

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE
« ARBAOUI Abdellah »

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 & drainage

THEME

DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU DE DISTRIBUTION
DESTINE A L'IRRIGATION DU PERIMETRE DE LA COMMUNE
DE TIPAZA A PARTIR DES EAUX USEES EPUREES DES STEP
DE HADJOUT ET DE TIPAZA.

Présenté par :
M^r KHELFI Ahmed

Promoteur :
M^r CHABACA.M.N

Devant le Jury composé de :

Président : M^r T.KHETTAL

Examineurs :

M^{me} L.S.BAHBOUH

M^{me} S.LEULMI

M^{me} H.BOUCAMA

M^r M.MESSAHEL

Octobre 2011

Remerciements:

Avant tout, je remercie DIEU qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage pour achever mes études.

« Et on ne remercie dieu qu'après avoir remercie les gens »

Je remercie MES PARENTS en premier lieu qui m'on permit et facilité les choses pour accomplir mes études, mes frères, et tous l'enseignent

Je remercie mon promoteur : Mr CHABACA de m'avoir orienté par ses conseils judicieux dans le but de mener à bien ce travail.

Je tiens à remercier aussi :

- Les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail*
- Le corps d'enseignants, les étudiants et l'administration de l'ENSH*
- Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration et l'aboutissement de ce mémoire.*

Dédicace:

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

- A vous chers PARENTS, essayant ainsi de vous exprimer toute ma gratitude pour tout ce que vous m'avez apporté.*
- A mes Frères*
- A toute ma Famille*
- A mes amis et toutes personnes ayant participés de près ou de loin à ce modeste travail.*

Et à tous ceux que j'aime.

الملخص

إن المجال الزراعي يتطلب كميات كبيرة من مياه السقي لهذه يجب توفير ذلك بتقنيات متعددة ومنه يجب البحث عن المصادر التي تساهم في المحافظة على احتياطي الأجيال القادمة.

و تتناول هذه المذكرة احد هذه المصادر التي تمثل في إعادة استعمال مياه الصرف لمحطتي التطهير بحجوط وتيبازة اللتين تتوفران على نسبة كبيرة من المياه المستعملة الملوثة للمحيط ولمياه البحر و هذا يعتبر الدافع الثاني لقيامنا بهذا الانجاز و عليه تتضمن هذه المذكرة أيضا كيفية معالجة هذه المياه بعدة تقنيات و أيضا هناك دراسة تقنى-اقتصادية لهذه المعالجة.

RESUME

Le domaine de l'agriculture nécessite de grandes quantités d'eau pour l'irrigation doit être fournie que ces techniques sont multiples et il faut rechercher des sources qui contribuent au maintien d'une réserve pour les générations futures.

Et face à cette note une des sources qui représentent la réutilisation des eaux usées pour les plantes de nettoyage da Hadjout et Tipaza .deux disponibles et une grande proportion d'eau use contaminée par l'océan et l'eau de mer .De cette seconde motivation pour nous faire de cette réalisation et il comprend cette note aussi la façon de traiter cette eau plusieurs techniques et aussi Une étude est une technique -économique de ce traitement.

SAMMURY

The Field of agriculture requires large amounts of water for irrigation must be provided that these techniques are multiple and it must search for sources that contribute to the maintenance of a reserve for future generations. And dealing with this note one of the sources that represent the weter use of wastewater to plants cleansing of Hadjout and Tipaza two available and a large proportion of dirty water contaminated by the ocean and sea water this second motivation for we are making this achievement and it includes this note also how to address this water several techniques and also A study is a technical - economic for this treatment.

Table des matières

| | |
|---|----|
| Introduction générale..... | 1 |
| Chapitre I | |
| Introduction : | 3 |
| I.1. Problématiques de la Réutilisation des Eaux Usées Epurées : | 3 |
| I.1.1. Données générales : | 3 |
| I.1.2. Les grands chiffres des besoins en eau mondiaux et de la REUE : | 4 |
| I.1.3. la REUE dans le cycle de l'eau : | 5 |
| I.2. Les usages de l'EUE dans le monde : | 5 |
| I.2.1. Le continent américain : | 5 |
| I.2.2. Le bassin méditerranéen : | 6 |
| I.2.3. L'Europe du Nord : | 7 |
| I.2.4. Le Japon: | 7 |
| I.2.5. L'Australie : | 7 |
| I.2.6. La réutilisation des eaux usées épurées en France : | 8 |
| I.3. L'expérience algérienne dans le domaine de réutilisation des eaux usées épurées : | 9 |
| I.4. Intérêt, bénéfices de la réutilisation agricole des eaux usées à partir de l'expérience française : | 10 |
| I.4.1. Volume moyen journalier des eaux usées recyclée : | 10 |
| I.4.2. Les installations existantes de réutilisation des eaux usées : | 11 |
| d'irrigation à Noirmoutier (installation exploitée par la Saur). | 12 |
| I.4.3. Les bénéfices et les avantages de la réutilisation des eaux usées : | 12 |
| Conclusion..... | 13 |

Chapitre II

| | |
|--|----|
| Introduction : | 15 |
| II.1. Localisation de la zone d'étude : | 15 |
| II.2 .Géologie & Hydrographie | 17 |
| II.2 .1.Géologie: | 17 |
| II.2.2.Hydrographie : | 17 |
| II.3. Climatologie : | 17 |
| II.3.1. Température : | 17 |
| II.3.2. Vitesse de vents : | 18 |
| II.3.4. Evaporation : | 18 |
| II.3.5.Humidité relative : | 19 |
| II.3.6.Tension de vapeur : | 19 |
| II.3.7.Ensoleillement : | 19 |
| II.3.8. Phénomènes météorologique : | 19 |
| II.3.9.Pluviomètre : | 20 |
| II.3.9.1 .Généralités : | 20 |
| II.3.9.2. Répartition moyenne mensuelle de la pluie : | 20 |
| II.3.10. Classification de climat : | 21 |
| II.3.10.1. Classification du climat selon l'indice de MARTONNE: | 21 |
| II.3.10.2. Classification de climat selon le diagramme d'EMBERGER: | 21 |
| II.3.11. Représentation du diagramme Ombrothermique de GAUSSEN: | 23 |
| Conclusion : | 24 |

Chapitre III

| | |
|--|----|
| Introduction : | 25 |
| III.1.Station d'épuration de Hadjout : | 25 |
| III.1.1.Localisation de la station d'épuration : | 25 |
| III.1.2.Qualité des eaux: | 25 |

| | |
|---|----|
| III.1.2.1.Eaux usées brutes (Entrée de la STEP) : | 25 |
| III.1.2.2.Eaux usées épurées (Sortie de la STEP) : | 26 |
| III.1.2.3.Mesure des débits (Sortie de la STEP) : | 27 |
| III.1.3.Niveaux de rejet des effluents urbains | 28 |
| III.1.4. Système d'épuration: | 29 |
| III.1.4.1.Prétraitement : | 29 |
| a).Dégrillage grossier | 29 |
| b).Dégrillage fin..... | 29 |
| c).Dessablage – Déshuilage | 29 |
| III.1.4.3.Traitement des boues | 30 |
| III.1.4.4.Traitement tertiaire des eaux (désinfection chimique) : | 30 |
| III.2.Station d'épuration de Tipaza : | 30 |
| III.2.1.Localisation de la station d'épuration: | 30 |
| III.2.2.Qualité des eaux : | 30 |
| III.2.2.1.Eaux usées brutes (Entrée de la STEP) : | 30 |
| III.2.2.2.Eaux usées épurées (Sortie de la STEP) : | 31 |
| III.2.2.3.Mesure des débits (Sortie de la STEP) : | 32 |
| III.2.3.Système d'épuration : | 34 |
| III.2.3.1.Déversoir d'orage : | 34 |
| III.2.3.2.Poste de relevage : | 34 |
| III.2.3.3.Prétraitement : | 34 |
| a).Dégrillage grossier : | 34 |
| b) .Dégrillage fin : | 34 |
| c).Dessablage – Déshuilage : | 34 |
| III.2.3.4.Traitement biologique : | 34 |

| | |
|--|----|
| III.2.3.5.Traitement des boues..... | 35 |
| III.2.3.6.Traitement tertiaire des eaux (désinfection chimique)..... | 35 |
| III.2.3.7.Objectif de l'épuration :..... | 35 |
| III.3.Les différents critères de la REU dans le monde en irrigation : | 35 |
| III.3.1. Critères microbiologiques: | 36 |
| III.3.2.Critères chimique: | 38 |
| III.3.3.Critères mécanique (Problèmes de colmatage): | 40 |
| III.3.4 : les cultures pouvant être irriguées par les eaux usées épurées:..... | 40 |
| III.4.Classification Des Eaux Pour L'irrigation:..... | 41 |
| III.4.1.Classification mondiale (F.A.O):..... | 41 |
| III.4.2.Classification Russe: | 42 |
| III.4.3.Classification Américaine: | 42 |
| III.5.Ressource en sol:..... | 45 |
| Conclusion:..... | 48 |

Chapitre IV

| | |
|--|----|
| Introduction : | 49 |
| IV.1. La série pluviométrique : | 49 |
| IV.2. Analyse des données : | 50 |
| IV.2.1. Test d'hémogénie :..... | 50 |
| IV.2.2.Etude de l'échantillon: | 52 |
| IV.2.3.Choix du type de loi :..... | 52 |
| IV.2.4.Ajustement de la série pluviométrique : | 54 |
| IV.2.4.1.Ajustement a la loi normale (gauss) : | 54 |
| IV.2.4.2.Ajustement à la loi log-normale (Galton) : | 56 |
| IV.2.5.Test de validité d'un ajustement :..... | 58 |
| IV.2.5.1.Test de validité de l'ajustement à la loi Normale : | 59 |

| | |
|--|----|
| IV. 2.5.2. Test de validité de l'ajustement à la loi Log-Normale : | 59 |
| IV.2.6. Détermination de l'année de calcul : | 60 |
| Conclusion : | 60 |

Chapitre V

| | |
|--|----|
| Introduction : | 63 |
| V.1. Les besoins en eau d'une culture : | 63 |
| V.1.2. Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence: | 64 |
| V.1.3. Méthode de PENMAN ET MONTEITH modifiée : | 64 |
| V.1.4. La pluie efficace: | 66 |
| V.1.5. Efficacité de l'irrigation: | 67 |
| V.3. L'occupation des sols et le choix des cultures: | 68 |
| V.3.1. La céréaliculture: | 68 |
| V.3.2. Cultures fourragères: | 69 |
| V.3.3. Arboriculture: | 69 |
| V.3.4. Cultures maraîchères: | 70 |
| V.4. Détermine les Besoins en eau des cultures : | 73 |
| Conclusion : | 77 |

Chapitre VI

| | |
|--|----|
| Introduction : | 76 |
| VI.2. Choix Du Trace : | 78 |
| VI.3. La Méthodologie de dimensionnement : | 78 |
| VI.4. Calcul des débits à transité par le réseau collectif : | 79 |
| VI.4.1. Débit fictif continu ou le débit spécifique | 79 |
| VI.4.2. Débit aux bornes | 79 |
| VI.4.3 Débit caractéristique : | 83 |

| | |
|--|----|
| VI.5.Dimensionnement de la conduite gravitaire..... | 83 |
| VI. 5.1.Matériaux de construction des canalisations :..... | 83 |
| VI.5.2.La perte de charge :..... | 84 |
| VI.5.3. La vitesse admissible: | 85 |
| VI.5.4.Diamètre: | 86 |
| VI.6.Equipements hydromécaniques :..... | 90 |
| VI.6.1.La borne d'irrigation :..... | 90 |
| VI.6.2.Venteuses ou soupapes d'échappement :..... | 90 |
| VI.6.3.Puits de vidange :..... | 90 |
| VI.6.4.Vanne de sectionnement : | 90 |
| Conclusion :..... | 91 |
| | |
| CONCLUSION GENERALE..... | 92 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau II.3.1: Répartition mensuelle de la température de l'air en °C..... | 18 |
| Tableau II.3.2: Vitesse du vent en km/h. | 18 |
| Tableau II.3.4: Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne en mm. | 18 |
| Tableau II.3.5: Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en %. | 19 |
| Tableau II.3.6: Répartition mensuelle de tension de vapeur d'eau en mbar. | 19 |
| Tableau II.3.7: Ensoleillement en heures. | 19 |
| Tableau II.3.7: Ensoleillement en heures. | 19 |
| Tableau II.3.8: Phénomènes météorologiques en jours. | 20 |
| Tableau II.3.9.1 : Caractéristiques de la station pluviométrique..... | 20 |
| Tableau III.1.2.1 : les paramètres physico-chimiques des eaux usées brutes. | 26 |
| Tableau III.1.2.2.A : Paramètres physicochimiques des eaux usées épurées | 26 |
| Tableau III.1.2.2.B : Rendement d'élimination des Paramètres physicochimiques. | 26 |
| Tableau III.1.2 : récapitulatif des Paramètres physico-chimiques des eaux usées de step de Hadjout..... | 27 |
| Tableau III.1.2.3 : les débits et les volumes épurés durant l'année 2010(step de Hadjout).... | 28 |
| Tableau III.2.2.3 : les débits et les volumes épurés durant l'année 2010(step de Tipaza)..... | 31 |
| Tableau III.3.1: Recommandations microbiologiques révisées de l'OMS pour le traitement des eaux usées avant utilisation en agriculture (Blumentahl et coll., 2000). | 31 |
| Tableau III.3.2.A: Limites recommandées en éléments traces (mg/L) dans les eaux usées épurées destinées à l'irrigation (FAO, 2003). | 31 |
| Tableau III.3.2.B: Directives pour l'interprétation de la qualité de l'eau pour l'irrigation | |
| Tableau III.3.3: Qualité de l'eau et potentiel de colmatage dans des systèmes d'irrigation par goutte (FAO, 85). | 31 |
| Tableau III.3.4: Liste des cultures pouvant être irriguées avec les eaux usées épurées..... | 31 |
| Tableau III.5 : Classes de sols..... | 31 |
| Tableau IV.1.A: Caractéristiques de station pluviométrique. | 49 |

