activité industrielle concernée et peut prendre des formes innombrables. [3]

### **I-2-3-Eaux de ruissellement**

Les eaux de pluie qui ruissellent sur les surfaces imperméabilisées, en général en zone urbaine, Sont collectées par un réseau qui peut-être le même que celui qui collecte les eaux usées, ou non, On distingue : [4]

**I-2-3-1.les réseaux unitaires** : un seul collecteur assure le transport des eaux usées et des eaux pluviales. La qualité et le volume des eaux qui arrivent alors à la station d'épuration sont très variables. Pour éviter qu'un débit supérieur à sa capacité n'arrive à la station d'épuration, des ouvrages de déviation (réservoirs et déversoirs d'orage) sont répartis sur le réseau ;

**I-2-3-2.les réseaux séparatifs** : deux réseaux sont mis en place, l'un pour collecter les eaux usées, l'autre pour les eaux de ruissellement. En principe seules les eaux usées arrivent à la station d'épuration pour traitement, c'est-à-dire que les eaux de pluie ne sont pas traitées et rejetées directement. La station ne doit donc, théoriquement ne recevoir qu'un effluent brut de qualité relativement régulière et de débit relativement bien déterminé. [4]

Les eaux de pluie peuvent être récupérées avant d'atteindre le réseau ou le milieu naturel pour être utilisées à des fins diverses : il s'agit d'une utilisation des eaux de pluie (UEP). L'UEP est, au même titre que la REUE, une forme de recyclage de l'eau. Elle ne sera pas abordée plus avant dans cette étude. [4]

### **I-3-Les bénéfices et les contraintes de la réutilisation des eaux usées**

La réutilisation des eaux usées peut être un atout important dans la politique d'aménagement du territoire des collectivités locales. Les avantages et les bénéfices les plus importants de la réutilisation de l'eau, ainsi que les défis et les contraintes les plus fréquemment rencontrées dans l'exécution et l'exploitation de tels projets, sont les suivants. [5]

### I-3-1-Intérêt, avantages et bénéfices de la réutilisation des eaux usées

#### I-3-1-1-Ressource alternative

- ❖ Augmenter la ressource en eau et la flexibilité d'approvisionnement tout en diminuant la demande globale.
- ❖ Différer le besoin de mobilisation d'autres ressources en eau.
- ❖ Assurer une ressource fiable, disponible et indépendante des sécheresses pour l'irrigation et les usages industriels.
- ❖ Dans certains cas, une exécution rapide et plus facile que la mobilisation de nouvelles ressources en eau de première main.
- ❖ Garantir une indépendance vis-à-vis du fournisseur d'eau potable (par exemple pour des raisons politiques). [5]

#### I-3-1-2-Conservation et préservation des ressources

- ❖ Économiser l'eau potable pour la réserver aux usages domestiques.
- ❖ Contrôler la surexploitation des ressources souterraines.

#### I-3-1-3-Valeur économique ajoutée

- ❖ Éviter les coûts du développement, du transfert et de pompage de nouvelles ressources en eau fraîche.
- ❖ Dans certains cas, éviter les coûts de l'élimination des nutriments des eaux usées.
- ❖ Réduire ou éliminer l'utilisation des engrais chimiques en irrigation.
- ❖ Assurer des revenus complémentaires grâce à la vente de l'eau recyclée et des produits dérivés.
- ❖ Assurer des bénéfices économiques pour les usagers grâce à la disponibilité de l'eau recyclée en cas de sécheresse.
- ❖ Augmenter la valeur foncière des terrains irrigués.

#### I-3-1-4-Valeur environnementale

- ❖ Réduire les rejets de nutriments et de polluants dans le milieu récepteur.
- ❖ Améliorer et maintenir les plans d'eau en cas de sécheresse.
- ❖ Éviter les impacts négatifs liés à la construction de nouveaux barrages, réservoirs, etc...
- ❖ Améliorer le cadre de vie et l'environnement (espaces verts, etc.).
- ❖ Proposer une alternative fiable aux rejets d'eaux usées dans les milieux sensibles (zones de baignade ou conchylicoles, Réserves naturelles, etc.).

- ❖ Profiter des nutriments apportés par l'eau d'irrigation pour augmenter la productivité des cultures agricoles et la qualité des espaces verts.

### **I-3-1-5-Développement durable**

- ❖ Réduire les coûts énergétiques et environnementaux par rapport à ceux de l'exploitation des aquifères profonds, du transport d'eau à longues distances, du dessalement, etc.
- ❖ Assurer une ressource alternative à faible coût pour les régions arides, la protection des milieux sensibles et la restauration des zones humides.
- ❖ Augmenter la production alimentaire en cas d'irrigation.

### **I-3-2-défis et contraintes de la réutilisation des eaux usées**

#### **I-3-2-1-Aspects législatifs et sanitaires**

- ❖ Problèmes de santé publique liés aux pathogènes éventuels dans les eaux usées non traitées.
- ❖ Absences de réglementation et des incitations à la réutilisation.
- ❖ Droit sur l'eau: qui possède l'eau recyclée et qui récupère les revenus
- ❖ Exploitation inappropriée et/ou qualité non-conforme.

#### **I-3-2-2- Aspects sociaux**

- ❖ Malgré les réticences psychologiques à utiliser les EUE, la rareté de l'eau et les réalités économiques poussent les agriculteurs de certaines régions à la REU;
- ❖ Il faut établir un système de surveillance de la qualité des EUE pour instaurer une confiance entre le distributeur et l'utilisateur;
- ❖ En vertu de l'incertitude des risques liés à la REU, des stratégies nationales de réutilisation des eaux usées pourraient s'orienter uniquement vers les espaces verts et l'agroforesterie (ex : Égypte). [5]

#### **I-3-2-3-Aspects économiques**

- ❖ Considérer le REU comme faisant partie de la trilogie : assainissement, épuration et réutilisation. Cette trilogie devrait s'insérer dans des stratégies nationales;
- ❖ Le coût de la réutilisation doit être comparé au coût de l'inaction qui a des impacts environnementaux, sanitaires et qui augmente le coût de traitement de l'eau potable à la source;
- ❖ Le coût de la réutilisation doit aussi être comparé à d'autres alternatives comme le dessalement;

- ❖ La réutilisation est devenue une nécessité et peut contribuer au développement de certains secteurs économiques (tourisme et loisirs);
- ❖ Le coût de la réutilisation varie d'un bassin hydrologique à un autre et en fonction de l'usage final souhaité. [5]

### I-3-2-4. Aspects environnementaux et agronomiques

La présence de beaucoup de sels, bore, sodium et autres micropolluants peut avoir des effets négatifs sur certaines cultures et les sols.

#### a- Incidence des chlorures

Dans cette classification l'incidence de l'ion  $\text{Cl}^-$ .

Rappelons que le  $\text{Cl}^-$  s'accumule par absorption dans les feuilles et y provoque des brûlures. Le phénomène est surtout connu pour les cultures fruitières et la vigne. On a cependant observé des brûlures de feuilles de luzerne irriguée par aspersion durant des périodes chaudes et sèches avec de l'eau dont la conductivité électrique était inférieure à 1,34 mmhos/cm et qui avait une teneur en  $\text{Cl}^-$  de 7.20 me/l.

On associe en général le danger de  $\text{Cl}^-$  avec la pratique de l'aspersion.

Des dégâts de brûlures de feuilles par accumulation de  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  dans des vergers d'agrumes sont cités par Harding et al. (1958) dans les conditions suivantes, en Californie :

- ❖ irrigation par aspersion
- ❖ salinité de l'eau : de 500 à 900 pprn
- ❖ teneur en  $\text{Na}^+$  ; de 69 à 190 pprn
- ❖ teneur en  $\text{Cl}^-$  : de 36 à 131 pprn

Pas de constatation de symptômes de salinité.

Dans une directive de la CEE on trouve les indications suivantes relatives à la qualification des eaux d'irrigation, pour ce qui concerne les valeurs limitent en chlorure pour des cultures en serre avec des besoins annuels en eau compris entre 600 et 1.000 mm :

- ❖ Très sensibles < 40 ppm ;
- ❖ Sensibles < 100 ppm ;
- ❖ Tolérance modérée 200 ppm = 0,2 gr/l  $\approx$  0,30 mmhos/cm.

Nombre de déchets industriels déversés dans les cours d'eau peuvent avoir un effet nocif sur les plantes. On peut trouver des informations sur un grand nombre de substances dont on connaît les effets nuisibles pour les plantes. Il convient de prendre de grandes précautions avant d'utiliser des eaux suspectes aux fins d'irrigation.

### b- Teneur en bore

A faible concentration dans la solution de sol, le bore a un effet très nocif sur les plantes. Etant donné qu'il tend à s'accumuler dans le sol à partir de faibles concentrations existant dans les eaux d'irrigation, on doit en tenir compte pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation.

Il faut en outre tenir compte de la toxicité spécifique du bore par rapport aux diverses plantes telle qu'elle est renseignée au tableau N°I-2.

On constate que la liste suivante est divisée en 3 groupes intitulés : tolérantes, semi-tolérantes, sensibles. Dans chaque groupe les plantes les plus tolérantes sont indiquées en haut et les plus sensibles en bas. En haut et en bas de chaque colonne, il y a un chiffre pour indiquer les parts par million de bore contenu dans l'eau d'irrigation. La quantité de bore indiquée en haut de la colonne peut provoquer quelques dégâts aux plantes les plus sensibles de ce groupe. Par exemple, supposons que l'analyse d'eau indique 2,0 ppm de bore. Cette quantité de bore sera trop élevée pour les plantes à forte sensibilité. Les plantes figurant en haut de la liste de celles qui sont semi-tolérantes sont légèrement endommagées, tandis que celles qui figurent en bas de la liste le seront plus gravement. Il est probable que toutes les plantes de la liste de la catégorie tolérantes pourront être irriguées avec de l'eau contenant 2,0 ppm de bore sans être gravement endommagées.

Tableau N°I-1: Limites admissibles de la teneur en bore de plusieurs classes d'eaux d'irrigation.

Classe selon la teneur en bore	Teneurs en ppm		
	Cultures sensibles	Cultures semi-tolérantes	Cultures tolérantes
1	< 0,33	< 0,67	< 1,00
2	0,33 à 0,67	0,67 à 1,33	1,00 à 2,00
3	0,67 à 1,00	1,33 à 2,00	2,00 à 3,00
4	1,00 à 1,25	2,00 à 3,50	3,00 à 3,75
5	> 1,25	> 2,50	> 3,75

Source : cours de la 5<sup>ème</sup> année de M<sup>me</sup> BAHBOUH.

## Chapitre I : Généralités sur la réalisation des eaux usées épurées

Tableau°I-2: Tolérance des cultures à la concentration en bore de l'eau d'irrigation (EATON. 1935; WILCOX, 1960)

<b>Tolérantes</b>	<b>Semi-tolérantes</b>	<b>Sensibles</b>
4,0 ppm de bore	2,0 ppm de bore	1,0 ppm de bore
tamaris (Tamarix Aphylla)	Tourne sol (indigène)	Pacanier
Asperge	Pomme de terre	Noyer (noir et de Perse)
Palmier (Phoenix	Coton (Acala et Pima)	Artichaut de Jérusalem
Palmier dattier	Tomate	Haricots à gros grains
(dactyl iféra)	Pois doux	Orme d'Amérique
Betterave â sucre	Radis	Prunier
Betterave fourragère	pois fourrager	Poirier
Betterave potagère	Véronique	Pommier
Luzerne	Olivier	Vigne (Sultanina et Malaga)
Glaïeul	Orge	Figuier
Fève	Blé	Kaki
Oignon	Mais	Cerisier
Navet	Millet	Pêchier
Chou	Avoine	Abricotier
Laitue	Zinia	Mûrier
Carotte	Potiron	Oranger
	Poivron	Avocatier
	Patate douce	Pamplemoussierr
	Haricot de Lima	Citronnier
2,0 ppm de bore	1,0 ppm de bore	0,3 ppm de bore

Source : cours de la 5<sup>eme</sup> année de M<sup>me</sup> BAHBOUH.

### I-3-2-5.Aspects technologique

- ❖ Une grande fiabilité d'exploitation est requise.
- ❖ Importance du choix de la filière de traitement.
- ❖ Il faut construire des stations d'épurations modernisées, équipées de matériels de haute technologie pour assurer le bon traitement des eaux usées avant les rejetées dans le milieu naturel.

### I-3-2-6.Aspects financières

- ❖ Il y a deux systèmes de tarification nécessaire :
  - Celui pour l'eau réutilisée.
  - Celui pour couvrir l'assainissement et le traitement.
- ❖ Dans les systèmes de traitement et d'assainissement, il y a des taxes de branchement, de consommation et de charges polluantes;
- ❖ Pour la réutilisation, dans l'expérience de la Jordanie et de la Tunisie, seuls les frais d'opération et d'entretien sont couverts dans le prix des eaux usées épurées. Ce sont des mesures incitatives pour pousser les agriculteurs à adopter la REU (Tunisie: exonération de taxes pour les équipements de REU). [5]

## I-4-Domains de la réutilisation des eaux usées

Les usages des eaux usées épurées sont nombreux. Cependant, les réalisations les plus connues, portent sur l'agriculture (vergers, fourrages, produits à consommer après cuisson), d'autres usages sont possibles et qui portent, dans l'ordre sur les eaux urbaines de lavage et d'arrosage, le refroidissement, l'industrie, les loisirs avec la navigation de plaisance. En effet pour ces usages, l'adaptation en qualité est assez aisée. [6]

Les usages possibles :

Théoriquement on peut utiliser les effluents des villes pour de nombreux usages :

- ❖ Agriculture
- ❖ Industrie
- ❖ Usages municipaux (lavage de chaussées, arrosage)

### I-4-1-Usage agricole

Le secteur agricole constitue actuellement le plus grand débouché pour la valorisation des eaux usées, c'est également la solution qui a le plus d'avenir à court et à moyen terme. [7]

#### I-4-1-1- L'irrigation agricole

Avec les eaux usées épurées, on peut irriguer des cultures très variées : Céréales, arbres fruitiers, cultures fourragères.... etc.

La réutilisation des eaux usées épurées apporte en outre des bénéfices supplémentaires en améliorant, dans certains cas, des rendements des cultures. [7]

### **I-4-1-2- L'irrigation des espaces verts**

Parcs, terrains de sport, etc. C'est une opération pratiquée dans les pays du bassin méditerranéen comme la France, l'Espagne ainsi que dans certains pays arabes comme la Jordanie à condition que ces eaux respectent les normes d'utilisation. [7]

### **I-4-2-Usage industriel**

La REUE industrielle peut donc être intéressante dans le secteur de l'énergie, dans les circuits de refroidissement fermés ou ouverts. Les autres applications possibles concernent les laveries industrielles, les stations de lavage de voiture, l'industrie du papier, la production d'acier, de textiles, les industries d'électroniques et de semi-conducteurs, etc. (Asano, 1998).

La qualité requise est spécifique à chaque industrie parce que sa composition chimique peut avoir des répercussions sur les processus industriels. Les préoccupations concernent principalement les phénomènes d'entartrage, de corrosion, de développement de bactéries, d'encrassement, de formation de mousse, et d'inhalation d'aérosols par les travailleurs. Il n'y a pas de problème sanitaire spécifique à l'industrie et on retrouve les mêmes contaminants que pour les autres usages. Il n'existe pas à notre connaissance de cas de réutilisation d'eaux épurées municipales à destination de l'industrie en France. D'après ASANO, un des premiers cas dans le monde est une papeterie du Japon qui est fournie en eaux épurées depuis 1951. Il détaille aussi très largement le cas de la centrale nucléaire de PALO VERDE (États-Unis), qui est résumé dans le paragraphe suivant. [8]

### **Exemple de la centrale nucléaire de PALO VERDE**

La station de PALO VERDE est la plus grosse centrale nucléaire des États-Unis (4 millions de kW). Elle se trouve à Phoenix, en Arizona. Elle est aujourd'hui l'unique exemple dans le monde d'une centrale nucléaire qui utilise des eaux épurées pour ses tours de refroidissement.

Une centrale électrique a besoin d'eau pour produire de la vapeur (pour faire tourner les turbines) et pour refroidir ses équipements. La centrale consomme environ 6 400 m<sup>3</sup> d'eau par minute. Or PALO VERDE se situe dans un endroit sans réserves d'eau naturelles (pas de rivières, de lacs ni de mer). La décision a donc été prise de recourir aux eaux usées provenant de la ville de Phoenix. Les eaux usées urbaines sont traitées par une station d'épuration qui a une capacité de 500 000 m<sup>3</sup> par jour environ. L'opération a débuté en 1974.

Les problèmes de qualité d'eau qui pourraient empêcher une REUE dans cette centrale ont été référencés : formation de tartre dans les tubes de condensation, corrosion, encrassement bactérien ou organique et formation de mousse, les éléments sources de ces différents problèmes sont la quantité de matière en suspension et de matière organique (mesurée par le taux de MES et la DBO5), l'alcalinité, ainsi que les taux en ammoniac, calcium, magnésium, phosphore, silice et sulfate. [8]

Le traitement préalable à la réutilisation des eaux usées épurées dans l'industrie nécessite donc plusieurs opérations biochimiques et une désinfection au chlore. Par exemple, on injecte de la chaux pour faire précipiter le calcium, les phosphates, le magnésium et la silice. Les traitements sont moins efficaces en hiver, notamment le traitement à la chaux et le traitement bactérien. Les contrôles de qualité sont donc plus fréquents pendant cette saison. L'opération est un succès. Les effluents urbains sont traités efficacement. La station d'épuration Fournit de l'eau de bonne qualité en quantité suffisante. Des efforts continus sont faits pour préserver la qualité de l'eau en hiver, pour améliorer les contrôles de qualité et pour diminuer la quantité d'eau perdue par évaporation. [8]

### I-4-3-Usage domestique et municipale

La réutilisation des eaux usées traitées au domicile de l'habitant ou à l'échelle de la ville est possible à différents niveaux de qualité et suivant plusieurs schémas : [8]

- ❖ recyclage partiel à l'intérieur d'immeubles. Cette solution qui a fait l'objet d'applications en Extrême-Orient consiste le plus souvent à alimenter les chasses de toilette au moyen des autres eaux usées qui sont réutilisées après traitement,
- ❖ alimentation de réseaux municipaux de lavage (rues, camions, etc.) et de réseaux d'incendie. Cette utilisation ne doit pas apporter de gêner l'exploitation dans le réseau (dépôts, développements bactériens, corrosion, etc.) ni entraîner de risques sanitaires inacceptables.
- ❖ réalimentation partielle de nappes d'eaux souterraines, (Lits filtrants). [8]

### I-5- Etat actuel de la composante “ réutilisation des eaux usées ” en Algérie

Les eaux usées représentent une des composantes de l'offre globale en eau au même titre que les eaux superficielles et souterraines. En Algérie, leur volume annuel est estimé à 600 millions de m<sup>3</sup> dont quelque 550 millions de m<sup>3</sup> correspondent aux agglomérations de taille supérieure à 50.000 habitants. La capacité totale de traitement est de 4 millions d'équivalent-habitants pour une population de 2,5 millions d'habitants raccordés à un réseau, cela signifie que seulement 20 % de la population raccordée à un réseau d'assainissement bénéficie du traitement de ses eaux usées. Notons que 60 % de ces eaux sont rejetées soit loin des périmètres d'irrigation et des

## Chapitre I : Généralités sur la réalisation des eaux usées épurées

---

barrages soit en mer ce qui rend leur réutilisation en irrigation peu rentable, Ainsi, seulement 240 millions de m<sup>3</sup> sont potentiellement Utilisables en irrigation en raison de la localisation des points de rejet. [9]

Tableau I-3. Volumes d'eau usée rejetés en Algérie

Type d'agglomération	Volume d'eau usée rejeté en millions de m <sup>3</sup>	
	1995	Horizon 2020
Côtières	169	282
Amont des barrages	48	122
Proches des périmètres	62	143
Autres	149	352
<b>Total</b>	428	899

Pour ce qui est des ouvrages de traitement et d'épuration des eaux, il existe a ce jour 45 stations de traitement et d'épuration des eaux dont 15 sont en exploitation, les autres doivent être réhabilitées. Il faut ajouter 435 bassins de d'écantation qui reçoivent les eaux usées domestiques .En raison d'un coût moyen de l'épuration de 5,94 DA/m<sup>3</sup> incluant la réhabilitation des équipements, l'amortissement et les frais d'exploitation, L'aspect financier reste le principal frein a la remise en service des 26 stations de traitement et d'épuration des eaux a l'arrêt.

## CONCLUSION

Les effluents peuvent constituer un approvisionnement d'appoint et leur réutilisation doit être envisagée. Néanmoins, les décisions concernant cette réutilisation ne peuvent se fonder sur des considérations d'ordre général. Elles doivent tenir compte des aspects relatifs à l'eau, au Sol, à la plante, à l'environnement et en particulier à la santé publique.

# *CHAPITRE II*

## **Paramètres de qualité des eaux usées**

### II-1. Paramètres de qualité des eaux usées :

#### II-1-1. Introduction:

L'intérêt de ce chapitre est de donner un aperçu général de ce que sont les eaux usées, que contiennent elles, qu'elles odeurs dégagent elles, et de répondre aux différentes questions que l'on se pose à leur sujet, lorsqu'on fait face à la tâche de les épurer.

On peut classer les polluants que l'on trouve dans les eaux résiduaires urbaines et industrielles en fonction de leurs caractéristiques. On dégage alors les groupes suivants:

#### II-1-2. Caractéristiques physiques des eaux usées :

##### II-1-2-1. Couleur :

Les eaux usées fraîches, sont grises. Les micro-organismes qui transforment la matière organique, utilisent l'oxygène qui s'y trouve de sorte que les eaux usées deviennent éventuellement septique et noire. Des boues activées, sont de couleur brune. [10]

##### II-1-2-2. Odeur:

Les eaux usées fraîches ont une odeur caractéristique que plusieurs trouvent désagréable, mais que le spécialiste en traitement des eaux usées trouve presque agréable. Les eaux usées septiques ont une odeur d'œuf (pourri qui provient du dégagement de l'acide sulfhydrique (HS), produit de la réduction des sulfates en conditions anaérobies. Les eaux usées peuvent aussi dégager diverses autres odeurs en fonction des produits qu'elles contiennent (amines, ammoniac, diamines). [10]

##### II-1-2-3. Température:

Les eaux usées peuvent avoir toutes les températures, entre environ 4<sup>0</sup>c (eaux usées domestiques, pluviales et unitaires en hiver), et près de 100<sup>0</sup>c pour certaines eaux résiduaires industrielles.

Ce paramètre peut influencer de différentes manières sur la solubilité des sels et des gaz, en particulier, le cas de l'oxygène. Plus l'eau est chaude plus la concentration de saturation en l'oxygène devra diminuer, ce qui conduit à un affaiblissement de la réserve d'oxygène mis à la disposition dans les processus d'autoépurations. [10]

### II-2. Matières minérales:

Les ions les plus souvent identifiés dans les eaux usées ainsi que leurs concentrations les plus fréquentes sont montrés au tableau N°II-1.

## Chapitre II : Paramètres de qualité des eaux usées

Tableau N°II-1 :

Anions	Concentration mg/1	Cations	Concentrations mg/1
Hco <sub>3</sub> <sup>-</sup>	50 - 100	Ca <sup>+2</sup> (CaCO <sub>3</sub> )	15 - 40
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0 - 100	Mg <sup>+2</sup> (CaCO <sub>3</sub> )	15 - 40
Cl <sup>-</sup>	20 - 50	Na <sup>+</sup>	40 - 70
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	20 - 40	K <sup>+</sup>	7-15
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	20 - 40	Al <sup>+3</sup>	0.1 - 0.2
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	15 - 30	Fe <sup>+2</sup> + Fe <sup>+3</sup> Mn <sup>+2</sup>	0.2 - 0.4 0.2-0.4

L'alcalinité est de l'ordre de 100 à 150 mg/1 (CaCO<sub>3</sub>), les matières dissoutes de 150 à 400 mg/1. On trouve également des substances toxiques et des métaux lourds ....etc.

Les matières minérales proviennent des usages domestiques du rejet prés usagé, des eaux souterraines et du déversement d'eaux résiduaires industrielles, les adoucisseurs d'eau rejettent également beaucoup de minéraux, puisqu'une faible matière minérale est élevée par les systèmes d'épuration conventionnels. [10]

### II-3. Matières organiques:

La matière organique est formée de diverses combinaisons de carbone (C), d'hydrogène (H), d'oxygène (O), d'azote (N), de soufre (S), de phosphore (P) et de fer (Fe).

Les matières organiques contenues dans les eaux usées et qui sont d'origine animale et humaine sont formées de 40 à 50 % de glucides, et d'environ 10% de lipides. Les eaux usées contiennent aussi de petites quantités d'un grand nombre de différents produits organiques systématiques, comme les phénols, les détergents, les herbicides...etc. [10]

### II-4. Gaz :

Les principaux gaz que l'on trouve dans les eaux usées, sont l'oxygène (O<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), l'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S), le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>), l'azote (N<sub>2</sub>) et l'ammoniac (NH<sub>3</sub><sup>+</sup>). [10]

### II-5. Analyse:

Le but de cette partie est de montrer les analyses d'eaux usées les plus utilisées (les plus fréquentes).

### II-5.1. Matières Totales:

C'est l'ensemble des matières solubles colloïdales et en suspension que l'on mesure après complète évaporation de l'eau, la portion organique est celle qui s'est évaporée lors de la calcination, tandis que la portion minérale est le résidu après calcination.

### II-5.2. Matières Filtrables :

Ces matières qui passent par le filtre dont, les mailles sont de un micromètre de diamètre.

#### a) Matières Dissoutes: (plus petites que 10mm)

Formée par un système à l'état moléculaire.

- Minérales.
- organismes (matières volatiles).

#### b) Matières Colloïdales: (10mm et 1 mm)

Constituées par des micelles formant un agrégat stable grâce à un potentiel électrostatique appelé potentiel zêta

- minérales
- organismes (matières volatiles)

### II-5.3. Matières en suspension : (MES) (plus grosse que 1 mm)

#### a) Non Décantables:

Ne décantent que durant des temps supérieurs à 2 heures et qui peuvent rester entièrement en suspension

- minérales
- organisme (volatiles)

#### b) Décantables :

C'est la fraction des matières en suspension, qui décompte généralement dans un temps inférieur à deux heures.

- minérales
- organismes (volatiles)

- La fraction organique des matières en suspension qui est constituée par le canal de la fraction organique des matières décantables et de la fraction organique des matières non décantables est dite matières volatiles en suspension.
- La fraction restante et qui constitue la fraction inorganique (ou minérale) des matières en suspension (fraction inorganique des matières décantables plus fraction inorganique des matières non décantables) constitue les matières minérales en suspension. [10]

### II-5.4.Matières Organiques :

La façon la plus courante de mesurer la matière organique contenue dans l'eau consiste à évaluer la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder cette matière, les micro-organismes oxydent la matière organique en utilisant l'oxygène moléculaire contenu dans l'eau. [10]

### II-5.5.Oxygène :

#### a. Demande biochimique en oxygène :

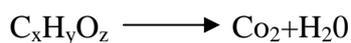
La demande biochimique en oxygène est, par définition, la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes vivant, pour assurer l'oxydation et la stabilisation des matières organiques présentes dans l'eau usée. Par convention la DBO est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation (DBO<sub>5</sub>)

La réaction biochimique se déroulant dans le flacon à DBO est identique à toutes celles qui sont relatives aux fermentations, comme indiqué à la figure n° 1. Au départ, la matière organique est utilisée par les micro-organismes pour assurer leurs besoins énergétiques et de croissance, il en résulte une consommation d'oxygène et une augmentation de la population microbienne. Après disparition de la matière organique initiale, les micro-organismes continuent à consommer de l'oxygène pour assurer l'auto-oxydation du contenu cellulaire, ou les besoins de leurs métabolismes endogène.

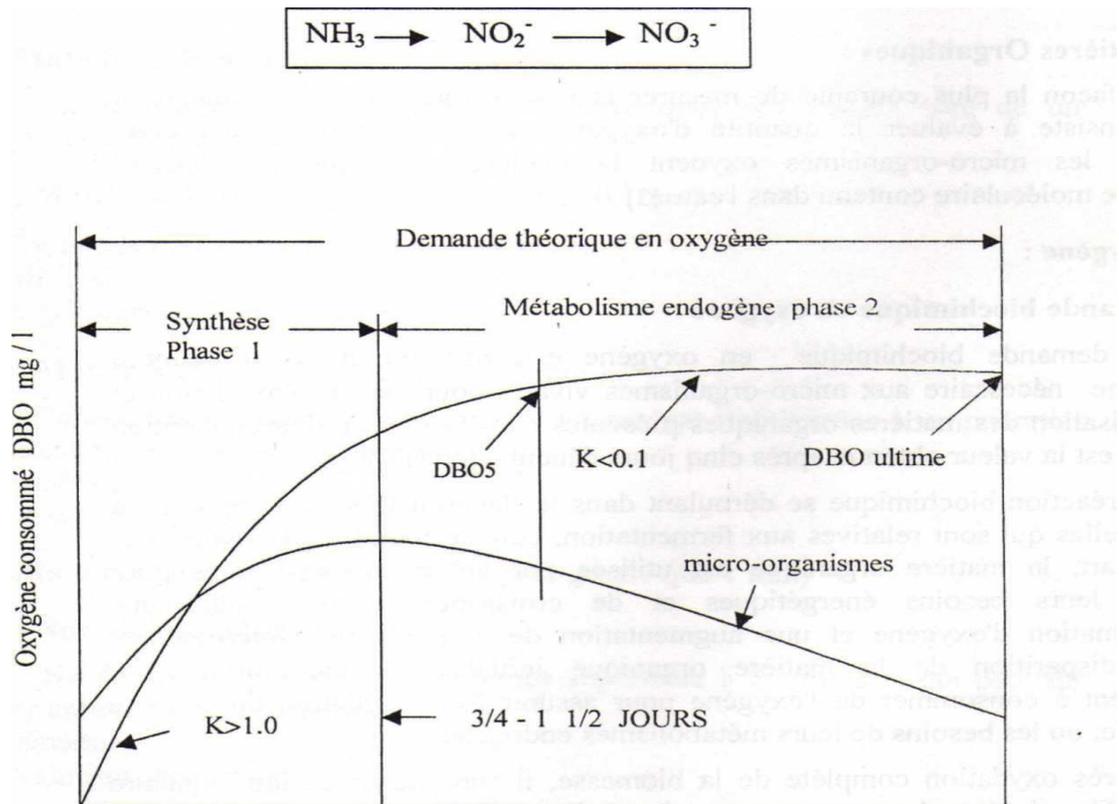
Après oxydation complète de la biomasse, il subsiste un résidu cellulaire non biodégradable et le processus est achevé. Ce stade définit la DBO ultime. La DBO est donc une oxydation en deux phases. [10]

L'élimination et l'oxydation des matières présentes dans l'eau usée sont généralement complètes après 18 à 36 heures d'incubation (première phase).L'oxydation de la biomasse nécessite plus de 20 jours (deuxième phase). La vitesse de réaction de la première phase dite d'assimilation, est 10 à 20 fois supérieure à celle de l'oxydation endogène. Ceci est indiqué à la figure II-1. [10]

La dégradation des composés glucidiques, lipidiques et protéiques des matières organiques se traduit, dans un premier temps, par une décomposition des chaînes carbonées.



L'oxydation des combinaisons contenant de l'azote (N) ne s'annonce qu'au bout du 10<sup>ème</sup> jour. La réaction est la suivante :



**Figure II-1 : étude descriptive de la DBO**

### b. Demande chimique en oxygène: (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO), est la quantité d'oxygène consommée par la matière existante dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires définies. En fait, la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quelle que soit leurs origines organique ou minérale (fer ferreux, nitrites, ammoniac, sulfures et chlorures)

Ce test est particulièrement utile pour l'appréciation du fonctionnement des stations de traitement. La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, et de leurs possibilités d'oxydation. Il est bien évident, que la reproductibilité des résultats et leurs interprétations ne pourront être satisfaisantes que dans des conditions de méthodologie bien définies et strictement respectées dans la technique. Le rôle du catalyseur est de faciliter l'oxydation, mais celle-ci n'est pas totale en présence de composés organiques stables (urée, pyridine, dérivés aromatique ...etc.). [10]

### II-6. Les détergents:

Sont à l'origine du phosphore dans les eaux usées. Ils sont utilisés dans la vie courante comme agents sanitaires, leurs rejets polluent d'avantage le milieu récepteur en étant la source de phosphore qui, avec l'azote forment des nutriments pour le développement dans les cours d'eau à faible écoulement, les algues provoquant ainsi une eutrophisation. [10]

### II-7.Procèdes d'épuration des eaux usées :

#### II-7-1. Introduction :

Actuellement, les problèmes relatifs à l'épuration des eaux résiduaires rencontrés auparavant ne se posent plus et ce quel que soit la nature et l'origine de ces eaux. En d'autres termes, pour chaque type d'eau résiduaire, existe une multitude de procédés permettant l'amélioration de la qualité des rejets liquides et même leur récupération, afin qu'ils puissent être réutilisés pour d'autres usages tels que l'irrigation des terres agricoles. Parmi les procédés les plus répandus dans ce domaine, on cite les procédés physico-chimiques comme par exemple, la coagulation floculation, la décantation, l'adsorption...etc, et les procédés biologiques tels que les boues activées, les lits bactériens, les disques biologiques... etc.

Dans le présent chapitre, on essayera d'exposer certains de ces procédés qui pourront être évoqués dans les prochains chapitres.

#### II-7-2.La décantation :

La décantation est un procédé qui permet d'éliminer la fraction des matières en suspension décantables. L'essai de décantation est réalisé dans un cône gradué ou dans une éprouvette cylindro-conique du docteur COIN. Ces dispositifs ont une capacité d'un litre et un culot gradué pour la lecture. Certains sont dotés d'un robinet de purge qui rend possible la récupération des matières décantées et leur mesure directe par pesée après séchage à 105 °c.