| | |
|---|----|
| Tableau IV.1.B: Répartition des pluies mensuelles et annuelles en (mm). | 49 |
| Tableau IV.2.1.: Test d'homogénéité..... | 51 |
| Tableau IV.2.3. Données de l'échantillon d'étude. | 53 |
| Figure IV.2.3 : L'allure des points sur du papier à probabilité..... | 54 |
| Tableau IV.2.4.1. le résultant d'ajustement par loi normale(Gauss) | 55 |
| Tableau IV.2.4.2 : le résultant d'ajustement par loi log- normale(Galton). | 57 |
| Tableau IV.2.4.2 : le résultant d'ajustement par loi log- normale(Galton). | 57 |
| Tableau V.1.3: Evapotranspiration de référence selon la méthode Penman&Monteith..... | 66 |
| Tableau V.1.4: Les précipitations efficaces dans la zone d'étude..... | 67 |
| Tableau V.3.A: surface occupée par les différentes cultures..... | 71 |
| Tableau V.4.A: Besoins en eau des cultures en mm..... | 72 |
| Tableau V.4.B : récapitulatif des besoins totaux en eau pour toute la surface de la culture .. | 72 |
| | |
| Tableau VI.1.A: Caractéristiques du Bassin de stockage..... | 76 |
| Tableau VI.1.B : Calcul du volume stockage nécessaire (m3)..... | 77 |
| Tableau VI.4.2 : calcul de débit des bornes..... | 81 |
| Tableau VI.5.3: vitesses admissibles en fonction des diamètres | 85 |
| Tableau VI.5.4: Calcul hydraulique de la conduite de gravitaire..... | 87 |

Table des figures

| | |
|--|--------|
| Figure I.01 : pollution de l'environnement..... | 2 |
| Figure I.02 : répartition par secteur et localisation des expériences mondiales les plus importantes en réutilisation des eaux usées épurées. | 7 |
| Figure I.03 : Vue du traitement tertiaire des eaux usées par lagunage et des pompes d'irrigation à Noirmoutier (installation exploitée par la Saur). | 10 |
| Figure II.1 : Délimitation du périmètre d'étude (Extrait de carte topographique de Tipaza à l'échelle 1/250000). | 16 |
| Figure II. 4 : Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN. | 24 |
| Figure III.1.2.3 : la variation du débit et le volume durant l'année 2010(step de Hadjout).... | 28 |
| Figure III.2.2.3 : la variation du débit et le volume durant l'année 2010(step de Tipaza)..... | 31 |
| Figure III.4.3 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation..... | 31 |
| Figure IV.2.4.1 :L'allure des points sur du papier à probabilité (d'ajustement par loi normale(Gauss)). | 56 |
| Figure IV.2.4.1 :L'allure des points sur du papier à probabilité (d'ajustement par loi GALTON | 58 |
| Figure V.3.B : occupation du sol. | - 71 - |
| Figure VI.4.2 : Représentation graphique de la loi de débit. | 80 |

Liste des planches

Planche n°01 : la projection du réseau de distribution de la zone d'étude(W.Tipaza)

Planche n°02 : les profiles en long et en travers de la conduite gravitaire du réseau de distribution de la zone d'étude(W.Tipaza)

Introduction Générale

Introduction générale

Il est reconnu que l'irrigation apporte aux agriculteurs la possibilité de lever un certain nombre de contraintes dont celles liées aux aléas climatiques. Tout en permettant la diversification, l'irrigation joue un rôle important dans les domaines techniques et socio-économiques.

L'irrigation qui constitue, en volume, un des plus importants consommateurs d'eau a, par le potentiel agricole qu'elle permet de valoriser, un effet très marquant sur l'aménagement de l'espace rural.

A l'échelle de l'exploitation, l'irrigation permet de diversifier les cultures, elle améliore la productivité des exploitations et facilite la stabilisation des productions.

En terme d'économie, la maîtrise des stress hydriques permet, tout en ouvrant l'éventail des spéculations, d'agir sur les doses à apporter et donc d'économiser de façon significative la consommation en eau d'irrigation. En contribuant à l'augmentation de la production agricole elle permet d'éviter, au maximum, les risques liés aux aléas climatiques et économiques.

L'irrigation joue un rôle essentiel dans l'entraînement des autres activités. Les effets liés à l'utilisation des techniques d'irrigation moderne se traduisent sur le terrain par l'installation et le développement d'un certain nombre d'activités et d'entreprises prolongeant ou accompagnant la mise en place des équipements et infrastructures d'irrigation et de drainage.

En Algérie, la plupart des périmètres irrigués sont confrontés aux problèmes de la rareté de l'eau d'irrigation qui diffèrent selon les régions bioclimatiques et agro-pédologiques ; la dégradation avancée du sol suite à l'action conjuguée de l'irrigation non maîtrisée, la salinité des eaux, l'insuffisance et/ou l'absence de drainage et la rareté des amendements organiques est remarquable.

Dans certains cas, l'irrigation doit réutiliser des eaux usées à la fois urbaine et industrielles. On prend de plus en plus conscience de la nécessité de traiter ces eaux et de les recycler pour compléter les ressources disponibles.

La réutilisation agricole des eaux usées épurées a toujours existé et est aujourd'hui une pratique largement répandue dans le pourtour sud de la Méditerranée, le bassin méditerranéen est une région où la pénurie en eau est particulièrement ressentie, et plus de ça la croissance du volume des eaux usées.

L'Algérie est classée dans la catégorie des pays pauvres en ressources hydriques au regard du seuil de rareté fixé par la banque mondiale à 1000 m³/habitant/an et plus de 90% du territoire national à prédominance d'aridité avec des potentialités en eau global de 17,2 milliards de m³ dont 10,2 milliards m³ d'eaux superficielles et 7 milliards m³ dont 5 milliards de m³ au sud d'eau souterraines. Le projet de **REUE** en **l'Algérie**, a été lancé au début des années 2000/2001(*Tlemcen(2008) :réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation en Algérie*)

Dans ce cadre de la **REUE** pour l'irrigation, nous avons faire un plusieurs études(climatique, hydrologique, qualitative,...etc.) pour dimensionne un réseau de distribution des eaux usées traitées de la station d'épuration **d'HADJOUT** et la station d'épuration de **TIPAZA** vers une périmètre d'irrigation d'une zone située dans le secteur VI du périmètre **Sahel Algérois Ouest** qui occupe d'une superficie de 556 Ha , dont les caractéristiques culturelles se diffèrent en fonction de leurs surfaces et leurs pédologies.

Chapitre I

Chapitre I

Revue bibliographique sur la Réutilisation des eaux usées épurées (REUE)

Introduction :

Du fait de la rareté des ressources en eau, la réutilisation des eaux usées en agriculture devient de plus en plus courante, cette réutilisation a pour objectif principal la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler des déficits hydriques et de trouver des sources d'eau alternatives pour l'irrigation vu la rareté croissante de l'eau.

A l'état actuel, le secteur agricole se maintient comme le plus grand consommateur d'eau avec plus de 80 % de la demande en eau des certains pays. Diverses raisons sociales et économiques consolident l'agriculture dans cette position.

Pour une meilleure gestion des ressources en eaux et en vue d'une protection de l'environnement, la réutilisation agricole des eaux usées traitées doit connaître un meilleur sort dans ces pays. Cependant, le développement de cette pratique se heurte à un certain nombre de contraintes. Un effort reste donc à fournir pour pallier à ces contraintes et pour résoudre les problèmes liés à la gestion de ces eaux, à leur qualité et à leur impact sur la santé et le milieu. Les recherches entreprises ont pour principal objectif la contribution à cet effort et la mise à disposition des éléments nécessaires à une parfaite maîtrise de cette pratique et à l'atténuation de ces éventuel impact négatifs.

Ce chapitre concerne l'évolution de la **REUE** dans le monde et Intérêt, bénéfiques et contraintes de cette réutilisation a partir des certains d'expériences mondiales les plus importantes en réutilisation des eaux usées épurées.

I.1. Problématiques de la Réutilisation des Eaux Usées Epurées :

I.1.1. Données générales :

Les motifs qui ont conduit et qui conduisent à envisager la réutilisation des eaux usées traitées sont de deux ordres: en termes de ressource en eau, la valorisation des eaux usées traitées répond à un objectif quantitatif et ce sont surtout les zones arides et semi arides du globe qui sont concernées. En parallèle, dans le domaine de la préservation environnementale, et donc des objectifs qualitatifs, de nombreuses réflexions ont conduit et conduisent à des opérations de réutilisation. L'objectif quantitatif est prépondérant dans la genèse des projets de **REUE**. Pour répondre à des pénuries chroniques ou occasionnelles, et après prise en compte des coûts d'investissement et d'exploitation, la **REUE** s'impose de plus en plus comme une solution économiquement pertinente.

Toutefois force est de constater que la mise en œuvre effective de projets de **REUE** tarde souvent à voir le jour du fait des contraintes institutionnelles et organisationnelles, mais également des réticences culturelles.



Figure I.01 : pollution de l'environnement

I.1.2. Les grands chiffres des besoins en eau mondiaux et de la REUE :

Afin de mettre en perspective les enjeux potentiels de la **REUE**, il convient de garder en mémoire les valeurs suivantes concernant la mobilisation de l'eau à l'heure actuelle¹ :

- Le volume total de l'eau prélevée par l'activité humaine dans le monde s'élève à 3 800 milliard m³/an
- La répartition de ce volume est à l'échelle mondiale de 70 % pour l'irrigation (2 660 milliards), 22 % pour l'eau industrielle (soit 836 milliards m³/an) et 8 % pour l'eau à usage domestique (soit 304 milliards m³/an)
- Les eaux usées collectées (sur les 1 140 milliards m³/an affectés à l'eau domestique et industrielle) représentent 370 milliards m³/an et un peu moins de la moitié fait l'objet d'un traitement, soit 160 milliards m³ /an
- On estime à 2 % de ce total, soit 7 milliards de m³/an, la fraction de ces **EUE** qui sont réutilisées à ce jour tous usages confondus. Dès lors, s'il est justifié scientifiquement de parler de cycle naturel de l'eau, il faut rester prudent sur le concept de cycle anthropique de l'eau. (7 sur 3 800 définit un ratio modeste)
- Il ressort de ces données numériques les enseignements suivants :
- Le gisement des **EUE** encore à recycler est important

- La **REUE** n'est qu'une solution partielle à la forte demande en eau, notamment agricole à travers le monde et ne se substitue pas aux questions globales de la mobilisation de l'eau.

I.1.3.1a REUE dans le cycle de l'eau :

Dans le cycle naturel de l'eau, on sait que la série précipitation – ruissellement – évaporation –précipitation – etc....traduit globalement la conservation de la masse hydrique sur le globe.

Il est pertinent de conserver en mémoire ce schéma car l'homme reproduit un schéma similaire dans son usage de l'eau : prélèvement dans le milieu - utilisation – retour au milieu.

Au delà du rejet, le milieu récepteur possède parfois une certaine capacité à dépolluer. La première logique historique a donc été de dépolluer les eaux rejetées par les égouts afin d'en supprimer les nuisances et de les réinsérer dans le cycle naturel .Pour cela on s'est préoccupé de réduire la charge organique

Dans sa finalité, la **REUE** permet à la fois de raccourcir le cycle par une remobilisation rapide de la ressource et l'utilisation deux fois d'une eau mobilisée dans le milieu pour des activités en cascade.

I.2. Les usages de l'EUE dans le monde :

Quasiment tous les domaines relatifs aux usages de l'eau sont concernés par la **REUE** sauf ce qui touche aux eaux thermales et minérales, dont les exigences de qualité sont telles qu'elles n'entrent pas dans les champs de la réutilisation. En effet, pour autant qu'on accepte de payer le prix toute eau usée est potentiellement réutilisable. La classification qui suit permet d'y voir plus clair en matière d'utilisations des **EUE**. Pour bien fixer les idées nous donnerons à titre illustratif le cas de certaines régions.

I.2.1. Le continent américain :

Aux **Etats-Unis**, 34 Etats disposent de réglementations ou de recommandations relatives à l'usage agricole des eaux usées. Dans ce pays, les réglementations sont souvent très strictes. Par exemple, en **Californie**, la norme imposée pour l'irrigation par aspersion des cultures à consommation humaine et l'arrosage de zones où un contact corporel est possible avec la végétation (parcs, terrains de jeu, pelouses d'écoles...).

La réutilisation aux fins d'agrément est pratiquée depuis 1955 aux **Etats-Unis**. Outre l'arrosage de parcs, de parcours de golf et de jardins publics, on peut souligner comme

exemple singulier la création de lacs artificiels alimentés en tout ou partie par des eaux usées épurées

Les grandes réussites de réutilisation des eaux usées traitées sont ceux de **Bakersfield** et Orange en **Californie** et Manatee en **Floride**. A Bakersfield, **64000 m³** par jour d'effluents primaires et secondaires issus de trois stations d'épuration sont utilisés pour l'irrigation de coton, de luzerne, de maïs, d'orge et de betteraves à sucre.

Sur le **continent américain**, cette pratique est également réalisée dans plusieurs pays **d'Amérique du Sud** ainsi qu'au **Mexique**. Par exemple, la ville de **Mexico** utilise les effluents traités par ses **16 stations d'épuration** pour l'irrigation des parcs, des jardins publics et des équipements de loisirs. En 1996, les eaux usées brutes de **Mexico** étaient encore utilisées en irrigation agricole et notamment dans le cadre du plus grand plan d'irrigation du monde (irrigation de **85000** hectares de maïs, d'orge et de tomates).

I.2.2. Le bassin méditerranéen :

La réutilisation agricole des eaux usées a toujours existé et est aujourd'hui une pratique largement répandue sur le pourtour sud de la Méditerranée, de **l'Espagne** à la **Syrie**. En effet, le bassin méditerranéen est une région où la pénurie en eau est particulièrement ressentie. C'est aussi l'une des régions où la réutilisation agricole des effluents urbains est la plus pratiquée.

En **Tunisie**, si la demande en eau ne devrait théoriquement rejoindre les disponibilités qu'en 2015, on constate déjà que certains endroits souffrent d'une pénurie. Dans ce pays, la réutilisation entre dans le cadre d'une politique nationale.

Les eaux usées de **Tunis** sont utilisées depuis le début des années 60 pour l'irrigation à la **Soukra** de culture de citrons. La réglementation de 1989 spécifie que l'utilisation des effluents secondaires traités est autorisée pour irriguer tous les types de cultures mis à part les légumes, Donc Les eaux usées traitées sont utilisées pour irriguer les arbres fruitiers (citrons, olives, pêche, pommes, poires...).

En Grèce, la ville **d'Athènes** a développé en 1996 une stratégie de réutilisation des eaux usées traitées. Parmi les réutilisations favorisées, l'irrigation des cultures est largement prédominante (71%). L'estimation de l'usage des eaux usées urbaines dans les industries est (5.2%), Et pour l'alimentation des chasses d'eau est (6.2%).

Le but de cette réutilisation est d'induire une réduction de la pollution dans le **Golfe Saronique** en rapport avec la diminution des rejets des effluents riches en nutriments.

Les autres pays du pourtour sud de la Méditerranée, de *l'Espagne* à la *Syrie*, réutilisent le plus souvent leurs eaux usées urbaines sans traitement. L'arrosage de cultures maraîchères n'y est pas exceptionnel. Les réutilisations sont alors l'occasion d'un effort pour répondre à des standards sanitaires existants ou en cours d'élaboration. C'est le cas pour l'arrosage des parcours de golf ou d'espaces verts.

Parmi les exemples de réutilisation indirecte des eaux usées urbaines non traitées, on peut citer les **Marcites milanaise** qui sont des prairies arrosées avec les eaux du canal **Vettabia** recevant une part importante des eaux usées brutes de **Milan**.

I.2.3.L'Europe du Nord :

L'Europe du Nord a elle aussi, avec ses fermes d'épandage, une tradition longue de plusieurs siècles de réutilisation des eaux usées.

En Grande Bretagne, cette technique qui était sur le point de disparaître dans les années 50, a retrouvé une part de son importance passée. Dans ce pays, la recharge de nappe par des eaux usées constitue une autre forme indirecte et très répandue de recyclage.

L'Allemagne est également concernée par l'irrigation avec des eaux usées urbaines. On retrouve cette pratique notamment en **Basse Saxe**, en **Rhénanie-Westphalie**, en **Hesse** et en **Bavière**. On y pratique l'irrigation de céréales, de betteraves, de pommes de terre ou de prairies.

On peut aussi citer l'exemple de la **Hongrie** où **200 millions de mètres cubes** d'eaux usées sont utilisées en 1991 pour l'irrigation de diverses cultures, de prairies, de rizières et de peupleraies.

I.2.4. Le Japon:

La réutilisation des eaux usées au Japon est prédominante dans le cas des usages urbains tels que l'alimentation des chasses d'eau dans les immeubles, les usages industriels ou encore dans la restauration et l'augmentation des débits des cours d'eau urbains aménagés. Tout immeuble de plus de **30000 m²** de surface de plancher ou susceptible de réutiliser plus de **100 m³** d'effluent traité par jour doit être équipé d'un double réseau de distribution.

I.2.5. L'Australie :

L'Australie est l'un des continents les plus secs. L'intensité des précipitations est très variable. Dans ce continent, la réutilisation des eaux usées concerne l'irrigation des cultures, des prairies, des espaces verts ou l'usage industriel. Parmi les initiatives industrielles, on peut

citer l'usage de **4000 m³** par jour d'eaux usées épurées et traitées par microfiltration et osmose inverse provenant d'une station d'épuration urbaine proche de **Newcastle**.

On pourrait encore citer de nombreux exemples tels que la ville de **Taif** en **Arabie Saoudite**. Cette ville est équipée d'une station d'épuration traitant **70000 m³** d'eau par jour. Les effluents ainsi traités sont utilisés pour l'arrosage des parcs, des jardins ou pour nettoyer les rues, les bus, les taxis.

I.2.6. La réutilisation des eaux usées épurées en France :

En **France**, la réutilisation des eaux épurées est peu développée. Cela est essentiellement dû à l'abondance de nos ressources en eau. Le maintien du secteur agricole dépend bien sûr de l'irrigation et est aussi jugé indispensable à l'équilibre du milieu insulaire, l'irrigation est réalisée sur 220 hectares de pomme de terre et de courgettes.

Sur le continent, la réutilisation agricole des eaux épurées a permis de soulager les ressources traditionnelles trop sollicitées par l'irrigation de cultures grandes consommatrices d'eau (maïs...) à partir d'une partie des eaux usées de la station d'épuration de l'agglomération **clermontoise** et la station de la **Cogolin** qui ont subi un traitement par boues activées en aération prolongée ainsi qu'une double filtration (par tamis de 180 à 120 microns successivement).

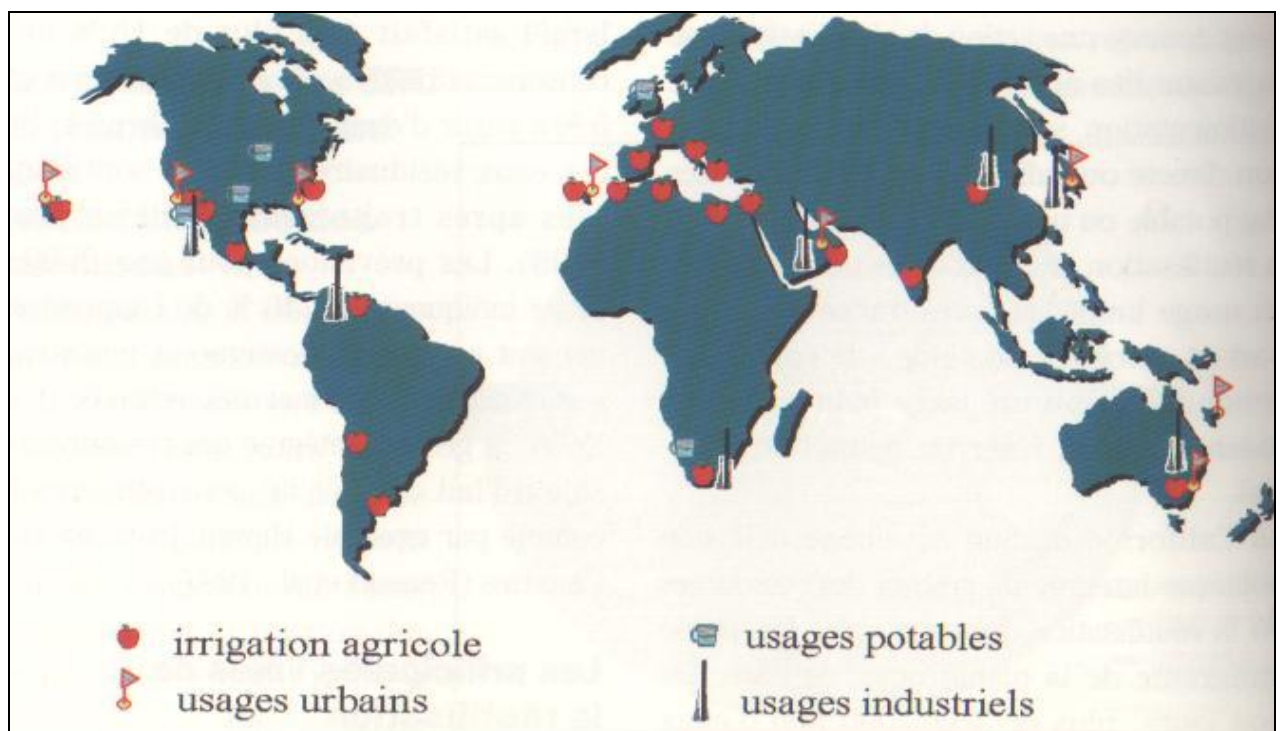


Figure I.02: répartition par secteur et localisation des expériences mondiales les plus importantes en réutilisation des eaux usées épurées.

I.3.L'expérience algérienne dans le domaine de réutilisation des eaux usées épurées :

L'Algérie est classée dans la catégorie des pays pauvres en ressources hydriques au regard du seuil de rareté fixé par la banque mondiale à 1000 m³/habitant/an et plus de 90% du territoire national à prédominance d'aridité avec des potentialités en eau global de 17,2 milliards de m³ dont 10,2 milliards m³ d'eaux superficielles et 7 milliards m³ dont 5 milliards de m³ au sud d'eau souterraines. Le projet de REUE en l'Algérie, a été lancé au début des années 2000/2001.

Pour les axes stratégiques, des actions sur la demande à travers des programmes d'économie d'eau, accroissement de la mobilisation des ressources en eaux non conventionnelles par la réutilisation des eaux usées épurées et dessalement d'eau de mer (13 grandes unités en cours de réalisation pour une capacité de 2,5 millions de m³/jour pour les grandes villes du littoral afin de libérer les capacités de barrages pour le développement des hauts plateaux et de l'agriculture.

Il soulignera que le volume d'eaux usées rejetées à l'échelle nationale est estimé actuellement a près de 750 millions de m³ et dépassera 1,5 milliards de m³ à l'horizon 2020. Afin de prendre en charge l'épuration de ce potentiel d'eaux usées, le secteur des ressources en eau a engagé un programme ambitieux en matière de réalisation d'installations d'épuration. Le nombre de station d'épuration en exploitation est de 102 (52 STEP et 50 lagunes) pour une capacité de production environ 663000 m³/an.

Le nombre des stations en cours de réalisation est de 176 (87 Step plus 89 lagunes) pour 355hm³/an. Les stations d'épuration sont gérées pendant deux ans par les constructeurs puis par l'office national de l'assainissement (ONA) avec un programme de formation pour garantir une continuité de service.

Pour une meilleure utilisation de cette ressource spécifique, soulignera Bougueroua Omar directeur de l'hydraulique agricole, des actions pour les définitions des opportunités de réutilisation ainsi que la réglementation de l'usage de cette ressource non conventionnelle sont réalisés à travers l'étude de réutilisation des eaux usées épurées à l'échelle nationale par le ministère des ressources en eau, achevés en décembre 2008. Les principales conclusions de cette étude : pour un renforcement des allocations d'eau pour l'agriculture d'où extension des superficies irriguées (800 millions de m³), augmentation graduelle de taux de réutilisation de 37000 ha (280 millions de m³) à court terme, 80000 ha (600 millions de m³) à moyen terme et 100.000 ha (800 millions de m³) à long terme.