L'évaluation des matières décantables peut s'effectuer aussi en soustrayant à la mesure des matières en suspension dans l'effluent brute, celle du surnageant obtenu par siphonage après deux heures de décantation. Elle représente un intérêt certain pour la détermination de la capacité de dépollution de certains ouvrages, notamment les décanteurs primaires. [11]

#### II-7-3.Coagulation floculation:

L'objectif de la coagulation floculation est de faciliter l'élimination des matières en suspension (MES) qui peuvent être d'origine minérale ou d'origine organique, et l'élimination des matières colloïdales ( $< 1 \mu\text{m}$ ) qui sont comme les matières en suspension mais de taille très petite et qui décantent très lentement. [11]

### II-7-3-1. Théorie de la coagulation floculation:

La turbidité et la couleur des eaux sont principalement causées par la présence dans cette eau de particules très fines non décantables appelées matières colloïdales, leur élimination se fait par une coagulation floculation. Actuellement celle-ci se fait en trois étapes

1. Déstabilisation
2. L'agglomération
3. Décantabilité plus filtration

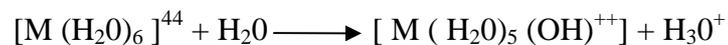
### II-7-3-2. Les agents de coagulation et de floculation:

#### a) Déstabilisation:

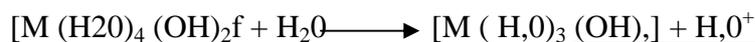
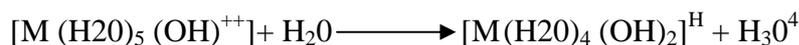
La charge électrique de l'élément déstabilisant joue le rôle principal dans la coagulation des suspension, plus la valence de l'élément utilisé est élevée, plus basse est la concentration critique de la coagulation, cette règle est le fruit des études expérimentales qui sont fréquemment citées pour justifier l'emploi de l'aluminium ou du fer trivalents comme produits de coagulation dans les procédés de traitement physico-chimiques.[11]

#### b) Principe de la coagulation:

En solution, les sels de fer et d'aluminium s'hydrolysent et se comportent comme des acides, selon la réaction :



M: cation métallique Les molécules d'eau associées aux cations métalliques sont capables de transférer un proton à la solution, cette première hydrolyse peut également être suivie d'une seconde, la base conjuguée de la précédente devenant alors acide :



Précipité

Globalement, l'adjonction des sels métalliques est une opération acidifiante pour le milieu, la formation des différents produits d'hydrolyse étant directement fonction du PH de la solution. [11]

### II-7-3-3. Théorie de la floculation:

Après avoir été déstabilisées, les particules colloïdales ont tendance à s'agglomérer lorsqu'elles entrent en contact les unes avec les autres, le taux d'agglomération des particules dépend de la probabilité des contacts et de l'efficacité de ces dernières, la floculation a justement pour but d'augmenter la probabilité des contacts entre les particules, les quels sont provoqués par la différence de vitesse entre les particules, cette différence de vitesse peut être imputable à :

- Au mouvement brownien des particules (floculation périmétrique) lié à la diffusion brownien (agitation thermique) ;
- Au déplacement d'une partie du fluide (floculation orthocentrique) lié à l'énergie dissipée, l'efficacité de cette floculation qui permet d'obtenir le floc volumineux séparable et donnée par le gradient de vitesse  $G^\circ$  n'est définissable qu'en régime laminaire comme la différence de vitesse entre deux veines liquides adjacentes dans le plan orthogonal à leur déplacement. [11]

### **II-7-4. Coagulation floculation combinée au charbon actif:**

#### **II-7-4-1.Introduction:**

Dans cet essai en plus de la coagulation floculation on ajoute du charbon actif à l'eau en raison de son pouvoir adsorbant, qui permet d'éliminer les odeurs, les couleurs et les composés organiques.

#### **II-7-4-2.Mécanisme de l'adsorption:**

L'adsorption définit la propriété de certains matériaux tels que le charbon actif, de fixer à leur surface des molécules (gaz, ions métallique, molécules organique.etc.)

D'une manière plus ou moins réversible, il y a transfert de matière de la phase aqueuse ou gazeuse vers la surface solide, le solide acquiert alors des propriétés superficielles (hydrophobie ou hydrophile) susceptibles de modifier l'état d'équilibre du milieu (dispersion, floculation).

La capacité d'adsorption du solide dépend de la surface développée ou surface spécifique du matériau, les solides dans le milieu naturelle (argile, silice...) possèdent des surfaces spécifiques variables avec l'état physico-chimique du milieu aqueux (PH, nature des cations liés, saturation de la surface par les molécules organiques. [11]

#### **II-7-4-3.Charbon actif :**

L'expérience montre que les charbons actifs sont des adsorbants à très large spectre, la plus part des molécules organiques se fixent à leur surface, les plus mal retenues étant les molécules les plus polaires et celles linéaires de très faible masse molaire (alcool simple, premier, acide organique). Les molécules peu polaires génératrices de goût, d'odeur, les molécules à relativement haute masse molaire sont pour des raisons différentes, bien adsorbées sur les charbons.

Outre les propriétés adsorbants, les charbons actifs sont généralement des supports de bactéries capables de dégrader une fraction de la phase adsorbée, ainsi une partie du support est continuellement régénérée et susceptible de libérer des sites permettant de fixer de nouvelles molécules. [11]

### II-7-4-3-1.Principales application:

Les charbons actifs sont employés:

En traitement d'affinage des eaux potables ou des eaux industrielles de haute pureté, le charbon actif fixe alors les composés organiques dissous qui ont échappé à la dégradation biologique naturelle (autoépuration des cours d'eau), les micropolluants substances déterminant le goût, la saveur de l'eau. Il adsorbe également certains métaux lourds à l'état de traces. [11]

En traitement d'eaux résiduaires industrielles lorsque l'effluent n'est pas biodégradable ou lorsqu'il contient des éléments toxiques organiques empêchant l'emploi de techniques biologiques. Dans ce cas l'emploi du charbon actif permet souvent de retenir sélectivement des éléments toxiques et, par suite de retrouver un effluent normalement biodégradable.

En traitement " tertiaire" des eaux résiduaires industrielles, le charbon actif fixe les composés organiques dissous réfractaires au traitement biologique situé en amont et permet ainsi, d'éliminer une grande proportion de la DCO résiduelle. [11]

### II-7-4-3-2.Charbon actif en poudre :

Le charbon actif en poudre (CAP) se présente sous forme de particules de dimension entre 10 et 50  $\mu\text{m}$  et est utilisé en général en combinaison avec les traitements de clarification. Il est introduit en continu dans l'eau avec les réactifs de floculation où il se trouve inséré dans les floccs extraits de l'eau. [11]

#### a) Avantages:

- Les Charbons actifs en poudre sont environ 2 à 3fois moins chers que les charbons en grains ;
- Leur surdosage est possible en cas de pointe de pollution ;
- Leur emploi ne nécessite qu'un investissement réduit quand le traitement ne comporte qu'une étape de floculation décantation (il suffit de prévoir un seul poste de dosage de charbon actif)
- Leur cinétique d'adsorption est rapide, une grande surface étant directement accessible ;
- Ils favorisent la décantation en alourdissant les floccs. [11]

#### c) Inconvénients :

- Leur régénération est impossible, lorsque ils sont récupérés avec des boues d'hydroxydes ;
- Il est difficile d'éliminer les dernières traces d'impuretés sans addition d'un excès de charbon actif en poudre ;Pour pouvoir utiliser le charbon actif en poudre lors des

pointes de pollution, il est indispensable préalablement d'avoir détecté cette pointe de pollution. [11]

### **II-7-5.Traitement biologique par boue activée :**

Il consiste donc à provoquer le développement d'un floc bactérien (boues activées) dans un bassin d'aération alimenté. Dans ce bassin le mélange eau à traiter et boues, est brassé de façon à maintenir les boues en suspension et reçoit l'oxygène nécessaire à la prolifération des micro-organismes aérobies. Le mélange est ensuite envoyé dans un clarificateur dans une zone de clarification afin de séparer l'eau traitée des boues qui sont en partie renvoyées dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante en boues activées. [12]

#### **II-7-5-1.Les boues:**

Les boues activées sont des cultures mixtes de micro-organismes qui se développent dans des conditions stériles aux dépens des substances organiques présentes dans les eaux usées.

Les boues activées représentent un, milieu vivant contenant une proportion très élevée de biomasse capable de puiser l'oxygène dissous dans l'eau. Elles sont constituées de petits amas brunâtres quasi-microscopiques, entourés d'une matière glueuse favorisant leur agglomération et de leur sédimentation dans le décanteur secondaire. [12]

#### **II-7-5-2.Composition microbienne des boues activées:**

La boue activée est un milieu riche en micro-organismes. Les bactéries pouvant se présenter dans une boue sont les suivantes:

Les pseudomonas, les flavobacteriums, les achromobacter,les chromobacteriums, les azotobacters, les micrococcus, les bacillus subtilus. Les bacillus cereus, les bacillus mégathérium, les alcagenes,les arthobacter ,les acinobacter, les Tlycobacterium,les lophomonas.

On peut également rencontrer des champignons, des levures, des moisissures ainsi que des bactéries nitrifiantes du type nitrosomonas et nitrobacter. Les bactéries filamenteuses indésirables, comme les sphaerotilus, les leptomitus, les leucothrix, si elles sont présentes dans les boues empêchent leur décantation et leur épaissement.

L'aspect qualitatif et quantitatif d'une boue dépend essentiellement de l'eau usée à traiter. Les bactéries qui jouent ce rôle sont sélectionnées selon la température, le PH et l'oxygène dissous. [12]

#### **II-7-5-3.Les phases de croissance des boues activées:**

Si on procède à une aération d'une eau usée décantée contenant naturellement des matières organiques et des bactéries, on assiste à une évolution progressive de la masse microbienne selon cinq phases.

### a) Phase de latence:

Pendant cette phase les micro-organismes s'adaptent au milieu nutritif, la vitesse de croissance est nulle, la  $DBO_5$  reste pratiquement constante.

### b) Phase exponentielle :

Le milieu étant riche en nourritures, permet un développement rapide des bactéries, la consommation d'oxygène est élevée et la  $DBO_5$  diminue fortement.

### c) Phase de ralentissement:

Cette phase est marquée par un appauvrissement progressif de ce milieu entraînant un ralentissement des synthèses cellulaires, la biomasse augmente lentement et stagne ensuite, la  $DBO_5$  diminue fortement.

### d) Phase stationnaire:

Les bactéries continuent à se diviser mais elles commencent à utiliser les réserves accumulées aux stades précédents.

### e) Phase de déclin:

L'épuisement du milieu provoque la mort de nombreux micro-organismes, il y a une auto-oxydation, l'oxygène apporté est utilisé par les bactéries pour leur propre transformation en produits finaux ( $CO_2$ ,  $H_2O$ ...), il ne reste qu'une petite quantité de matières biodégradables. [12]

### II-7-5-4. Introduction de polluants nutritifs dans une biomasse activée:

Si on suit le comportement d'une colonie introduite dans un milieu nutritif on observe ce qui suit:

#### a-Un effet physique de la biomasse sur le polluant introduit :

Les matières colloïdales sont floculées et englobées avec des matières en suspension dans les amas de micro-organismes de la biomasse, les matières dissoutes sont absorbées à la surface des constituants de ces amas.

#### b- Un effet d'osmose biologique :

Une partie des substances dissoutes traverse les membranes extérieures de micro-organismes et vient enrichir le protoplasme. Ce transfert de matières nutritives du liquide polluant vers la surface des micro-organismes, conduit à l'accélération de deux processus biologiques:

1) La consommation de ces matières nutritives par les micro-organismes, consommation qui est la base du maintien et du développement de leur énergie vitale.

2) L'assimilation et la transformation d'une partie de ces matières en matériaux cellulaires, ce qui se traduit par l'augmentation de la masse totale et du nombre des micro-organismes présents.

[12]

### II-7-6.Mécanismes de l'épuration biologique:

C'est dans le bassin d'aération (en présence des boues activées) que s'opère la phase essentielle du traitement.

Les matières dissoutes, colloïdales ou en suspension qui constituent le substrat, subissent de profondes transformations, certaines molécules en solution peuvent diffuser directement à travers les membranes cellulaires des bactéries, d'autres molécules plus grosses ou plus complexes doivent subir un traitement préalable d'hydrolyse par des enzymes extracellulaires sécrétées dans ce but par les bactéries. Cette opération peut être assimilée à une digestion externe, les produits ayant diffusé à l'intérieur de la cellule sont transformés par d'autres réactions métaboliques. Au cours de ce processus biochimique, interviennent les enzymes qui sont des catalyseurs très spécifiques aux extraordinaires propriétés. Les éléments nutritifs sont utilisés pour des réactions produisant de l'énergie vitale ou pour la production de nouveaux constituants cellulaires dont une partie, le protoplasme où les matières vivantes actives pourront être dégradées ultérieurement

L'opération de synthèse cellulaire porte le nom d'anabolisme et celle relative à la production d'énergie et formation des produits de dégradation s'appelle le catabolisme. L'ensemble de ces deux opérations constitue le métabolisme. L'oxygène qui passe en solution dans le milieu doit être transféré à la surface des cellules bactériennes, il doit ensuite diffuser à travers leurs parois et leurs membranes pour être utilisé par les enzymes respiratoires, une concentration de 1 à 1.5 mg/l est suffisante. [12]

#### ❖ Récupération des eaux résiduaires :

Une fois épurées, les eaux pourraient être réutilisées dans le même genre d'industrie ou servir à des usages sanitaires, agricoles ou même comme eau potable d'autant que les méthodes de traitement, et les installations modernes permettent d'atteindre des normes d'épuration élevées avec des coûts qui restent d'un niveau acceptable. Le traitement des eaux usées peut ainsi constituer un moyen propre à la réalisation d'économie ou la protection de l'environnement dans les pays industriels.

On peut relever parmi les raisons qui justifient la récupération et le traitement des eaux usées : - la rareté de l'eau qu'elle soit occasionnelle ou durable ;

- Le coût de l'approvisionnement en eau devenant si élevé, d'où la nécessité de transporter l'eau à grandes distances, ou à une altitude élevée (dépense d'énergie).
- Les modifications d'ordre hydrologique provoquées par le pompage des eaux souterraines ou des eaux de surface. [12]

# *CHAPITRE III*

## **Description de la zone d'étude, de la STEP et études des analyses**

### III-1.Description de la zone d'étude

#### III-1-1.Historique de la commune

##### III-1-1-1.Ancien nom : CAMP DU MARECHAL

Le 25 juillet 1845, le maréchal BUGEAUD, en lutte contre BEN SALEM et en 1856 le maréchal RANDON, au retour de l'expédition de Kabylie, s'arrêtèrent sur le plateau légèrement élevé qui devient ensuite Camp du Maréchal.

Le territoire de ce village fût constitué à la suite du séquestre sur les SIDI-NAAMANE, les CHENACHA et les SIDI ALI BOUNAB. Il fût donc décidé de créer un centre compact, capable de se défendre dans les premiers moments d'une émeute.

En 1880, une commission nommée par le gouverneur Général, était venue visiter les lieux et avait donné son accord pour le peuplement de la région.

Du reste, il n'eût été possible ni prudent d'y installer avant cette époque des colons européens Outre que les indigènes, sur lesquels ce territoire avait été séquestré, l'occupaient encore en grande partie et faisaient paraître leurs troupeaux, non sans espérer vaguement qu'après quelques années de punition il leur serait restitué tôt au tard.

Les terrains du Camp du Maréchal, renommés pour leur fertilité, passaient pour malsains à cause des marais provenant des infiltrations de l'OUED SEBAOU et des eaux stagnantes venant des montagnes ; le séjour en était dangereux.

Le peuplement par des européens exigeait donc des précautions toutes particulières, et il avait été convenu, dès le principe, d'abord avec l'amiral DE GUEYDON, ensuite avec son successeur le général CHANZY qu'avant d'y installer une famille, il était indispensable d'y exécuter sur une large échelle des travaux d'assainissement.

Le service des ponts et chaussées fit creuser dans la partie marécageuse de ce territoire tout un réseau de canaux à grande section, combiné de façon à capter toutes les eaux stagnantes de la région et à les conduire aussi loin que possible en aval de SEBAOU.

Ce travail considérable fût exécuté par des ouvriers indigènes, ne fût achevé qu'à la fin de 1877 et ont eu soin, pour en assurer la conservation, de planter les bords de l'oued de ces canaux avec des arbustes capables de retenir les terres.

Ces mesures, très bien conçues, firent rapidement disparaître les eaux stagnantes. [13]

##### III-1-1-2.Choix de l'emplacement du village Camp du Maréchal

Les travaux d'assainissement terminé, il restait à choisir l'emplacement même du village. Ce qui, au point de vue de la salubrité avait une importance.

Mr LE COMTE D'HAUSSONVILLERS se transporta de nouveau en Algérie accompagné de Monsieur GUYNEMER et après avoir soigneusement visité le terrain avec un officier Dugénie ; le Général Richard, choisit, pour y établir les maisons du nouveau village, un plateau légèrement élevé situé à environ 500 mètres au sud de la route départementale.

En fait cet emplacement est précisément celui que le Maréchal RANDON au retour de son expédition de Kabylie, en 1856, avait choisi pour y établir son Camp. C'est du reste à cette circonstance qu'est dû le nom que porte ce territoire. [13]

#### **III-1-1-3.Mesures préparatoires et installation des colons**

Le choix de terrain une fois fixé, Monsieur LE COMTE D'HAUSSONVILLERS prit immédiatement des mesures pour assurer la construction de premières maisons et l'exécution des travaux d'utilité publique, c'est-à-dire au nivellement et à l'empierrement des rues, à la création d'abreuvoirs et des fontaines etc....

Ce ne fut qu'après l'exécution de ces diverses mesures, dont les plus importantes étaient celles relatives à la salubrité, que la société crût pouvoir installer ses premiers colons dans le courant du mois d'octobre 1880.

En effet, dès 1889, un projet d'agrandissement du lotissement urbain est établi et en 1899, treize lots sont accordés à des fils de colons.

En 1922, dix nouveaux lots sont encore attribués.

En 1949, la commune achète le lot domanial 149 pour établir un nouveau lotissement. Des lots sont depuis concédés à tous ceux qui ont font la demande, sous réserve qu'ils ne possèdent pas d'habitation personnelle.

Les colons se bouscuaient pour s'installer car la prospérité du centre du Camp de Maréchale n'est pas un vain mot.

C'est ainsi que Camp du Maréchal, fût fondé en 1878, par décret du 07 mars, mais les colons français commencent à l'occuper fin 1880 début 1881. A cette époque on dénombre 60 familles environ. Bien plus qu'à BORDJ-MENAIEL et HAUSSONVILLERS.

Ce dit décret porte notamment concession gratuite de toutes les plantations à la société de protection des Alsaciens Lorrains.

Ainsi, par décret du 13 mars 1891, Camp du Maréchal fût érigé en commune de plein exercice après sa séparation de la commune d' HAUSSONVILLERS

L'Algérie accède à l'indépendance en 1962. C'est alors que nos communes subissent une réorganisation qui :

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

---

- Un premier décret n°63-189 du 16 mai 1963, paru dans le (J.O.RA n°35 du 31 mai 1963) ramenait le nombre de communes de 1578 à 632 pour l'ensemble du territoire national.
- Deux nouveaux décrets parus en novembre et décembre 1963 ont modifié sensiblement le nombre et structure des nouvelles communes.

Il s'agit des décrets N°63-421 du 28 octobre 1963 (J.O.RA n°82 du 5.11.1963) et n°63.466 du décembre 1963 (J.O.RA n°91 du 6.12.1963) c'est ainsi que le nombre de nouvelles communes après l'indépendance s'élève à 669 communes.

La fusion des douars SIDI-ALI-BOUNAB, BENI CHENACHA et le centre du Camp du Maréchal donnait naissance à TADMAÏT qui retrouve son nom en 1963 avec une superficie de 6366 ha. [13]

**III-1-2.Définition de la commune :** La commune de TADMAÏT est située à l'extrême ouest de la Wilaya de Tizi-Ouzou, à 17 km du chef-lieu de Wilaya et 06 KM de la Daïra de DRAA-BEN-KHEDDA, Avec 6366 ha de superficie soit 37 % de la superficie totale de la Daïra. La commune à une place privilégiée dans l'organisation de l'Etat. La constitution disposait « La collectivité territoriale économique et sociale de base est la commune » et « la charte d'Alger» confirmait quelques mois plus tard que la commune devrait être « la base de l'organisation politique, économique et sociale du pays ».

Le code communal à par la suite, consacré les principes énoncés tant par l'ancienne constitution que par la charte d'Alger.

La nouvelle structure communale fait de la commune une cellule de base à qui sont conférés de larges pouvoirs dans les domaines administratifs économiques et sociaux.

La commune est en effet, une collectivité territoriale au sein de laquelle existe entre les habitants une communauté d'intérêts fondée sur une réalité historique, économique et sociale. Créée par la loi, elle jouit de sa personnalité morale, elle a des droits et des obligations, un patrimoine et un budget.

Commune dominée dans sa majorité par le massif de SIDI-ALI-BOUNAB.

Selon le journal officiel n°67 du 19.12.1984, la commune est composée de 21 villages distant de 03 à 25 KM du chef-lieu de la commune : AIT SIDI SMAIL ; AIT MAAMAR ; HIDOUSSA ; AIT SAADA ; TLATA ; AIT KHERCHA ; THALA MALEK ; AIT OUAREZDINE ; AIT SI AMAR ; EL MEDAI ; IGHerveiNE ; AZIB IGHerveiNE ; AGOUNI AMROUCHE ; AFIR ; TIZI BOUADOU ; AIT HAMOU ; YANNANE ; TAGUEROUCHT ; ICHAKALEN ; BOUZOUYENE ; KAF EL AOGAB. [13]



## Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

**III-1-3.Superficie :** la commune à une superficie de : 6366 hectares

Elle est à vocation agricole avec une superficie utile de 3310 ha soit 52% de surface totale de la commune. Une forêt de 700 ha soit 11% du territoire est perchée à une altitude de plus de 600 m. [13]

**III-1-4. Population :** La population de la commune est évaluée à 23431 habitants

Forte d'une population de 23 431 habitants (RGPH 2008) pour une superficie de 63,66 Km<sup>2</sup>. Population recensée selon les différents R.G.P.H et selon zones de dispersion :

Tableau N ° III-1 : représente le nombre d'habitant de 1977 jusqu'au 2008

ZONE DE DISPERSION	1977		1987		1998		2008	
	Nbre habitant		Nbre habitant		Nbre habitant		Nbre habitant	
	%		%		%		%t	
A.C.L	5731	46,57	9380	52,8	12550	58,24	13901	59,33
A.S	1742	14,15	2997	16,8	4251	19,73	5882	25,10
Z.E	4834	39,28	5401	30,4	4746	22,03	3648	15,57
TOTAL	123307		17778		21547		23431	
EVALUATION DEMOGRAPHIQUE	/		4,56%		3,65%		1,57%	

Source : APC de Tadmaït

-A.C.L = Agglomération en chef-lieu

- A.S = Agglomération secondaire

-Z.E = zone épars

- Densité en 1977 = 193 hab/Km<sup>2</sup>
- Densité en 1987 = 279 hab/Km<sup>2</sup>
- Densité en 1998 = 338 hab/Km<sup>2</sup>
- Densité en 2008 = 368 hab/Km<sup>2</sup>

L'analyse de ce tableau nous renseigne clairement que le citoyen s'exode du mode rural vers la cité urbaine et ce pour plusieurs raisons :

- Le produit du travail de la terre de montagne n'arrive plus à subvenir aux besoins essentiels des familles du fait de la répartition inégale des terres.
- La cité se développe plus rapidement que le monde rural notamment en équipement public (Ecole, pharmacie, médecin).

Les agglomérations secondaires reçoivent leurs parts du flux migratoires du mode rural car le commerce des biens de consommation est important.

Le fort taux démographique est aussi l'une des causes de l'exode. La densité d'occupation est passée de 193 hab/Km<sup>2</sup> en 1977 à 368 hab/Km<sup>2</sup> en 2008. C'est énorme, la différence. [13]

## Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

---

### III-1-4-1. Aperçu sur l'évolution de la population suivant les résultats des recensements antérieurs

Tableau N°III-2 : représente un aperçu sur L'évolution de la population suivant les résultats des recensements antérieurs :

N°	Année	Population	Nbre de ménage	Taille des ménages	Taux démographique/An	Nbre de logement	Taux d'occupation par logement
01	1967	8760	1936	4,52	/	1723	5,08
02	1977	13107	2217	5,91	4,35 %	2318	5,65
03	1987	17778	2688	6,61	4,67%	2705	6,57
04	1998	21547	3268	6,59	3,77%	2923	7,37
05	2008	22670	3919	5,78	1,12%	3401	6,66

Source :APCde Tadmaït

**NB:** Les résultats de 2008 sont l'estimation préliminaire du RGPH 2008 effectué du 16 au 30.04.2008. [13]

### III-1-5. Limites territoriales

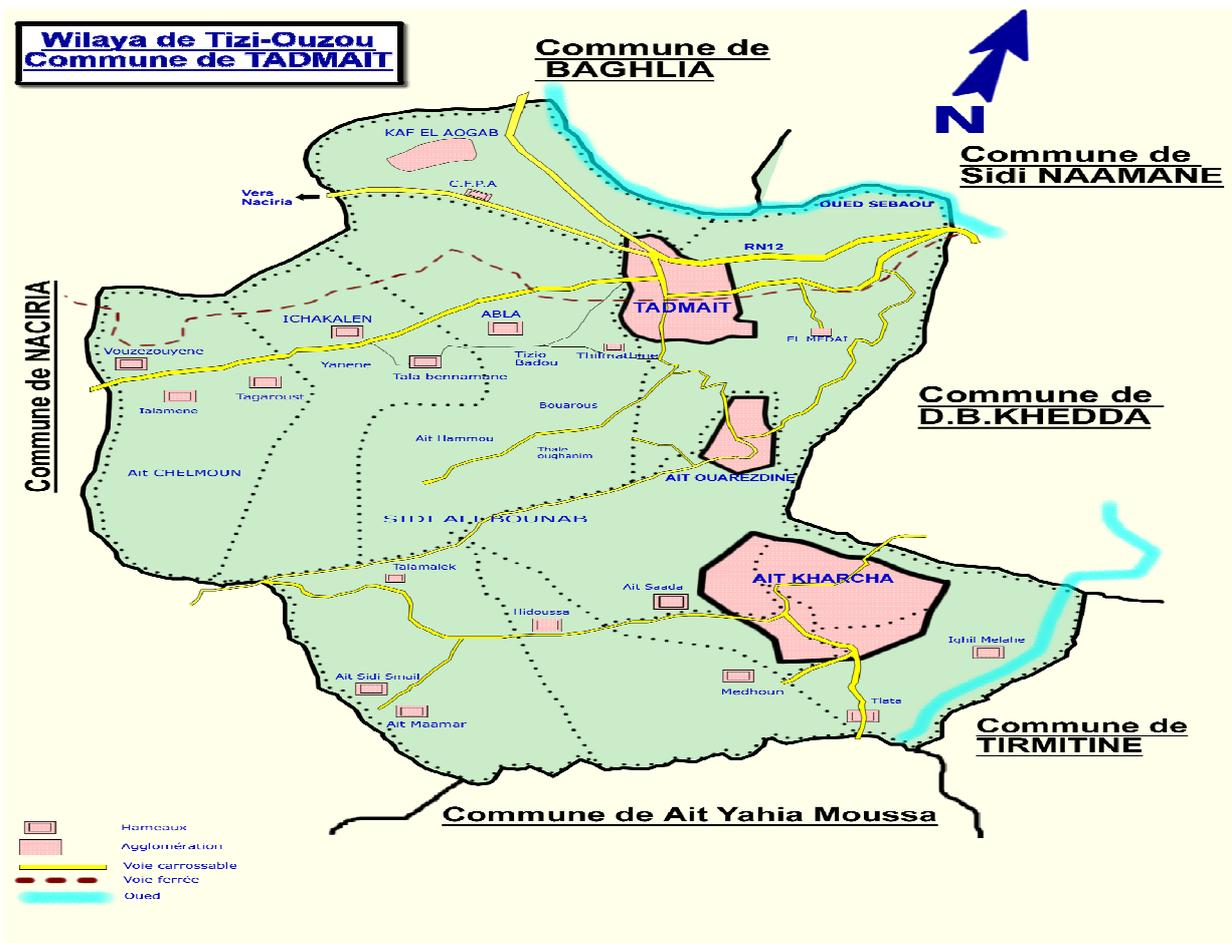
**Nord :** Les communes de : SIDI NAAMANE et BAGHLIA

**Est :** Les communes de : DRAA BEN KHEDDA et TIRMITINE

**Sud :** La commune de : OUED KSARI (AIT-YAHIA-MOUSSA).

**Ouest :** La commune de : NACIRIA

a-Carte géographique de la commune :



b-Carte de situation prise par Google



### III-1-6. Description

TADMAIT, commune donnée dans sa majeure partie par le massif de Sidi-ALI-BOUNAB à une altitude de 835 m avec des pentes fortes.

L'habitat ancien se concentre sur les pentes nord et sud du massif (AIT-SIDI-SMAIL, HIDOUSSA, AIT-AHMED...), quant à l'habitat moderne, il s'installe naturellement aux abords des routes, en plaine. [13]

### III-1-7. Topographie

Importante et dominée par deux bassins :

- SEBAOU au nord et TLETA au sud.

Au SEBAOU se déversent les rivières (IGHZER).

- IGHZAR ICHDASSENE.
- IGHZAR MEDAI IGHZAR
- BOUCHIOUA
- TLETA :
  - IGHZAR IHADDAÈNE
  - IGHZAR MAROUNDA
  - IGHZAR THALA BOURIM
  - ASSIF N'SALAH

### III-1-8. Assainissement de la commune

Malgré les efforts consentis ces dernières années dans les raccordements des foyers au réseau d'assainissement qui s'élève à 35 802 ML, certaines habitations doivent faire l'objet d'intérêt pour éradiquer définitivement les maladies successibles d'être à l'origine des eaux en les raccordant aux différents réseaux. [13]

#### III-1-8-1. Eaux usées

##### a. Réseaux dansants

Tableau N°III-3 : représente les réseaux dansants

Dénomination du rejet et utilisateurs	Situation du rejet (risques sur la santé publique et impacts sur l'environnement)	Moyens utilisés pour le traitement et l'organisme traitant
Station d'épuration (service hydraulique)	Risques élevés	Station de traitement

Source : APC de Tadmaït

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

#### b. Fosses septiques

Tableau N°III-4 : représente les fosses septiques

Lieu d'implantation et propriétaire de la fosse	Les conditions d'installation de la fosse (risques sur la santé publique et impacts sur l'environnement)	Indiquer la distance entre la fosse et le réseau d'assainissement en matière linéaire
Les villages ruraux	Absence de réseau d'assainissement	/

Source : APC de Tadmaït

#### c. Zone et villages dépourvus de réseaux dansants

Tableau N°III-5 : représente la zone et villages dépourvus de réseaux dansants

Désignation de foyer et zones non branchées aux réseaux d'assainissements	Indiquer la distance entre la fosse et le réseau d'assainissement en matière linéaire
- Une partie du village AIT SAADA	/
- EL MEDHOUN	/

Source : APC de Tadmaït

#### d. Les Oueds

Tableau N°III-6 : représente les Oueds

Désignation des Oueds	Désignation des déchets déversés sur l'Oued
- Oued AGUERGOUR	-
- Oued DHOUS	-
- Oued SEBAOU	-
- Oued N' TLATA	-

Source : APC de Tadmaït

#### e. Décharges et dépotoirs

Tableau N°III-7 : représente les décharges et dépotoirs

Dénomination des types de décharges	Les usagers des décharges	Horaires de collecte d'ordures de la niche
Des petites décharges sauvages au niveau de : - La cité liberté - La cité 60 logements - La cité Tazmalt	- Les habitants de la cité - // - //	/

Source : APC de Tadmaït

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

#### f. Niche à ordures

Tableau N°III-8 : niche à ordures

Désignation de niches et lieu d'implantation	Les usagers des niches	Horaires de collecte des ordures de la niche
- La cité des Orangers	- Les habitations de la cité	Quotidiennement à 8h : 00

Source : APC de Tadmaït

#### g. Moyen de collecte des déchets

Tableau N°III-9 : Moyen de collecte des déchets

Désignation du matériel de collecte des déchets	Etat du matériel de collecte
- Trois (03) Camions K120	- Bon état
- Un (01) Camion K66	- //
- Un (01) Tracteur	- //

Source : APC de Tadmaït

### III-1-9. Alimentation en eau potable de la commune

La commune de TADMAIT est potentiellement riche en eau, une bonne partie de la commune étant située près de l'Oued SEBAOU.

L'alimentation effective de la commune est relativement correcte si ce n'est les casses fréquentes et les disparités de l'eau sont aussi importantes et le retard dans les répartitions. [13]

Le réseau AEP se compose comme suit :

- Adduction 37090 ML
- Distribution 64172 ML

#### a. Sources aménagées

Tableau N°III-10 : représente les sources aménagées

Dénomination des sources d'eau	Lieu et les conditions d'implantation des sources/aux différents pollutions	Moyens utilisés pour le traitement et l'organisme traitant
THALA BENAMANE	Village ICHAKALENE (source traitée)	- Désinfection par des galets du chlore - Effectuée par les services de l'APC

Source : APC de Tadmaït

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

Tableau N°III-10 : représente les Sources aménagées (suite)

Dénomination des sources d'eau	Lieu et les conditions d'implantation des sources/aux différents pollutions	Moyens utilisés pour le traitement et l'organisme traitant
<b>THALA TAFRANGA</b>	Village ICHAKALENE (source traitée)	- Désinfection par des galets du chlore - Effectuée par les services de l'APC
<b>AIN SAR AMROUCHE</b>	Village ICHAKALENE (source traitée)	-
<b>IAZAVENE</b>	Village ICHAKALENE (source abandonnée)	-
<b>THALA ABLA</b>	Village ABLA (source traitée)	-
<b>THALA VOULOULOUYENE</b>	Village THIHACHADINE (source à traiter)	-
<b>THALA THIHACHADINE</b>	//	-
<b>THALA MERZOUK ALI</b>	//	-
<b>THALA ZEROUKI MOHAMMED</b>	//	-
<b>THALA ALEM</b>	Village AIT CHELMOUNE (source à traiter)	-
<b>THALA NAIT TADRIST</b>	//	-
<b>THALA GHAZALI HOCINE</b>	//	-
<b>THALA ELCARRIERE</b>	//	-
<b>THALA EL MSALA</b>	//	-
<b>THALA KEBIR DAHMANE</b>	Village THILMATHINE (source à traiter)	-
<b>THALA THIVLADINE</b>	Village AIT OUARZEDINE (source abandonnée)	
<b>THALA IHADADENE</b>	//	
<b>THALA AISARI</b>	//	
<b>THALA OUKHAROUV</b>	//	

Source : APC de Tadmaït

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

Tableau N°III-10 : représente les Sources aménagées (suite)

Dénomination des sources d'eau	Lieu et les conditions d'implantation des sources/aux différents pollutions	Moyens utilisés pour le traitement et l'organisme traitant
THALA SMILAL	Village IVACHIOUENE (Source abandonnée)	-
THALA N' TELVA	Village AFIR (source abandonnée)	-
THALA IZOURENE	//	-
THALA AIT HAMOU	//	-
THALA GALAA	/	-
EL AINSAR	//	-
THALA EL MEDAI	Village EL MEDAI (source à traiter) -	-
THALA EL MADJINE	Village EL MEDAI (source abandonnée)	-
THALA MELALI ALI	Village EL MEDAI (source abandonnée)	-
THALA OUMAZIGH	Village HIDOUSSA (sourceaband)	-
THALA MALEK	(source à traiter)	-
THALA LASKAR	(source abandonnée)	-
THALA CHAIEYE	(source à traiter)	-
THALA BOUZAL	(source abandonnée)	-
THALA THIVHIRINE	//	-
THALA ZIAR	//	-
THALA BOUDIM	//	-
THALA AMDOUN	//	-
THALA ACHARIDJ	//	-
THALA BOUGHLAS	(source à traiter)	-
THALA LARBI	(source abandonnée)	-

Source : APC deTadmait

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

Tableau N°III-10 : représente les Sources aménagées (suite)

Dénomination des sources d'eau	Lieu et les conditions d'implantation des sources/aux différents pollutions	Moyens utilisés pour le traitement et l'organisme traitant
THARGA OUSSALAS	//	-
THALA ANKOUD	(source à traiter)	-
THALA BOUYADIF	Village IAGOUNENE (source à traiter)	-
THALA BOUDRAR	(source abandonnée)	-
THALA CHAOU SAID	//	-
THALA AVAZIZ	Village AIT MAAMER (source abandonnée)	-
THALA AMDOUN	//	-
THALA AOUYAD	//	-
THALA TA FERANTE BOUSSAD	Village THLATHA (source abandonnée)	-
THALA ALLILI	Village AIT SAADA (source abandonnée)	-
THALA KIAS HOCINE	//	-
THALA BOUKHOUFENE	//	-

Source : APC deTadmait

#### b. Sources non aménagées

Tableau N°III-11 : représente les sources non aménagées

Dénomination des sources d'eau	Les conditions d'implantation des sources/aux différents pollutions	Moyens utilisés pour le traitement et l'organisme traitant
THALA MILA	Village ABLA (source abandonne)	-
THALA EL-VIRE	//	-
THALA THIHACHADINE	Village THIHACHADINE (source abandonnée)	-
THALA ZEROUKI MOHAMED	//	-
AINSAR OUGOULOU	Village EL MEDAI (source à traiter)	-
THALA MAYER	//	-

Source : APC de Tadmait

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

#### c. Château d'eau, Réservoirs, Bâchea eaux, Citernes

Tableau N°III-12 : château d'eau, réservoirs, bâche à eaux, citernes

Dénomination des points de stockages d'eau	Lieu d'implantation et régions alimentées	Moyens utilisés pour leur traitement et l'organisme traitant
<b>Château d'eau Tadmait</b>	Lotissement II - Il alimente toute la ville de Tadmait et ses agglomérants	- Nettoyage et désinfection - Traité par l'ADE et les services techniques de l'APC
<b>Château d'eau Baghdad (Réservoir)</b>	Cité Baghdad - Il alimente toute la cité	- Nettoyage et désinfection - Traité par l'ADE et les services techniques de l'APC
<b>Château d'eau Sidi ouarets</b>	Village Sidi ouareth (non fonctionnel)	/
<b>Château d'eau Ait Ouarzedine</b>	Village Ait Ouarzedine - Il alimente les villages :Ait Ouarzedine et Ait Si Amar	- Nettoyage et désinfection - Traité par l'ADE et les services techniques de l'APC
<b>Château d'eau Maison forestière</b>	Sidi Ali Bouneb - Il alimente les villages Thlatha,Hidoussa, Ait Saada	- Nettoyage et désinfection. - Traité par l'ADE et les services techniques de l'APC.
<b>Château d'eau Hidoussa</b>	Village Hidoussa - Il alimente tout le village de Hidoussa	- Nettoyage et désinfection. - Traité par l'ADE et les services techniques de l'APC
<b>Château d'eau Ait Saada</b>	Village Ait Saada. - Il alimente tout le village d'Ait Saada et El Medhoun	- Nettoyage et désinfection. - Traité par l'ADE et les services techniques de l'APC
<b>Château d'eau THIGHILT GUARF</b>	THIGHILT GUARF - Il alimente les villages : Ait Saada,Thlatha, Ait Khercha	- Nettoyage et désinfection. - Traité par l'ADE et les services techniques de l'APC

Source : APC deTadmait

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

Tableau N°III-12 : Château d'eau, Réservoirs, Bâche a eaux, Citernes (suite)

Dénomination des points de stockages d'eau	Lieu d'implantation et régions alimentées	Moyens utilisés pour leur traitement et l'organisme traitant
<b>Château d'eau Kaf-El-Aogab</b>	Village Kaf-El-Aogab - Il alimente tout le village	- Nettoyage et désinfection - Traité par l'ADE et les services techniques de l'APC
<b>Bâche à eau</b>	Unité du production ERIAD de Tadmaït	- Nettoyage et désinfection. - Traité par l'ADE et les services techniques de l'APC

Source : APC de Tadmaït

#### d. Puits et Forages

Tableau N°III-13 : Puits et Forages

Dénomination des puits, forages	Lieux et les conditions/aux différents pollutions	Moyens utilisés pour le traitement et l'organisme traitant
06	Village Kaf-El-Aogab (Puit à traiter)	-
10	Village Kaf-El-Aogab (Puit abandonné)	-
02	Village ICHAKALENE (puit à traiter)	-
03	//	Désinfection par des galets du chlore, effectuée par les services de l'APC
02	Village ICHAKALENE (puit abandonné)	-
02	Village ABLA (puit à traiter)	Désinfection par des galets du chlore, effectuée par les services de l'APC
14	//	-
03	Village ABLA (puit abandonné)	-

Source : APC de Tadmaït

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

Tableau N°III-13 : Puits et Forages (suite)

Dénomination des puits, forages	Lieux et les conditions/aux différents pollutions	Moyens utilisés pour le traitement et l'organisme traitant
15	Village AIT CHELMOUNE (puit à traiter)	-
01	//	Désinfection par des galets du chlore, effectuée par les services de l'APC
03	Village AIT CHELMOUNE (puit abandonné)	-
03	Village AIT OUARZEDINE (puit à traiter)	-
06	Village AIT OUARZEDINE (puit abandonné)	-
02	Village THILMATHINE (puit à traiter)	-
07	Village AIT YAHIA-LARBA (puit à traiter)	-
07	Village AIT YAHIA-LARBA (puit abandonné)	-
01	Village VOUCHENAEFENE (puit à traiter)	Désinfection par des galets du chlore, effectuée par les services de l'APC
03	//	-
04	Village VOUCHENAEFENE (puit abandonné)	-
08	Village IVACHIOUENE (puit à traiter)	-
10	Village IVACHIOUENE (puit à abandonner)	-
07	Village ICHIVIKHENE (Puit à traiter)	-
06	Village ICHIVIKHENE (Puit à traiter)	-

Source : APC de Tadmaït

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

Tableau N°III-13 : Puits et Forages (suite)

Dénomination des Puits et forages	Lieux et les conditions/aux différents pollutions	Moyens utilisés pour le traitement et l'organisme traitant
03	Village AJDAIENE (puit à traiter)	-
01	Village AJDAIENE (puit abandonné)	-
13	Village IHAMOUCHE EL MEDAI ( puit à traiter)	-
03	Village IHAMOUCHE ELMEDAI (puit abandonné)	-
06	Cité BAGHDAD (puit à traiter)	-
02	Cité BAGHDAD (puit à traiter)	Désinfection par des galets du chlore, effectuée par les services de l'APC
21	Cité BAGHDAD (puit abandonné)	-
17	Village THLATHA (puit à traiter)	-
33	Village THLATHA (puit abandonné)	-
02	Village CHEREA (puit abandonné)	-
02	Village AFIR (puit abandonné)	-
01	Village VOUYILEF (puit à traiter)	-
03	Village EL KITOUNE (puit à traiter)	-
02	EL-MEDAI	-
02	FEROUNE	-
01	CFPA	

Source : APC de Tadmaït

### III-1-10.Plantation et production agricole

#### III-1-10-1. Introduction et présentation de la commune

Elle présente une position stratégique au carrefour de deux routes nationales : RN12 et RN25 qui lui confère une position géographique qui la met directement en relation avec trois (03) régions très importantes à savoir: Alger à l'ouest, DELLYS au nord ; Tizi-Ouzou à l'est.

Elle est traversée par une ligne de chemin de fer. Sa superficie est de 7200 Ha ; et une population = 23279 habitants, soit une densité de 323 habitants/km<sup>2</sup>.Distance de 17 km du chef-lieu de wilaya de Tizi Ouzou et 06 km de la Daïra de Draa Ben KHEDDA.

La commune est dominé dans sa majeure partie par le massif de SIDI ALI BOUNEB, qui participe du massif central Kabyle (versant nord, les reliefs peuvent être vigoureux (835 m) et les pentes fortes. [13]

#### III-1-10-2.le climat

Le Climat est du type subhumide ; caractérisé par la douceur de l'hiver et été chaud.

#### III-1-10-3.Vocation de la commune générale et vocation agricole en particulier

La vocation générale de la commune est l'agriculture (1672,45 ha). [13]

##### a. Superficie agriculture

Tableau N°III-14 : représente la superficie agriculture

Nature	Sec (HA)	IRR (HA)	Tot (HA)
Terres nues	1042,8	156,25	199,05
Planter	1336,7	325,25	1662,95
S.A.V	2379,5	481,5	2861
Pacages et parcours	131	-	131
Bois et forêts	153	-	1153
Improductif à l'exploitation	300	-	300
Non effectué à l'agriculture	1910,5	-	1910,5
<b>Superficie Total</b>	<b>5874</b>	<b>481</b>	<b>6355,5</b>

Source : APC de Tadmaït

##### b. Programme d'investissement dans le cadre du FNRDA

- Nbre de décisions : 133
- Clôturées : 99
- Annulées : 12
- En cours : 22
- Nbre d'exploitation:122

### c. Situation physique des plantations réalisées dans le cadre FNRDA

- Olivier: 16,78 ha
- Vigne: 87,66 ha
- Pépins : 33,86 ha
- Noyaux : 7,34 ha
- Figuier : 8,07 ha
- Cerisier: 00 ha

### d. Situation de l'irrigation et de l'Apiculture dans le cadre FNRDA

- Forage : 4
- Fonçage puits: 02
- Bassin d'accumulation: 09
- Kit d'irrigation: 01
- Ruches pleines:1500; vide: 240
- P.C.D : 59 apicultures
- Emplois de jeunes chômeurs : 05 coopératives
- 74 apicultures et agriculture dans le cadre FNRDA
- Total = D.R.V = 1970, R. pleines = 1580

### e. Des chambres froides (dans le cadre FNRDA)

- Volume = 600 m<sup>3</sup>

### f. Situation des huileries (dans le cadre FNRDA)

Tableau N°III-15 : situation des huileries (dans le cadre FNRDA)

Nbre de bénéficiaire	OBS
02	Réaliser + réception
01	En projet

Source : APC de Tadmaït

### g. Situation programme jeunes investisseurs (PNDA)

- Unité monoculture : 02
- Unité de traitement
- Cabinet d'hygiène : 01

### h. Situation de la production animale

Filière avicole :

- Chaire:
  - Nbre de poulailler en dur : 18

- Capacité d'élevage : 42
- Chaptel mis en place : 9800.
- Ponte:
  - Nbre : 01
  - Capacité : 4800
  - Effectif en place : 4800.
- Production de poussins :
  - Nbre : 01
  - Capacité d'abattage: 11520 T/semaine
  - $11520 * 3 * 6 = 107360$  (3fois /mois)
  - Structure d'abattage : Néant

### **i. Situation des Retenues collinaires de la commune**

- N° R.C:418
- Capacité en  $m^3 = 55000 m^3$
- Superficie de l'ouvrage :  $4000 m^2$
- Agricultures touchées par l'ouvrage : EAL N°4

### **j. Contraintes rencontrées**

#### **j-1. Foncier agricole**

Diminution de la surface agricole utile provoqué par l'extradition abusive et pillage de sable perte de terres fertiles situées le long de l'OUED SEBAOU emportées par de fortes crues (la protection des berges ne s'est faite que tardivement et partiellement)

Rétrocession des terres à hautes potentialisations agricoles au profit de l'urbanisation.

#### **j-2. Programme FNRDA**

L'indivision et le morcellement des exploitations ont entraînés l'adhésion des agriculteurs au programme de soutien à l'investissement.

Certains agriculteurs ont abandonné leurs terres et ce en raison des conditions sécuritaire (zone de SIDI ALI BONNEB).

La nomenclature FNRDA a été revue à la baisse des agriculteurs à l'adhésion au programme de soutien à l'investissement.

#### **j-3. Gabionnage**

Volume attribué est inférieur aux besoins qui sont pour Tadmaït 7000 mètres linéaires.

#### j-4. Retenue collinaire

La majorité du temps elle est envasée, elle nécessite une restauration.

#### j-5. Avicole : Certains éleveurs chair ont cessé l'activité et ce suit :

- la cherté des intrants
- au risque d'apparition de la grippe aviaire et pour des raisons sécuritaires.
- Insuffisances de production.

#### j-6. Contraintes de fonctionnement

- manque de fournitures de bureau.
- manque majeur de vulgarisation.

#### k. Propositions

- Protection des berges pose de gabionnage, lutter contre le pillage de sable.
- Rationalisation des terres agricoles qui ont fait l'objet d'un choix de terrain pour la réalisation des équipements publics.
- mettre les moyens nécessaires au profit des délégués communaux pour accomplir leur mission de base.
- Réhabilitation des retenues et d'améliorer leurs productions.
- organisation de la filière avicole.

#### L. Plantations existantes en campagne

Tableau N°III-16 : représente les plantations existantes en campagne

espèces	Sec (ha)	IRR (ha)	Total (ha)
<b>Pommier</b>	-	98,5	98,5
<b>Poirier</b>	-	66	66
<b>Néflier</b>	-	-	-
<b>Grenadier</b>	1,5	-	1,5
<b>T. Pépins</b>	1,5	164,5	166
<b>Abricotier</b>	14,25	-	14,25
<b>Cerisier</b>	05	-	05
<b>Pécher</b>	-	16,5	16,5
<b>Prunier</b>	26,5	-	26,5
<b>T. noyaux</b>	45,75	16,5	62,25
<b>Amandier</b>	04	-	04
<b>Figuier</b>	46,5	-	46,5
<b>Noyer</b>	01	-	01

Tableau N°III-16 : représente les plantations existantes en campagne (suite)

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

espèces	Sec (ha)	IRR (ha)	Total (ha)
<b>Pacanier</b>	03	-	03
<b>T. rustiques</b>	54,5	-	54,5
<b>Oliviers</b>	1103,2	-	1103,2
<b>Agrumes</b>	-	113,41	113,41
<b>Vigne</b>	165,75	1,25	167
<b>Total plantations</b>	1370,70	295,66	1666,36

Source : APC de Tadmaït

#### M. Maraîchage de plein champ

Tableau N°III-17 : La répartition des superficies (sec et irrigue)

espèces	Sec (ha)	IRR (ha)	Total (ha)
<b>P.D.T Saison</b>	-	20	20
<b>P.D.T A/saison</b>	-	05	05
<b>Total P.D.T</b>	-	25	25
<b>Oignon</b>	10	-	10
<b>Ail</b>	03	-	03
<b>Fève</b>	12	-	12
<b>Petit pois</b>	05	-	05
<b>Navet</b>	-	05	05
<b>Carotte</b>	-	06	06
<b>Haricot vert</b>	-	03	03
<b>Courgette</b>	-	06	06
<b>Tomate</b>	-	02	02
<b>Piment</b>	-	02	01
<b>Poivron</b>	-	01	02
<b>Choux</b>	-	02	02
<b>Choux fleurs</b>	-	02	-
<b>Melon</b>	60	-	60
<b>Pastèque</b>	-	20	20
<b>Salade</b>	-	02	02
<b>Total maraîchage</b>	90	76	166

Source : APC de Tadmaït

P.D.T : Pomme De Terre

#### N. Production maraîchère de plein champ

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

Tableau N°III-18 : la production maraîchère de plein champ

<b>espèces</b>	<b>OBJ</b>	<b>RDT</b>	<b>PROD</b>
<b>P.D.T Saison</b>	20	250	5000
<b>P.D.T A/saison</b>	05	200	1000
<b>Total P.D.T</b>	25	-	6000
<b>Oignon</b>	10	300	3000
<b>Ail</b>	03	25	75
<b>Fève</b>	12	30	360
<b>Petit pois</b>	05	25	125
<b>Navet</b>	05	200	1000
<b>Carotte</b>	06	280	1680
<b>Haricot vert</b>	03	30	90
<b>Courgette</b>	06	400	2400
<b>Tomate</b>	02	120	240
<b>Piment</b>	02	60	120
<b>Poivron</b>	01	60	60
<b>Choux</b>	02	300	600
<b>Choux fleurs</b>	02	320	640
<b>Melon</b>	60	400	24000
<b>Pastèque</b>	20	450	9000
<b>Salade</b>	02	20	40
<b>Total maraîchage</b>	166	-	49430

Source : APC de Tadmait

### O. Plan de production campagne

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

Tableau N°III-19 : le plan de production en campagne

<b>Spéculations</b>	<b>Sec (ha)</b>	<b>IRR (ha)</b>	<b>Total (ha)</b>
<b>Céréales</b>	80	-	80
<b>Légumes secs</b>	10	-	10
<b>Fourrage</b>	614,8	90,34	705,14
<b>Maraîchage</b>	90	76	166
<b>Cultures industrielles</b>	-	-	-
<b>Jachère</b>	236	-	236
<b>Terres nues</b>	1030,8	166,34	1197,14
<b>Plantations</b>	1370,7	295,34	1666,36
<b>Pacages parcours</b>	131	462	131
<b>Bois et Forêts</b>	1153	-	1153
<b>IMP. A l'expl</b>	300	-	300
<b>Superficie Totale</b>	5904	462	6366

Source : APC de Tadmaït

### III-2.Description de la station d'épuration (step) de la commune de TADMAIT

#### III-2-1.Introduction

La station d'épuration de Tadmaït est construite par l'entreprise génie rurale dans les années 81, pour répondre aux besoins de traitement des eaux usées domestiques de cette ville. D'une capacité de 14000 EH, elle doit recevoir 1950 m<sup>3</sup>/j. Cette station est implantée au nord-ouest de la ville de Tadmaït sur la rive gauche de l'Oued Sébaou. Sa surface bâtie est de 2599 m<sup>2</sup> et sa surface libre est de 10406 m<sup>2</sup>. Sa gestion et son exploitation sont assurées par l'ONA de Tizi ouzou .En plus, elle est équipée d'un réseau séparatif. Ces coordonnées GPS sont :

N36°45'08,9''                    E3°53'55,7''. [14]

Les étapes du traitement se présentent comme suit :

- Dégrillage grossier
- Relevage
- Dégrillage fin
- Dessablage
- Décantation primaire
- Aération prolongée par insufflation d'air
- Clarification
- Chloration éventuellement
- Stabilisation des boues
- Epaissement
- Séchage naturel

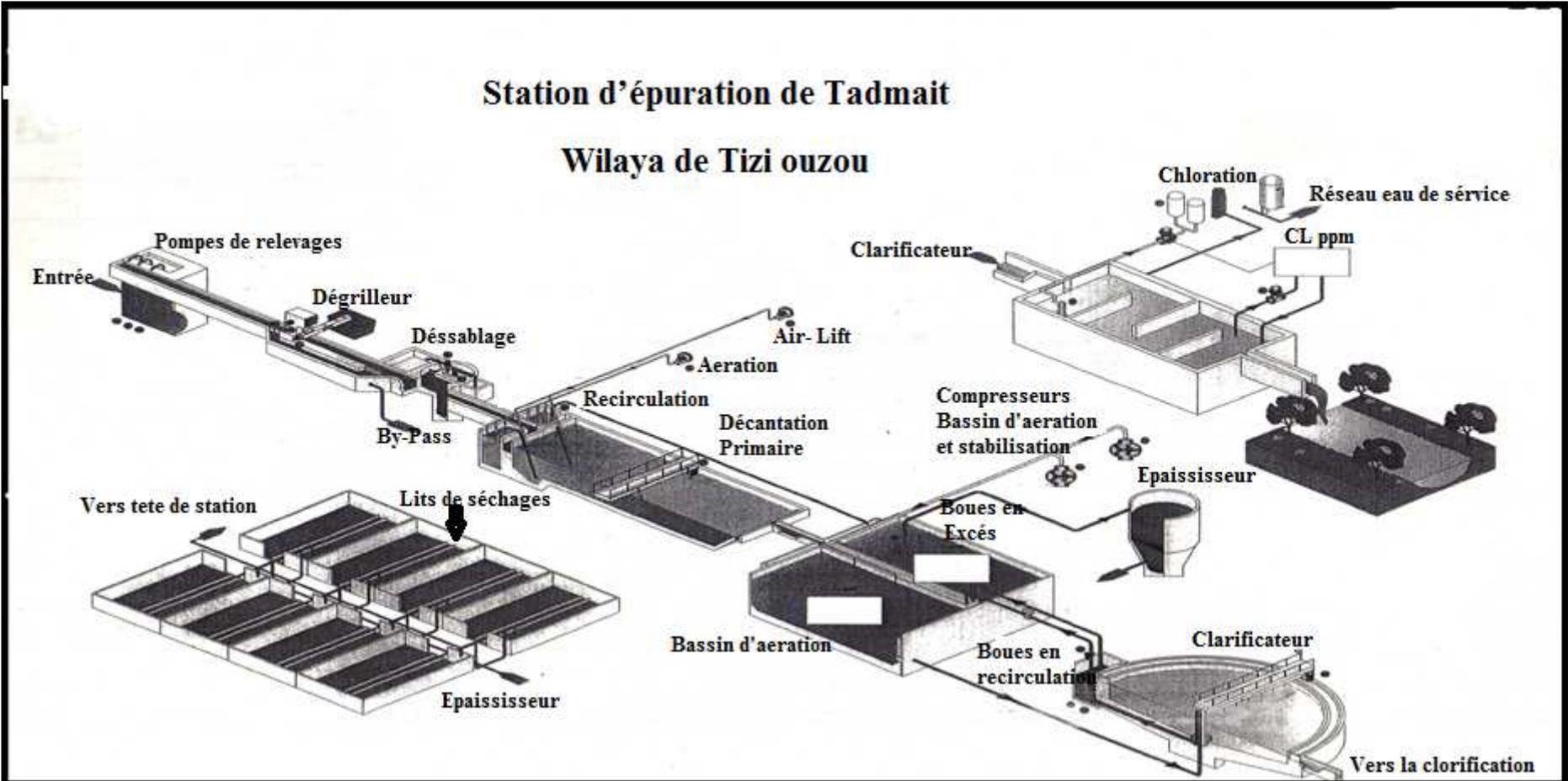


Figure III-1 : Schéma explicatif de la station d'épuration de Tadmaït

### III-2-2. Les procédés de traitement des eaux usées

La séparation des graisses est indispensable pour épandage et traitement biologique ultérieur, de plus les eaux peuvent être particulièrement chargées en MES et c'est pour ça que les prétraitements et traitements primaires sont nécessaires pour faciliter les traitements secondaires. Les étapes de traitement sont les suivantes :

#### III-2-2-1. Prétraitement et traitement primaire

Le prétraitement a été mis au point pour éliminer les grosses particules véhiculées par les eaux afin de protéger les ouvrages de la station du colmatage et des dépôts de boues. Le prétraitement comporte :

##### a- Relevage

La station se compose d'un poste de relevage dans lequel sont installées trois pompes immergées déversant dans le bassin de neutralisation.

Ce poste a un volume de  $28,5 \text{ m}^3$  et une profondeur de 4,45m. [14]



Figure III-2 : Pompes de relevage

### b-Dégrillage

Les eaux usées passent à travers deux grilles verticales, ont pour but de retenir les particules solides grossières contenues dans l'eau. Ces grilles sont équipées de râteliers pour le nettoyage manuel. [14]



Figure III-3 : Dégrilleur

### c-Dessablage

Les eaux usées passent à travers un canal. Les particules de sable de granulométrie supérieure à 0.5mm se déposent au fond du bassin.

Les particules de sable déposées sont éliminées par une pompe d'extraction de sable. [14]



Figure III-4 : Dessableur

### III-2-2-2. Traitement secondaire

#### a-Bassin de décantation primaire

Le volume du bassin est de 581, 14m. La phase de sédimentation s'effectue dans un bassin dit décanteur (séparateur) des boues et l'eau claire.

Les boues déposées au fond du bassin sont raclées continuellement au moyen d'un racleur mobile fixe au centre du bassin.

La boue est drainée vers une trémie centrale de réception au moyen d'une pompe immergée.

Les boues en excès sont envoyées dans le bassin de stabilisation pour le traitement. [14]

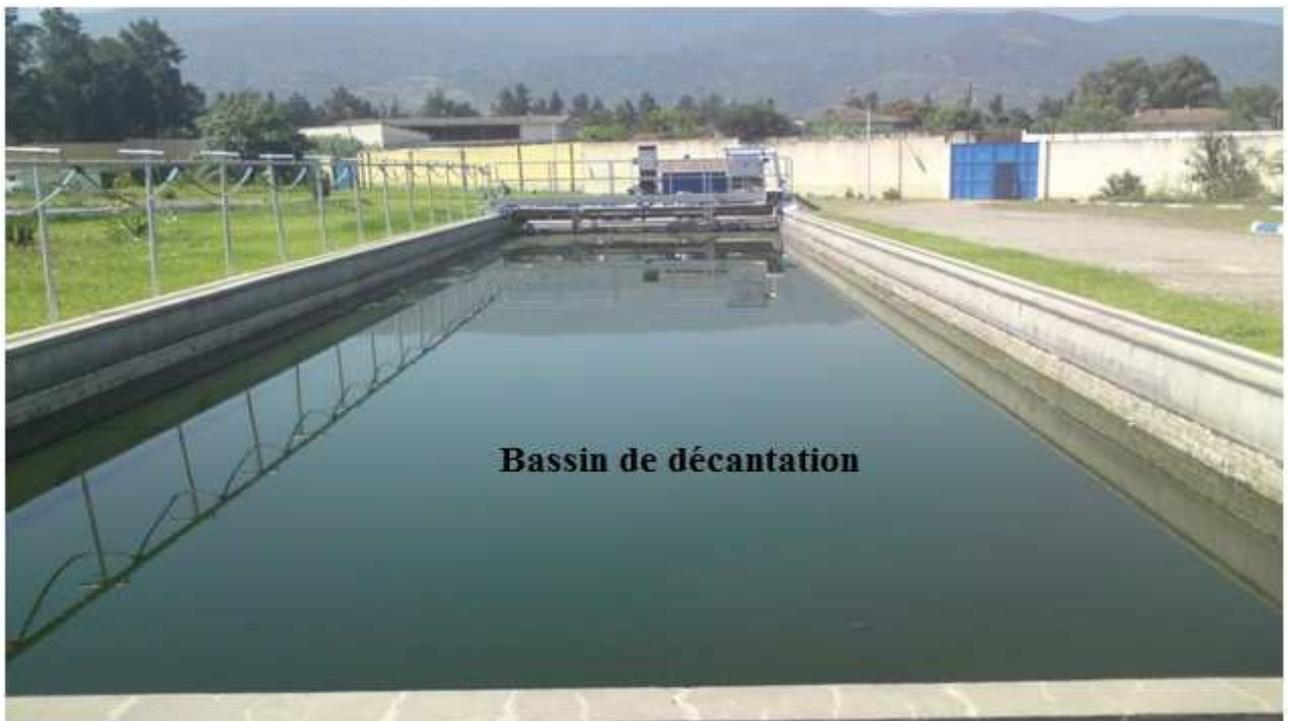


Figure III-5 : Bassin de décantation

#### b-Bassin d'aération (aération biologique)

Les eaux prétraitées sont dirigées vers un bassin d'aération munis d'une turbine permet l'aération prolongée et la culture bactérienne à l'origine du traitement.

Le bassin reçoit la « liqueur mixte » constituée par la recirculation des boues. Son aération est assurée par deux compresseurs. [14]

- Son volume unitaire est de : 657,9 m<sup>3</sup>
- Sa profondeur est de : 4,5m



Figure III-6 : Bassin d'aération

**c- clarification (décantation secondaire)**

Les eaux sortantes du bassin d'aération sont dirigées vers un clarificateur du volume de  $1411\text{m}^3$  et d'une profondeur de 3,4m.

Les boues décantées au fond de cet ouvrage sont dirigées à l'aide d'un racleur vers un bassin de stabilisation après recirculation. Les boues en excès sont acheminées vers un épaisseur à l'aide d'une tuyauterie.

Les eaux décantées sont recueillies par sur verser dans une rigole-périphérique pour être dirigées vers la désinfection. [14]



Figure III-7 : Clarificateur (décanteur secondaire)

### d-Fosses de recirculation

Une bache de recirculation attenante aux réactions contient deux pompes de recirculation des boues appelées liqueurs mixtes, ces dernières assurent l'extraction des boues vers le bassin de stabilisation. [14]

### III-2-2-3.Traitement complémentaire

#### a-Canal de comptage et désinfection

L'eau clarifiée transite vers un ouvrage en béton comportant un certain nombre de canaux en chicanes. Un premier canal permet la mesure au débit d'eau traitée.

Une série de chicane permet d'assurer un contact prolongé entre l'eau à désinfecter et l'eau chlorée.

La chloration est assurée par un appareil à chlore (il injecte de chlore). [14]

Caractéristiques générales :

- Largeur est de : 3m
- Volume totale des chicanes est : 78 m<sup>3</sup>



Figure III-8 : Canal de comptage et désinfection (chloration)

#### b-Traitement des boues

Les boues activées sont stabilisées dans deux ouvrages qui sont :

##### 1-Stabilisateur aérobie

Qui a les dimensions géographiques suivantes :

- Le volume : 657,9 m<sup>3</sup>
- Une profondeur de : 4,5 m

Son aération est assurée par deux compresseurs.

Les boues stabilisées sont transférées vers l'épaississeur par des groupes de pompages en fosses sèches. [14]



Figure III-9 : Stabilisateur aérobie

## 2-Epaississement des boues

L'épaississement des boues a pour objectif de limiter le volume d'eau à transporter sur les aires de séchage. C'est un ouvrage important car il conditionne l'état des boues à envoyer sur les lits de séchage. [14]

L'épaississeur devra comporter en permanence une tranche d'eau en surface afin d'éviter les odeurs, cette tranche d'eau devra être renouvelée régulièrement, pour cela, l'épaississeur devra être alimenté fréquemment avec les boues qui en s'épaississements vont renouveler l'eau superficielle.



Figure III-10 : épaississeur des boues

### 3-Lits de séchage

Les boues stabilisées sur l'épaississeur sont acheminées par refoulement vers les lits de séchage. Il existe 16 lits, totalisant 2768,98 m<sup>3</sup>, divisées en deux files de 8lits.

Les caractéristiques de chaque lit sont :

- La longueur : 20,1m
- La largeur : 12,3m
- La profondeur : 0,7m

Les boues déshydratées par voie naturelle sont reprises naturellement. [14]



Figure III-11 : Lits de séchages

### Conclusion

L'étude faite au niveau de cette partie nous a permis de connaître les ouvrages de la station et les équipements utilisés.

Enfin, le débit à la sortie (débit de pointe) de la STEP après épuration est de 920,16 m<sup>3</sup>/j il est à noter qu'il est rejeté à l'oued Sebaou après l'ajout de chlore (chlorification) avec des quantités bien précises, ce qui est très important pour une réutilisation pour les cultures, car une importante dose de chlore a des répercussions néfastes sur les plantes.

### III-3. Etude des analyses

#### III-3-1.Choix des zones du prélèvement

- 1-Les eaux brutes : son prélèvement est effectué après le prétraitement.
- 2-Les eaux épurées :son prélèvement est effectué à la sortie de décanteur secondaire.

#### III-3-2.Les analyses obtunues par le laboratoire est de la wilaya de Tizi Ouzou

##### III-3-2-1.: Les paramètres de pollution analysés

Les facteurs qui peuvent modifier l'état de l'eau sont nombreux et constituent autant de polluants. Les analyses ont porté sur les paramètres physico-chimiques suivant :

Les paramètres physiques tels que le PH et la température, la mesure a été réalisée in-situ par contre les paramètres chimiques tels que la DBO<sub>5</sub>, DCO, MES...ect ; la mesure a été effectuée au laboratoire de Step Est de Tizi ouzou tout en tenant compte du mode de conservation de l'échantillon, afin d'éviter l'évolution de l'effluent entre le moment de prélèvement et celui de l'analyse. [14]

Tableau N°III-20 : récapitulatif des résultats de laboratoire Step Est de Tizi ouzou pour les eaux brutes de l'année 2011

Mois paramètres	Eau Brute				
	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai
MES (mg/l)	247,5	249	234	223,35	240
DBO <sub>5</sub> (mg d'o2/l)	254,5	226,5	212	471	342,5
DCO (mgd'o2/l)	-	538,5	437,5	958,5	509
NO <sub>3</sub> mg/l)	-	5,75	12,12	13,48	20,86
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	12,3	14,7	7,8	21,35	14,27
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	-	0,48	0,15	0,05	0,55
PH	7,34	7,66	7,5	7,44	7,46
Conductivité (µs/cm)	892	961,5	914	1116	1192
T (°c)	14,5	14,5	15	20	19
Turbidité(FTU)	224	232	2095	375	227

Source : ONA de Tizi Ouzou

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

Tableau N°III-21 : récapitulatif des résultats de laboratoire step est de Tizi Ouzou pour les eaux épurées de l'année 2011

mois paramètres	Eau épurée				
	Jan	Fév	Mars	Avril	MAI
MES (mg/l)	4	5	19	22,5	10
DBO <sub>5</sub> (mg d'o2/l)	14,75	34,5	18,6	30,9	16,4
DCO (mgd'o2/l)	-	70,5	31	54,1	39
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	-	24,04	30,74	31	34,32
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	5	9,8	5,2	13,45	8,1
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	-	0,8	0,29	1,26	1,45
PH	7,42	7,42	7,52	7,57	7,28
Conductivité (µs/cm)	662,5	702	792	794,5	743
T (°c)	14,5	14	14	21	18,9
Turbidité(FTU)	10,5	30	28,5	30,5	22

Source : ONA de Tizi Ouzou

Les cases vides et les autres paramètres physico-chimiques qui ne sont pas mentionnés dans les tableaux ci-dessus signifient que les analyses n'ont pas été effectuées, ce qui est dû au manque de réactifs au niveau du laboratoire.