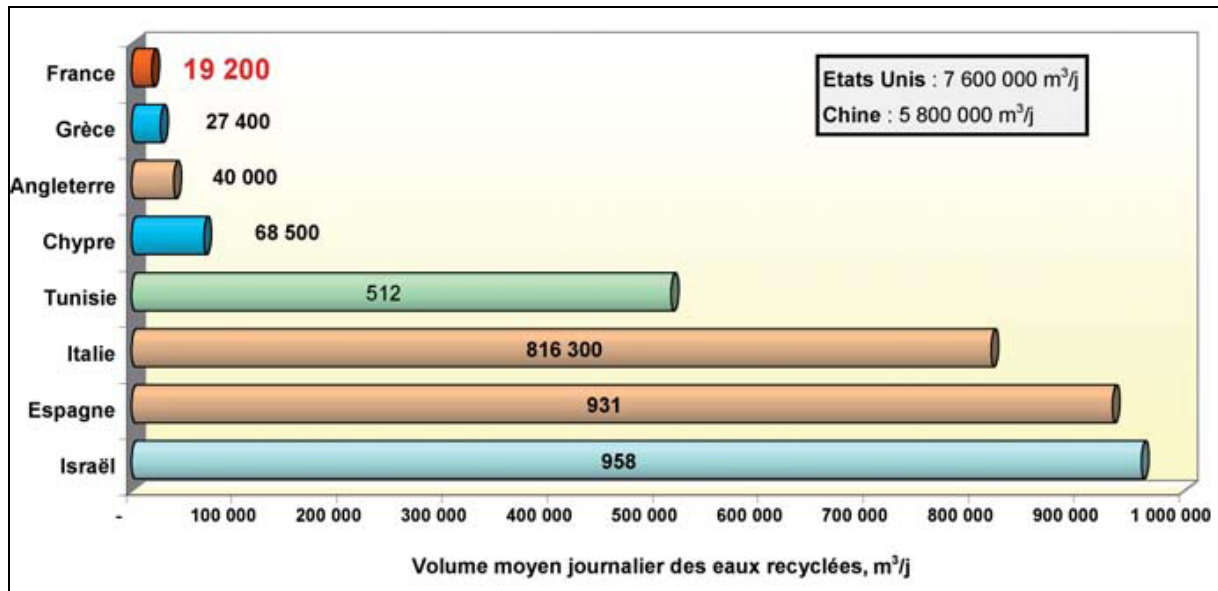
Le programme 2010-2014 sur 40000 ha ; la réalisation de périmètre d'irrigation de la *Mléta* sur 5500 ha à partir de la Step *d'Oran*, réalisation de cinq aires d'irrigation (*Oran, Sidi Bel Abbés, Tlemcen*), études de six aires d'irrigation (*Oran, Sidi Bel Abbés, Tlemcen, Constantine, Tizi Ouzou*).

I.4.Intérêt, bénéfiques de la réutilisation agricole des eaux usées à partir de l'expérience française :

La réutilisation des eaux usées est un enjeu politique et socio-économique pour le développement futur des services d'eau potable et d'assainissement l'échelle mondiale. Elle présente, en effet, l'avantage majeur d'assurer une ressource alternative à moindre coût permettant de limiter les pénuries d'eau, de mieux préserver les ressources naturelles et de contribuer à la gestion intégrée de l'eau. L'objectif principal de ce titre est d'analyser, dans le contexte actuel d'expansion mondiale des projets de réutilisation, la situation en France et de discerner les chances d'une évolution

I.4.1.Volume moyen journalier des eaux usées recyclée :

Pendant les dix dernières années, la réutilisation des eaux usées a connu un développement très rapide avec une croissance des volumes d'eaux usées réutilisées de l'ordre de 10 à 29 % par an, en *Europe*, aux *États Unis* et en *Chine*, et jusqu'à 41 % en *Australie*. Le volume journalier actuel des eaux réutilisées atteint le chiffre impressionnant de 1,5-1,7 millions de m³ par jour dans plusieurs pays, comme par exemple en *Californie*, en *Floride*, au *Mexique* et en *Chine*. Mais le volume réutilisé actuellement est 10%, ce qui représente un volume global d'environ 14,2 km(milliards de m₃) par an.



I.4.2. Les installations existantes de réutilisation des eaux usées :

Les exemples les plus connus sont situés sur les îles de *Noirmoutier* (figure 2), *Ré*, *Oléro et Porquerolles*, le *Mont Saint Michel*, *Saint Armel*, *Pornic*, *Saint Palais* sur le littoral atlantique, ainsi que le *Mesnil en Vallée*, *Coullons* et surtout *Clermont Ferrand* au cœur de *l'hexagone*.

Les difficultés d'approvisionnement en eau ne sont pas la seule motivation de ces réalisations. Le souci de protéger des environnements sensibles, qu'il s'agisse de baignades, de zones conchylicoles, de réserves naturelles ou encore de cours d'eau dégradés par les rejets des stations d'épuration – particulièrement en période d'étiage – a largement inspiré les projets sur les îles, le littoral et à l'intérieur des terres.



Figure I.03: Vue du traitement tertiaire des eaux usées par lagunage et des pompes d'irrigation à Noirmoutier (installation exploitée par la Saur).

I.4.3. Les bénéfices et les avantages 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. Parmi les avantages et les bénéfices les plus importants de la réutilisation de l'eau on a :

1. Ressource alternative :

- Augmenter la ressource en eau et la flexibilité d'approvisionnement tout en diminuant la demande globale.
- 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)

2. Conservation et préservation des ressources :

Économiser l'eau potable pour la réserver aux usages domestiques.

Contrôler la surexploitation des ressources souterraines.

3. Aspects législatifs et sanitaires :

- Anticiper la compatibilité avec les nouvelles tendances réglementaires.
- Contribuer au déploiement de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau.

4. Valeur économique ajoutée :

- Éviter les coûts du développement, du transfert et de pompage de nouvelles ressources en eau fraîche.
- 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. .
- Favoriser le tourisme dans les régions arides.
- Augmenter la valeur foncière des terrains irrigués.

5. 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.).
- Profiter des nutriments apportés par l'eau d'irrigation pour augmenter la productivité des cultures agricoles et la qualité des espaces verts.

6. 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.

Conclusion :

- A travers ce chapitre, nous avons vu que la réutilisation des eaux usées est une pratique ancienne très répandue, surtout dans le secteur agricole. Elle connaît une révolution ces dernières années surtout dans les pays à affecté de la pénurie d'eau, Et elle peut réutilise pour de nombreux usages (Industrie, Usages municipaux, Irrigation) a cause des avenages précédentes. Mais il faut souligne que les défis, les contraintes les plus fréquemment rencontrés dans l'exécution et l'exploitation de tels projets, Parmi celles :
- Problèmes de santé publique liés aux pathogènes éventuels dans les eaux usées non traitées.

- Absences de réglementation et des incitations à la réutilisation
- Exploitation inappropriée et/ou qualité non-conforme.
- Financement des infrastructures (traitement tertiaire et réseau de distribution) et des coûts d'exploitation.
- La présence de beaucoup de sels, bore, sodium et autres micropolluants peut avoir des effets négatifs sur certaines cultures et les sols.
- Importance du choix de la filière de traitement.

Chapitre II

Chapitre II

**Situation et l'étude
climatologique de la zone
d'étude**

Introduction :

Ce chapitre a pour but de localiser la zone d'étude dans la carte de localisation administrative, Et aussi pour déterminé le type de climat caractérisant de cette zone.

La connaissance et l'analyse des différents facteurs climatiques du périmètre sont Indispensables dans le cadre d'une conception d'un réseau d'irrigation, puisqu'elles sont à la base de divers calculs, tels que : le calcul des besoins en eau des cultures nécessaire dans le dimensionnement.

II.1. Localisation de la zone d'étude :

Le périmètre d'étude est localisé dans la Wilaya de *Tipaza*, il est situé dans le secteur VI du périmètre *Sahel Algérois Ouest* à environ 60 Km à *l'Ouest d'Alger* et il est limité :

- ❖ Au Nord par plage de Tipaza.
- ❖ Au Sud, par le périmètre de Hadjout (501 ha).
- ❖ À l'Est par le Douar Lagbala, la forêt de l'Oued Mellah et le domaine Berkane Abdelkader
- ❖ À l'Ouest par l'Oued El Nador.

Les exploitations agricoles touchées par le projet sont situées dans la commune de *Tipaza*.

La figure (II.1) ci-dessous présente la localisation de périmètre d'étude.

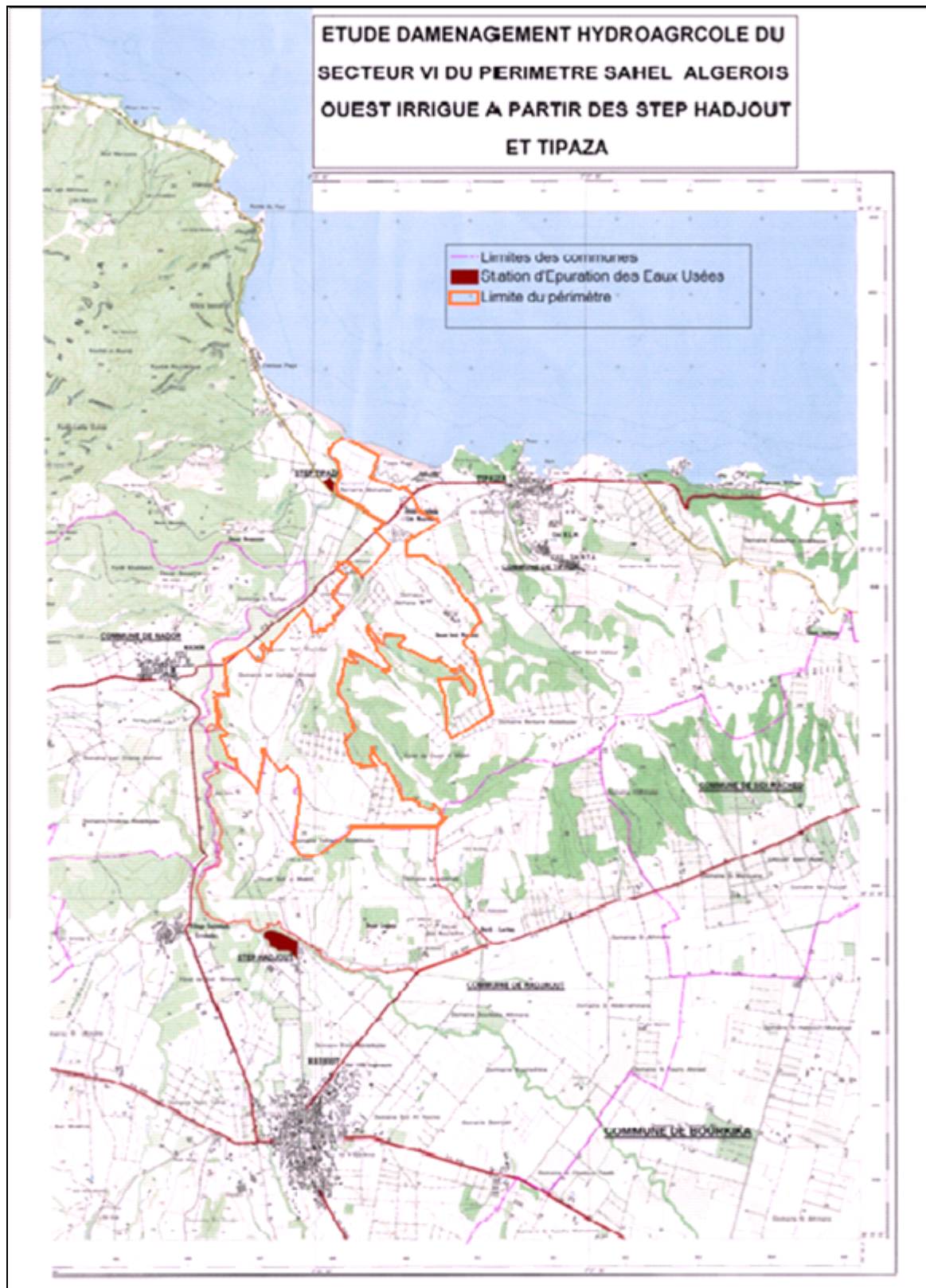


Figure II.1: Délimitation du périmètre d'étude (Extrait de carte topographique de Tipaza à l'échelle 1/250000).

II.2 .Géologie & Hydrographie :

II.2 .1.Géologie:

La région d'étude est limitée à l'Est par le massif de Blida, à l'Ouest par le massif de Méliana, au Sud par les bassins miocène de Bou-Hallouane et de Hammam Righa et enfin au Nord par la ville de Tipaza

Les formations géologiques :

- **Les alluvions récentes** : constituées de dépôts Sable gravier avec limons argileux disposées par les crues des oueds.
- **Les alluvions anciennes** : dépôt caillouteux et limoneux plus ancienne en bordures au flanc de montagne.
- **Facies argileux** : Intercalés de lit caillouteux, dont le dépôt a précédé celui des alluvions précédentes.
- **Pliocène inférieure** : Marnes jaunâtres et calcaire mollassique, occupent les périmètres en pentes du sahel algérois.

II.2.2.Hydrographie :

Les principaux Oueds traversant la région sont ceux de Bourkika, Meured et Nador.

- **Oued Meured** : qui a une direction Sud Nord, prend naissance à 300 m d'altitude, il traverse la ville de Hadjout par l'Ouest.
- **Oued Bourkika** : qui est formé par la confluence de plusieurs Oueds dont Oued Sidi moussa, Soumate et Oued Azib, est de direction Sud Ouest.

La confluence de ces deux Oueds à la sortie nord de la ville de Hadjout donne naissance à l'**Oued Nador** à une altitude de 50 m. Cet Oued continue son cours pour se jeter à la mer.

Quelques Oueds de moindre importance, tels que l'**Oued Meleh**, l'**Oued Bouddlel** et l'**Oued Aissa Ouaziz**, traversent le périmètre et se jettent tous dans l'oued El Nador.

II.3. Climatologie :

L'étude climatologique est basée sur l'analyse des principaux indices. L'estimation des différentes caractéristiques climatiques (température, vitesse du vent, humidité et évaporation...), relative à la zone d'étude est faite sur la base des données relevées à la station climatologique du barrage de **Boukourdene** (X = 464,4 Km ; Y = 359,9 Km et Z = 110 c'est la seule station qui se trouve la plus proche et qui enregistre toutes les caractéristiques climatiques pour la période (1988 – 2009).