- Interprétation du tableau :

L'eau épurée répond aux normes requises pour les eaux de rejets

Tableau N°III-22 : Les normes de rejet en Algérie

Paramètres	Unités	Valeurs Limitées nouvelles	Valeurs Limitées anciennes
Température	°c	30	30
PH		6,5-8,5	6,5-8,5
MES	mg/l	35	40
Azote Kjeldahl	mg/l	30	40
Phosphore total	mg/l	10	15
DCO	mg d'O2/l	120	130
DBO5	mg d'O2/l	35	40
Aluminium	mg/l	3	5
Substances toxiques bioaccumulables	mg/l	0,005	0,01
Cyanures	mg/l	0,1	0,15
Fluore et composés	mg/l	15	20
Indices de phénols	mg/l	0,3	0,5
Hydrocarbures totaux	mg/l	10	15
Huiles et graisses	mg/l	20	30
Cadmium	mg/l	0,2	0,25
Cuivre total	mg/l	0,5	1

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

Tableau N°III-22 : Les normes de rejet en Algérie (suite)

Paramètres	Unités	Valeurs Limitées nouvelles	Valeurs Limitées anciennes
Plomb total	mg/l	0,5	0,75
Chrome total	mg/l	0,5	0,75
Etain total	mg/l	2	2,5
Manganèse	mg/l	0,5	0,75
Zinc total	mg/l	0,3	5
Nickel	mg/l	0,5	0,75
Fer	mg/l	3	5
Chlores	mg/l	5	7

Source ONA de Tizi ousou

#### III-3-2-2. Interprétation des résultats d'analyses

Les résultats d'analyses obtenus au niveau de laboratoire Est de Tizi ousou sont :

##### a. Matière En Suspension (MES)

Cette matière est obtenue par la différence entre le poids des matières totales et les matières décantables (matière qui se déposent après un temps de repos de deux heures) donne le poids de matière colloïdale en suspension.

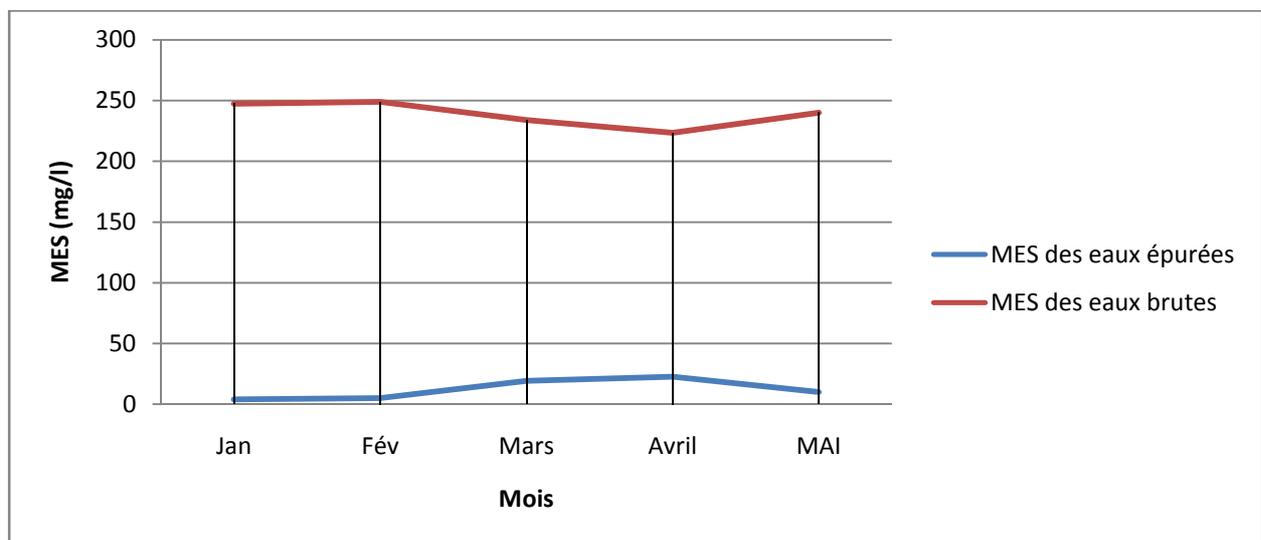


Figure III-11 : Comparaison entre les MES des eaux brutes et des eaux épurées de l'année 2011

- Interprétation :

On remarque qu'il y a une grande différence entre la charge polluante (MES) des eaux épurées et celle des eaux brutes, ce qui implique le bon traitement de ces dernières.

- ✓ Les valeurs de MES sont dans les normes de rejets algériennes, donc on n'a pas des problèmes du colmatage des distributeurs du système d'irrigation localisée. Pour des

précautions, une filtration efficace préalable et adaptation des distributeurs sont recommandées.

- ✓ Le taux d'élimination des MES est efficace, est de l'ordre de 98%.

#### b-Demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

La demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) est la quantité d'oxygène consommée dans des conditions d'essai (incubation à 20°C et à l'obscurité) pendant un temps de cinq jours pour assurer par voie biologique, l'oxydation de certaines matières organiques contenues dans l'eau et qu'on appelle les matières biodégradables.

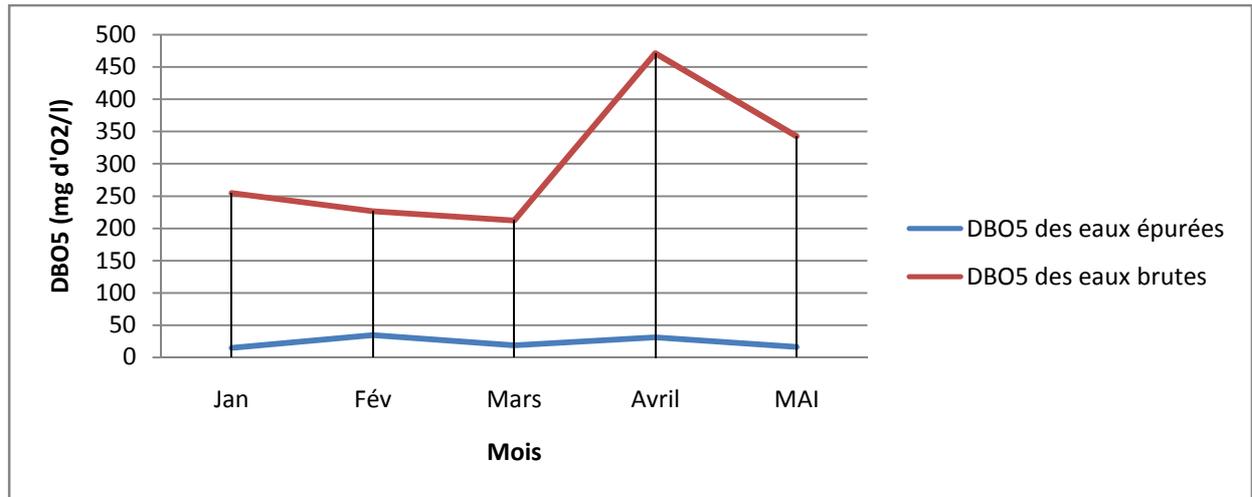


Figure III-12: Comparaison entre la DBO<sub>5</sub> des eaux brutes et des eaux épurées de l'année 2011

- Interprétation :

IL ya une grande diminution de la demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) des eaux épurées par rapport à la demande des eaux brutes tous ça est due au :

- ✓ Bon réglage de taux de recyclage des boues
- ✓ Le bon réglage du temps d'aération qui a pour conséquent la reproduction du floc bactérien.
- ✓ Les valeurs de DBO<sub>5</sub> répondent aux normes de rejets algériennes.
- ✓ Le taux d'élimination de la DBO<sub>5</sub> est efficace, est de l'ordre de 94%.
- ✓ La bonne élimination de la DBO<sub>5</sub> s'explique par le fait du bon ajustement de pH du milieu ambiant, ainsi l'absence des matières inhibitrice, la présence des nutriments (phosphore, azote).

### c-Demande Chimique En Oxygène (DCO)

Etant donné la diversité des corps organiques contenus dans une eau résiduaires, la connaissance de leurs natures ne serait d'aucune utilité pour l'épuration biologique. Par contre l'oxydation chimique représente l'enveloppe de tout ce qui est susceptible de demander de l'oxygène, en particulier les sels minéraux oxydables (sulfures, sulfites,...sels) métalliques de valence inférieure et la majeure partie des composés organiques.

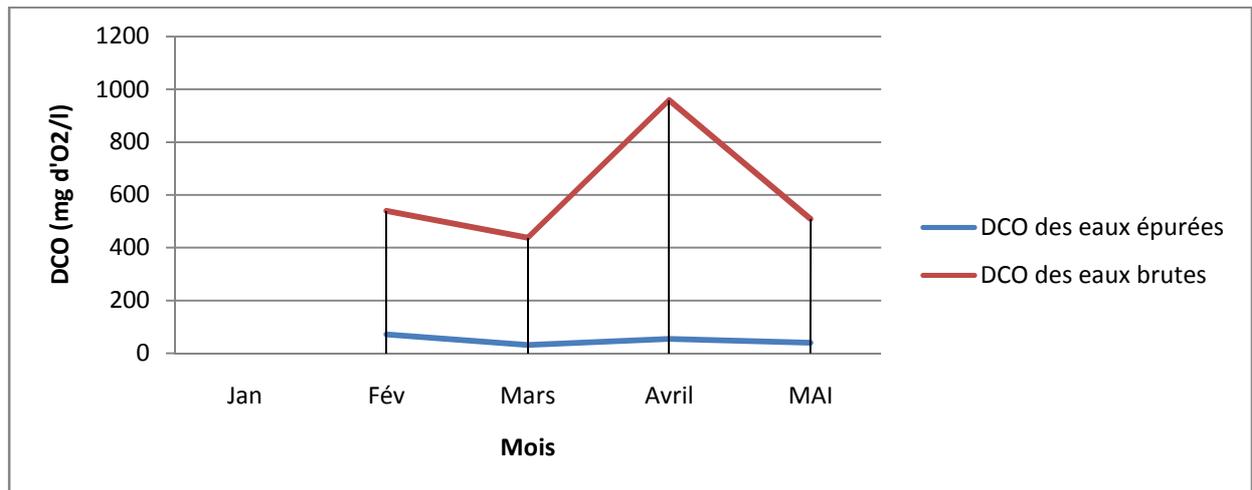


Figure III-13: Comparaison entre la DCO des eaux brutes et des eaux épurées de l'année 2011

- Interprétation :

IL ya une grande diminution de la demande chimique en oxygène (DCO) des eaux épurées par rapport à la demande des eaux brutes tous ceci est due au :

- ✓ Bon réglage de taux de recyclage des boues et le bon réglage du temps d'aération.
- ✓ Les valeurs de DCO répondent aux normes de rejets algériennes.
- ✓ Le taux d'élimination de la DCO est efficace, est de l'ordre de 88%.

Le rapport DCO/DBO5 donne une estimation de la biodégradabilité des eaux usées. Ce rapport est égal à 1.7 (31/18,6), signifie que l'effluent de la station est biodégradable (voir le tableau N°III-21).

### d-Conductivité

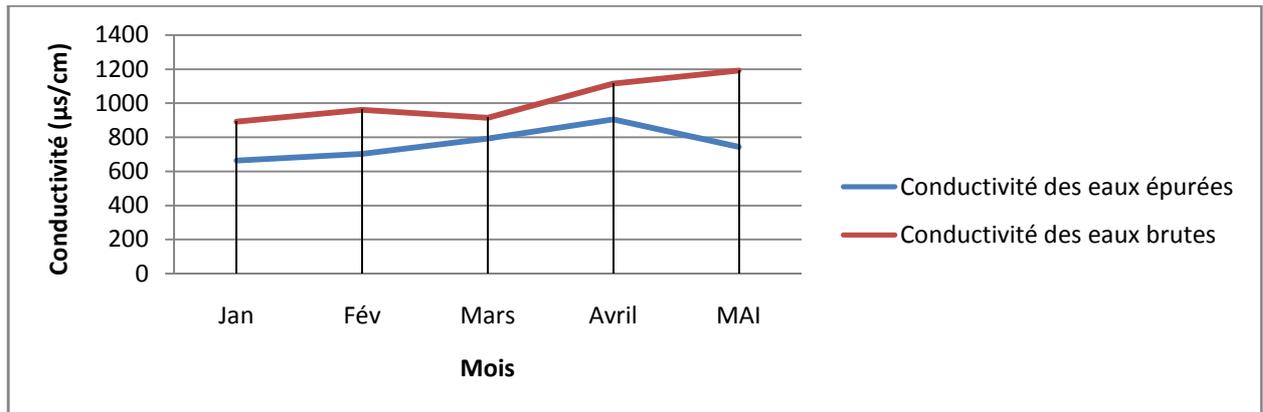


Figure III-14: Comparaison entre la conductivité des eaux brutes et des eaux épurées de l'année 2011

- Interprétation :

D'après la figure III-14 on remarque une diminution de la conductivité des eaux épurées par rapport à celle des eaux brutes. Elle nous renseigne sur la minéralisation de l'eau épurée.

### e- La température et le PH

La température et le pH de l'eau épurée correspondent aux normes de rejet algériennes.

L'influence de pH est indiscutable sur le rendement d'élimination de la pollution organique, et tous les travaux effectués montrent que l'activité optimale du nitrobacter a lieu pour une plage de pH (6.5 - 8.4). Pour le processus de précipitation du phosphore, c'est plutôt d'un pH acide qui donne un meilleur rendement d'élimination.

Pour la température l'élévation de celle-ci dans les rejets non contrôlés a pour effet d'accélérer les réactions biologiques et par conséquent l'épuisement de l'oxygène qui a pour cause la perturbation de la vie aquatique.

### f- Les autres paramètres du tableau N° III-21

La teneur très faible en nitrates  $\text{NO}_3^-$  ne pose aucune restriction à l'usage.

La teneur très faible en nitrites  $\text{NO}_2^-$  ne pose aucune restriction à l'usage.

L'azote ammoniacal : Sa présence en grande quantité dans les eaux épurées est synonyme de contamination par des rejets d'origine humaine ou industrielle. L'ammoniac présente une forte toxicité pour les organismes vivants lorsqu'il est sous sa forme non ionisée ( $\text{NH}_3$ ). La teneur en ammonium augmente en fonction du pH et de la température.

### III-3-2-3. Les analyses des autres paramètres physico-chimiques

La station d'épuration de Tadmait a été installée en 1981. Depuis, les analyses physico-chimiques des autres paramètres qui ne sont pas citées dans les tableaux (III-20 et III-21), n'ont pas été effectuées et ceci est dû au manque de réactifs au niveau du laboratoire de l'est de Tizi ouzou. Néanmoins, nous avons utilisé les analyses physico-chimiques des eaux d'AEP, pour avoir un ordre de grandeur sur les différents éléments chimiques des eaux qui vont se retrouver après usage au niveau de la station.

Les analyses physico-chimiques des eaux de consommation de la commune de Tadmait sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau N°III-23 : Les analyses physico-chimiques des eaux de consommation

Paramètres physico-chimiques	Année 2009	Année 2011
<b>PH</b>	7,77	7,78
<b>Conductivité (µs/cm)</b>	402	412
<b>Température (°c)</b>	16,4	13,4
<b>Turbidité</b>	0,48	0,52
<b>résidu sec à105°C</b>	256,42	320,46
<b>TDS</b>	346	356
<b>Calcium (mg/l)</b>	52,1	59,91
<b>Magnésium (mg/l)</b>	18,47	15,55
<b>Sodium (mg/l)</b>	15	18
<b>Potassium (mg/l)</b>	3	3
<b>Chlorure (mg/l)</b>	32,27	12,9
<b>Sulfate (mg/l)</b>	19,6	19
<b>Bicarbonate (mg/l)</b>	219,96	239,6
<b>Dureté Totale</b>	206	206
<b>Dureté Permanente</b>	25,7	9,6
<b>Titre alcalin complet</b>	180,3	196,4

Source : ADE de DRAA BEN KHEDA

- **Interprétation :**

Ces eaux répondent aux normes de consommation algériennes.

### III-3-3. Considérations générales sur la qualité d'eau d'irrigation

L'irrigation avec les eaux usées épurées exige, en plus des paramètres communs d'une irrigation avec des eaux conventionnelles, la maîtrise d'autres paramètres liés à la qualité physico-chimique et microbiologique des effluents (microorganismes pathogènes, éléments toxiques, salinité, matières en suspension, etc.).[15]

Rien ne nous empêche de procéder à différent test de contrôle et de surveillance. La notion de « surveillance continue » implique des mesures quantitatives périodiques de certains paramètres physiques et chimiques dans des échantillons d'eau prélevée à la station d'épuration.

Les indices de qualité de l'eau qui doivent être mesurés sont interprétés à base des différentes organisations et laboratoires parmi lesquelles : [15]

- United State Salinity Laboratory ;

#### a- Guide de l'U.S Salinity Laboratory

L'eau utilisée pour irriguer contient toujours des quantités mesurables de substances dissoutes qui, selon une terminologie collectivement admises sont appelés sels, on y trouve en quantités relativement faibles mais ayant des effets importants.

Une eau convient ou non à l'irrigation selon la quantité et le type de sels qu'elle contient. Avec une eau de qualité médiocre on peut s'attendre à divers problèmes pédologiques et agronomiques, il faut alors mettre en œuvre des méthodes d'aménagement spéciales afin de maintenir une pleine productivité agricole.[15]

Les problèmes qu'entraîne l'utilisation d'une eau médiocre varient tant en nature qu'en gravité, les plus communes sont les suivantes :

Salinité ; perméabilité ; toxicité.

Un guide pour l'évaluation de la qualité de l'eau usée traitée, utilisée à des fins d'irrigation, en termes de constituants chimiques tels que les sels dissous, le contenu en sodium et les ions toxiques, est représenté sous forme d'un tableau (voir Tableau III-22)

#### b-Contraintes chimiques :

Selon les recommandations du Conseil Supérieure de l'Hygiène Publique de France la qualité chimique à laquelle doivent répondre ces eaux est la suivante:

Les effluents à dominante domestique (le rapport **DCO/DBO5<2,5**, **DCO<75mg/l**) et (**NTK** : Azote total Kjeldhal **<100 mg/l**), Peuvent être utilisés, après épuration, pour l'irrigation des cultures et l'arrosage des espaces verts. L'utilisation d'effluents à caractère non domestique, du fait de la présence possible en quantité excessive de micropolluants chimiques minéraux ou

organiques, reste assujettie à un examen particulier de leur qualité chimique; dans certains cas, elle pourra être interdite.

### III-3-4. Classification des eaux d'irrigation

Parmi les différents paramètres physico-chimiques d'une eau d'irrigation la salinité en constitue l'aspect le plus important. L'irrigation conduite avec des eaux chargées en sels entraîne une accumulation de ces sels dans le sol susceptible de ralentir la croissance des végétaux avec baisse des rendements pouvant aller jusqu'au dépérissement, parallèlement un excès de sodium peut engendrer l'alcalinisation et la dégradation de la structure du sol. Deux paramètres permettent d'apprécier, pour une étude sommaire les risques dus à la salinité : [15]

- Conductivité électrique(CE) exprimée en (mmhos/cm);
- Le SAR (% de Na échangeable).

#### ❖ Définition de la salinité d'une eau

La salinité d'une eau est un terme utilisé pour faire référence à la concentration totale d'ions inorganiques majeurs ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^-$  et  $\text{Cl}^-$ ) dissous dans cette eau. Elle exprime la concentration totale des cations ou anions en solution et non la somme des concentrations de ces cations et anions.

Pour des raisons de commodité analytique, un indice pratique de salinité électrique « CE » exprimée en dixisiemens par mètre (ds/m) ou en mmhos/cm.

La mesure de la salinité d'une eau se fait comme celle d'un extrait saturé à l'aide d'un conductimètre à une température standard de 25°C.

Les eaux d'irrigations, en fonction des dangers que peuvent entraîner leur utilisation, sont réparties en plusieurs classes. Plusieurs auteurs s'étant intéressés de très près à la qualité des eaux d'irrigations ont proposé différentes classes d'eau salée comme nous allons voir. [15]

#### III-3-4-1. Classification mondiale de la FAO (g/l)

Pour CE égal ou compris entre :

- 1g/l → bonne pour l'irrigation
- 1-3g/l → faiblement salée
- 3-5g/l → moyennement salée
- 5-10g/l → fortement salée
- >10 g/l → extrêmement salée

Si le sol et l'eau d'irrigation sont pauvres en calcium (Ca), une alcalinisation du sol peut se produire du fait de l'adsorption de  $\text{Na}^+$  par le complexe adsorbant du sol surtout dans les proportions dépassant 1-3 g/l. Généralement au delà de 1 g/l il est nécessaire d'avoir un bon

drainage du sol, un régime de lessivage et une technique élevée des travaux agro-techniques du sol. [15]

### III-3-4-2. Classification USSL (United States Salinity Laboratory)

C'est la classification la plus utilisée en ce qui concerne l'irrigation. Proposée par le laboratoire de Riverside (RICHARDS 1954), elle est basée essentiellement sur trois(03) paramètres :

Selon la salinité et le risque d'alcalinisation et la teneur en bore des eaux pouvant être destinées à l'irrigation.[15]

C'est-à-dire :

- Conductivité électrique « CE » exprimée en (mmhos/cm) ;
- Le SAR (% de Na échangeable).
- La teneur en bore.

#### a- Classification selon la salinité de l'eau CE

Selon la salinité de l'eau, exprimée par sa conductivité électrique CE à 25°C, on distingue cinq(5) classes :

- **C1** :  $0 < CE < 0,25$  mmhos/cm : L'eau à faible salinité. Elle peut être utilisée pour irriguer la plupart des cultures sur la plupart des sols et il est peu probable qu'elle provoque des difficultés. Un certain lessivage est nécessaire mais celui-ci fait partie des pratiques normales d'irrigation, sauf sur les sols de très faibles perméabilités.
- **C2** :  $0,25 < CE < 0,75$  mmhos/cm : l'eau à salinité moyenne, peu de danger si elle est utilisée avec un léger lessivage pour les plantes modérément tolérantes aux sels.
- **C3** :  $0,75 < CE < 2,25$  mmhos/cm : l'eau à forte salinité, inutilisable pour les sols à drainage restreint.
- **C4** :  $2,25 < CE < 5$  mmhos/cm : l'eau à très forte salinité et inutilisable pour les conditions normales, elle n'est autorisée que si on pratique un lessivage intense et sur des cultures très tolérantes.
- **C5** :  $CE > 5$  mmhos/cm : l'eau est inutilisable sauf sur des sables lessivés et drainés et pour des cultures extrêmement tolérantes (ex : palmiers et dattiers). [15]

#### b- Classification selon le risque d'alcalinisation SAR

Le risque d'alcalinisation d'un sol par l'eau d'irrigation est apprécié selon le sodium adsorbable par ce sol. Ainsi, selon le taux adsorbable de sodium (SAR) d'irrigation, on distingue quatre (4) classes :

- **S1** : SAR < 10: L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.
- **S2** : 10 < SAR < 18: Les eaux contenant une quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol. Ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau.
- **S3** : 18 < SAR < 26: Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales : bon drainage, lessivage important et addition de matières organiques. S'il y a une forte quantité de gypse dans le sol, il peut ne pas surgir de difficultés pendant quelques temps.
- **S4** : SAR > 26: Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité très faible et si on ajoute du gypse ou autre source de Ca soluble pour améliorer le bilan ionique. [15]

### ❖ Commentaires

Ces types de classification et d'autres sont rigides et dans plusieurs cas, elles ne tiennent pas compte des facteurs spécifiques qui sont importants pour la détermination de l'utilisation potentielle d'une eau donnée.

La qualité d'une eau d'irrigation doit être évaluée en fonction des conditions spécifiques dans les quelles elle est utilisée, c'est à dire la nature des cultures, le type de sol, les modes d'irrigations, les pratiques culturales et les conditions climatiques. En raison de toutes ces réserves les classifications existantes doivent être utilisées comme indicateurs et être vérifiées en fonction des conditions locales d'utilisation.[15]

### III-3-5. Calcul du SAR et SAR ajusté pour l'année 2011

#### a- Calcul de SAR

Les unités : on a d'après le bulletin de la FAO n°29 : 1 meq/l = 10 mmhos/l

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{\text{Mg} + \text{Ca}}{2}}} = \frac{0,78}{\sqrt{\frac{1,28 + 2,99}{2}}} = 0,53 \quad \longrightarrow \quad \text{(III-1)}$$

✓ SAR < 6 : l'eau n'est pas alcaline

Certains auteurs ont mis en évidence que ce terme de SAR est insuffisant pour rendre compte du risque d'alcalinisation qui introduit une eau d'irrigation donnée.

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

En effet, l'effet de  $\text{Na}^+$  est fortement dépendant de la présence de  $\text{CO}_3^{2-}$  et  $\text{HCO}_3^-$ , ces ions en mobilisant le  $\text{CaCO}_3$  et  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  très peu soluble, favorise l'effet de  $\text{Na}^+$ .

Donc il faut avoir le RSC (Résiduel, Sodium, Carbonate), ils évident que plus RSC est élevé, plus l'eau est dangereuse. En plus on a introduit le paramètre de  $\text{SAR}_{\text{ajut}}$ .

8,4, c'est la valeur de PH théorique d'un sol en équilibre avec son  $\text{CaCO}_3$  solide.

$\text{PH}_c$  : c'est un PH théorique d'une eau d'irrigation en équilibre avec de la calcite ( $\text{CaCO}_3$ ).

- Si  $\text{PH}_c > 8,4$  et  $\text{SAR}_{\text{ajut}} < \text{SAR} \longrightarrow$  l'eau a tendance à dissoudre le  $\text{CaCO}_3$ .
- Si  $\text{PH}_c < 8,4$  et  $\text{SAR}_{\text{ajut}} > \text{SAR} \longrightarrow$  l'eau a tendance à précipiter le  $\text{CaCO}_3$ .

#### b-Calcul de SAR ajusté

Le coefficient ajusté d'adsorption du sodium (SAR ajusté) se calcul au moyen de la formule ci-dessous :

$$\text{SAR ajusté} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{\text{Mg} + \text{Ca}}{2}}} * [1 + (8,4 - \text{PH}_c)] = \text{SAR} * [1 + (8,4 - \text{PH}_c)] \longrightarrow \text{(III-2)}$$

Avec :

Na, Ca et Mg : déterminées par l'analyse de l'eau, exprimés en meq/l ;

$\text{PH}_c$  : calculé à l'aide de la table ;  $\text{PH}_c = (\text{pK}_2 - \text{PK}_c) + \text{P}(\text{Ca} + \text{Mg}) + \text{P}(\text{A/K})$

$$\text{PH}_c = (\text{pK}_2 - \text{PK}_c) + \text{P}(\text{Ca} + \text{Mg}) + \text{P}(\text{A/K}) \longrightarrow \text{(III-3)}$$

$(\text{pK}_2 - \text{PK}_c)$  : s'obtient en faisant la somme de  $(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na})$  en meq/l

$\text{P}(\text{Ca} + \text{Mg})$  : s'obtient en faisant la somme de  $(\text{Ca} + \text{Mg})$  en meq/l

$\text{P}(\text{A/K})$  : s'obtient en faisant la somme de  $(\text{CO}_3 + \text{HCO}_3)$

D'où :

$$\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} = 299 + 1,28 + 0,78 = 5,05 \text{ meq/l}$$

$$\text{Ca} + \text{Mg} = 2,99 + 1,28 = 4,27 \text{ meq/l}$$

$$\text{CO}_3^- + \text{HCO}_3^- = 1 + 3,93 = 4,93 \text{ meq/l}$$

D'après la table des données de base pour le calcul de  $\text{PH}_c$  (voir l'annexe n° 1) :

$$\text{PK}_2 - \text{PK}_c = 2,2$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{P}(\text{Ca} + \text{Mg}) = 2,73 \\ \text{P}(\text{A/K}) = 2,5 \end{array} \right\} \longleftrightarrow \text{PH}_c = (\text{pK}_2 - \text{PK}_c) + \text{P}(\text{Ca} + \text{Mg}) + \text{P}(\text{A/K})$$

$$= 2,2 + 2,73 + 2,5 = 7,4$$

$$\text{D'où : SAR ajusté} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{\text{Mg} + \text{Ca}}{2}}} * [1 + (8,4 - \text{PH}_c)] = \text{SAR} * [1 + (8,4 - \text{PH}_c)]$$

$$= 0,53 * [1 + (8,4 - 7,4)] = 1,06$$

$\text{PH}_c = 7,4 < 8,4$  et  $\text{SAR}_{\text{ajut}} = 1,06 > \text{SAR} = 0,53$  ça implique que l'eau a tendance à précipiter le  $\text{CaCO}_3$  du sol.

### Chapitre III : Description de la zone d'étude, de la step et étude des analyses.

---

Pour la confirmation on calcule RSC :

$$\text{RSC} = ([\text{CO}_3^{--}] + [\text{HCO}_3^-]) - ([\text{Ca}^{++}] + [\text{Mg}^{++}]) \longrightarrow \text{(III-3)}$$
$$= 1+3,93 - 2,99 - 1,28 = 0,7$$

Donc : RSC = 0,7 < 1,25 meq/l.  $\longleftrightarrow$  Pas de risque lie au carbonate (l'eau est saine).

D'après le tableau n°III-21, on la valeur de la conductivité électrique « CE » égale à : 761  $\mu\text{s/cm}$ .

CE = 739  $\mu\text{s/cm}$  = 0,739 mmhos/cm

Les unités :

1  $\mu\text{s/cm}$  =  $10^{-5}$  ds/cm =  $10^{-3}$  ds/m =  $10^{-3}$  mmhos/cm car: 1 ds/m = 1 mmhos/cm

D'après le diagramme de classification de l'eau d'irrigation selon le laboratoire de salinité des USA, l'USDA 1954 (voir l'annexe 02) :

On aura : SAR ajusté = 1,06 < 10 (classe S1) : L'eau contenant une faible quantité de sodium pas de problème de point de vue infiltration dans le sol. L'eau peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation (USSL).

0,25 < Ce = 0,739 < 0,75 mmhos/cm (classe C): l'eau à salinité moyenne, peu de danger si elle est utilisée avec un léger lessivage pour les plantes modérément tolérantes aux sels.

Donc : notre l'eau d'irrigation est dans la classe : C2-S1 (SAR ajusté = 1,06 et Ce = 0,739mmhos/cm).

### Conclusion

Les résultats des analyses physico-chimiques ont montré que les eaux usées épurées de la Step de Tadmaït répondent pratiquement à toutes les normes, de l'Algérie de la FAO et OMS, ce qui encourage sa réutilisation dans le domaine de l'irrigation.

L'ajout de chlore a pour but principal la désinfection des eaux usées, car il détruit les germes.

Le stockage après épuration de l'eau aura une incidence sur la qualité de l'eau en fonction du temps de rétention. Un stockage sert uniquement à réguler les variations quotidiennes de flux dans la station.

Un stockage pour affiner le traitement microbiologique, notamment pour les parasites, peut durer une dizaine de jours.

Un stockage de longue durée, plusieurs mois pour certaines réutilisations agricoles. Dans ce cas, une évolution de la qualité microbiologique est possible. On atteint ce résultat en introduisant dans l'eau des doses croissantes de chlore, jusqu'à ce que le dosage à l'arsénite révèle que le chlore résiduel est libre et non combiné.

# *CHAPITRE IV*

## **Présentation du périmètre à irriguer**

### Introduction

L'eau en tant qu'élément de base indispensable à la vie, demeure dans son devenir et ses effets sur le milieu et la plante, un sujet de questionnement de première importance. La ressource en eau et la satisfaction des besoins agricoles est une équation épineuse que les agriculteurs s'efforcent de résoudre. Les ressources disponibles et leur renouvellement climatique sont souvent déficitaires au regard des besoins.

Le climat et les conditions atmosphériques sont donc les éléments de base indispensable à connaître pour conduire une réflexion sur l'optimisation de l'eau disponible.

#### IV-1.Plantation et production agricole

##### IV-1-1. Introduction et présentation de la commune

Elle présente une position stratégique au carrefour de deux routes nationales : RN12 et RN25 qui lui confère une position géographique qui la met directement en relation avec trois (03) régions très importantes à savoir: Alger à l'ouest, Dellys au nord ; Tizi-Ouzou à l'est.

Elle est traversée par une ligne de chemin de fer. Sa superficie est de 7200 Ha ; et une population de 23279 habitants, soit une densité de 323 habitants/km<sup>2</sup>. Distance de 17 km du chef-lieu de wilaya de Tizi Ouzou et 06 km de la Daïra de D.B.KHEDDA.

La commune est dominé dans sa majeure partie par le massif de SIDI ALI BOUNEB, qui participe du massif central Kabyle (versant nord, les reliefs peuvent être vigoureux (835 m) et les pentes fortes. [13]

##### IV-1-2.le climat

Le Climat est du type sub-humide ; caractérisé par la douceur de l'hiver et été chaud.

##### IV-1-3.Vocation de la commune générale et vocation agricole en particulier

La vocation générale de la commune est l'agriculture (1672,45 ha). (Voir chapitre III)

Tableau N°IV-1 : représentation de la superficie agricole

Nature	Sec (HA)	IRR (HA)	Tot (HA)
Terres nues	1042,8	156,25	199,05
Plante	1336,7	325,25	1662,95
S.A.U	2379,5	481,5	2861
Pacages et parcours	131	-	131
Bois et forêts	153	-	1153
Improductif à l'exploitation	300	-	300
Non effectué à l'agriculture	1910,5	-	1910,5
Superficie Total	5874	963	6837

Source : APC de Tadmaït

### IV-2.Climatologie

Le climat se définit comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné. Les principales composantes du climat sont : les précipitations, la température, le vent, l'évaporation et l'humidité relative. [15]

#### ➤ Caractéristiques climatologiques

Les données climatologiques ont été relevées au niveau de la station météorologique de Tizi-Ouzou qui nous semble la plus représentative de notre zone d'étude. Les valeurs représentent les moyennes observées sur une période de 26 ans (1984-2010).

Cette étude va nous permettre de déterminer le climat de la région où se situe notre périmètre, pour cela nous nous intéresserons à un ensemble de phénomènes météorologiques qui conditionne l'évolution de ce dernier.

Parmi ces phénomènes météorologiques on peut citer : les précipitations ; les variations de température, le vent, l'humidité relative, l'insolation...etc.

Les données météorologiques utilisées dans cette étude ont été fournies par l'ANRH certains compléments sont extraits de la banque de données disponibles auprès de l'Office National de la Météorologie (ONM).

La station climatique existante, susceptible d'être considérée comme représentative de la région d'étude, et possédante des données fiables,

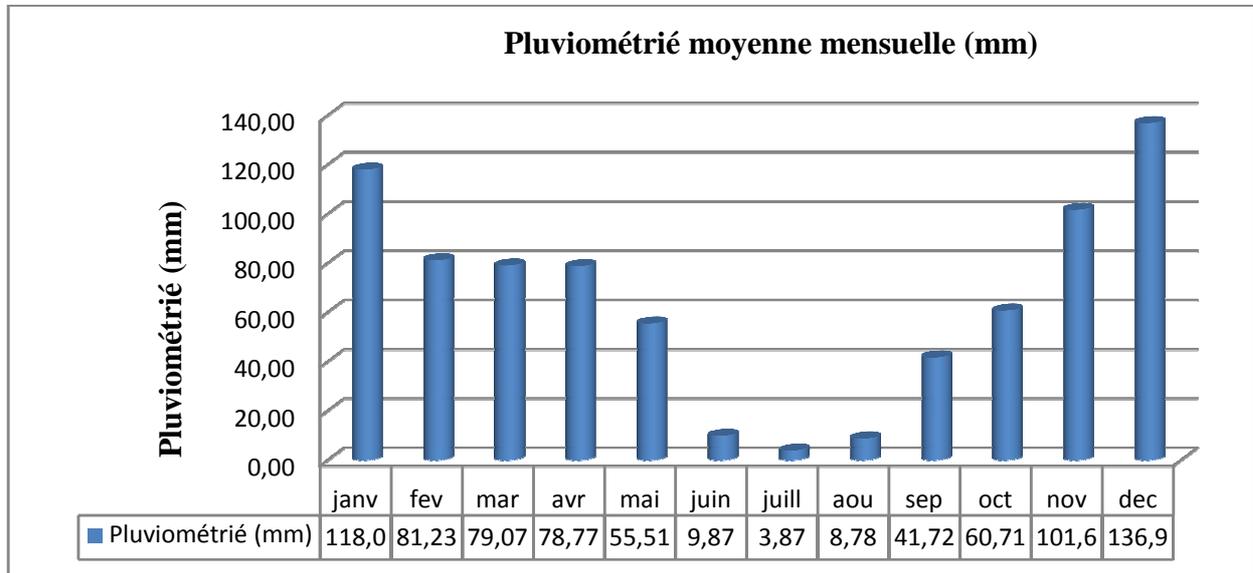
Les caractéristiques géographiques de la station sont :

{ Altitude : 188 m  
Latitude : 36°42N  
Longitude : 04°03 E

### • Précipitations

La station pluviométrique représentative est celle de Tizi Ouzou, les données couvrent la période de 1984 à 2010. La répartition mensuelle des pluies est représentée dans le graphe suivant :

Graphe N°IV-1 : Pluviométrie moyenne mensuelle des précipitations en mm, de 1984 à 2010



Source ONM de Tizi ousou 2011

#### • Interprétation

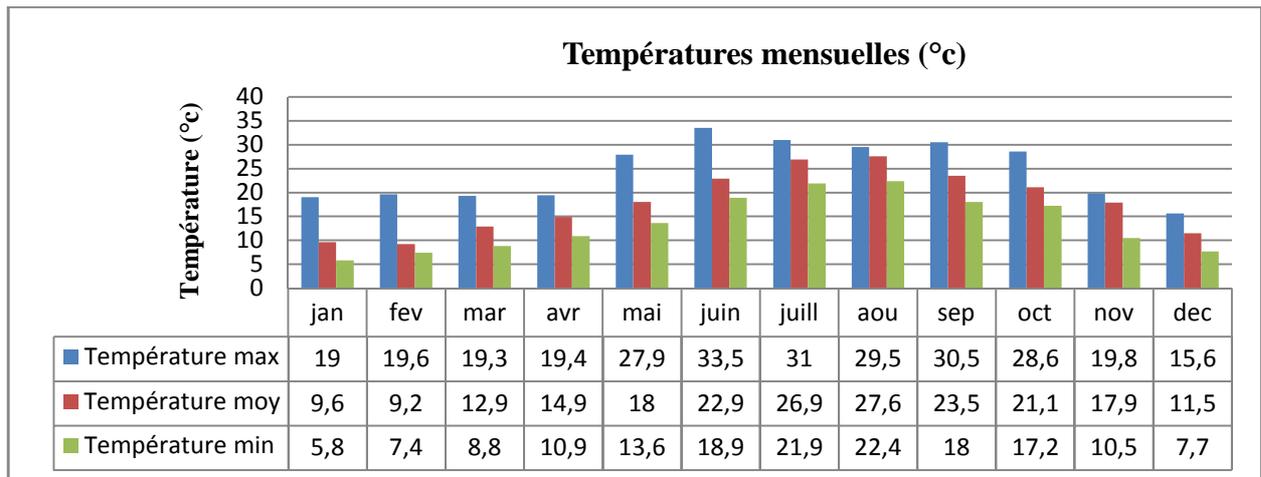
La répartition des précipitations mensuelles fait ressortir deux saisons distinctes. La saison sèche s'étale sur six mois et demi (de fin avril au début novembre). La saison humide est assez importante, elle s'étale de novembre au fin avril et les précipitations durant cette période représentent 77% du total annuel des précipitations, la valeur maximale étant celle du mois de décembre avec 136.91mm et la valeur minimale étant celle du mois de juillet avec 3,87mm. Le mois le plus chaud est celui de juillet, le plus humide est le mois de décembre.

### • Températures

Pour bien analyser les températures de la station de Tizi Ouzou, nous avons utilisé celles enregistrées au niveau de la station de l'office National de météorologie de Tizi-Ouzou durant 26 ans (1984-2010).

## Chapitre IV : Présentation du périmètre à irriguer

Graphe N°IV-2 : Températures mensuelles à la station ONM de Tizi Ouzou de 1984 à 2010



Source ONM de Tizi ouzou 2011

### • Interprétation

D'après le graphe suscité nous constatons que la température moyenne maximale enregistrée à la station de Tizi Ouzou est de 33.5 C au mois de juin, quant a la température minimale elle est de 5.8 C enregistrée au mois de janvier.

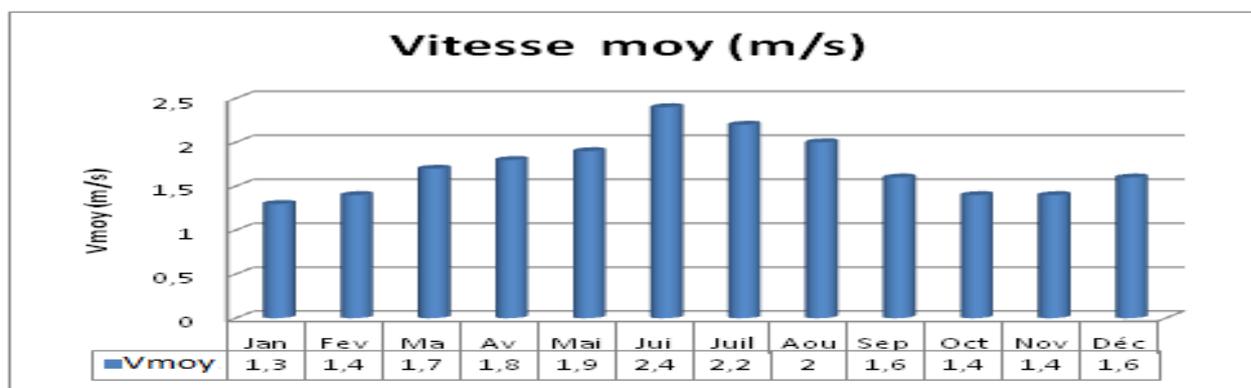
Les valeurs des températures moyennes mensuelles varient beaucoup, l'écart entre les valeurs extrêmes est de 27.7 C. Les valeurs moyennes oscillent autour de 18 C, avec la moyenne des maxima de 24.5 C et la moyenne des minimums est de 13.6 C.

Le mois le plus chaud de l'année étant celui de moi d'Aout 27.6 C, le plus frais est celui de février 9.2 c.

### • La vitesse du vent

Le vent constitue un facteur exerçant une grande influence sur les cultures et les systèmes d'irrigations. Il est caractérisé par sa vitesse et sa direction. Son étude nous semble nécessaire pour l'orientation et l'implantation des brises vents.

Graphe N°IV-3 : Vitesses du vent (m/s) mesurées à la station de Tizi Ouzou de 1884 à 2010



Source ONM de Tizi ouzou 2011

## Chapitre IV : Présentation du périmètre à irriguer

- Interprétation

La vitesse moyenne du vent est relativement faible et homogène durant toute l'année, elle oscille entre 1.3m/s en janvier à 2.4m/s en juin, avec une moyenne annuelle de 1.7m/s.

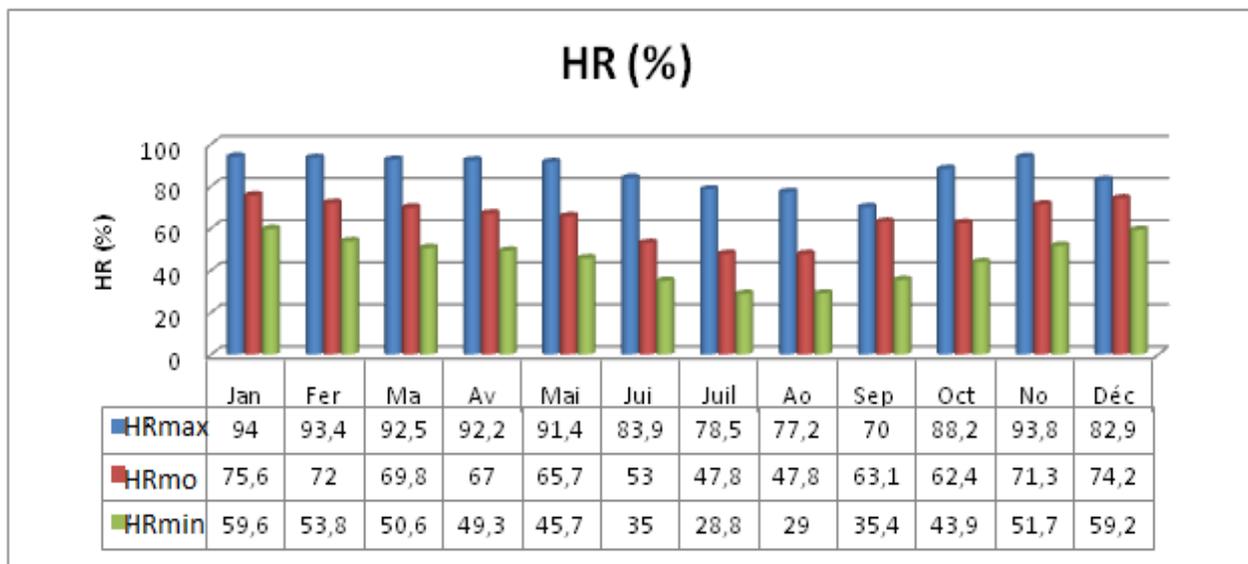
- **Humidité relative**

L'humidité relative ou état hygrométrique est le rapport en % de la tension moyenne de vapeur sur la tension maximum de celle-ci, correspondant à la température mesurée au thermomètre sec.

C'est un élément important du cycle hydrologique contrôlant l'évaporation du sol et la couverture végétale et qui représente le degré de saturation de l'air en vapeur d'eau.

Le graphe ci-après représente les valeurs moyennes mensuelles en % de l'humidité relative observées à la station ONM de T.O, durant une période de vingt-six ans.

Graphe N°IV-4 : Humidité Relative moyenne mensuelle à la station de Tizi Ouzou de 1984 à 2010



Source ONM de Tizi ouzou 2011

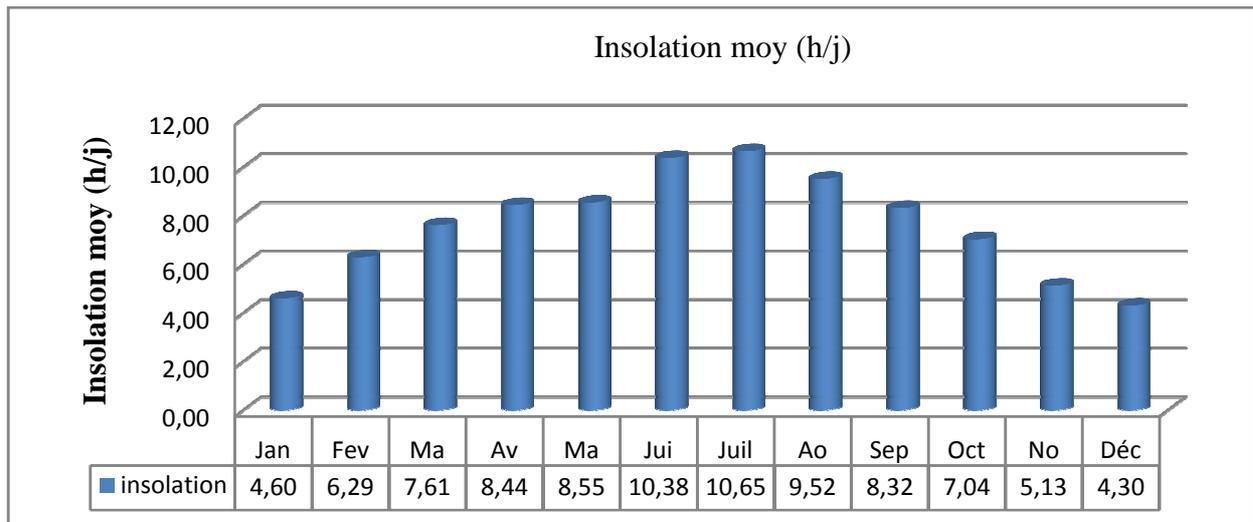
- Interprétation :

La figure N°IV-4 montre que l'humidité relative moyenne est importante en hiver avec des valeurs maximales en décembre avec 74.2% et janvier avec 75.6% et les valeurs minimales en juillet et Août avec 47.8%.

- **Insolation**

L'insolation, est un phénomène naturel qui est défini par le nombre d'heures pendant les quelles le soleil a brillé.

Graphe N°IV-5 : Insolation moyenne mensuelle en heures par jour à la station de Tizi Ouzou



Source ONM de Tizi ousou 2011.

- Interprétation

L'insolation est enregistré durant toute l'année avec des valeurs variables, les plus importantes ont lieu en période chaude allant d'Avril au mois de Septembre, la valeur la plus élevée est celle du mois de Juillet avec 10.65 heures. D'après le graphe suivant, elle atteint le minimum au mois de Décembre avec 4.3 heures/jour.

### IV-3. Caractéristiques géologiques

#### IV-3-1. Géologie

Les structures géologiques de la commune de Tizi-Ouzou a permis de constater les formations géologiques suivantes :

- Terrains quaternaires : alluvions anciennes et récentes
- Terrains tertiaires miocène : marne
- Socle primaire : schiste et micas-schiste

Par ailleurs, la vallée d'Oued Sebaou est une large dépression comblée par des alluvions formant un complexe de terrasses reposant sur des marnes ou des argiles imperméables. La gorge Djebel Belloua définit naturellement deux zones d'extension et des conditions de formation différentes.

**Haut Sebaou**, à l'amont: il s'étend sur une cinquantaine de kilomètres avec une largeur très variable allant de 0,5 à 2,5 km. Il est constitué par une série de terrasses dont les plus anciennes constituent des fragments perchés (cote 30-50 et 70-130). Ces dernières sont généralement des aquifères médiocres dont le drainage est assuré par de petites sources remontant au contact du substratum imperméable. La première terrasse (cote 10 à 30) constitue l'aquifère le plus

favorable. Constitué de sable grossiers propres et de galets, dont la granulométrie décroît vers l'aval jusqu'à devenir sableux. L'épaisseur de ce niveau varie de 9 à 20 m vers le seuil de Belloua. Ce niveau alluvial est occupé par une seule nappe qui est alimentée par les eaux superficielles de l'oued.

**Bas Sebaou**, à l'aval jusqu'à l'embouchure : d'une largeur ne dépassant pas les 300m, cet aquifère occupe également la première terrasse de l'Oued. A la différence du haut Sebaou, deux nappes distinctes occupent le lit alluvial, séparées par une couche d'argile dans la zone de Tadmait et Baghlia, Elles sont en relation direct entre elles et avec l'Oued au niveau de Draa Ben Khedda.

L'aquifère inférieure est de meilleure caractéristique hydrodynamique, et se trouve à 20-30m de profondeur, il est constitué par des graviers, cailloux, galets, gros sables, tandis que l'aquifère supérieure est légèrement plus fin, constitué par de gros sables, graviers et galets. L'ensemble est recouvert par une épaisse couche d'argile.

La surface piézométrique des nappes est en liaison étroite avec les eaux superficielles de l'Oued Sebaou. La profondeur de cette nappe varie entre 3 et 6 m.

### IV-3-2. Hydrogéologie et hydrologie

L'Oued Sebaou est le plus grand cours d'eau de la wilaya de Tizi-Ouzou. Cet oued coule du Sud au Nord dans sa partie Ouest jusqu'au environ de Freha où il reprend la direction Est Ouest pour traverser la gorge de Belloua et reprendre, au niveau de Tadmait, la direction Sud Nord pour aboutir à la mer.

Plusieurs affluents viennent renforcer son cours, d'Est en Ouest :

- Rive gauche : Oued Rabia, Oued Aissi, Oued Sebt et Oued Bougdoura
- Rive droite ; Oued Dis, Oued Tamda et Oued Stita.

A son exutoire, Oued Sebaou a un ruissellement moyen annuel de l'ordre de 890 Hm<sup>3</sup>.

Rappelons que les eaux superficielles sont en liaison nette et étroite avec les eaux souterraines et il est établi clairement que les précipitations superficielles sont la source principale de l'alimentation des aquifères du Sebaou.

#### a- Ressources en eau

Les caractéristiques physiques (reliefs montagneux) et climatiques (importante pluviosité) de la wilaya constituent un apport appréciable du point de vue hydrologique. Le réseau hydrologique de la wilaya renferme deux (02) bassins versants dont l'un (le bassin du Sébaou) est drainé par Sébaou et ses affluents (oued Aissi-Takhoukht et Oued Bougdoura) et l'autre le bassin côtier lequel est drainé par l'Oued Sidi Ahmed Ben Youcef. Il ressort des estimations faites par une étude de la DHW que près de (01) milliard de m<sup>3</sup> d'eau s'écoule chaque année au niveau de ces bassins versants et se perd en mer faute de moyens de mobilisation.

## Chapitre IV : Présentation du périmètre à irriguer

---

Les infrastructures de mobilisation existantes actuellement barrage de TAKSEBT, 4 barrage retenues collinaires mais n'arrivent à mobiliser que 140 millions de m<sup>3</sup> d'eau soit 18,5% du volume potentiel des ressources superficielle mobilisable.

La principale ressource en eau de la wilaya est concentrée dans la vallée du Sébaou (55 millions de m<sup>3</sup> exploités par forage).

### **b- Sismologie**

En effet la zone d'étude est réputée pour son activité sismique moyenne à importante, ce ci est du au phénomène de réajustement par des failles qui se produit dans les zones profondes, c'est une zone d'affaissement permanent, depuis le Miocène et même actuellement, elle est comprise entre deux blocs positifs ascendants, qui sont l'Atlas au Sud et le Sahel au Nord, ils sont l'origine du tremblement de terre, par leurs manifestations du contact entre plaine et montagne sur une grande partie du nord algérien.

### **IV-3-3. Milieu naturel**

#### **a- Faune**

Outre la faune habituelle (chacals, sangliers, lièvres, etc.), on note, notamment au niveau du Lac artificiel du barrage de Taksebt (à classer comme zone humide avec les 250 autres zones humides déjà recensés en Algérie), plusieurs espèces d'oiseaux locaux ou migrateurs : le grèbe ,la fuligule, le héron cendré et l'aigrette en sus des espèces habituelles de la région, en particulier les canards sauvages qui font l'objet de la chasse illégale.

Le site du barrage fait l'objet de lâchers d'oiseaux (canards) et poissons (carpes).

#### **b- Flore**

Le patrimoine forestier de la wilaya touche une superficie totale de 115.000 hectares dont 48000 ha d'essences forestière et 67.000 ha de maquis et de broussailles. Le chêne liège demeure l'essence la plus importante (23.000 ha), suivi du chêne zeen (5.000ha), chêne afarès (3.000 ha) chêne vert (2.500 ha) et cèdre (1.500 ha). Le reste des essences forestières est composé d'eucalyptus (62.000 ha) et des résineux (68.000ha).

Dans la Wilaya de Tizi-Ouzou, outre la zone forestière de chêne-liège d'Aokas, dans les Akfadou et Adekar, ainsi que les flancs boisés revêtus d'oliviers, de frênes de peupliers d'arbustes divers (myrtes, bruyères, arbousiers et lauriers), on distingue en particulier les espèces floristiques rares de la Djurdjura :

- Le pin noir (Tizi-Ouzou) sur les sommets du Djurdjura, ou survit seulement une petite colonie (quelques centaines d'arbres) ;

- Les érables, dont le Tffifa, érable à feuilles d'obier (*Acer opalus*), espèce montagnaise constituant un peuplement avenant et menacé dans les magnifiques forêts des Ait Ouabane et du Tigounatine au Djurdjura.

### c- Agriculture

La surface agricole utile (SAU) de la wilaya est de 96.700 ha, soit 32,7% de la superficie totale et de 37,4% de l'ensemble des terres affectées à l'agriculture soit 258.252 ha. La SAU actuelle est faiblement irriguée, seuls 5.600 ha irrigués sur un potentiel irrigable de 12.000 ha.

En raison de son caractère montagneux, la-SAU est dominée à 45% par l'arboriculture oliviers et figuiers, suivie par les cultures fourragères 20%, le maraichage 10%, les légumes secs 3% et la viticulture 1%.

Il y a également de l'élevage ; bovins (68.000 têtes, dont 37.400 vaches laitières), ovins (98.500 têtes) et caprins (41.500 têtes).

A noter que pour ces quatre dernières années, une superficie de 1.633 ha de vergers oléicoles a été réhabilitée et désenclavée par l'ouverture de pistes. A noter aussi l'aménagement des zones banquettes sur une surface de plus de 7.000 ha en raison du relief très accidenté de la région.

Il y a eu aussi des superficies réservées pour des plantations arboricoles (sur près de 2.640 ha) et des grandes cultures telle; que fourrages, céréales et légumes (sur plus de 6.000 ha). Première dans le domaine de l'apiculture, la wilaya de Tizi-Ouzou a connu un essor significatif en matière du fait des 54.000 ruches distribuées à ce jour ainsi que 12 nouvelles unités d'élevage apicoles créées.

Sur un autre plan, cette wilaya dispose d'un potentiel de 37.400 vaches laitières et grâce aussi à des investissements privés dans la filière, deux nouvelles laiteries ont vu le jour.

Par ailleurs, le secteur de la pêche fait l'objet de promotion avec la programmation de plusieurs opérations notamment à Azzefoun et à Tigzirt (56 projets sont agréés dans la wilaya).

### IV-4.Représentation du diagramme de Gaussen (voir graphe N° IV-6)

Le diagramme de Gaussen est une représentation graphique de variation de précipitations et de températures en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période où l'irrigation est indispensable (période sèche).

Dans cette représentation, les mois secs sont définis comme étant les mois où le total des précipitations exprimées en (mm) est égal ou inférieur au double des températures moyennes mensuelles exprimées en (°c). Le contraire est bien sure valable pour les mois humides.

## Chapitre IV : Présentation du périmètre à irriguer

Pour la représentation de ces graphiques on a le tableau suivant :

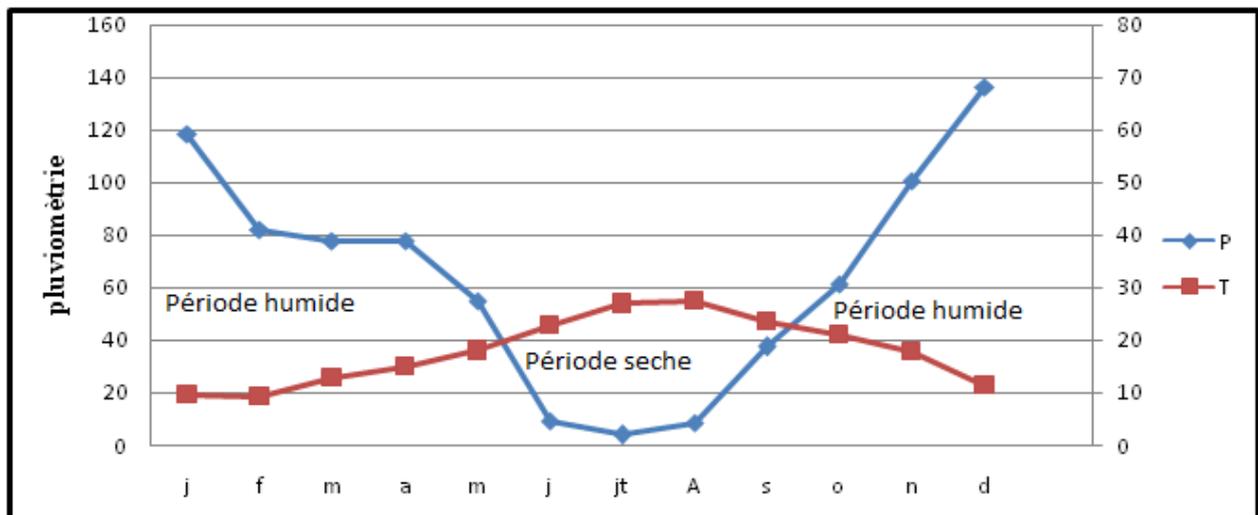
Tableau IV-2: Précipitations et températures moyennes mensuelles

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
P <sub>moy</sub> (mm)	118	81.2	79.1	78.8	55.5	9.9	3.9	8.8	41.7	60.7	101.6	136.9
T <sub>moy</sub> (°C)	9.6	9.2	12.9	14.9	18	22.9	26.9	27.6	23.5	21.1	17.9	11.5
2T <sub>moy</sub> (°C)	19.2	18.4	25.8	29.8	36	45.2	53.8	55.2	47	42.2	35.8	23

En résumé:

- Mois sec:  $P \text{ (mm)} \leq 2T \text{ (C}^\circ\text{)}$
- Mois humide:  $P \text{ (mm)} \geq 2T \text{ (C}^\circ\text{)}$

Graphe N°IV-6 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen



### • Interprétation

Nous pouvons constater de ce diagramme que nous avons deux saisons, l'une sèche qui s'étend sur plus de 4 mois, du fin Mai jusqu'au mois de Septembre, pendant cette période l'irrigation est une nécessité absolue.

L'autre saison est la saison humide, qui dure 8 mois pendant laquelle le recours à l'irrigation est une nécessité si on enregistre un déficit en eau.

### IV-5. Classification du Climat

#### IV-5-1. Classification du climat selon l'indice d'aridité de MARTON

L'indice d'aridité ou de MARTON est un paramètre qui permet la classification de climat afin de nous renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation par rapport au climat.

L'indice d'aridité est donné par l'expression :

$$I_a = P / (T+10) \longrightarrow (IV-1)$$

Avec :

$I_A$  : indice de MARTON ;

P : précipitation annuelle moyenne de la région en (mm/an) ;

T : température moyenne annuelle en °C.

Tableau IV-3 : Classification de climat selon MARTON

Valeurs de I	Type de climat	Irrigation
$I < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I < 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I < 20$	Sec	Souvent indispensable
$20 < I < 30$	Relativement humide	Parfois utile
$I > 30$	Humide	Inutile

Pour :  $P_{moy} = 776.16$  mm/an et  $T_{moy} = 18^\circ\text{C}$

On aura :

$$I_a = 776.16 / (18+10) = 27.72$$

Selon l'indice d'aridité calculé  $20 < I_a = 27.72 < 30$ , on constate d'après la classification ci-dessus que la région est soumise à un régime de climat Relativement humide, où l'irrigation est Parfois utile.

#### IV-5-2. Classification de climat selon le diagramme d'EMBERGER

La méthode est fondée sur un diagramme dressé par Mr. EMBERGER qui nous renseigne sur le type de climat, ainsi que la nature d'hiver dominant d'une région. Le quotient d'EMBERGER que nous avons projeté sur le diagramme bioclimatique est le suivant :

$$Q = 1000 * P / [(M+m) * [(M-m) / 2]] = 2000 * P / M^2 - m^2 \longrightarrow (IV-2)$$

Avec :

- Q : Quotient pluviométrique d'EMBERGER ;
- P : précipitation moyenne annuelle de la région (mm) ;
- M : température moyenne maximale du mois le plus chaud en (K°) ;
- m : température moyenne minimale du mois le plus froid en (K°).

## Chapitre IV : Présentation du périmètre à irriguer

On a :

- $P = 776.16 \text{ mm}$
- $M = 33.5 + 273 = 306.5 \text{ K}^\circ$
- $m = 5.8 + 273 = 278.8 \text{ K}^\circ$       D'où ;  $Q = 2000 * 776.16 / (306.5)^2 - (278.8)^2 = 95.75$

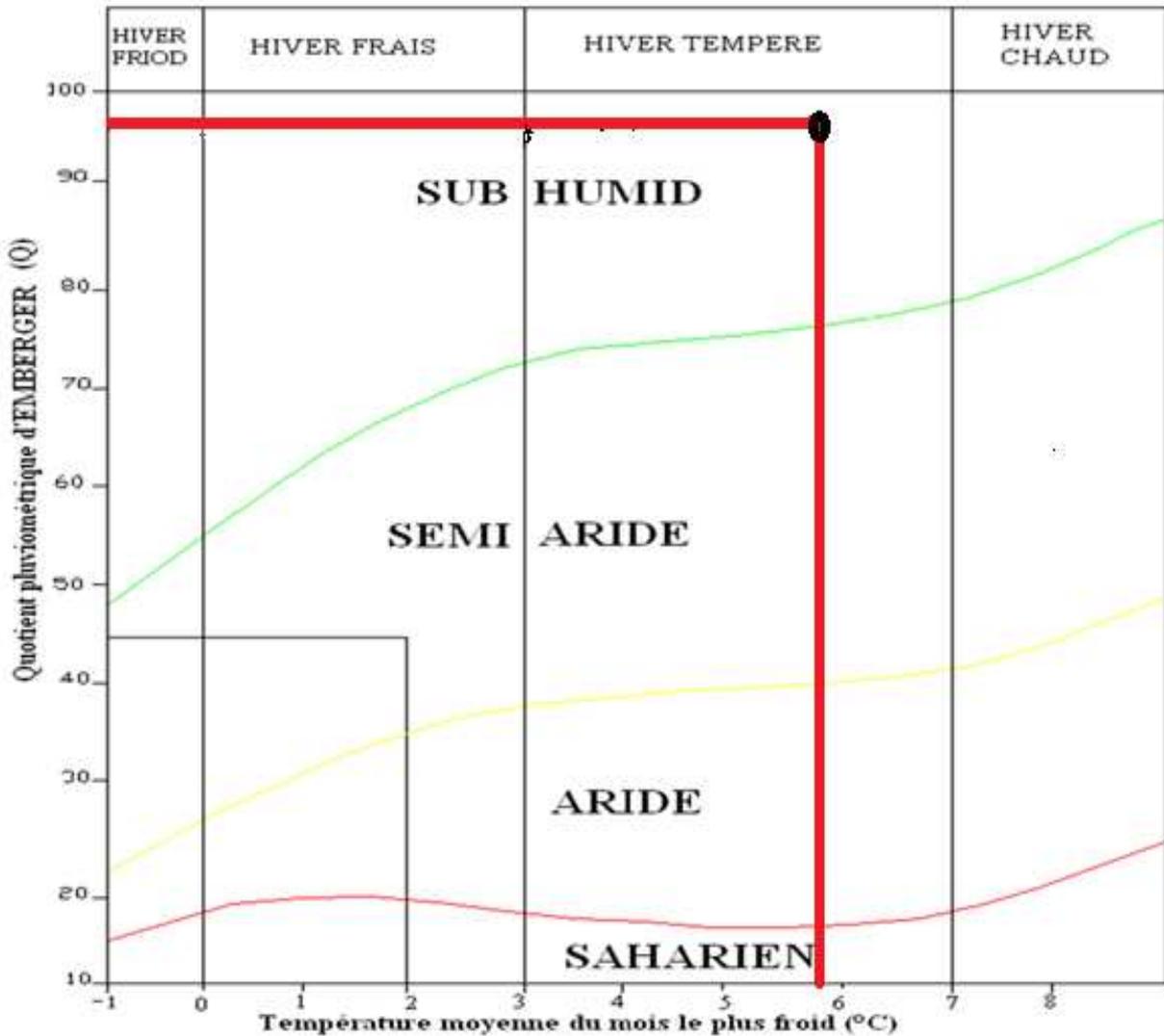


Figure IV-01 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

Après projection des valeurs ( $Q=95.75$ ,  $m=5.8^\circ\text{C}$ ) dans le diagramme bioclimatique d'Emberger nous pouvons conclure que le climat de la région est sub-humide à hiver tempéré. Ces renseignements compléteront la méthode de Marton, et qui sont d'une importance majeure.

### IV-6.Pédologie

#### IV-6-1.Types de sol

La vallée du Sebaou comporte un lit majeur dont la largeur très variable peut atteindre parfois environ 500 mètres, des terrasses alluviales, une bande colluvionnaire faisant la transition avec les collines marneuses environnantes.

L'étude pédologique permet de distinguer 5 classes de sols :

- les sols minéraux bruts, les sols peu évolués,
- les sols hydromorphes,
- les vertisols,
- les sols à sesquioxydes de fer.

Les caractéristiques essentielles de ces sols peuvent se résumer comme suit :

#### **a-Classe des sols minéraux bruts**

Ces sols d'alluvions ou de colluvions anciennes sont définis par une altération chimique et biologique quasi-nulle. [16]

#### **b- Classe des sols peu évolués**

Cette classe domine largement au sein des zones d'aménagement. Elle se subdivise en 3 groupes (groupe d'apport alluvial, groupe d'apport alluvial et colluvial, groupe d'apport colluvial). Chacun d'eux se subdivise à son tour en sous-groupes : modal, vertique, hydromorphe et noirci. Cette différenciation résulte du degré d'évolution et des caractères secondaires qui affectent ces divers sols (hydroporphie, vertisolisation, noircissement).