II.3.1. Température :

La distribution mensuelle de la température est donnée au tableau II.3.1

Tableau II.3.1: Répartition mensuelle de la température de l'air en °C.

| <i>paramètre</i> | <i>Sept</i> | <i>Oct.</i> | <i>Nov.</i> | <i>Déc.</i> | <i>Jan</i> | <i>Fév.</i> | <i>Mars</i> | <i>Avr</i> | <i>Mai</i> | <i>Juin</i> | <i>Juil.</i> | <i>Aout</i> |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|--------------|-------------|
| T_{moy} (°C) | 23,19 | 19,60 | 15,27 | 12,20 | 10,86 | 11,79 | 13,68 | 15,03 | 18,78 | 22,97 | 26,28 | 26,53 |
| T_{max} (°C) | 29,64 | 26,68 | 20,67 | 16,91 | 16,80 | 17,21 | 19,37 | 20,59 | 25,40 | 27,93 | 32,06 | 32,37 |
| T_{min} (°C) | 16,34 | 13,29 | 10,25 | 8,14 | 6,31 | 6,72 | 9,25 | 9,71 | 12,99 | 17,53 | 19,75 | 20,34 |

Les températures moyennes allant de Novembre à Avril sont inférieures à la moyenne annuelle (18°C) à comparer avec les températures des mois de Mai à Octobre qui sont supérieures à cette dernière, ce qui signifie que la zone d'étude est caractérisée par un climat plus froid pendant la période Novembre à Avril, par contre pendant la période Mai à Octobre le climat est moins froid.

II.3.2. Vitesse de vents :

Les valeurs moyennes de la vitesse du vent enregistrées au niveau de la station installée au niveau du barrage de *Boukourdene* sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.3.2: Vitesse du vent en km/h.

| <i>Paramètre</i> | <i>Sept</i> | <i>Oct.</i> | <i>Nov.</i> | <i>Déc.</i> | <i>Jan</i> | <i>Fév.</i> | <i>Mars</i> | <i>Avr</i> | <i>Mai</i> | <i>Juin</i> | <i>Juil.</i> | <i>Aout</i> | <i>Moy</i> |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|--------------|-------------|------------|
| <i>Vitesse du vent (km/h)</i> | 4,73 | 4,33 | 4,23 | 4,42 | 5,09 | 4,24 | 4,79 | 4,80 | 4,62 | 4,65 | 5,69 | 3,97 | 4,63 |

Les vitesses du vent sont relativement faibles et homogènes durant toute l'année, la moyenne annuelle est de 4.63 km/h. Les vents dominants sont de direction sud-ouest.

II.3.4. Evaporation :

L'évaporation représente un paramètre essentiel dans l'analyse de la ressource en eau, dans ce cas une bonne estimation est nécessaire sur la base de l'évaporimètre classe A installé au niveau du barrage de *Boukourdene*. La distribution moyenne mensuelle de l'évaporation est donnée au tableau II.3.4.

Tableau II.3.4: Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne en mm.

| <i>Paramètre</i> | <i>Sept</i> | <i>Oct.</i> | <i>Nov.</i> | <i>Déc.</i> | <i>Jan</i> | <i>Fév.</i> | <i>Mars</i> | <i>Avr</i> | <i>Mai</i> | <i>Juin</i> | <i>Juil.</i> | <i>Aout</i> | <i>Moy</i> |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|--------------|-------------|------------|
| <i>EVA MOY (mm)</i> | 158,2 | 127,8 | 73,2 | 81,0 | 61,4 | 66,3 | 102,8 | 129,5 | 171,5 | 202,1 | 229,8 | 207,2 | 134,3 |

L'examen de ce tableau montre que l'évaporation est importante pendant la période allant du mois de Mai à Septembre et elle est plus faible du mois de Novembre à Janvier. Le cumul annuel est de 1745,66 mm.

II.3.5. Humidité relative :

La distribution mensuelle de l'humidité de l'air est présentée dans le tableau II.3.5

Tableau II.3.5:Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en %.

| Paramètre | <i>Sept</i> | <i>Oct.</i> | <i>Nov.</i> | <i>Déc.</i> | <i>Jan</i> | <i>Fév.</i> | <i>Mar</i> | <i>Avr</i> | <i>Mai</i> | <i>Juin</i> | <i>Juil.</i> | <i>Aou</i> | <i>Moy</i> |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|------------|------------|
| Hmax (%) | 91,1 | 94,1 | 92,9 | 93,5 | 94,1 | 94 | 90,4 | 92,8 | 93,1 | 91,4 | 92,5 | 92,3 | 92,7 |
| Hmin (%) | 9,64 | 7,92 | 12,5 | 17,4 | 9,5 | 8,85 | 8,0 | 10,2 | 7,71 | 4,21 | 2,54 | 1,54 | 8,34 |
| Hmoy (%) | 77,8 | 79,5 | 75,2 | 73,9 | 73,9 | 68,5 | 67,9 | 68,9 | 68 | 74,8 | 77,7 | 76,5 | 74 |

L'examen de la répartition mensuelle, montre que l'humidité relative de l'air est généralement plus élevée en toute année. Les valeurs maximales sont atteintes durant les mois d'hiver (93,5 à 94%), lorsque les températures sont minimales. Les valeurs d'humidité minimale les plus faibles sont enregistrées en été (1,54 à 4,21).

II.3.6. Tension de vapeur :

La distribution moyenne mensuelle de la tension de vapeur d'eau est donnée au tableau II.3.6

Tableau II.3.6:Répartition mensuelle de tension de vapeur d'eau en mbar.

| Paramètre | <i>Sept</i> | <i>Oct.</i> | <i>Nov.</i> | <i>Déc.</i> | <i>Jan</i> | <i>Fév.</i> | <i>Mar</i> | <i>Avr</i> | <i>Mai</i> | <i>Juin</i> | <i>Juil.</i> | <i>Aout</i> | <i>An</i> |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|-------------|------------|
| Tension de vapeur (mbar) | 19,7 | 17,1 | 13,2 | 11,2 | 10,1 | 10,5 | 11,7 | 12,8 | 16,3 | 19,1 | 22,2 | 22,7 | 155 |

Les valeurs moyennes mensuelles minimales et maximales de la tension de vapeur d'eau se situent respectivement en mois de Janvier (10 mbar) et au mois d'Août (22,7 mbar).

II.3.7. Ensoleillement :

La quantité d'heures d'ensoleillement dans la région est assez élevée ; la moyenne annuelle est de 7,7 heures par jour. L'ensoleillement annuel total est de 2822 heures.

Tableau II.3.7:Ensoleillement en heures.

| Paramètre | <i>Sept</i> | <i>Oct.</i> | <i>Nov.</i> | <i>Déc.</i> | <i>Jan</i> | <i>Fév.</i> | <i>Mars</i> | <i>Avr</i> | <i>Mai</i> | <i>Juin</i> | <i>Juil.</i> | <i>Aout</i> | <i>Année</i> |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| Moy mensuelle | 253 | 225 | 170 | 155 | 167 | 180 | 230 | 244 | 267 | 300 | 328 | 303 | 2822 |
| Heure/jours | 8,4 | 7,2 | 5,5 | 5,0 | 5,4 | 6,2 | 7,4 | 8,1 | 8,6 | 10 | 10,6 | 9,8 | 7,7 |

II.3.8. Phénomènes météorologique :

Les différentes caractéristiques climatiques sont données dans le tableau suivant pour la période 1993 – 2006

Tableau II.3.8: Phénomènes météorologiques en jours.

| Paramètre | Sept | Oct. | Nov. | Déc. | Jan | Fév. | Mars | Avar | Mai | Juin | Juil. | Aout | An |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| Gèle | 8 | 7 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 23 |
| Siroco | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 18 |
| Grêle | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |

Le Sirocco qui est un vent saharien violent, très sec et très chaud, augmente l'évapotranspiration des cultures souffle en moyenne pendant 18 jours par an.

La gelée blanche est nuisible pour les cultures et peut causer des dégâts mécaniques et biochimiques vis-à-vis du rendement agricole.

La grêle qui provoque, en général, des dégâts sur la production végétale, On remarque que les maximums sont notés dans les mois : décembre, octobre et novembre pour notre station

II.3.9.Pluviomètre :

II.3.9.1 .Généralités :

Les précipitations représentent un facteur essentiel dans le bilan hydrologique, sa quantification est faite au niveau de plusieurs stations pluviométriques implantées à travers le territoire algérien dans le but d'avoir une information précise sur ce paramètre.

Pour notre cas, Les précipitations de l'aire d'étude du périmètre sont évaluées sur la base des données observées au sein de la station météorologique de **Boukerdane**.

Tableau II.3.9.1 : Caractéristiques de la station pluviométrique.

| N° | Code | Nom | X (km) | Y (km) | Z (m) | Période de d'observation |
|----|--------|---------------------|--------|--------|-------|--------------------------|
| 1 | 020329 | Barrage Boukourdene | 464,3 | 359,9 | 110 | 1988- 2009 |

SOURCE: Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2009.

II.3.9.2. Répartition moyenne mensuelle de la pluie :

Les précipitations moyennes mensuelles de la station de **Boukerdane** (02 03 29) est donnée dans le tableau (II.3.9.2) pour la période (1988 – 2009). Ces données pluviométriques recueillies au niveau de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (Direction régionale Centre Soumaa) se présentent sous forme de totaux mensuels et annuels.

Tableau II.3.9.2: Répartition moyenne mensuelle de la pluie à la station.

| Mois | Sept | Oct. | Nov. | Déc. | Jan | Fév. | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil. | Aout | Tot |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|-------------|------------|
| P(mm) | 32,6 | 41,2 | 81,34 | 83,04 | 72,42 | 61,07 | 55,2 | 53,1 | 33,1 | 4,80 | 1,88 | 2,57 | 522 |
| % | 6,24 | 7,89 | 15,6 | 15,9 | 13,9 | 11,69 | 10,8 | 10,2 | 6,34 | 0,9 | 0,36 | 0,49 | 100 |

II.3.10. Classification de climat :

II.3.10.1. Classification du climat selon l'indice de MARTONNE:

L'indice d'aridité ou l'indice de **MARTONNE** 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 :

$$IA = \frac{P}{T + 10}$$

Avec :

IA : indice de **MARTONNE**.

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

T : température moyenne annuelle en °C.

On doit classer notre climat de notre région selon le tableau suivant :

Tableau II.3.10.1 : Classification de climat selon MARTONNE

| 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 |

SOURCE: Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2009

Pour notre cas :

$$P=522\text{mm/an et } T_{\text{moy}}= 18,01 \approx 18^\circ\text{C.}$$

On aura :

$$I_A = \frac{522}{18+10} = 18,64$$

Selon l'indice d'aridité calculé $10 < IA=18,64 < 20$ on constate d'après la classification ci-dessus que la région est soumise à un régime de climat est *sec*, où l'irrigation est souvent indispensable

II.3.10.2. 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 :

$$Q = \frac{1000 * P}{\frac{M+m}{2} (M-m)}$$

Avec :

Q : quotient pluviothermique 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°).

Pour note cas :

$$P= 522 \text{ mm}$$

$$M= 32,37+273 = 305,37\text{K}^\circ$$

$$m= 6,31+273 = 279,31 \text{ K}^\circ$$

On aura :

$$Q = \frac{1000 * 522}{\frac{305,3 + 279,31}{2} (305,3 - 279,31)} = 68,7$$

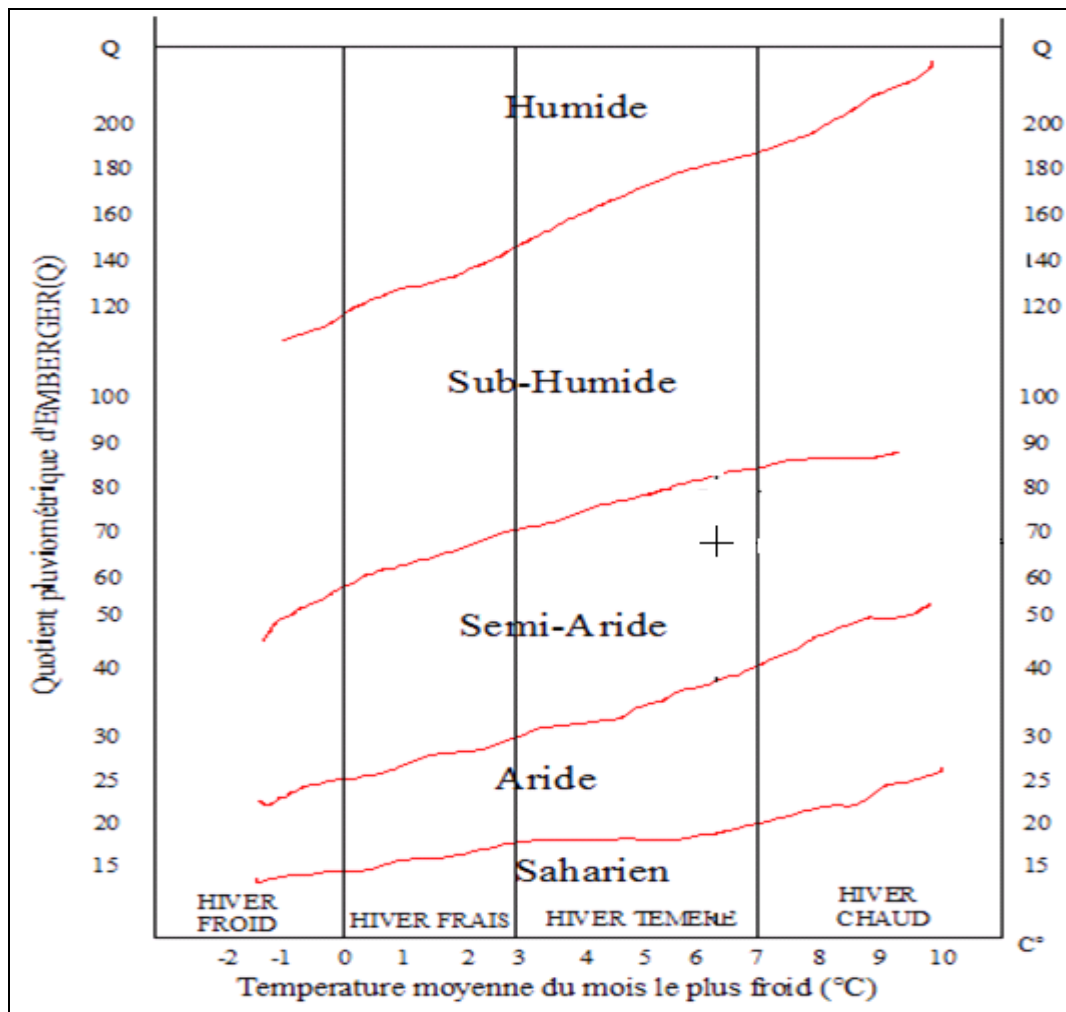


Figure II.3.10.2 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

Après la projection des valeurs (Q=68,7 m=6,31°C) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER nous pouvons conclure que le climat de la région est semi-aride à Hiver

Tempéré à tendance à sub-humide. Ces renseignements complètent celles obtenus précédemment par la méthode de *MARTONNE*, et qui sont d'une importance majeure.

II.3.11. Représentation du diagramme Ombrothermique de GAUSSEN:

Le diagramme Ombrothermique 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 sûr valable pour les mois humides.

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

Tableau II.3.11: Précipitations et températures moyennes mensuelles.

| <i>paramètre</i> | <i>Sept</i> | <i>Oct.</i> | <i>Nov.</i> | <i>Déc.</i> | <i>Jan</i> | <i>Fév.</i> | <i>Mar</i> | <i>Avr</i> | <i>Mai</i> | <i>Juin</i> | <i>Juil.</i> | <i>Aout</i> |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|-------------|
| <i>P (mm)</i> | 32,6 | 41,2 | 81,34 | 83,04 | 72,4 | 61,1 | 55,2 | 53,1 | 33,1 | 4,80 | 1,88 | 2,58 |
| <i>T (C°)</i> | 23,2 | 19,6 | 15,27 | 12,2 | 10,9 | 11,8 | 13,7 | 15,0 | 18,8 | 23 | 26,28 | 26,53 |

SOURCE: Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2009

En résumé:

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

Nous pouvons constater de ce diagramme que nous avons deux saisons, l'une sèche qui s'étend sur plus de 4mois, 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 peuvent être une nécessité si on enregistre un déficit en eau.

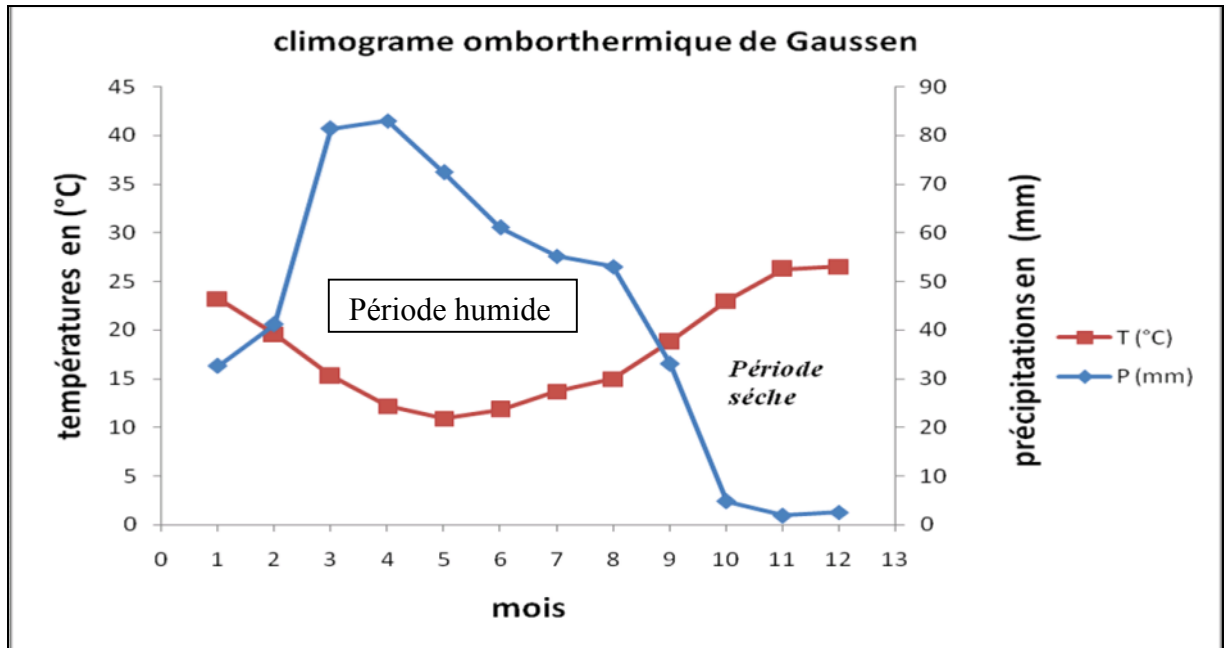


Figure II. 4: Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN.

Conclusion :

A travers ce chapitre, nous avons définie les principales caractéristiques climatiques de notre région d'étude.

De l'analyse des données, il ressort que la région d'étude jouit d'un climat semi-aride à tendance à subhumide d'après **d'EMBERGER** avec un régime pluviométrique variable en volume et en répartition dans le temps. L'année est caractérisée par des hivers pluvieux, des printemps généralement humides et des étés secs.

L'analyse de la répartition pluviométrique annuelle obtenue pour la station (020329) montre que les mois les plus pluvieux de l'année s'étendent de novembre à avril avec environ 80 % des précipitations. La période la plus sèche s'étend du mois de mai à septembre.

L'examen des températures moyennes permet de conclure que le climat de la région a un caractère de continentalité avec un écart de température de 15 à 16°C entre l'été (Août) et l'hiver (Janvier).

On résume on peut dire que le climat régnant sur la région d'étude est favorable à toute les cultures adapté dans ce région, Et l'irrigation est souvent indispensable et parfois utile.

Chapitre III

Chapitre III

**L'étude qualitative des
ressources en eau et en sol de
la zone d'étude**

Introduction :

Dans le cadre de réutilisation des eaux usées épurées en agriculture, et l'existence de deux stations d'épurations dans la zone concertante à cette l'étude, ces stations sont produit un volume important des eaux usées épurées qui représente ces dernières années une solution alternative pour combler le déficit en eau d'irrigation. , il est prévu d'utiliser les eaux usées épurées des deux stations d'épuration **Hadjout** et **Tipaza** pour irrigue ce périmètre. Mais il est nécessité de traiter ces eaux avant l'utilisation.

III.1.Station d'épuration de Hadjout :

III.1.1.Localisation de la station d'épuration :

La station d'épuration de **Hadjout** est située à 2 kilomètres de la ville de Hadjout dans la zone industrielle. Elle est destinée à épurer les eaux résiduaires avant rejet dans l'oued **Bourkika**, Cette station prend en charge les rejets des villes de **Hadjout**, **Meured**, et **Arrahaba**.

Les données qui suivent sont tirées des documents obtenus auprès de la **DHW** de **Tipaza** Etude d'un système d'épuration des eaux usées de la ville de Hadjout (Choix de la filière d'épuration, Manuel d'exploitation et enquête de pollution établit par Edil 1996).

III.1.2.Qualité des eaux:

Dans un premier lieu on se référera aux résultats d'analyses physico-chimiques des eaux usées urbaines de la ville de **Hadjout** qui sont faite au niveau du laboratoire de la **STEP** elle-même et ceci à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration (**STEP**) enregistrés tout en long de l'année 2010.

III.1.2.1.Eaux usées brutes (Entrée de la STEP) :

A l'entrée de la **STEP**, les concentrations moyennes obtenues des eaux usées brutes concernant les différents paramètres physicochimiques s'élèvent :

Tableau III.1.2.1 : les paramètres physico-chimiques des eaux usées brutes.

| <i>paramètres chimiques</i> | <i>MES kg/j</i> | <i>DBO-5 kg/j</i> | <i>DCO kg/j</i> | <i>NO2-N mg/l</i> | <i>NO3-N mg/l</i> | <i>NTK mg/l</i> | <i>NH3-N mg/l</i> | <i>PO4-3 mg/l</i> |
|-----------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| <i>les concentrations</i> | 1417,33 | 1454,25 | 2152,08 | 1,91 | 3,02 | 28,86 | 33,01 | 13,88 |

Source : step de Hadjout.2010

Interprétation des résultants :

Nous peut conclure que la qualité d'eau usée urbaine à prédominance domestique fortement chargée, si l'on tient compte du tableau de *Metcalf § Eddy* (voir annexe).

Dans les effluents urbains à prédominance domestique, Et selon la norme (NFU 44-04 de juillet 1985), le rapport (DCO/DBO₅) permettant d'apprécier la biodégradabilité de la matière organique serait inférieur ou égale à 2, donc on peut envisager un traitement biologique.

III.1.2.2.Eaux usées épurées (Sortie de la STEP) :

A la sortie de la *STEP*, les teneurs moyennes enregistrées des eaux usées épurées concernant les paramètres chimiques précédemment cités s'élèvent à :

Tableau III.1.2.2.A : Paramètres physicochimiques des eaux usées épurées

| <i>paramètres chimiques</i> | <i>MES kg/j</i> | <i>DBO-5 kg/j</i> | <i>DCO kg/j</i> | <i>NO2-N mg/l</i> | <i>NO3-N mg/l</i> | <i>NTK mg/l</i> | <i>NH3-N mg/l</i> | <i>PO4-3 mg/l</i> |
|-----------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| <i>les concentrations</i> | 43,54 | 59,42 | 151,50 | 0,45 | 1,88 | 6,65 | 5,10 | 6,72 |

Source : step de Hadjout.2010

➤ Le rendement épuratoire de la station d'épuration des Paramètres Physicochimiques cités précédemment est :

Tableau III.1.2.2.B : Rendement d'élimination des Paramètres physicochimiques.

| <i>paramètres chimiques</i> | <i>MES kg/j</i> | <i>DBO-5 kg/j</i> | <i>DCO kg/j</i> | <i>NO2-N mg/l</i> | <i>NO3-N mg/l</i> | <i>NTK mg/l</i> | <i>NH3-N mg/l</i> | <i>PO4-3 mg/l</i> |
|-----------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| <i>Rendement %</i> | 96 | 98 | 93 | 76,53 | 37,85 | 77 | 84,54 | 51,63 |

Source : step de Hadjout.2010

Après faire les différentes étapes du traitement des eaux usées on constate que le rendement d'élimination des : **MES**, **DBO-5** et **DCO** est plus élevé, ce qui signifie que un bon traitement de ces paramètres dans une station. Par contre on remarque que le rendement d'élimination des : **NO₃-N** et **PO₄-3** est moyennement faible, ce qui signifie que ces paramètres provoquent des réactions inversibles qui causent l'augmentation de la concentration de ces paramètres à la sortie de la **STEP**.

Le **PH** moyen de l'eau brute avoisine à l'entrée de la **STEP** de **Hadjout** les 7,50, alors qu'à la sortie, il atteint les 7,80. Ce dernier semble satisfaire les exigences recommandées pour notre **STEP**, à savoir : 6,5 – 8,5.