**1-Groupe alluvial** : Ce sont les sols les plus fréquemment rencontrés. Ils correspondent à des sols jeunes formés sur les terrasses récentes. Selon les horizons, les profils présentent une hétérogénéité marquée des textures qui reflète les phases successives d'alluvionnement.

L'hydromorphie est un caractère dominant pour de tels sols. Elle s'accroît dans les sous-groupes hydromorphe et vertique en fonction de l'importance des textures argileuses et de la profondeur de la nappe. Le sous-groupe modal est celui qui se ressuyé le plus facilement. La mauvaise infiltration des eaux pluviales pour le sous-groupe hydromorphe se traduit sur le résultat de l'oxydation ou de la réduction du fer à divers niveaux de profondeur. Le sous-groupe vertique présente des taux d'argile pouvant atteindre 60% à faible profondeur. [16]

**2-Groupe d'apport colluvial** : Ces sols sont localisés le plus souvent au bas des collines dominant les vallées. Ils sont analogues à ceux du groupe précédent, mais beaucoup moins répandus.

**3-Groupe d'apport alluvial et colluvial** : Ce groupe établit la transition entre les deux groupes précédents. Ils se rencontrent dans les zones où alternent les dépôts des crues et les eaux de ravinement des collines. Il est surtout représenté dans la zone de FREHA (Haut Sebaou) et se caractérise, comme pour les sols des groupes précédents, par une prédominance des textures fines. [16]

### **c-Classe des sols hydromorphes**

Ces sols à gley ou à pseudo-gley résultent d'un manque d'infiltration des eaux pluviales et de la présence d'une nappe plus ou moins mobile. Ils présentent une épaisseur généralement faible avec des taux d'argile élevés. Le problème posé par ces sols consiste à évacuer l'excès d'eau et, éventuellement, à agir sur l'origine de ces excès. [16]

### **d-Classe des vertisols**

Ces sols se caractérisent par leur structure polyédrique à prismatique grossière et présentent de larges fentes de dessiccation. Leur microporosité est très faible, tandis que leur cohésion et leur consistance sont très fortes. Leur texture est nettement argileuse, avec prédominance d'argiles gonflantes (40-60%). En raison des mouvements internes qui les affectent, ils comportent souvent des éléments grossiers irrégulièrement. Leur couleur est généralement très foncée (gris à noirâtre). Les conditions de drainage externe permettent de distinguer deux sous-classes : celle à drainage externe possible et celle à drainage réduit.

Les vertisols sont largement représentés en Haut Sebaou. Ils sont difficiles à travailler, car les travaux culturaux doivent y être entrepris à des moments précis et courts. [16]

### **e-Classe des sols à sesquioxyde de fer**

Cette classe ne se rencontre que rarement à l'intérieur des zones qui nous concernent. Leur profil présente une individualisation très accusée des sesquioxydes de fer (ou de manganèse) qui leur confère une couleur rouge très accusée. Leur genèse est principalement liée à la richesse en calcium de la roche mère. Leur texture varie de fine à très fine.

## **IV-6-2.FERTILITE**

Très généralement on peut dire que :

- ces sols sont pauvres ou très pauvres en matière organique, les vertisols étant souvent les mieux pourvus,
- les teneurs en N oscillent autour de 1 %
- les teneurs en calcium ( $\text{CaCO}_3$  et calcaire actif) sont relativement faibles sauf pour les sols calcimagnésiques, La répartition du Ca est fort variable,
- le Na présente des teneurs insuffisantes pour poser des problèmes de salinité,

- la teneur en bases échangeables est généralement moyenne et s'améliore sur les vertisols où l'on note un complexe absorbant élevé,
- le PH est le plus souvent faiblement alcalin (7, 5 à 8).

Dans leur ensemble les sols des périmètres irrigables du Moyen et Haut Sebaou présentent des caractéristiques chimiques moyennes. La recherche de hauts rendements impliquera nécessairement de fortes fumures (N en particulier). La nette dominance des textures limono-argileuses et argileuses de ces sols expliquent leur tendance marquée à l'hydromorphie et leur caractère de battance. Les aptitudes culturales de ces sols seront donc essentiellement dictées par leurs caractéristiques physiques par lesquelles ces divers types de sol se différencient. La révélation de leur potentiel sera fonction de leur degré d'assainissement.

Compte tenu, d'autre part, de l'abattement de la nappe phréatique, le choix des terrains favorables aux cultures arbustives devra se faire en tenant compte de la plus ou moins grande proximité de la nappe de la surface du sol.

Malgré le nombre des analyses physiques et chimiques réalisées sur les profils pédologiques étudiés par la DEMRH, les résultats obtenus ne permettent pas de déterminer les fumures à apporter pour l'obtention des rendements souhaités pour ces diverses cultures.

De telles données ne pourraient être scientifiquement obtenues qu'à la suite d'une série d'essais agronomiques effectués sur ces périmètres.

Aussi, on ne peut que regretter l'absence d'une telle expérimentation, tant sur les périmètres du Sebaou que sur ceux des rivières voisines (Isser, en particulier). Il apparaît important qu'une telle expérimentation agronomique d'accompagnement soit mise en place, au plus tôt sur les périmètres du Sebaou.

### IV-6-3. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

#### IV-6-3-1. Texture

Les mesures de granulométrie montrent une relative hétérogénéité des sols avec toutefois une tendance générale à la "lourdeur", la plupart des profils présentant au moins un niveau nettement argileux.

Cette hétérogénéité se manifeste à la fois :

- à l'intérieur des profils, en liaison avec l'origine, le plus souvent alluviale, des matériaux,
- à l'intérieur des sous-groupes.

### IV-6-3-2. Réserve

La réserve utile du sol a été calculée pour une trentaine de profils suivant la formule  $RU = \text{somme pour les différents horizons de } (PF_3 - PF_{4,2}) * da * h$  ( $PF_3$  et  $pF_{4,2}$ ) étant le taux d'humidité mesuré après passage à la centrifugeuse avec des accélérations respectives correspondant à 1 et 15 atmosphères) et ceci pour 3 profondeurs : 45, 60 et 100 cm correspondant respectivement au maraichage, aux fourrages et à l'arboriculture.

La partie facilement utilisable par les plantes de cette réserve (RFU) est prise égale à 2/3 de la réserve utile totale.

En tenant compte de l'hétérogénéité mise en lumière et du fait que le point de rétention correspond, suivant les sols à une humidité comprise entre  $PF_3$  et  $PF_{2,5}$ , donc que nos résultats aboutissent à une sous-évaluation de ce point, la dose d'irrigation indicative pour l'ensemble des sols sera choisie comme suit :

- pour le maraichage 30 à 40 mm
- pour les cultures fourragères 40 à 50 mm
- pour l'arboriculture 75 à 85 mm

Étant entendu que la dose réelle d'application restera à l'appréciation de l'irrigant.

### IV-6-3-3. Perméabilité

La perméabilité des sols dans le cadre d'un projet d'aspersion est surtout appréciée en liaison avec la vitesse d'absorption des terrains et la pluviométrie d'aspersion supportable par ceux-ci.

Les mesures effectuées ne permettent pas de tirer des conclusions chiffrées à ce point de vue car nous n'avons pas d'indication du mode de mesure ni des unités. De plus, la capacité d'absorption des terrains varie beaucoup suivant le travail du terrain.

Nous relèverons simplement la "lourdeur" fréquente des terrains (forte proportion d'argile liée généralement à une mauvaise perméabilité) et leur caractère de battance (création d'un gel en surface empêchant la pénétration de l'eau).

Les pluviométries retenues devront être prudentes, surtout sur les sols vertiques autour de 8 mm/h.

### IV-6-4. CARTOGRAPHIE DES APTITUDES CULTURALES

Les caractéristiques des sols définies par l'étude pédologique de référence et la cartographie qui en a été tirée, nous permettent d'apprécier la répartition possible des différentes spéculations agricoles envisagées : arboriculture fruitière, cultures maraîchères, fourrages.

### • Catégories cartographiques

#### a-Arboriculture fruitier

On réservera à l'arboriculture fruitière les sols présentant les meilleures caractéristiques physiques, c'est-à-dire :

- les sols présentant dans leur ensemble les conditions les moins asphyxiques,
- parmi la classe des sols peu évolués, les sols appartenant aux sous-groupes modaux des groupes d'apport alluvial, alluvial/colluvial, colluvial,
- les sols à sesquioxydes de fer,
- parmi les types précédemment définis on éliminera, d'après les données des relevés piézométriques, les plages correspondant à des remontées de nappe phréatique trop proches de la surface du sol, étant entendu que les plages ainsi éliminées pourront être consacrées aux cultures maraîchères moins exigeantes à cet effet. Etant donné la difficulté de connaître avec précision les mouvements de la nappe au cours du temps nous baserons cette élimination sur les critères suivants :
  - ✓ remontée de la nappe en période d'étiage à moins de 1,5 m de la surface,
  - ✓ en période de hautes eaux, stagnation de la nappe, entre 50 cm de profondeur et la surface, inférieure à 1 mois. Dans la mesure où ce dernier critère n'est pas définissable on se limitera au premier.

On sait, en effet, que les arbres fruitiers à l'état adulte présentent un système racinaire relativement profond et que la recherche de rendements élevés ne peut s'accommoder de conditions asphyxiques prolongées, surtout si l'on n'a pas pris garde d'utiliser des porte-greffes susceptibles de supporter temporairement de telles conditions.

Il est bien évident, d'autre part, que les sols ainsi adaptés à une telle arboriculture pourront supporter dans les meilleures conditions des cultures maraîchères, fourragères ou industrielles.

#### b-Cultures fourragères

Par opposition aux précédents nous consacrerons aux spéculations uniquement fourragères les sols présentant les conditions les plus asphyxiques des périmètres et dont les travaux aratoires ne peuvent s'effectuer correctement qu'à des périodes de durée limitée en raison de la structure et de la texture de tels sols. A savoir, l'ensemble formé par la classe des vertisols et la classe des sols hydromorphes.

### c-Cultures maraîchères

Par différence entre les sols à vocation arboricole et ceux à vocation fourragère, nous classerons tous les autres types parmi les sols à aptitude maraîchère, étant entendu qu'ils pourront aussi supporter dans les meilleures conditions des cultures fourragères.

Nous rappellerons que les sols ainsi classés, les rendements maraîchers dépendront beaucoup plus de la qualité des travaux de préparation et d'entretien que des différences pédologiques qui s'y rencontrent (sous-groupes hydromorphes, vertiques ou noircis). Il reste cependant entendu que des légumes très exigeants quant à une texture sa bio limoneuse sont à déconseiller (asperges, par exemple)

### IV-6-5. Commentaires et conclusions

Cette répartition en 3 types d'aptitudes (arboriculture fruitière, cultures maraîchères et fourragères) apparaît moins complexe que celle établie par la DEMRH. Elle résulte de données de l'expérience qui montrent que dans la pratique des périmètres irrigués, les caractéristiques physiques des sols, ainsi que leurs possibilités d'assainissement ou de drainage, sont plus importantes que les caractéristiques chimiques. En effet, les déficiences minérales sont généralement aisément correctibles par l'usage de fumures. Il apparaît, d'autre part, qu'en Moyen et Haut Sebaou, les sols rencontrés constituent, malgré leur diversité, un ensemble relativement homogène, si l'on considère qu'il s'agit de sols d'alluvions ou de colluvions. En effet, les textures sableuses ou sablo-limoneuses sont rares, sinon inexistantes dans les limites considérées, par contre, les sols à textures argileuses et argilo-limoneuses dominent nettement. Dans la mesure où l'on exige de hauts rendements cultureux de tels sols supposent :

- une évacuation rapide des excès d'eau ayant pour origine la pluie ou l'irrigation, c'est-à-dire un assainissement correct ;
- des doses d'irrigation relativement faibles et fréquemment répétées, plutôt que de forts volumes relativement espacés.

Si la classe des sols hydromorphes et des vertisols présente généralement les meilleurs teneurs en bases échangeables, par contre ce sont les sols les plus difficiles à travailler correctement. La dessiccation les transforme rapidement en un "béton" difficilement attaquant et un excès d'eau en une boue relativement fluide. Il en résulte que les travaux aratoires ne peuvent y être effectués rationnellement et économiquement que durant de courtes périodes, compliquant ainsi leur mise en valeur par des moyens mécaniques. C'est la raison pour laquelle nous les avons réservés aux cultures fourragères, moins exigeantes en matière de date de semis que les cultures maraîchères et occupant le sol plus longtemps, enfin pouvant s'accommoder d'une nappe phréatique souvent proche de la surface. Il n'empêche que le plan de l'agriculteur,

## Chapitre IV : Présentation du périmètre à irriguer

---

joint à sa rapidité d'intervention, peut permettre l'obtention de cultures maraichères de belle venue sur ces sols de classe hydro-morphe ou vertisols à condition, bien entendu, de les cultiver correctement et, en particulier de veiller à leur assainissement.

Nous avons précédemment signalé que seule une expérimentation agronomique d'accompagnement peut permettre une détermination rationnelle des fumures et irrigations à appliquer sur les cultures envisagées et ce, compte tenu du degré souhaité d'intensivité.

Par ailleurs, nous pensons avoir souligné que la carte des aptitudes culturales fut dressée en fonction des données disponibles envisagées sous l'angle de la pratique culturale d'un périmètre irrigué. IL est bien évident que dans la mesure où certaines zones ne pourraient pas ou ne seraient pas irriguées, cette carte ne serait plus valable. La culture sèche, par exemple, des arbres fruitiers exigerait une nappe phréatique relativement proche pour que les plantes puissent subsister en été ou plus exactement en période sèche, c'est-à-dire tendrait vers un positionnement inverse de celui que nous avons recommandé. On explique ainsi la raison pour laquelle les vergers actuels d'agrumes se rencontrent le plus fréquemment dans les bas-fonds. Enfin, nous insistons sur le fait que la qualité des soins culturaux constituera un facteur fondamental pour la réussite de ces cultures, laissant ainsi au praticien une assez large marge de manœuvre pour transgresser les limites précises indiquées par une telle carte d'aptitudes.

### **IV-6-6. La zone d'étude :**

Situation géographique de la zone d'étude :

La zone d'étude est délimitée par :

- Au sud : la commune de Tadmaït
- Au nord : Oued Sebaou
- A l'Ouest : Route nationale N°25, qui mène vers Baghliia et Dellys
- A l'Est : des champs agricoles

Notre zone d'étude est partagée en deux zones de mise en valeur, zones 1 et 2 comme suit :

## Chapitre IV : Présentation du périmètre à irriguer

---

Tableau N°IV-4 : Caractéristiques pédologiques de notre zone d'étude

<b>Zone 1 :</b>	<b>Zone 2 :</b>
Ces caractéristiques pédologiques sont : <ul style="list-style-type: none"><li>• Classe : sol peu évoluée</li><li>• Sous classe : non climatique</li><li>• Groupe : d'apport colluvial</li><li>• Sous groupe : modal</li><li>• Famille : sur alluvions</li><li>• Série : profond</li><li>• Type : sablo-argileux</li><li>• Superficie : 65.67 ha</li></ul>	Ces caractéristiques pédologiques sont : <ul style="list-style-type: none"><li>• Classe : sol peu évoluée</li><li>• Sous classe : non climatique</li><li>• Groupe : d'apport colluvial</li><li>• Sous groupe : noircis</li><li>• Famille : sur alluvions</li><li>• Série : profond</li><li>• Type : limono-argileux</li><li>• Superficie : 64.18 ha</li></ul>

Source ANRH d'Alger (service pédologie)

### Conclusion :

Pour bien choisir le type de la culture à mettre en place nous avons quelques paramètres à respecter à savoir la pédologie du sol (structure, texture et la perméabilité) qui joue un rôle très important, les paramètres physico-chimiques du sol et de l'eau sans oublier le climat qui est un facteur essentiel.

En plus, il faut tenir compte de la qualité de l'eau ainsi de la quantité à acheminer sur la parcelle définie par les besoins de ces cultures, en terme de ressources.

# *CHAPITRE V*

## **Calculs des besoins en eaux des cultures**

## Introduction

En termes généraux, le besoin en eau d'une culture est équivalent au niveau d'évapotranspiration nécessaire à sa croissance optimale.

De façon précise, le besoin en eau est défini comme le niveau d'évapotranspiration d'une culture indemne de maladie et poussant dans une parcelle d'une surface supérieure à un hectare dans des conditions optimales de sol. Ces dernières consistent en une fertilité et une humidité suffisantes pour atteindre le potentiel de production de la culture dans le milieu considéré.

L'approche de la F.A.O exprime cette quantité en fonction de l'évapotranspiration de référence (ET<sub>o</sub>) qui traduit la demande climatique et des caractéristiques de la culture. Ces derniers dépendent de l'espèce, de la variété, de l'âge, du stade phénologique et du mode de conduite et sont représentés par un coefficient dit cultural K<sub>c</sub>.

$$ET_c \text{ (mm)} = K_c * ET_o \text{ (mm)} \quad \longrightarrow \quad (V-1)$$

### V-1. But de l'étude

Dans ce chapitre on va déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro- agricole, tels que :

Le calcul des besoins des cultures à projetées dans le périmètre

### V-2. Etude Hydrologique

L'étude hydrologique dans notre cas a pour but de déterminer les précipitations mensuelles de fréquence au dépassement de 80%.

#### V-2-1.Choix du type de loi

Ces critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un test de dispersion. L'allure des points sur du papier à probabilité permet d'accepter ou de rejeter la loi (toute sinusite, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement). Et lorsque plusieurs d'entre elles sont adéquates les critères de choix peuvent être les suivant :

- A qualité égale, la loi qui a le moins de paramètres est à retenir.
- A qualité égale et nombre de paramètres égal, il faut comparer les estimations des deux lois.

Si ces estimations sont voisines, il faut retenir la plus simple ; si elles sont nettement différentes, il faut prendre une nouvelle loi quitte à prendre un paramètre supplémentaire.

On essaie toujours d'ajuster une loi normale à un échantillon ou de se ramener à une loi normale par changement de variable. Généralement la loi de probabilité ajustable à l'échantillon

est d'autant plus près à la normalité que la variable concerne une longue échelle de temps et que le coefficient de variation soit inférieur à 0,5

### V-2-2. Homogénéisation de la série pluviométrique

L'homogénéité est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquence.

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilson ou test des rangs (le plus puissant des tests non paramétriques). La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous :

On divise la série complète en deux sous séries y et x tel que :

$N_1$  et  $N_2$  représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries, considérant généralement  $N_2 > N_1$ .

On constitue par la suite, la série x unions y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre décroissant. A ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous série appartient elle. Mr Wilcoxon montre que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-après est vérifiée.  $W_{\min} < W_y < W_{\max}$

On calcule la quantité  $W_y$  :

$$W_y = \sum_{i=1}^n \text{rang} = 153 \quad \longrightarrow \quad (V-2)$$

$W_y$ : Somme des rangs des sous séries.

$$W_{\min} = [(N_1 + N_2 + 1) * N_1 - 1] - U_{1-(\alpha/2)} * [(N_1 * N_2) * (N_1 + N_2 + 1)^{1/2}] / 12 \quad \longrightarrow \quad (V-3)$$

$$W_{\max} = (N_1 + N_2 + 1) * N_1 - W_{\min} \quad \longrightarrow \quad (V-4)$$

$$U_{1-(\alpha/2)} = 0,7878$$

$$D'où: \begin{cases} W_{\min} = 146,184 \\ W_{\max} = 177,816 \end{cases} \quad \longleftrightarrow \quad 146,184 < W_y < 177,816$$

La condition de Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de Tadmait est homogène à seuil de  $(1-\alpha)$  avec  $\alpha=0.05$ .

Les données représentées dans les tableaux N° (V-1 et V-2) :

Tableau N°V-1 : Précipitations moyennes mensuelles en (mm)

	sep	Oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
1984	37,44	61,192	100,848	179,7	121,6	54,9	241,9	17,9	90,6	0	0,9	0	906,98
1985	38,5	54	84,7	67,5	78,8	116,5	209,5	47,3	6,7	18	7,3	9	737,8
1986	23,1	46,2	105,2	254,6	191	239,1	73,2	7,9	22,8	13,5	1,1	3,5	981,2
1987	18,1	37,9	114,5	59,4	61,3	48,9	84,2	83,1	33,4	37	11,3	0	589,1
1988	58,2	5,6	70,5	246,6	55,5	38,1	36,8	132,8	6,9	9,7	3,9	51,6	716,2
1989	23,5	30,5	80,5	34	83,8	0,1	39,5	83,1	84,3	19,8	25,4	0	504,5
1990	8,1	63,6	64,6	201	103,2	139	83,9	46,1	36,1	2,9	0,6	6,5	755,6
1991	10,1	163,9	38,6	12,5	144,2	44,3	90,9	159,4	61,1	33,8	7,6	0,2	766,6
1992	5,7	75,9	91,1	180,2	50,3	71,3	27,2	125,6	53	0,4	0	8,6	689,3
1993	61,1	39,1	81,7	99,5	114	78,5	5	58,9	2,7	0,3	0	10,5	551,3
1994	117,2	75,7	17,1	133	285,4	40,9	119,2	38,1	1,2	14,3	0,4	22,5	865
1995	7,4	24,3	27,2	81,2	148,2	215,3	67,2	159,1	54,4	19,7	7,6	11,2	822,8
1996	36,3	99,9	73,2	83,9	49,6	17,2	23,8	71,2	24,6	4,4	0,6	15,3	500
1997	41,8	93	213,1	143,8	57,4	160,1	67,3	101,3	231,1	0,7	0	3,6	1113,2
1998	26,3	84,1	125,7	99,1	113,8	99,8	75,7	17,7	44,1	0,6	0	2,6	689,5
1999	29,9	15	152,9	217,2	21,1	5,8	7,1	36,5	64,3	6,3	0	0,3	556,4
2000	6,4	51,9	82,7	75,3	227	77,3	2,6	38,7	44,1	0	0	0,9	606,9
2001	38,3	7	60,4	69,8	86,2	34,2	47,3	54,3	37,7	1,5	1,7	23,4	461,8
2002	24,8	39,1	200,9	276,7	316,2	105,4	49,3	162,5	34,8	2,8	3,7	1,3	1217,5
2003	33,1	66,8	91,3	171,6	126,6	49,9	53,1	90,4	135,1	1,6	2,2	10,9	832,6
2004	20,4	37,1	118	213,2	138,7	123,4	27,3	13,8	2,3	0	1,4	0,7	696,3
2005	19,6	53,6	76,2	99,5	140,1	199,4	35,5	13,8	80,6	3,9	1	9,4	732,6
2006	36,4	11,7	7,8	161,8	10,5	61	258,6	204,5	17,2	10	9,4	4,2	793,1
2007	60	241,7	227,2	111,9	8,7	15,2	97,1	36,9	104,9	13,8	14,2	0	931,6
2008	38,6	64,1	192,9	126,1	250,4	40,1	86,3	126,8	74	0	3,1	8,4	1010,8
2009	153,1	48,1	123,2	148,7	101,6	58,8	112,7	99,6	75,4	25,8	0,6	16,2	963,8

Source : ANRH Tizi ouzou

Tableau N°V-2 : Test de WILCOXON

Rang	P (mm)	Série Y (mm)	Série X (mm)	TRI <sub>Y</sub> (mm)	X u Y
1	906,98	689,5		1217,5	Y
2	737,8	556,4		1113,2	X
3	981,2	606,9		1010,8	Y
4	589,1	461,8		981,2	X
5	716,2	1217,5		963,8	Y
6	504,5	832,6		931,6	Y
7	755,6	696,3		906,98	X
8	766,6	732,6		865	X
9	689,3	793,1		832,6	Y
10	551,3	931,6		822,8	X
11	865	1010,8		793,1	Y
12	822,8	963,8		766,6	X
13	500		906,98	755,6	X
14	1113,2		737,8	737,8	X
15	689,5		981,2	732,6	Y
16	556,4		589,1	716,2	X
17	606,9		716,2	696,3	Y
18	461,8		504,5	689,5	Y
19	1217,5		755,6	689,3	X
20	832,6		766,6	606,9	Y
21	696,3		689,3	589,1	X
22	732,6		551,3	556,4	Y
23	793,1		865	551,3	X
24	931,6		822,8	504,5	X
25	1010,8		500	500	X
26	963,8		1113,2	461,8	Y

### V-2-3. Ajustement à la loi de Causs

Le procédé de calcul consiste à :

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées
- Calculer la fréquence expérimentale par la formule de Hazen.

$$F(x) = (n - 0.5) / N \longrightarrow (V-5)$$

Avec :

- F(x) : représente la fréquence
- n : numéro d'ordre ;
- N : Numéro d'années observées

### V-2-4. Calcul des caractéristiques empiriques de l'échantillon

a-La moyenne arithmétique :

$$\sum_{i=1}^{i=n} \frac{X_i}{n} = \bar{X} \longrightarrow (V-6)$$

b-L'écart type :

➤ Si ;  $n < 30$

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum_{i=1}^{i=n} (X_i - \bar{X})^2} \longrightarrow (V-7)$$

➤ Si  $n > 30$

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n - 1} * \sum_{i=1}^{i=n} (X_i - \bar{X})^2} \longrightarrow (V-8)$$

c. La variable réduite de gauss :  $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta} \longrightarrow (V-9)$

d. Le coefficient de variation :  $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}} \longrightarrow (V-10)$

e. L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien

$$X_{P\%} = \bar{X} + \delta * U_{P\%} \longrightarrow (V-11)$$

Avec :  $X_{P\%}$  : précipitation de probabilité P%

$U_{P\%}$  : variable réduit de Gauss = 1,28

$\bar{x}$  : Moyenne arithmétique

$\delta$  : Écart type

La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique est donnée dans le tableau ci-après.

Pour les calculs, on a utilisé le logiciel HYDROLAB. Les résultats sont représentés dans le Tableau VII-3

Tableau N°V-3: Ajustement à une loi de Gauss

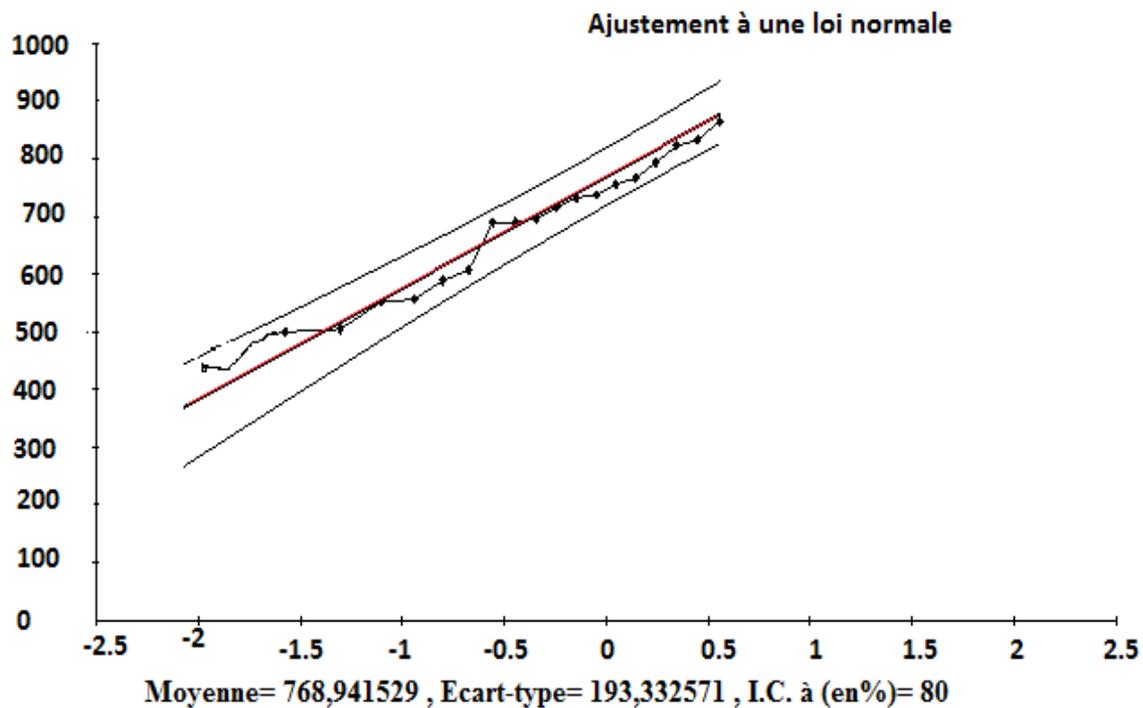
Taille n=26		Moyenne= 768,941529 Ecart-type= 193,332571			I.C. à (en%)= 80		U Gauss= 1,2817	
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
906,98	461,80	1	0,0192	-2,070	461,80	368,68	266,65	444,59
737,80	500,00	2	0,0577	-1,575	500,00	464,49	379,45	529,66
981,20	504,50	3	0,0962	-1,304	504,50	516,84	440,36	576,88
589,10	551,30	4	0,1346	-1,105	551,30	555,33	484,68	612,04
716,20	556,40	5	0,1731	-0,942	556,40	586,82	520,59	641,18
504,50	589,10	6	0,2115	-0,801	589,10	614,10	551,38	666,72
755,60	606,90	7	0,2500	-0,674	606,90	638,60	578,75	689,94
766,60	689,30	8	0,2885	-0,558	689,30	661,16	603,70	711,58
689,30	689,50	9	0,3269	-0,448	689,50	682,33	626,86	732,14
551,30	696,30	10	0,3654	-0,344	696,30	702,50	648,69	751,98
865,00	716,20	11	0,4038	-0,243	716,20	721,96	669,51	771,35
822,80	732,60	12	0,4423	-0,145	732,60	740,94	689,59	790,48
500,00	737,80	13	0,4808	-0,048	737,80	759,64	709,13	809,55
1113,20	755,60	14	0,5192	0,048	755,60	778,24	728,33	828,76
689,50	766,60	15	0,5577	0,145	766,60	796,94	747,41	848,30
556,40	793,10	16	0,5962	0,243	793,10	815,92	766,53	868,37
606,90	822,80	17	0,6346	0,344	822,80	835,38	785,91	889,19
461,80	832,60	18	0,6731	0,448	832,60	855,55	805,74	911,02
1217,50	865,00	19	0,7115	0,558	865,00	876,73	826,30	934,18
832,60	906,98	20	0,7500	0,674	906,98	899,28	847,94	959,13
696,30	931,60	21	0,7885	0,801	931,60	923,78	871,16	986,50
732,60	963,80	22	0,8269	0,942	963,80	951,06	896,70	1017,30
793,10	981,20	23	0,8654	1,105	981,20	982,55	925,84	1053,20
931,60	1010,80	24	0,9038	1,304	1010,80	1021,04	961,01	1097,53
1010,80	1113,20	25	0,9423	1,575	1113,20	1073,40	1008,22	1158,44
963,80	1217,50	26	0,9808	2,070	1217,50	1169,21	1093,30	1271,23

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,8	0,841	931,62	878,54	995,32	931,62	0,800	5,0
0,5	0,000	768,94	718,76	819,12	768,94	0,500	2,0
0,2	-0,841	606,26	542,56	659,35	606,26	0,200	1,3

V-2-5. Test de validité de l'ajustement à la loi de Gauss

Graphe N°V-1 : Ajustement à une loi de Gauss



➤ Test de Khi carrée

- On calcule  $\chi^2_{\text{calculé}}$ .
- On calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma$  :
- On détermine  $\chi^2_{\text{théorique}}$  sur la table de Pearson III (voir tableau N°V-4)

Avec :  $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$

La loi est adéquate pour une erreur  $\alpha = 0.05$  si et seulement si :  $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$ .

Tableau N° V-4 : table du  $\chi^2$  (de Pearson III).

$\alpha \backslash \gamma$	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.016	0.455	1.074	1.642	2.705	3.841	5.412	6.635	10.827
2	0.211	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	0.584	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	1.064	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	1.610	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	2.204	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	2.833	6.346	8.383	9.83	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	3.490	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	4.168	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877

On utilise le logiciel HYFRAN, ont obtenu les résultats suivant:

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 2.57 \quad \gamma=4 \quad \text{D'après la table de Pearson du } \chi^2 \text{ on a :}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488 \\ \chi^2_{\text{calculé}} = 2.77 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488 \end{array} \right.$$

Donc l'ajustement est vérifié.

On prend l'ajustement de Gauss car plus simple et consiste deux paramètres.

### V-2-6. Pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80%

Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% ; on utilise la loi suivante

$$P_{i, 80\%} = P_{\text{moy de chaque mois}} \times P_{20\%}/P_{50\%} \quad \longrightarrow \quad (V-11)$$

i : mois

On déduire les résultats suivants :

$$\left. \begin{array}{l} P_{\text{théoann } 20\%} = 606,26 \text{ mm.} \\ P_{\text{théoann } 50\%} = 768,94 \text{ mm.} \end{array} \right\} \quad \longleftrightarrow \quad P_{20\%}/P_{50\%} = 606,26/768,94 = 0,79 < 1$$

Donc les valeurs de  $P_{\text{isec } 80\%}$  deviennent comme suit :

Tableau N° V-5 : Pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80%

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
$P_{20\%}/P_{50\%}$	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
$P_{\text{moy}}$	118,66	82,10	77,78	77,97	54,75	9,26	4	8,49	37,44	61,19	100,85	136,45
$P_{i80\%}$	93,74	64,86	61,45	61,6	43,25	7,32	3,16	6,71	29,58	48,34	79,67	107,8

## Conclusion

Dans cette partie, nous avons dégagé les principales caractéristiques statistiques de la série pluviométrique, retenue comme représentative, de la zone de projet.

Quant à l'ajustement des séries de pluies moyennes annuelles, on a utilisé le test de Khi carré qui a montré un ajustement à considérer .concernant l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles la loi de Gauss a été adoptée.

Les calculs manuels des expressions statistiques vont prendre plus temps, mais avec l'utilisation de l'outil informatique, on aboutit facilement aux résultats escomptés, à l'aide des logiciels tel que l'HYDROLAB, HYFRAN nous a permis l'élaboration des analyses statistiques les plus courantes en hydrologie.

### V-3. Calcul des besoins en eaux d'une culture

Le besoin en eau d'irrigation, est la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sûre qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau ou une fraction déterminée de celui-ci. Si l'irrigation est la seule ressource en eau, le besoin en eau d'irrigation sera au moins égal aux besoins en eau de la culture et il est souvent plus important en raison des pertes à la parcelle (besoins de lessivage) percolation profonde, inégalité de répartition...etc

#### V-3-1. Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence

L'évapotranspiration de référence est la quantité maximale d'eau consommée par une culture de référence couvrant totalement le sol et présentant une hauteur uniforme de quelques centimètres, dans la double hypothèse :

- Stade de développement végétatif maximal
- Sol suffisamment pourvu en eau (capacité de rétention)

Pour cela, il existe plusieurs méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration de référence, les plus employées, sont :

- Méthodes des lysimètres.
- Méthodes des stations expérimentales.
- Méthodes directes de l'évaporation.
- Méthodes empiriques

En ce qui concerne les méthodes empiriques, il existe des formules de calcul dont les principales sont:

- Turc.
- Blaney – Cridle.
- Thornthwaite.
- Penman et Monteith modifiée.