Tableau III.1.2 : récapitulatif des Paramètres physico-chimiques des eaux usées de step de Hadjout

| <i>Paramètres</i> | | <i>Unités</i> | <i>Eaux Brutes</i> | <i>Eaux épurées</i> |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------|--------------------|---------------------|
| Potentiel d'hydrogène | PH | --- | 7,5 | 7,8 |
| Température | T° | (C°) | 18,28 | 18,53 |
| conductivité électrique | CE | dS/m | 1,685 | 1,349 |
| Demande Chimique en Oxygène | DCO | Kg /j | 2152,08 | 151,50 |
| Matière en Suspension | MES | Kg /j | 1417,33 | 43,54 |
| Demande Biologique en Oxygène | DBO ₅ | Kg /j | 1454,25 | 59,42 |
| Othophosphates | PO ₄ ³⁻ | mg/l | 13,80 | 6,72 |
| Azote ammoniacal | N-NH ₄ | mg/l | 33,65 | 4,82 |
| Nitrate N-NO ₃ | NO ₃ ⁻ | mg/l | 3,02 | 1,58 |
| Nitrite N-NO ₂ | NO ₂ ⁻ | mg/l | 1,91 | 0,45 |
| l'azote KEJELDAHL | NTK | mg/l | 33,01 | 5,10 |
| Magnésium | Mg ⁺⁺ | még/l | --- | 5,25 |
| Calcium | Ca ⁺⁺ | még/l | --- | 5,42 |
| Sodium | Na ⁺ | még/l | --- | 3,7 |

III.1.2.3. Mesure des débits (Sortie de la STEP) :

Durant l'année 2010, les débits des eaux usées épurées et les volumes épurés sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau III.1.2.3 : les débits et les volumes épurés durant l'année 2010(step de Hadjout)

| <i>Mois</i> | <i>Débit m3/j</i> | <i>Volume épuré (m3)</i> |
|------------------|-------------------|--------------------------|
| <i>Janvier</i> | 4535 | 140582 |
| <i>Février</i> | 5186 | 145210 |
| <i>Mars</i> | 5389 | 167054 |
| <i>Avril</i> | 4300 | 129009 |
| <i>Mai</i> | 3974 | 123202 |
| <i>Juin</i> | 3833 | 114991 |
| <i>Juillet</i> | 3339 | 103502 |
| <i>Aout</i> | 3444 | 106779 |
| <i>Septembre</i> | 3458 | 103740 |
| <i>Octobre</i> | 3444 | 106773 |
| <i>Novembre</i> | 3230 | 96905 |
| <i>Décembre</i> | 3488 | 108116 |

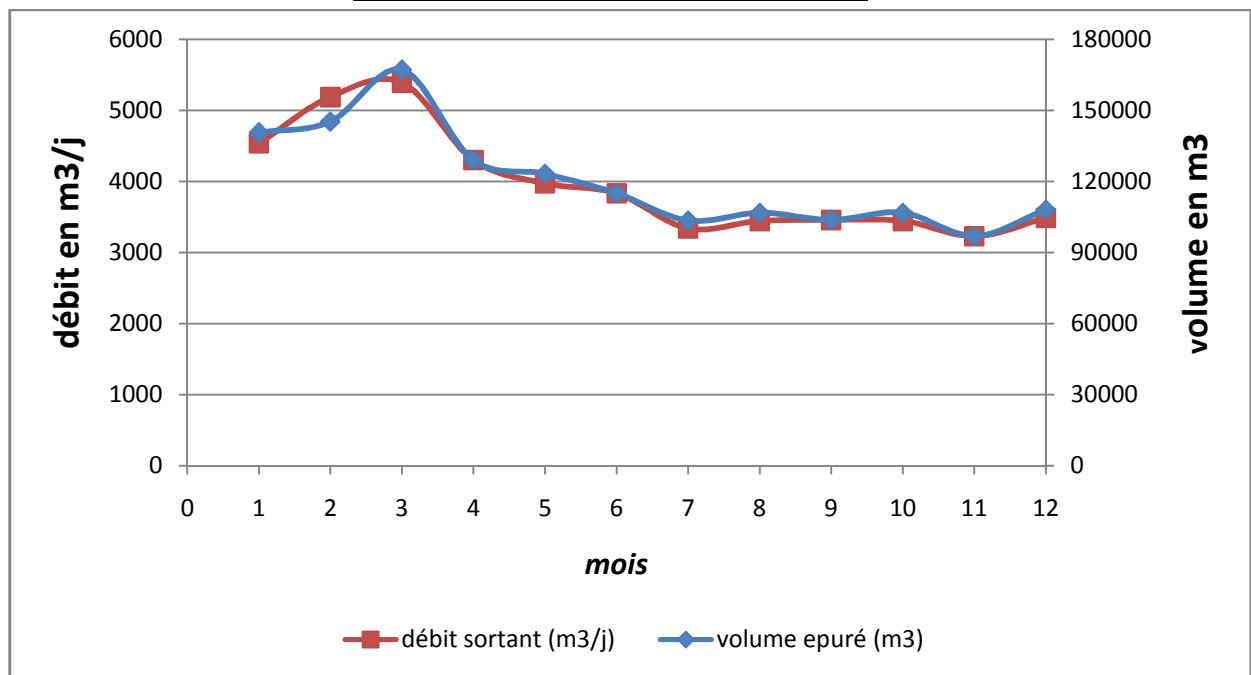


Figure III.1.2.3 : la variation du débit et le volume durant l'année 2010(step de Hadjout).

III.1.3. Niveaux de rejet des effluents urbains:

Les normes de rejet à l'égout ont surtout pour objet la protection du milieu récepteur. Elles ont connu ces dernières années une évolution marquée par une sévérité accrue et une extension du nombre des paramètres mesurés.

L'évaluation des caractéristiques à obtenir sur le rejet est, normalement, dans le cas de rejet en rivière, basée sur "l'objectif de qualité" fixe à la rivière ou à la portion de rivière considérée.

III.1.4. Système d'épuration:

Le système d'épuration retenu pour cette station est le système de boue activée à moyenne charge :

Le débit admis à la station de *Hadjout* suit la filière suivante :

III.1.4.1. Prétraitement :

a). Dégrillage grossier :

Les eaux brutes passent par une grille grossière qui retiendra les matières grossières pouvant occasionner des colmatages ou des difficultés de traitement.

b). Dégrillage fin :

La grille fine à nettoyage automatique retient les objets volumineux au fur et à mesure de leur arrivée.

c). Dessablage – Déshuilage :

Cette double opération se fait dans un ouvrage circulaire, à effet centrifuge. Un système By-pass permet d'isoler l'ouvrage. C'est utile pour les travaux de maintenance, et pour les périodes de l'année où le dessablage n'est pas nécessaire.

III.1.4.1. Traitement biologique :

Il se fait dans deux bassins rectangulaires montés en parallèle. Chaque bassin comporte trois compartiments :

- Un compartiment anaérobie, pour la réduction du taux de phosphore, équipée de mélangeurs pour empêcher la décantation ;
- Un compartiment anoxie pour l'élimination de l'azote, également équipé de mélangeurs pour empêcher la décantation ;

- Un compartiment d'oxygénation, équipé de six aérateurs de surface ;
- Un décanteur secondaire à pont racleur tournant.

III.1.4.3.Traitement des boues :

Toutes les boues avant d'être rejetée dans le milieu naturel ou d'être éventuellement réutilisées, elles sont dirigées vers les filtres à bande pour une éventuelle déshydratation et évacuation.

III.1.4.4.Traitement tertiaire des eaux (désinfection chimique) :

La désinfection se fait par injection de chlore il est l'oxydant le plus universel, c'est la dernière action à entreprendre.

III.2.Station d'épuration de Tipaza :

III.2.1.Localisation de la station d'épuration:

La station d'épuration de **Tipaza** est située à la sortie de la ville de Tipaza sur la route allant vers **Chenoua** juste à la sortie de la ville.

Elle est destinée à épurer les eaux résiduaires avant rejet dans l'oued Nador, Cette station prend en charge les rejets de **Tipaza**, **Nador**, **Sidi Moussa** et **Sidi Amar**.

Elle est fonctionnelle depuis janvier 2008. Les données qui suivent nous ont été données par la **DHW** de **Tipaza** après actualisation de l'Etude d'un système d'épuration des eaux usées de la ville de Tipaza (Etude d'avant projet détaillée et élaboration des données de base établit par Foremhyd 1996).

III.2.2.Qualité des eaux :

Dans un premier lieu on se référera aux résultats d'analyses physico-chimiques des eaux usées urbaines de la ville de **Tipaza** qui sont faite au niveau du laboratoire de la **STEP** elle-même enregistrés durant année 2010,A l'entrée et à la sortie de la station d'épuration (STEP)

III.2.2.1.Eaux usées brutes (Entrée de la STEP) :

A l'entrée de la **STEP**, les concentrations moyennes obtenues des eaux usées brutes concernant les différents paramètres physicochimiques s'élèvent :

Tableau III.2.2.1 : les paramètres physico-chimiques des eaux usées brutes.

| <i>paramètres chimiques</i> | <i>MES kg/j</i> | <i>DBO-5 kg/j</i> | <i>DCO kg/j</i> | <i>NO2-N mg/l</i> | <i>NO3-N mg/l</i> | <i>NTK mg/l</i> | <i>NH3-N mg/l</i> | <i>PO4-3 mg/l</i> |
|-----------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| <i>les concentrations</i> | 1772,33 | 1174,94 | 2721,00 | 1,91 | 3,02 | 28,86 | 37,25 | 4,90 |

Source : step de Tipaza.2010

Interprétation des résultants :

Nous peut conclure que la qualité d'une eau usée urbaine à prédominance domestique fortement chargée, si l'on tient compte du tableau de *Metcalf & Eddy* (voir annexe).

Dans les effluents urbains à prédominance domestique, Et selon la norme (NFU 44-04 de juillet 1985), le rapport (DCO/DBO₅) permettant d'apprécier la biodégradabilité de la matière organique serait entre 2 et 3, donc l'effluent biodégradable à condition de mettre en place un traitement adéquat (on ajoute des bactéries) «la boue active»

III.2.2.2.Eaux usées épurées (Sortie de la STEP) :

A la sortie de la STEP, les teneurs moyennes enregistrées des eaux usées épurées concernant les deux paramètres chimiques précédemment cités, sont :

Tableau III.2.2.2.A : Paramètres physicochimiques des eaux usées épurées

| <i>paramètres chimiques</i> | <i>MES kg/j</i> | <i>DBO-5 kg/j</i> | <i>DCO kg/j</i> | <i>NO2-N mg/l</i> | <i>NO3-N mg/l</i> | <i>NTK mg/l</i> | <i>NH3-N mg/l</i> | <i>PO4-3 mg/l</i> |
|-----------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| <i>les concentrations</i> | 58,17 | 23,03 | 379,83 | 0,45 | 1,88 | 12,05 | 5,10 | 3,20 |

♦Le rendement épuratoire de la station d'épuration des Paramètres physicochimiques cités précédemment est présent dans le tableau suivant :

Tableau III.2.2.2.B : Rendement d'élimination des Paramètres physicochimiques

| <i>paramètres chimiques</i> | <i>MES kg/j</i> | <i>DBO-5 kg/j</i> | <i>DCO kg/j</i> | <i>NO2-N mg/l</i> | <i>NO3-N mg/l</i> | <i>NTK mg/l</i> | <i>NH3-N mg/l</i> | <i>PO4-3 mg/l</i> |
|-----------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| <i>Rendement %</i> | 96,72 | 98 | 86 | 76,53 | 37,85 | 58,25 | 86,31 | 34,70 |

Source : step de Hadjout.2010

D'Après les résultats d'obtention on constate que le rendement d'élimination des : *MES*, *DBO-5* et *DCO* est plus élevé, ce qui signifie un bon traitement de ces paramètres dans cette station. Par contre on remarque que le rendement d'élimination des : *NO3-N* et *PO4-3* est moyennement faible, ce qui signifie que ces paramètres provoquent des réactions inversibles qui causent l'augmentation de la concentration de ces paramètres à la sortie de la *STEP*.

♦ Le *PH* moyen de l'eau brute avoisine à l'entrée de la *STEP* de *Tipaza* les 7,90, alors qu'à la sortie, il atteint les 7,85. Ce dernier semble satisfaire les exigences recommandées pour notre *STEP*, à savoir : 6,5 – 8,5.

Tableau III.2.2 : récapitulatif des Paramètres physico-chimiques des eaux usées de step de Tipaza

| Paramètres | | Unités | Eaux Brutes | Eaux épurées |
|-------------------------------|-------------------------------|--------|-------------|--------------|
| Potentiel d'hydrogène | PH | --- | 7,9 | 7,85 |
| Température | T° | (C°) | 18,28 | 18,53 |
| conductivité électrique | CE | dS/m | 1,83 | 1,41 |
| Demande Chimique en Oxygène | DCO | Kg /j | 2171,00 | 379,93 |
| Matière en Suspension | MES | Kg /j | 1772,33 | 58,17 |
| Demande Biologique en Oxygène | DBO ₅ | Kg /j | 1174,94 | 23,03 |
| Othophosphates | PO ₄ ³⁻ | mg/l | 4,90 | 3,20 |
| Azote ammoniacal | N-NH ₄ | mg/l | 33,65 | 4,82 |
| Nitrate N-NO ₃ | NO ₃ ⁻ | mg/l | 3,02 | 1,58 |
| Nitrite N-NO ₂ | NO ₂ ⁻ | mg/l | 1,91 | 0,45 |
| l'azote KEJELDAHL | NTK | mg/l | 37,25 | 12,05 |
| Magnésium | Mg ⁺⁺ | még/l | --- | 5,15 |
| Calcium | Ca ⁺⁺ | még/l | --- | 5,66 |
| Sodium | Na ⁺ | még/l | --- | 4,48 |

III.2.2.3. Mesure des débits (Sortie de la STEP) :

Durant l'année 2010, les débits d'eaux usées épurées et les volumes épurés sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau III.2.2.3 : les débits et les volumes épurés durant l'année 2010(step de Tipaza).

| Mois | Débit (m3/j) | Volume épuré (m3) |
|------------------|--------------|-------------------|
| <i>Janvier</i> | 3676 | 113963 |
| <i>Février</i> | 3550 | 99410 |
| <i>Mars</i> | 2259 | 70046 |
| <i>Avril</i> | 2363 | 708717 |
| <i>Mai</i> | 2002 | 62068 |
| <i>Juin</i> | 2677 | 80310 |
| <i>Juillet</i> | 4355 | 134385 |
| <i>Aout</i> | 5525 | 171042 |
| <i>Septembre</i> | 4515 | 135462 |
| <i>Octobre</i> | 4760 | 147600 |
| <i>Novembre</i> | 6015 | 180461 |
| <i>Décembre</i> | 5885 | 182428 |