Dans notre mémoire de fin d'étude, le calcul des besoins en eaux des cultures est effectué à l'aide de logiciel CROPWAT, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de M<sup>r</sup>Penman et Monteith modifiée.

CROPWAT est un programme destiné au system WINDOWS établi par la FAO basé sur l'équation de Penman-Monteith comme référence.

On procède comme suit :

- 1- Lancement de cropwat.
- 2- Réglant les options du ce logiciel (setting : sur la fréquence de 80% et ETP suivant formule de LA PENMAN).

- 3- Faire rentrer les données de climat et de l'attitude ainsi le vent ....
- 4- Faire rentrer les données des pluies mensuelles de fréquence 80%.
- 5- A partir les données de base, on choisit le type du sol (medium sol dans notre cas)
- 6- Choix de culture faisant rentrer des données (kc, startingdepth, yieldresponse et stage).
- 7- Enfin on peut déterminer les besoins de la culture en eau, copiant la dernière grille et en sommant les volumes d'eau de chaque mois.

➤ **Méthode de M<sup>r</sup> Penman et Motheit modifiée**

En Angleterre, précisément en 1948, M<sup>r</sup>Penman et Montheith ont proposés une étude de l'évapotranspiration en reliant inséparablement l'énergie solaire incidente. Cette formule est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considérations l'effet de quelques paramètres météorologiques.

Les expériences ont montrés que la formule telle qu'elle est, s'applique mieux dans les régions humides, non loin de l'océan et essentiellement recouverte de végétation, que dans les zones arides ou semi arides de faibles humidités.

Pour cela, nous adaptons la nouvelle formule de Mr Penman et Montheith, modifiée, qui prend en compte l'effet du paramètre vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent comptent des conditions météorologique diurne et nocturne.

L'expérience a montré que l'expression obtenue, prédirait de près, l'évapotranspiration de référence, non seulement dans des régions humides et fraîches comme en Angleterre, mais aussi dans des zones très chaudes et semi arides.

La formule de M<sup>r</sup>Penman et Montheith modifiée se présentant comme suite:

$$ET_0 = C \times [W \times R_n + (1 - W) \times F(u) \times (e_a - e_d)] \quad \longrightarrow \quad (V-12)$$

Tel que :

- $ET_0$  : représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm /jour.
- $W$  : facteur de pondération tenant compte de l'effet de rayonnement a différente température et altitude.
- $R_n$  : rayonnement net en évaporation équivalente, exprime en mm/jour.
- $F(u)$  : fonction liée au vent.
- $e_a$ : tension de vapeur saturante a la température moyenne de l'air, en millibars.
- $e_d$  : tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.
- La différence  $(e_a - e_d)$  consiste en facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide d'un logiciel suscité, Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique, la méthode adoptée emploie les informations homogènes et fiables suivantes :

- Température : Les températures moyennes mensuelles sont données en degré Celsius.
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprime en pourcentage %.
- Insolation journalière : L'insolation journalière donnée en heures d'insolation.
- Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en m/s.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ETo calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau ci-après :

Tableau N°V-6: Evapotranspiration de référence ETo calculée à l'aide du logiciel CROPWAT8.0

Wilaya : Tizi Ouzou					Station : Tizi ouzou	
Altitude : 188		L'altitude : 36.40 N°			Longitude : 4.04°E	
Mois	TempMoy	Humidité	Vent	Insolation	radiation	ETo
	°C	%	km/jour	heures	MJ/m <sup>2</sup> /jour	mm/jour
Janvier	9.6	75	1.3	4.6	8.5	1.08
Février	9.2	72	1.4	6.3	12.2	1.46
Mars	12.9	70	1.7	7.6	16.6	2.37
Avril	14.9	67	1.8	8.4	20.4	3.24
Mai	18.0	66	1.9	8.6	22.3	3.93
Juin	22.9	53	2.4	10.3	25.2	5.56
Juillet	26.9	48	2.2	10.6	25.3	6.26
Août	27.6	48	2.0	9.5	22.4	5.82
Septembre	23.5	63	1.6	8.3	18.4	3.91
Octobre	23.5	62	1.4	7.0	13.7	2.99
Novembre	17.9	71	1.4	5.1	9.3	1.84
Décembre	11.5	74	1.6	4.3	7.6	1.23

### V-3-2. Calcul De La Pluie Efficace

La pluie efficace « Peff » représente la fraction des précipitations qui est effectivement utilisée par la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation profonde. Le choix de la méthode appropriée pour le calcul des précipitations efficaces demande une réflexion sérieuse. Différentes méthodes ont ainsi été développées, chacune prenant en compte le climat de la région où doivent s'effectuer les mesures. Le logiciel CROPWAT en propose quatre (04) :

- La première formule propose un pourcentage fixe :

$P_{\text{eff}} = A * P_{\text{moy}}$  dans laquelle A est une fraction donnée par l'utilisateur. En général, A est comprise entre 0.7 et 0.9.

- La deuxième formule a été développée à partir de données provenant de zones arides et semi-arides :

$$P_{\text{eff}} = 0.6 * P_{\text{moy}} - 10 \text{ pour } P_{\text{moy}} < 70 \text{ mm/mois ;}$$

$$P_{\text{eff}} = 0.8 * P_{\text{moy}} - 25 \text{ pour } P_{\text{moy}} > 70 \text{ mm/mois.}$$

- La troisième est une formule empirique développée localement. Les coefficients utilisés sont déterminés à partir d'une analyse des données climatiques locales :

$$P_{\text{eff}} = A * P_{\text{moy}} + B \text{ pour } P_{\text{moy}} < x \text{ mm/mois ;}$$

$$P_{\text{eff}} = C * P_{\text{moy}} + D \text{ pour } P_{\text{moy}} > x \text{ mm/mois.}$$

- La quatrième formule a été mise au point par le département américain de l'agriculture(USDA) :

$$P_{\text{eff}} = P_{\text{moy}} * (1 - 0.2 * P_{\text{moy}} / 125) \text{ pour } P_{\text{moy}} < 250 \text{ mm/mois}$$

$$P_{\text{eff}} = 125 + 0.1 * P_{\text{moy}} \text{ pour } P_{\text{moy}} > 250 \text{ mm/mois}$$

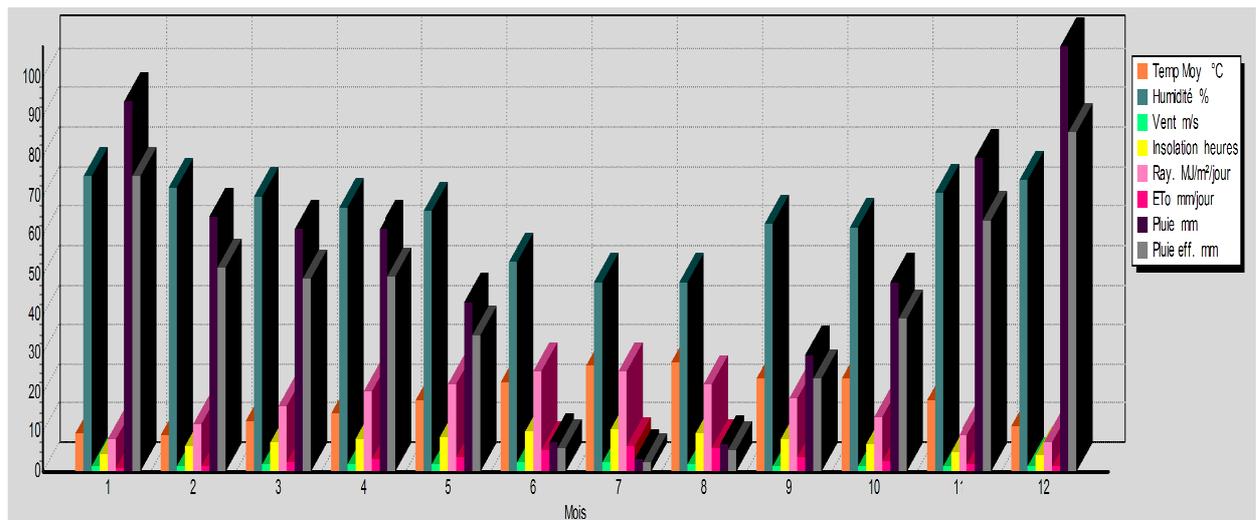
En général, l'efficacité d'une précipitation diminue lorsque celle-ci augmente. Vu, que dans la plus part des cas quand les précipitations sont inférieures à 100mm/mois l'efficacité sera approximativement 80%, On optera pour la première méthode qui est la méthode du pourcentage fixe des précipitations

Les valeurs mensuelles de  $P_{80\%}$  et  $P_{\text{eff}}$  sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau N°V- 7:Pluies efficaces calculées à l'aide du logiciel CORPWAT.80

Mois	Pluies 80%	Pluies efficaces
	mm	mm
Janvier	93.7	75.0
Février	64.9	51.9
Mars	61.5	49.2
Avril	61.6	49.3
Mai	43.3	34.6
Juin	7.3	5.9
Juillet	3.1	2.5
Août	6.7	5.4
Septembre	29.6	23.7
Octobre	48.3	38.7
Novembre	79.7	63.7
Décembre	107.8	86.2
Total	607.5	486.0

Graphe N°V-2 : représente les paramètres de l'évapotranspiration et la pluie efficace



### V-3-3. L'évapotranspiration réelle ou de culture ou maximale (ETR, ETM ou ETC)

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Le plus souvent, elle est inférieure à l'évapotranspiration potentielle, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation. C'est l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions : agronomiques, pédologiques, et climatique.

### V-3-4. Besoins en eau des cultures

L'appréciation des besoins nets en eau des cultures, par le logiciel Cropwat 8, nécessite l'introduction des renseignements ci-après :

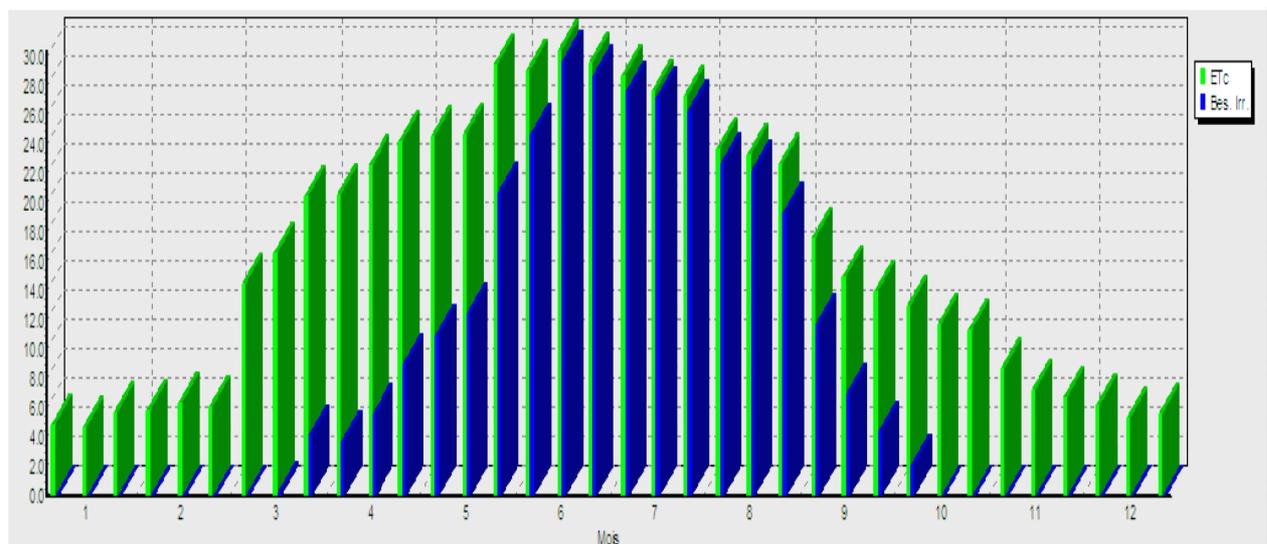
- Durée des phases de croissance en (jour) : initiale, mi- saison, développement et récolte.
- Coefficients culturaux ( $K_C$ ) : pour les phases : initiale, mi- saison, et de récolte doivent être donnés et ceux de la phase de développement, sont déduits par interpolation linéaire.
- Profondeur d'enracinement (P) en (mètre) : la réserve facilement utilisable par la plante ( $RFU$ ), dépend directement de la profondeur d'enracinement, d'où deux valeurs sont requises ; celle de la phase initiale et celle de la phase plein développement, quant aux autres elles sont interpolées par le programme.
- Tarissement admissible (p) du sol, exprimé en fractions d'humidité totales disponibles: C'est le niveau critique de l'humidité du sol à partir duquel le stress dû au manque d'eau se fait sentir, affectant l'évapotranspiration et la production de la plante.
- Coefficients de réponse du rendement  $K_y$  : pour estimer les réductions dues au stress hydrique, nous devons connaître les différents coefficients de réponse pour chaque phase de croissance.

Afin de rendre aisé la lecture et l'exploitation des résultats calculés, les besoins en eau d'irrigation des cultures envisageables pour le périmètre, sont reportés dans les tableaux suivants :

Tableau N°V-8 : Besoins en eau des orangers

Oranger	Pluies Efficaces	ET <sub>0</sub>	Kc	ETM	ETM	Besoins nets
	mm	Mm/jour		mm/jours	mm/mois	mm/mois
Janvier	75.0	1.08	0.44	0,48	14,26	0
Février	51.9	1.46	0.44	0,64	19,27	0
Mars	49.2	2.37	0.70	1,66	49,77	4,40
Avril	49.3	3.24	0.70	2,27	68,04	18,40
Mai	34.6	3.93	0.64	2,52	75,46	44,20
Juin	5.9	5.56	0.54	3,00	90,07	83,10
Juillet	2.5	6.26	0.44	2,75	82,63	81,20
Aout	5.4	5.82	0.39	2,27	68,09	64,30
Septembre	23.7	3.91	0.39	1,52	45,75	23,00
Octobre	38.7	2.99	0.39	1,17	34,98	2,1
Novembre	63.7	1.84	0.4	0,74	22,08	0
Décembre	86.2	1.23	0.44	0,54	16,24	0
totale	486,1					320,7

Graphe N°V-3 : représente l'ETc et les besoins d'irrigations



D'après le tableau (V-8) on constate que le mois de pointe est Juin avec 83,1mm/mois.

D'où :  $83,1\text{mm/mois} = 831\text{m}^3/\text{ha/mois}$

### V-3-5 .Calcul des débits spécifiques

C'est une caractéristique de chaque ilots, généralement ne dépasse pas 1.5 l/s, on le calcul suivant la formules suivante :

$$q_s = \frac{\sum \text{besoinsdemosdepointe}}{T * t * \text{efficience}}$$

Avec : Efficience = 0.75 ;

T : nombre de jour égale à 30 jours

t : temps de travail égal à 18 heures

REMARQUE : tenant compte des résultats trouvés au début (besoins en eau des cultures), le mois de pointe Juin avec 83.1 mm/mois

$$q_s = \frac{83,1 * 10000}{0,75 * 30 * 18 * 3600} = 0,57 \text{ L/s/ha} \longrightarrow q_s = 0,57 \text{ l/s} < 1.5 \text{ l/s (vérifié)}$$

Tableau N°V-9: Besoins en eau du périmètre,

Culture	Surface (ha)	B <sub>net</sub> (mm)	B <sub>net</sub> (m <sup>3</sup> /ha)	B <sub>net</sub> totaux m <sup>3</sup>	Efficience %	B <sub>bruts</sub> (m <sup>3</sup> /ha)	B <sub>bruts</sub> totaux m <sup>3</sup>
Oranger	18,49	83,1	831	15365,19	0,85	1001,2	18076,69

### Conclusion

Dans cette partie de l'étude on a abouti à la détermination de la méthode de calcul de l'évapotranspiration la plus favorable (méthode de Penman et Montheith qui prend en considération tous les principaux facteurs climatiques), la connaissance des apports, des pertes d'eau et les besoins en eau des plantes, nous ont permis de déterminer les besoins en eau d'irrigation pour notre arboriculture. Pour le dimensionnement du réseau collectif on retiendra débit spécifique la valeur de 0.57 L/s/ha

# *CHAPITRE VI*

## **Simulation hydraulique du réseau de distribution**

### Introduction

Dans ce chapitre, nous allons procéder à une simulation hydraulique du réseau de distribution avec le logiciel **EPANET**, en vue de le dimensionner. C'est-à-dire : déterminer les vitesses et les pressions dans le réseau. Pour le calcul des dimensions du réseau, il convient de se repérer aux hypothèses les plus défavorables. Les canalisations doivent être dimensionnées à partir du point le plus défavorable avec une pression de service suffisante.

Avant de lancer cette simulation, nous allons tout d'abord déterminer les débits aux nœuds et les débits routes pour chaque tronçon.

### VI-1.Choix du système de distribution

Dans notre projet on a relié directement la Step à un réservoir de stockage par une conduite gravitaire, puis la distribution sera gravitaire à partir du réservoir de stockage vers le réseau de distribution.

### VI-2.Choix du type de réseau

Suivant la structure et l'importance du périmètre on distingue trois schémas de réseaux de distribution (les réseaux ramifiés, les réseaux maillés, les réseaux mixtes, et ramifiés + maillés). Le réseau de distribution dans notre cas d'étude est le réseau ramifié.

Un réseau ramifié est constitué d'une conduite principale et une série de tronçons disposés à partir de la conduite principal appelé conduites secondaire. Il présente une indétermination sur les grandeurs et les signes (sens) des débits et des pertes de charge dans chaque tronçon.

### VI-3.Choix du matériau des conduites

Le choix des matériaux utilisé est en fonction de la pression, de l'agressivité des eaux ou du sol, et de l'ordre économique (coût, disponibilité sur le marché), ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes ...) permettent de faire le bon choix.

Parmi les matériaux à utiliser on distingue entre autre : L'acier, la fonte ductile, le PVC (polyvinyle de chlorure) et le PEHD (polyéthylène haute densité).

#### VI-3-1. Tuyaux en fonte

Les tuyaux en fonte présentent plusieurs avantages mais beaucoup plus d'inconvénients.

##### ❖ Les avantages

- Bonne résistances aux sollicitations du fluide ;
- Bonne résistance aux chocs et aux charges compressible ;
- Longueur des conduites variant de 6 à 16m, ce qui réduit le nombre de joints, par conséquent, une réduction des risques de fuite
- Facilité de pose.

### ❖ Les inconvénients

- Sensible à la corrosion des sols agressifs, ce qui nécessite une protection cathodique et une maintenance rigoureuse ;
- Risque de déformation des conduites pendant leur transport et un coût très élevé pendant la pose ;
- Mauvaise résistance au cisaillement ;
- Une durée de vie d'environ 30 ans.

### VI-4-2. Tuyaux en acier

Les tuyaux en acier sont beaucoup plus légers que les tuyaux en fonte d'où l'économie sur le transport et la pose. [17]

### ❖ Les avantages

- Résistances aux contraintes (choc, écrasement.) ;
- Les tuyaux en acier permettent aussi une pression élevée ;
- Leur principal inconvénient est la corrosion ;

### VI-4-3. Tuyaux en P.E.H.D

### ❖ Les avantages

- Bonne résistance à la corrosion interne, externe, microbiologique et à l'entartage ;
- Disponibilité sur le marché ;
- Facilité de pose (grande flexibilité), possibilité d'enroulement en couronne pour les petits diamètres ;
- Fiabilité au niveau des branchements (réduction de risque de fuite) ;
- Bonne caractéristique hydraulique (coefficient de rugosité très faible) ;
- Durée de vie prouvée par l'expérience et le test de vieillissement théoriquement de 50 ans à une température de 20°C.

### ❖ Les inconvénients

- Nécessite une grande technicité pour la jonction.

Dans notre cas, nous avons opté pour les tuyaux en polyéthylène à haute densité, suite à des nombreux avantages qu'ils procurent.

## VI-5. Le tracé du réseau de distribution

Le tracé de réseau de distribution par conduite sous pression :

C'est une canalisation destinée à transporter l'eau sous pression liant entre la source et les ilots à irriguer par l'intermédiaire des bornes. Semblable à celui de l'alimentation en eau potable avec une différence en irrigation en évite les réseaux mailles et on utilise les réseaux ramifiés.

### VI-5-1. Le plan de bornage

Les pratiques d'irrigation des agriculteurs peuvent être analysées et formalisées à la fois sur un plan stratégique et sur un plan plus tactique telle que la conduite d'irrigation durant une campagne donnée en tenant compte des différentes contraintes et particulièrement ( les fuites et les pertes qu'on peut pas éviter certainement).

### VI-5-2. Les conditions hydrauliques de bornage

- Le débit étant en fonction de la superficie de la parcelle et les besoins en eau de la culture.
- Le réseau mit en place doit assurer une pression minimale qui sera en fonction du système de l'irrigation à la parcelle.
- Il faut installer un régulateur de pression pour disperser la charge excédentaire.

#### VI-5-2-1. Le tracé du réseau.

Nous avons tenu compte des points suivant :

❖ L'implantation des plantes est en fonction de trois paramètres :

- Facteur technique : rayon de la borne.
- facteur économique : ne pas exagérer dans l'implantation.
- Facteur sociale : chaque irrigant doit avoir sa borne.

NB : Le tracé du réseau de borne relie plus économique les bornes de réseau a son origine, il sera ramifié et devra suivre les routes les chemins et les vois d'accès et les limites des parcelles.

#### VI-5-2-2 .Calcul des débits

Calcul du débit fictif : C'est une caractéristique de chaque ilot, généralement ne dépasse pas 1.5 l/s, on le calcul suivant la formules suivante :

$$q_{fc} = \sum \frac{\text{besoins de mois de pointe}}{T * t * \text{efficience}}$$

AVEC : efficience = 0.75 ;

T : nombre de jour égale à 30 jours

t : temps de travail égal à 18 heures

Remarque : tenant compte des résultats trouvés dans le chapitre V (besoins en eau des cultures), le mois de pointe Juin avec 83.1mm/mois, on a trouvé un débit fictif de 0.57 l/s/ha.

Tableau VI-1 : débits de bornage

Bornes	Surface(Ha)	Debit fictif L/S/Ha	Débit des bornes
1	2,3971	0,57	1,366347
2	1,8116	0,57	1,032612
3	2,0861	0,57	1,189077
4	2,0399	0,57	1,162743
5	1,5757	0,57	0,898149
6	1,6297	0,57	0,928929
7	1,3300	0,57	0,7581
8	1,1352	0,57	0,647064
9	1,3865	0,57	0,790305
10	1,3479	0,57	0,768303
11	0,9629	0,57	0,548853
12	0,7835	0,57	0,446595

Après avoir déterminé les différents débits des ilots, on passe au dimensionnement de la canalisation (diamètre des conduites, vitesse et pression).

### VI-6.Dimensionnement de la canalisation

A l'aide d'EPANET : un logiciel qui nous permet le calcul des réseaux de distribution d'eau, tant en mode statique qu'en mode dynamique. Il donne le débit à chaque conduite, la pression à chaque nœud, l'âge et la qualité de l'eau.

#### VI-6-1.Données d'entrée d'EPANET

- Les coordonnées des différents nœuds (bornes et coude
- Débit caractéristique de chaque borne.
- les diamètres redimensionnés par défaut égal à 200 mm.
- les unités : système international.
- Tenir compte des conditions suivantes :  $V = 1\text{m/s}$  à  $2\text{ m/s}$

➤ Assurer une pression minimale de fonctionnement au point le plus défavorable avec :

$$C_{P(p+def)} = C_{TN} + P_{sol}^{\min} + \sum P d c_{R-(P+D)}$$

- $C_{P(p+def)}$  : Côte de point le plus défavorable .
- $C_{TN}$  : cote de terrain naturel.
- $P_{sol}^{\min}$  : pression de fonctionnement minimale (dépend de système d'irrigation a la parcelle)  
= 10 mce

## Chapitre VI : Simulation hydraulique du réseau de distribution

- $\sum P_{dc_{R-(P+D)}}$ : les pertes de charges du réservoir jusqu'à point le plus défavorable.

### VI-6-2. Résultats obtenus par EPANET

Les résultats obtenus après simulations sont résumés dans le tableau N°VI-2

Tableau N°VI-2 : État des Nœuds du Réseau

	Altitude (m)	Demande Base LPS	Demande LPS	Charge (m)	Pression (m)
Nœud 2	28	0,00	0,00	41,49	13,49
Nœud 3	28	0,00	0,00	39,66	11,66
Nœud 4	28	0,00	0,00	37,96	9,96
Nœud 5	28	0,00	0,00	37,34	9,34
Nœud 6	24,67	1,37	1,37	35,18	10,51
Nœud 7	25,07	1,03	1,03	35,91	10,84
Nœud 8	25,13	1,19	1,19	37,13	12,00
Nœud 9	24,88	1,16	1,16	35,23	10,35
Nœud 10	28	0,00	0,00	40,52	12,52
Nœud 11	28	0,00	0,00	39,00	11,00
Nœud 12	24,45	0,90	0,90	35,89	11,44
Nœud 13	28	0,00	0,00	38,09	10,09
Nœud 14	24,87	0,93	0,93	35,18	10,31
Nœud 15	28	0,00	0,00	37,50	9,50
Nœud 16	24,83	0,76	0,76	35,52	10,69
Nœud 17	24,88	0,65	0,65	36,33	11,45
Nœud 18	28	0,00	0,00	37,07	9,07
Nœud 19	25,09	0,79	0,79	36,09	11,00
Nœud 20	28	0,00	0,00	36,79	8,79
Nœud 21	28	0,00	0,00	36,33	8,33
Nœud 22	24,83	0,77	0,77	35,81	10,98
Nœud 23	28	0,00	0,00	35,69	7,69
Nœud 24	24,78	0,55	0,55	34,90	10,12
Nœud 25	28	0,00	0,00	35,28	7,28
Nœud 26	24,52	0,45	0,45	34,75	10,23
Bâche 1	44	-	-10,5	44,00	0,00

## Chapitre VI : Simulation hydraulique du réseau de distribution

Remarque : Le logiciel EPANET ne reconnaît que les nœuds ainsi on a nommé les bornes par des nœuds. Celle qu'on a ajoutée on lui attribué un zéro comme demande pour ne pas affecter les demandes des autres bornes.

Les résultats de la simulation pour les conduites sont dans le tableau N°VI-3 :

Tableau N°VI-3 : Etat des conduites du réseau

	<b>Longueur</b> <b>m</b>	<b>Diamètre</b> <b>mm</b>	<b>Débit</b> <b>LPS</b>	<b>Vitesse</b> <b>m/s</b>	<b>Pert.Charge Unit.</b> <b>m/km</b>
Tuyau 1	50.95	35	0.45	0.47	10.41
Tuyau 2	75.96	40	0.45	0.36	5.36
Tuyau 3	84.22	50	1.00	0.51	7.70
Tuyau 4	75.96	65	1.77	0.53	6.00
Tuyau 5	59.18	42	0.79	0.57	11.87
Tuyau 6	65.31	80	2.56	0.51	4.23
Tuyau 7	58.71	44	0.77	0.51	8.97
Tuyau 8	51.78	35	0.55	0.57	15.09
Tuyau 9	67.02	80	3.21	0.64	6.46
Tuyau 10	69.73	40	0.65	0.52	10.55
Tuyau 11	71.63	35	0.76	0.79	27.64
Tuyau 12	83.66	85	3.97	0.70	7.11
Tuyau 13	71.96	35	0.93	0.97	40.47
Tuyau 14	85.47	85	4.90	0.86	10.58
Tuyau 15	81.70	35	0.90	0.94	38.03
Tuyau 16	104.47	85	5.80	1.02	14.57
Tuyau 17	85.94	35	1.16	1.21	61.61
Tuyau 18	62.72	90	6.96	1.09	15.44
Tuyau 19	53.38	60	3.59	1.27	34.20
Tuyau 20	77.14	40	1.19	0.95	32.78
Tuyau 21	42.52	50	2.40	1.22	40.08
Tuyau 22	82.16	40	1.03	0.82	24.95
Tuyau 23	72.07	55	1.37	0.58	8.58
Tuyau 24	91.72	45	1.37	0.86	23.57
Tuyau 26	254.41	115	10.55	1.02	9.87

### Conclusion

Après simulation hydraulique du réseau de notre zone d'étude, nous avons constaté les points suivants :

- Les vitesses faibles inférieures à 0,5 m/s, sans influence sur notre réseau de distribution, là nous avons les débits et les longueurs sont faibles. Et des vitesses inférieures à 1,5 m/s.
- La pression ne dépasse pas les 13 m, ça nous oblige d'utiliser de l'irrigation localisée (de la goutte à goutte), car l'irrigation localisée se demande une pression minimale de 10 m au niveau de chaque borne. Par contre l'irrigation par aspersion se demande une pression minimale de 30 m au niveau de chaque borne.
- On n'a pas besoin du réducteur de pression, parce qu'on n'a pas des pressions fortes.

# *CHAPITRE VII*

## **Dimensionnement de la conduite gravitaire (adduction)**

### Introduction

Le transport est nécessaire entre le point de captage et le point d'utilisation ; dans la pratique ces points sont relativement éloignés l'un de l'autre, quelque fois ils peuvent se trouver à des distances considérables.

Du point de vue technique, on est conduit à séparer les ouvrages d'adduction et ceux de distribution.

Ce chapitre sera consacré à l'étude de détermination des dimensions d'organes de transport de l'eau jusqu'à sa destination finale.

### VII-1.Types d'adduction

Selon leurs fonctionnements hydrauliques les adductions sont classées en trois parties :

- Adduction gravitaire ;
- Adduction par refoulement ;
- Adduction mixte.

#### VII-1-1.Adduction gravitaire

Dans ce cas le transport est engendré par la combinaison : force de gravité et conditions topographiques. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte supérieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

#### VII-1-2.Adduction par refoulement

L'écoulement dans ce type est assuré par une pression engendrée par des machines hydro-électriques. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte inférieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

#### VII-1-3.Adduction mixte

Dans certains cas, la topographie impose une adduction mixte gravitaire-refoulement. Ce pourra être le cas lorsque la distance entre le captage et le réservoir est important, ce qui suppose un profil accidenté.

### VII-2.Adduction et types d'écoulement

Les écoulements se divisent en deux types :

#### VII-2-1. Ecoulement à surface libre

C'est un écoulement rencontré dans les adductions gravitaires seulement. Il peut à ciel ouvert ou dans des canaux couverts. Ce type d'écoulement est fonction de la pente.

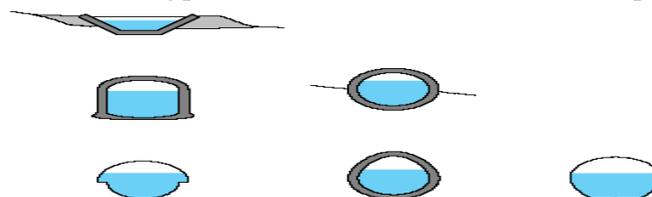


Figure VII-1 : Quelques formes de canaux

### VII-2-2.Écoulement en charge

L'eau remplit totalement la conduite et la pression y est supérieure à la pression atmosphérique. Cette pression dépend des conditions régnant aux limites amont et aval de la conduite et du débit instantané.

### VII-3.Étude technico-économique

La topographie de notre zone d'étude nous impose une adduction gravitaire.

#### ➤ Adduction gravitaire

Le diamètre dans ce cas doit satisfaire certaines conditions de fonctionnement, qui sont comme suit :

- la charge résiduelle à l'extrémité aval de la conduite soit positive
- l'épaisseur choisie supporte la pression engendrée par la topographie surtout dans le cas de siphons.

### VII-4. Calcul des diamètres avantageux des tronçons gravitaires

Le calcul se fait avec la formule Darcy-Weisbakh

$$\Delta H_t = \frac{K' * L_e * Q^\beta}{D_{av}^m} \longrightarrow \text{(VII-1)}$$

- $\Delta H_t$  : Perte de charge totale (m)
- $K'$  : Coefficient de frottement
- $L_e$  : Longueur équivalente de la conduite (m)

$$L_e = L_g + L_{e_e}$$

- $L_g$  : Longueur géométrique de la conduite (m)
- $L_{e_e}$  : Longueur équivalente des pertes de charge singulière (m)

Dans le cas des adductions, les pertes de charge singulières sont estimées à 15% des pertes de charge linéaires.

$$\Delta H_t = 1,15 * \Delta H_p^{lin}$$

$$L_e = 1,15 * L_g$$

- $Q$  : Débit véhiculé par la conduite (m<sup>3</sup>/s) ;
- $D_{av}$  : Diamètre avantageux calculé de la conduite (m) ;
- $\beta$  : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;
- $m$  : Exposant tenant compte du type du matériau.

Selon le type de matériau les coefficients  $K'$ ,  $m$  et  $\beta$  sont donnés dans le tableau N°VII-1

## Chapitre VII : Dimensionnement de la conduite gravitaire (adduction)

Tableau N° VII-1: Coefficients K', m, β pour différents types du tuyau :

Tuyau	K'	m	β
Acier et fonte	0,00179 - 0,001735	5,1 - 5,3	1,9 - 2
Amiante-ciment	0,00118	4,89	1,85
PEHD	0,001052	4,772	2

On déduit alors le diamètre calculé de la conduite gravitaire :

$$D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K' * L_e * Q^\beta}{\Delta H_t}}$$

Pour notre étude, on prend : K' = 0,001052 ; β = 2 ; m = 4,772

### VII-4-1. Calcul des longueurs des différents tronçons

Les différentes longueurs sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau N° VII-2: Les longueurs des différents tronçons de l'adduction :

N° du tronçon	Point de départ	Point d'arrivé	L.g (m)	L.éq (m)
1	Step	Réservoir de stockage	71	81.65
2	Réservoir de stockage	Tête de la parcelle	254	292.1
total			325	373.75

### VII-4-2. Calcul des charges disponibles

Les différentes charges disponibles pour les deux tronçons gravitaires sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau N°VII-3: différentes charges disponibles :

N° du tronçon	Point de départ	Point d'arrivé	Charge disponible (m)
1	Step	Réservoir de stockage	1
2	Réservoir de stockage	Tête de la parcelle	12
total			13

### VII-4-3. Calcul du diamètre :

Les diamètres sont calculés selon la relation suivante :

$$D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K' * L_{eq} * Q^\beta}{\Delta H}}$$

- ΔH : charge disponible en m;
- Leq : Longueur équivalente du tronçon en m ;

## Chapitre VII : Dimensionnement de la conduite gravitaire (adduction)

- $K'$  : Coefficient de perte de charge ;
- $\beta$  : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;
- $m$  : Exposant tenant compte du type du matériau
- Dans notre cas, on prend :  $K' = 0,001052$  ;  $\beta = 2$  ;  $m = 4,772$

### Tronçon Step – Réservoir de stockage

Ce tronçon véhicule l'eau épurée de la Step qui sera stockée au niveau du réservoir de stockage.

Donc le débit de dimensionnement est  $Q_{\text{Step-R.S}} = 1.065 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$

Tableau N°VII-4: Diamètres calculés pour le tronçon Step – Réservoir de stockage

N° du tronçon	Débit du tronçon ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	L.g (m)	L.éq (m)	$\Delta H$ (m)	D <sub>calculé</sub> (mm)
Tronçon 1	$1.065 \cdot 10^{-2}$	71	81.65	1	90

Donc le diamètre normalisé sera comme suit :

Tableau N°VII-5: Diamètres normalisés pour le tronçon Step – Réservoir de stockage :

N° du tronçon	Débit du tronçon ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	D (mm)	V (m/s)	L <sub>éq</sub> (m)	$\Delta H$ (m)
Tronçon 1	0.01065	90	0.17	81.65	1

Le calcul se fait comme suit :

On a :  $\Delta H = 1\text{m}$

On a aussi:

$$D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K' \cdot L_{eq} \cdot Q^\beta}{\Delta H}}$$

$$D_{av} = \sqrt[4.772]{\frac{0,001052 \cdot 81.65 \cdot (0.01065)^2}{1}} = 0.09\text{m}$$

$$D_{av} = 90 \text{ mm}$$

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

$$V = \frac{4 \cdot 0.01065}{\pi \cdot (0.09)^2} = 0.17\text{m/s}$$

### Tronçon réservoir de stockage – Tête de la parcelle

Le calcul est comme suit :

Tableau N°VII-6: Diamètre calculé pour le tronçon réservoir- tête de la parcelle :

N° du tronçon	Débit du tronçon (m <sup>3</sup> /s)	L.éq (m)	ΔH (m)	D <sub>calculé</sub> (mm)
Tronçon 2	0.01054	292.1	12	125

Donc pour le diamètre normalisé les résultats seront comme suit :

Tableau N°VII-7: Diamètre normalisé pour le tronçon réservoir- tête de la parcelle :

N° du tronçon	Débit du tronçon (m <sup>3</sup> /s)	D (mm)	V (m/s)	L <sub>eq</sub>	ΔH (m)
Tronçon 2	0.01054	125	0.86	292.1	12

$$V = \frac{4 * 0.01054}{\pi * (0.125)^2} = 0.86 \text{ m/s}$$

### VII-5. Calcul de volume du réservoir de stockage (bâche)

#### VII-5-1. Définition :

Les réservoirs sont, en général, nécessaires pour pouvoir alimenter convenablement une agglomération en eau potable ou dans l'irrigation pour irriguer les terres.

Les principales fonctions des réservoirs sont :

- **la régulation du débit** entre le régime de l'adduction (déterminé par le pompage et le traitement) et le régime de distribution (déterminé par la consommation).
- **La régulation de pression** en tout point du réseau : le réservoir permet de fournir à la parcelle une pression suffisante et plus ou moins constante, la pression fournie par les stations de pompage peut varier au moment de la mise en marche et de l'arrêt des pompes.
- **La sécurité** vis-à-vis des risques d'incendie, de demande en eau exceptionnelle.

Comme ils offrent d'autres avantages à savoir :

- Ils constituent une réserve pour les imprévus (rupture, panne des pompes, réparations, extension du réseau...).
- Offre la possibilité de pomper la nuit, lorsque les tarifs d'électricité sont les plus bas.
- Régularité dans le fonctionnement du pompage. Les pompes refoulent à un débit constant.
- Simplification de l'exploitation.
- Sollicitation régulière des points d'eau qui ne sont pas l'objet des à-coups journaliers au moment de la pointe.
- Régularité des pressions dans le réseau.

### VII-5-2. Classification des réservoirs :

Les réservoirs peuvent être classés selon plusieurs critères.

**a. Le matériau de construction :** Ils peuvent être réalisés

- en maçonnerie
- en béton ordinaire ou précontraint
- en acier pour de petites capacités

**b. La position par rapport au terrain naturel :**

- sur sol
- enterrés
- semi-enterrés
- sur tour

**c. Selon la forme de la cuve :**

- **rectangulaires :** En règle générale, les réservoirs sont rectangulaires ou polygonaux (si l'ouvrage doit adapter à la forme de la parcelle ou aux conditions du terrain). Ces formes permettent une construction statique sans surprises et adaptable, une exécution solide ainsi que des agrandissements ultérieurs sans difficultés majeures.
- **Circulaires :** Des grands réservoirs circulaires peuvent être réalisés en béton précontraint. Dans la plupart des cas, on ne réalise pas d'économies substantielles par rapport aux réservoirs rectangulaires. Les avantages sont une bonne stabilité des talus d'excavation et un moindre risque de fissuration. Ce type d'exécution ne convient pas dans un terrain en pente soumis à des sollicitations dissymétriques.

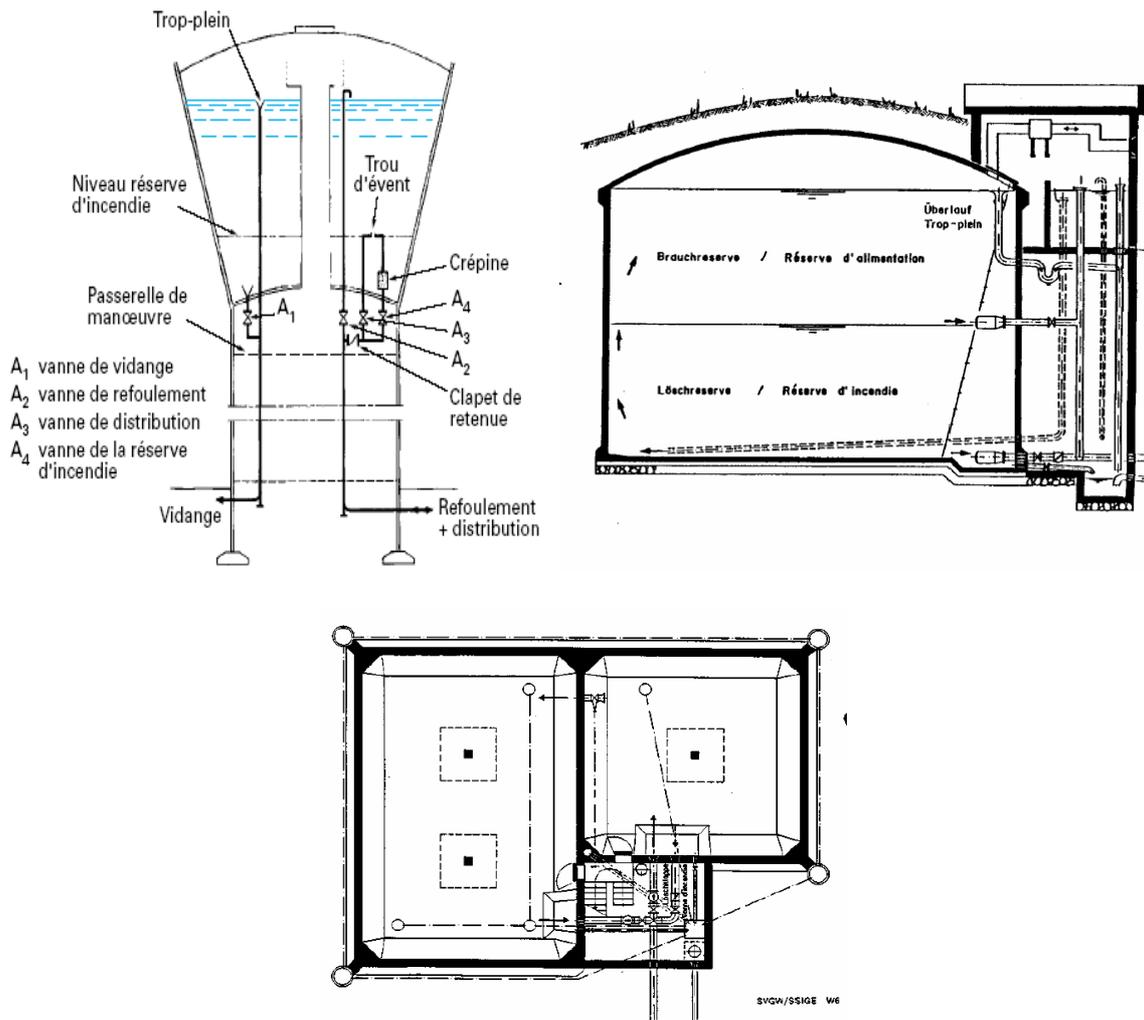


Figure VII-2 : quelques types de réservoir

### VII-6. Capacités des réservoirs

Le volume d'eau à stocker peut être réparti sur un ou plusieurs réservoirs en fonction de l'importance de la collectivité à alimenter.

La capacité d'un réservoir doit être estimée en tenant compte des variations de débit à l'entrée comme à la sortie, c'est-à-dire d'une part du mode d'exploitation des ouvrages situées en amont, et d'autre part de la variabilité de la demande.

La capacité d'un réservoir peut être calculée selon deux méthodes à savoir :

- La méthode analytique.
- La méthode graphique.

#### VII-6-1. Méthode analytique

La méthode analytique consiste à faire un calcul de résidus entre un régime d'alimentation qui est caractérisé par un débit constant avec un régime de consommation caractérisé par un débit variable (en fonction de la consommation).

Le volume qui ressort de ce calcul est comme suit:

$$V_r = \frac{a * Q_{\max, j}}{100} \quad (\text{m}^3) \quad \longrightarrow \quad (\text{VII-2})$$

- $V_r$ : capacité résiduelle ( $\text{m}^3$ ),
- $a$ : fraction horaire du débit maximum journalier (%).
- $Q_{\max j}$ : La consommation maximale journalière ( $\text{m}^3/\text{j}$ ).

Et le volume total sera :

$$V_T = V_r + V_{\text{inc}} \quad \longrightarrow \quad (\text{VII-3})$$

- $V_T$ : capacité totale du réservoir ( $\text{m}^3$ ).
- $V_{\text{inc}}$ : volume d'incendie estimé à  $20 \text{ m}^3$ .

### Détermination de résidu maximum dans les réservoirs

Pour dimensionner un réservoir, on est appelé à déterminer le résidu maximal. Souvent celui-ci peut être localisé aux environs des heures de pointe où la consommation est élevée. La variation entre le débit entrant et le débit à distribuer peut nous permettre sa localisation. Donc si la différence de débit entrant au réservoir est supérieure à celui qui sort de ce dernier cela indique qu'il y a un surplus ; et dans le cas contraire, on aura un déficit.

On détermine ensuite le résidu dans le réservoir pour chaque heure. La valeur maximale trouvée sera le pourcentage du volume de stockage.

#### VII-6-2. Méthode graphique

On trace, sur 24 heures les courbes de volumes cumulés  $V_a(t)$  provenant de l'alimentation et  $V_c(t)$  correspondant à la consommation. On trace ensuite la courbe  $[V_a(t) - V_c(t)]$ .

Le volume minimum nécessaire des réservoirs  $V_{\text{rés}}$  sera alors égal à la somme, en valeurs absolues, de la plus grande valeur et de la plus petite valeur (négative) de cette différence.

Cette méthode, très précise. Suppose, donc, que l'on dispose de statistique suffisante concernant la variation horaire de la consommation pendant la journée de pointe, ce qui n'est pas toujours le cas notamment pour les villes qui ne sont pas encore alimentées.

La méthode est illustrée par la figure suivante :

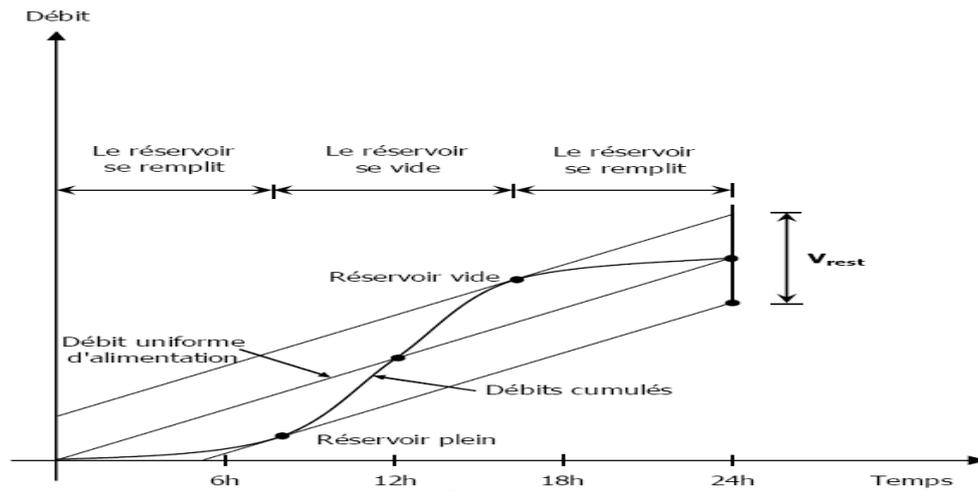


Figure VII-3. : Méthode graphique

### VII-7. Dimensionnement des réservoirs terminaux

Les réservoirs terminaux constituent les réservoirs de tête, qui sont directement liés au réseau de distribution.

Comme c'est déterminé dans la méthode analytique le volume est calculé comme suit :

$$V_T = V_r + V_{inc}$$

- $V_T$  : capacité totale du réservoir ( $m^3$ ).
- $V_{inc}$  : volume d'incendie estimé à  $20 m^3$ .

$$V_r = \frac{a * Q_{max,j}}{100} \quad (m^3)$$

- $V_r$  : capacité résiduelle ( $m^3$ ),
- $a$  : fraction horaire du débit maximum journalier (%).
- $Q_{max,j}$  : La consommation maximale journalière ( $m^3/j$ ).

**VII-7-1. Dimensionnement de réservoir de stockage**

Tableau N°VII-8 : Evaluation du volume résiduel du réservoir stockage

Heure	apport	distribution	Surplus	Déficit	Cumul
	%	%	%	%	%
0-1	0	0	--	--	-0,5
1-2	0	0	--	--	-0,5
2-3	0	0	--	--	-0,5
3-4	0	0	--	--	-0,5
4-5	5	0	5	--	4,5
5-6	5	0	5	--	<b>9,5</b>
6-7	5	5,5	--	0,5	9
7-8	5	5,5	--	0,5	8,5
8-9	5	5,5	--	0,5	8
9-10	5	5,5	--	0,5	7,5
10-11	5	5,5	--	0,5	7
11-12	5	5,5	--	0,5	6,5
12-13	5	6	--	1	5,5
13-14	5	6	--	1	4,5
14-15	5	5,5	--	0,5	4
15-16	5	5,5	--	0,5	3,5
16-17	5	5,5	--	0,5	3
17-18	5	5,5	--	0,5	2,5
18-19	5	5,5	--	0,5	2
19-20	5	5,5	--	0,5	1,5
20-21	5	5,5	--	0,5	1
21-22	5	5,5	--	0,5	0,5
22-23	5	5,5	--	0,5	0
23-24	5	5,5	--	0,5	<b>-0,5</b>
Total	100	100			

Le volume maximal journalier est de :  $Q_{max,j} = 920,16 \text{ m}^3/\text{j}$

Et d'après le tableau précédent  $V_r$  est calculé comme suit :

$$V_r = \frac{[(9.5) + I(-0.5)I] * 920,16}{100} = 92,016 \text{ m}^3$$

Donc le volume total sera de :  $V_T = V_r + V_{inc} = 92,016 + 20 = 112,016 \text{ m}^3$

• Le volume normalisé est de  $200 \text{ m}^3$

**VII-7-2. Dimensions du réservoir**

**a. Le diamètre D de la cuve**

On calcule le diamètre de la cuve comme suit :

$$S = \frac{V_T}{h} \Rightarrow \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{V_T}{h} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 * V_T}{\pi * h}} \longrightarrow \text{(VII-4)}$$

On prend:  $h = 3 \text{ m}$

$$\text{AN: } D = \sqrt{\frac{4 * 200}{3,14 * 3}} \Rightarrow D = 9,22\text{m, on prend : } \mathbf{D = 10 \text{ m}}$$

### b. Réévaluation de la hauteur d'eau h

On calcule la hauteur d'eau comme suit :

$$h = \frac{4 * Vt}{\pi * D^2}$$

$$\text{AN: } h = \frac{4 * 200}{3,14 * 10^2} \Rightarrow \mathbf{h = 2,55 \text{ m}}$$

### c. La section de la cuve :

La section est calculée comme suit :

$$S = \frac{V_T}{h}$$

$$\text{AN: } S = \frac{200}{2,55} \Rightarrow \mathbf{S = 78,43 \text{ m}^2}$$

### d. La hauteur totale H du réservoir

La hauteur sera majorée par une hauteur dite matelas d'air qui varie de 0.25 à 1m

$$\text{Donc } H = h + R$$

On prend:  $R = 0,85 \text{ m}$

$$\text{AN: } H = 2,55 + 0,85 \Rightarrow \mathbf{H = 3.4 \text{ m}}$$

### e. La hauteur de la réserve d'incendie

La hauteur d'incendie est calculée en divisant le volume d'incendie par la surface de la cuve :

$$h_{inc} = \frac{20}{78,43} \Rightarrow \mathbf{h_{inc} = 0,26\text{m}}$$

Les différentes dimensions et niveaux d'eau sont représentés dans la figure VII-4

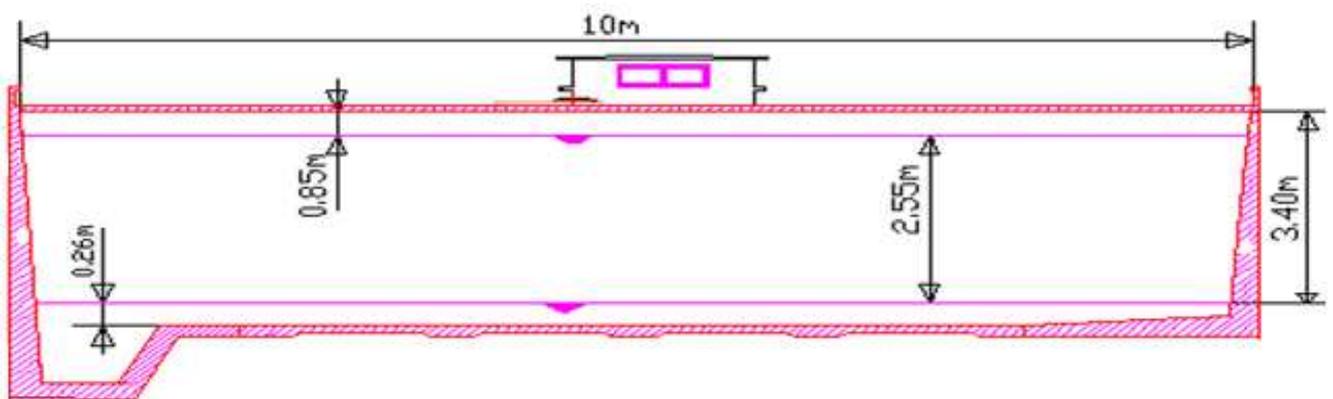


Figure VII-4. Dimensions et niveaux d'eau de réservoir de stockage

### Conclusion

Dans cette partie on a étudié la conduite gravitaire en passant par le dimensionnement de la conduite gravitaire qui relie la Step au réservoir de stockage, ce dernier servira à alimenter notre parcelle. Dans le deuxième tronçon on a dimensionné la conduite gravitaire qui relie le réservoir de stockage à la tête de la parcelle.

En plus, on a dimensionné le réservoir de stockage, son volume et sa hauteur totale...

### VII-8.ESTIMATION DU PROJET

#### Introduction

Les devis proposés à l'irrigant sont actuellement très fluctuants pour une même parcelle ; ceci est dû :

- A l'importance de l'installation de tête : filtration selon la nature des eaux et matériel de fertilisation ;
- Au coût du matériel selon les entreprises ;
- Aux services fournis par l'entreprise.

Certains devis ne comportent que la fourniture et parfois des fouilles, la pose, le montage du réseau et parfois des différentes pièces des goutteurs étant à la charge de l'exploitant.

D'autre part, prévoient non seulement une part de l'installation, mais aussi une certaine assistance de maintenance du réseau.

L'objectif de ce chapitre est donc l'évaluation du coût estimatif de notre projet.

#### VII-8-1.Devis du réseau d'irrigation

##### VII-8-1-1.Dépenses des équipements

Les prix unitaires des pièces et accessoires sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau N°VII-9-Facture des pièces de réseau d'irrigation localisée

Pièces	Prix unitaire (DA)	Unité de mesure	Quantité	Total
Tube Ø 35 PEBD	110,02	ML	433	47639
Tube Ø 85 PEHD	302,44	ML	440	133074
Tube Ø 125 PEHD	490,29	ML	326	159835
Tube Ø 60 PEHD	205.5	ML	138	28359
Tube Ø 90 PEHD	320.5	ML	260	11960

## Chapitre VII : Dimensionnement de la conduite gravitaire (adduction)

TE Ø125/90/60	600	Un	01	600
Filtre	25926	Un	1	25926
Vanne Ø125	13877	Un	1	13877
Tube Ø 45 PEBD	160	ML	355	56800
Tube Ø 50 PEBD	170	ML	167	28390
TE Ø85/35	400	Un	04	1080
TE Ø90/85/35	500	Un	1	500
Fertiliseur	8500	Un	1	8500
TE Ø60/50/45	350	Un	2	700
TE Ø50/45	300	Un	1	300
Coude 90° Ø 50/45	300	Un	2	600
Total				518140

### VII-8-1-2. Dépenses des travaux

Le prix de terrassement est égal à :

**a. Pour le déblai :**  $F_{deb} = V_{deb} \cdot K_{deb}$

- $K_{deb}$  : prix de  $1m^3$  de déblai=300 DA
- $V_{deb}$  : volume total de déblai

**b. Pour le remblai :**  $F_{rem} = V_{rem} \cdot K_{rem}$

- $K_{rem}$  : prix de  $1m^3$  de remblai=100 DA
- $V_{rem}$  : volume total de remblai

### VII-8-2. Calcul du volume de déblai et remblai

La pose en terre des conduites s'effectue dans un tranché dont la largeur de fond donnée par la formule suivante :

$$B = D + 2 \times 0,3$$

- $D$  : diamètre de la conduite (m)

La profondeur de fouille est en fonction du diamètre de la conduite, de la température du li (min) et les sollicitations des charges mobiles.

$$H \geq D + 0,8$$

Volume déblai = L.H.B

$$\text{Remblai} = \text{déblai} - \left(\pi \frac{D^2}{4}\right) \cdot L$$

## Chapitre VII : Dimensionnement de la conduite gravitaire (adduction)

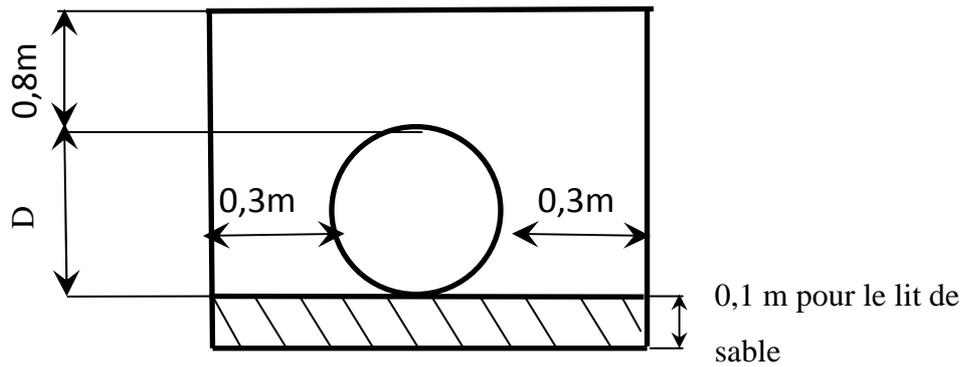


Figure VII-5 : coupe transversale de la tranchée

Tableau VII-10-Calcul de terrassement

Paramètres	Ø (mm)	B (m)	H (m)	L(m)	V.Déblai (m <sup>3</sup> )	V.Remblai (m <sup>3</sup> )
Conduite Principale	125	0,725	1,025	325	468,17	460,44
Conduite de Ø50	50	0,65	0,95	167	103,12	102,8
Conduite de Ø45	45	0,645	0,945	445	271,24	270,23
Conduite de Ø60	60	0,66	0,96	138	87,44	87,05
Conduite de Ø85	85	0,685	0,985	440	296,88	294,38
Conduite de Ø90	90	0,69	0,99	63	43,04	42,64
Conduite de Ø35	35	0,635	0,935	433	257,1	256,7
Total				2011	1527	1514,24

Donc :

pour le déblai:  $F_{deb} = 1527 \times 300 = 458100DA$

Pour le remblai :  $F_{rem} = 1514,24 \times 100 = 151424DA$

Donc : le total déblai + remblai est de : 609524 DA

**N.B** La référence des prix pour la projection du réseau d'irrigation à la goutte à goutte a été fournie par le représentant commercial de S.T.P.M CHIALI

### Conclusion

On constate que le coût de la projection du réseau d'irrigation est élevé, cet élévation de coût est due aux équipements très chers (les conduites, système de fertilisation filtration...etc.).

## **Conclusion générale**

L'objectif principal de cette étude est de caractériser au mieux les eaux usées de la station d'épuration de Tadmaït en vue d'une utilisation sans risque sur le périmètre à irriguer.

Un réseau d'irrigation a été conçu avec un dimensionnement adapté au type de sol et de débit disponible.

Les résultats analytiques ont montré que les eaux usées de la STEP de Tadmaït sont d'une qualité qu'elle nous va permettre les utilisées dans le domaine agricole (irrigation).

Parmi les recommandations proposées avant de généraliser cette pratique, il est important que les techniques de réutilisation des eaux usées épurées soient bien maîtrises pour cela, il serait nécessaire :

- Un suivi rigoureux de la qualité des eaux réutilisées ;
- Un traitement adapté aux conditions locales ;
- Une meilleure connaissance des impacts sanitaires et écologiques ou environnementaux de la réutilisation.

De plus cette option devra être appuyée par des campagnes d'exploitation et de sensibilisation auprès des utilisateurs.

## Référence Bibliographique

- [1] Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), École nationale vétérinaire de Nantes, ministère de l'Agriculture et de la Pêche, École nationale de la santé publique (ENSP). Les germes pathogènes dans les boues résiduelles des stations d'épuration urbaines, Guide et cahiers techniques « Connaître pour agir », août 1994, 89 pages.
- [2] Agence de l'eau Seine-Normandie (AESN), Direction régionale de l'environnement d'Île de France. District hydrographique Seine-Normandie – Éléments préparatoire à l'état des lieux au titre de la directive cadre européenne sur l'eau – Document interbassin Île-de-France. Document de travail, janvier 2002, 90 pages.
- [3] Agence de l'eau Seine-Normandie (AESN), Direction régionale de l'environnement d'île de France. État des lieux du bassin – Seine et cours d'eaux côtiers normands. Document de travail, novembre 2003, 121 pages.
- [4] Asano, T. (ed.) (1998) Wastewater Réclamation and Reuse, Water Quality Management Library, vol. 10, CRC Press, Boca Raton
- [5] BIRD-OMS-IRCWD Rapport d'Engelberg Juin 1985
- [6] Bontoux L. Municipal wastewater, public health and environment. Institute for Prospective Technological Report, October 1997, 18, 6 pages.
- [7] Cauchi, Hyvrard, Nakache, Schwartzbrod, Zagury, Baron, Carre, Courtois, Denis, Derrat, Larbaigt, Derangere, Martigne, Seguret. Dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration. Techniques, Sciences et Méthodes, 1996, 2 : 81-118.
- [8] CSHPF (1991). Recommandations sanitaires concernant l'utilisation des eaux résiduelles urbaines pour l'irrigation des cultures et des espaces verts, 40 p.
- [9] D .KOLIAI cours de 5<sup>ème</sup> année.
- [10] M<sup>elle</sup> HOUHDJI Aïcha « Conception d'une station d'épuration des eaux usées D'EMAL REGHAIA » Algérie. Mémoire de fin d'études (Juin 1996).
- [11] Jean Pierre BECHAC, Pierre BOUTIN «Traitement des eaux usées. PP [22, 23], [82, 83] Edition Eyrolles. Paris 1984.
- [12] M<sup>me</sup> ABDOUS Nadia « Etude du processus biologique par boues activées Unité ORAÇ Taboukert», Algérie. Mémoire de fin d'études (1997).
- [13] APC de Tadmaït.
- [14] ONA de Tizi Ouzou.
- [15] Cours 5<sup>ème</sup> année de M<sup>me</sup> BAHBOUH.
- [16] DSA de Tizi ouzou
- [17] Mémento technique de l'eau, Lavoisier- technique et documentation

Annexe 2:

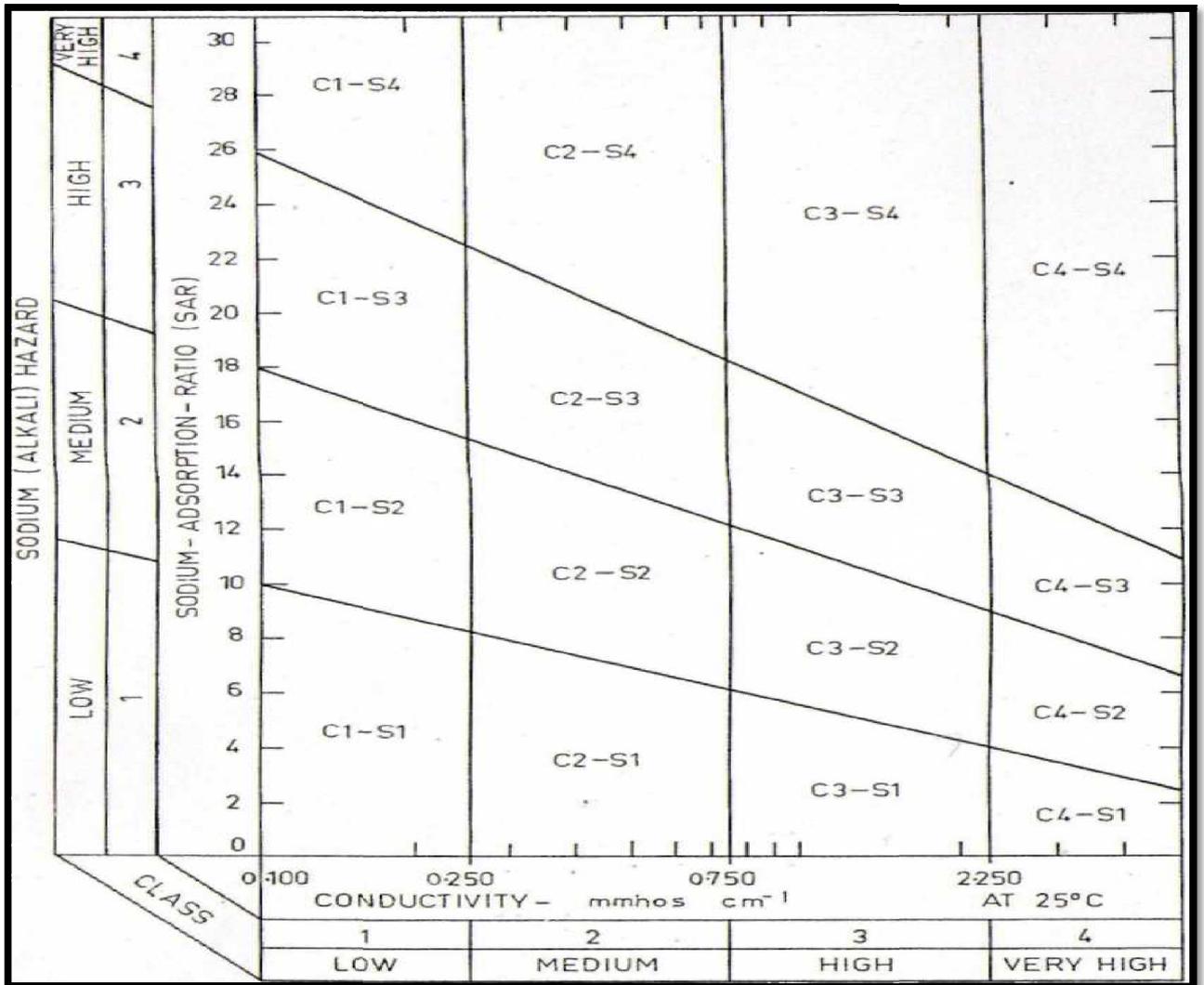
Basic data for the calculation of $pH_c$ . [ $pH_c = (pK'_2 - pK'_c) + p(Ca^{++} + Mg^{++}) + p(Alk)$ ]			
Concentration (meq/L)	$pK'_2 - pK'_c$	$p(Ca^{++} + Mg^{++})$	$p(Alk)$
0.05	2.0	4.6	4.3
0.10	2.0	4.3	4.0
0.15	2.0	4.1	3.8
0.20	2.0	4.0	3.7
0.25	2.0	3.9	3.6
0.30	2.0	3.8	3.5
0.40	2.0	3.7	3.4
0.50	2.1	3.6	3.3
0.75	2.1	3.4	3.1
1.00	2.1	3.3	3.0
1.25	2.1	3.2	2.9
1.50	2.1	3.1	2.8
2.00	2.2	3.0	2.7
2.5	2.2	2.9	2.6
3.0	2.2	2.8	2.5
4.0	2.2	2.7	2.4
5.0	2.2	2.6	2.3
6.0	2.2	2.5	2.2
8.0	2.3	2.4	2.1
10.0	2.3	2.3	2.0
12.5	2.3	2.2	1.9
15.0	2.3	2.1	1.8
20.0	2.4	2.0	1.7
30.0	2.4,	1.8	1.5
50.0	2.5	1.6	1.3
80.0	2.5	1.4	1.1

$(pK_2 - pK_c)$  is obtained from using the sum of Ca + Mg + Na in meq/L  
 $p(Ca + Mg)$  is obtained from using the sum of Ca + Mg in meq/L  
 $p(ALK)$  is obtained from using the sum of  $CO_3 + HCO_3$  in meq/L

} obtained from water analysis

## Listes des annexes

Annexe 1:



### SALINITY HAZARD

Diagram for the classification of irrigation water according to US Salinity Laboratory (USD A1954)