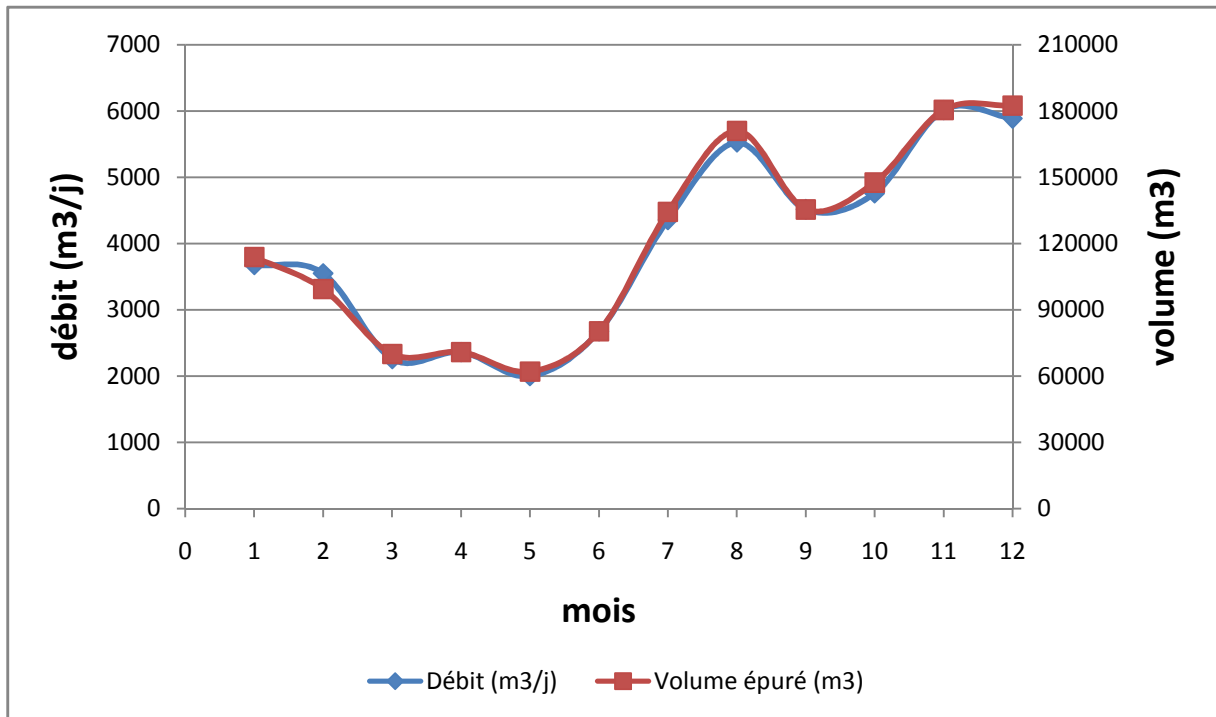


Figure III.2.2.3 : la variation du débit et le volume durant l'année 2010(step de Tipaza).

III.2.3.Système d'épuration :

Avant le début du traitement les eaux brutes passent par :

III.2.3.1.Déversoir d'orage :

Il a été dimensionné pour accepter un débit de pointe en temps de pluie de 765 m³/h. La fraction de débit supérieur à ce volume passera sur le déversoir d'orage et ne sera pas admise à la station d'épuration.

III.2.3.2.Poste de relevage :

On prévoit une station de relevage afin de relever les eaux usées brutes vers les ouvrages de prétraitement et cela à l'aide de pompes appropriées.

III.2.3.3.Prétraitement :

a)Dégrillage grossier :

Les eaux brutes passent par une grille grossière contre l'arrivée des matières grossières pouvant occasionner des colmatages ou des difficultés de traitement.

b) Dégrillage fin :

La grille fine à nettoyage automatique retient les objets volumineux au fur et à mesure de leur arrivée.

c).Dessablage – Déshuilage :

Cette phase qui rentre dans le prétraitement est réalisée dans un dessableur – déshuileur, l'extraction du sable est réalisée automatiquement par un pont mobile et les graisses et les huiles flottantes sont raclées vers l'extrémité de l'ouvrage.

III.2.3.4.Traitement biologique :

Dans le traitement biologique des effluents, on fait généralement appel aux processus aérobies par lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau (aération), suivie ensuite par une phase de séparation de l'eau épurée et des boues (clarification).

III.2.3.5. Traitement des boues

Toutes les boues avant d'être rejetée dans le milieu naturel ou d'être éventuellement réutilisées, elles sont dirigées vers l'épaississeur pour retirer toute l'eau qui reste puis envoyés vers des lits de séchage des boues pour une éventuelle déshydratation.

III.2.3.6. Traitement tertiaire des eaux (désinfection chimique)

La désinfection se fait par injection de chlore, il est l'oxydant le plus universel.

III.2.3.7. Objectif de l'épuration :

L'objectif d'épuration des eaux usées de le *STEP* de *Tipaza* est d'atteindre les principales valeurs récapitulatifs dans l'énoncé suivant :

Les caractéristiques de l'effluent final, après chloration sur 24 heures.

DBO5 : inférieure ou égale à 30 mg/l sur 24 heures.

DCO : inférieure ou égale à 90 mg/l sur 24 heures.

MES : inférieure ou égale à 30 mg/l sur 24 heures.

Ces données ont été tirées de l'étude de la station d'épuration de la ville de Tipaza (Etude d'avant projet détaillé).

III.3. Les différents critères de la REU dans le monde en irrigation :

Trois critères doivent être satisfaits pour permettre la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation. Ces critères sont:

A. Un critère micro - biologique : l'eau ne doit pas comporter des germes pathogènes qui pourraient mettre en danger la santé des travailleurs agricoles, les voisins des champs irrigués et les consommateurs des produits agricoles,

B. Un critère chimique: la qualité chimique de l'eau ne doit pas avoir des effets négatifs sur le développement de la plante,

C. Un critère mécanique: le risque de colmatage des installations d'irrigation, en particulier des systèmes d'aspersion ou de goutte à goutte, doit être évité.

III.3.1. Critères microbiologiques:

Les recommandations de l'OMS (Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture) ou « Recommandations sanitaires pour l'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquaculture » (1989) sont les seules à l'échelle internationale.

Elles ne concernent que l'usage agricole et sont ciblées sur des paramètres exclusivement microbiologiques. Elles sont source d'inspiration pour de nombreux pays à travers le monde.

En 2000, elles ont été révisées, en intégrant les résultats de nouvelles études épidémiologiques (Blumenthal et al. 2000) (*Tableau II.3*). Les modifications ont essentiellement porté sur la norme " œufs d'helminthes " qui pour certaines catégories est passée de 1 à 0,1 œuf L-1. Ces recommandations sont destinées à une utilisation internationale et sont donc adaptées aux pays en voie de développement. Elles représentent la limite au-delà de laquelle la santé publique n'est plus assurée.

L'OMS a publié en 2006 de nouvelles lignes directrices sur l'utilisation des eaux usées (WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater), qui tiennent compte des situations locales et privilégient les moyens à prendre pour réduire au minimum les risques sanitaires posés par ces eaux. L'approche innove surtout parce qu'elle encourage l'adoption de mesures relativement simples pour protéger la santé à tous les maillons de la chaîne alimentaire. Il s'agit d'une approche à barrières multiples qui cherche à protéger la santé des consommateurs avant que les aliments irrigués au moyen d'eaux usées n'atteignent leur assiette. Cette approche peut inclure la combinaison des éléments suivants: le traitement des eaux usées, la restriction des cultures, les techniques d'irrigation, le contrôle de l'exposition aux EU ainsi que le lavage, la désinfection et la cuisson des produits (OMS, 2006).

Tableau III.3.1: Recommandations microbiologiques révisées de l'OMS pour le traitement des eaux usées avant utilisation en agriculture (Blumentahl et coll., 2000).

| <i>Catégories</i> | <i>Conditions de réutilisation</i> | <i>Groupes exposés</i> | <i>Techniques d'irrigation</i> | <i>Nématodes intestinaux^b</i> | <i>Coliformes fécaux^c</i> | <i>Traitements recommandés pour atteindre le niveau de qualité microbiologique</i> |
|-------------------|--|---|---|--|---|---|
| A | Irrigation sans restriction A1 Pour les cultures maraîchères consommées crues, les terrains de sports, les parcs publics ^d | Travailleurs, consommateurs, public | Toutes | $\leq 0,1$ ^e | $\leq 10^3$ | Série de bassin de stabilisation bien conçus, réservoir de stockage et de traitement remplis séquentiellement, ou traitement équivalent (p.ex. traitement secondaire conventionnel suivi soit d'un lagunage tertiaire, soit d'une filtration et d'une désinfection). |
| B | Irrigation restreinte. Céréales, cultures industrielles, fourragères, pâturage et forêt ^f | B1 Travailleurs (mais pas les enfants < 15 ans), population alentour B2 comme B1 B3 Travailleurs dont les enfants < 15 ans, population alentour | Par aspersion Par rigole d'infiltration ou par gravité Toutes | ≤ 1 ≤ 1 $\leq 0,1$ | $\leq 10^5$ $\leq 10^3$ $\leq 10^3$ | Série de bassins de rétention dont un bassin de maturation ou un bassin séquentiel ou un traitement équivalent (p.ex. traitement secondaire conventionnel suivi soit par des lagunages tertiaires, soit une filtration. Comme pour la catégorie A. Comme pour la catégorie A. |
| C | Irrigation localisation sur des cultures de la catégorie B s'il n'y a pas d'exposition des travailleurs ou du public | Aucun | Goutte-à-goutte, micro-jet, etc. | Pas de norme | Pas de norme | Prétraitement nécessaire pour des raisons techniques liées à l'irrigation, mais pas moins qu'une sédimentation primaire. |

III.3.2. Critères chimique:

La *FAO* a publié des recommandations, qui sont données dans son ensemble dans le Tableau (II.3.2.A) D'autres organismes ont établis des recommandations complémentaires pour quelques paramètres chimiques. Ainsi, la *FAO* (2003) a fixé, selon la durée de réutilisation, des limites concernant les éléments traces dans les eaux usées traitées destinées à l'irrigation (Tableau II.3.2.A).

Tableau II.3.2.A: Limites recommandées en éléments traces (mg/L) dans les eaux usées épurées destinées à l'irrigation (FAO, 2003).

| <i>Paramètre</i> | <i>long terme^a</i> <i>(mg/l)</i> | <i>Court terme^b</i> <i>(mg/l)</i> |
|------------------|--|---|
| Aluminium | 5.0 | 20.0 |
| Arsenic | 0.1 | 2.0 |
| Béryllium | 0.1 | 0.5 |
| Bore | 0.75 | 2.0 |
| Cadmium | 0.01 | 0.05 |
| Chrome | 0.1 | 1.0 |
| Cobalt | 0.05 | 5.0 |
| Cuivre | 0.2 | 5.0 |
| Cyanures | 0.05 | 0.5 |
| Fluor | 1.0 | 15.0 |
| Fer | 5.0 | 20.0 |
| Phénols | 0.002 | 0.002 |
| Plomb | 5.0 | 10.0 |
| Lithium | 2.5 | 2.5 |
| Manganèse | 0.2 | 10.0 |
| Mercure | 0.01 | 0.01 |
| Molybdène | 0.01 | 0.05 |
| Nickel | 0.2 | 2.0 |
| Selenium | 0.02 | 0.02 |
| Vanadium | 0.1 | 1.0 |
| Zinc | 2.0 | 10.0 |

Avec :

^a: pour l'eau utilisée sans interruption sur tous les sols.

^b : pour l'eau utilisée pendant une période d'au plus 20 ans sur des sols de texture fine, neutres ou alcalin.

Tableau III.3.2.B: Directives pour l'interprétation de la qualité de l'eau pour l'irrigation (FAO 1985).

| Problème potentiel en irrigation | Unité | Degré à restriction d'usage | | |
|--|----------------|---|---|---|
| | | Aucun | Léger modérer à | Sévère |
| <u>Salinité</u> Conductivité électrique ou TDS | dS/m mg/l | < 0,7 450 | 0,7 – 0,3 450 – 2.000 | > 0,3 > 2.000 |
| <u>Infiltration</u> SAR = 0 – 3 et CE = 3 – 6 = 6 – 12 = 12 – 20 = 20 – 40 | dS/m | > 0,7 > 1,2 > 1,9 > 2,9 > 5,0 | 0,7 – 0,2 1,2 – 0,3 1,9 – 0,5 2,9 – 1,3 5,0 – 2,9 | < 0,2 < 0,3 < 0,5 < 1,3 < 2,9 |
| <u>Toxicité spécifique des ions</u> <i>Sodium (Na)</i> Irrigation de surface Irrigation par aspersion | SAR meq/l | < 3 < 3 | 3 – 9 > 3 | > 9 |
| <i>Chlorure (Cl)</i> Irrigation de surface Irrigation par aspersion | meq/l meq/l | < 4 < 3 | 4 – 10 > 3 | > 10 |
| <i>Bore</i> | mg/l | < 0,7 | 0,7 – 0,3 | > 3,0 |
| <u>Effets divers</u> Azote (NO ₃ -N) Bicarbonate (HCO ₃) | mg/l meq/l | < 5 < 1,5 | 5 – 30 1,5 – 8,5 | > 30 > 8,5 |
| <i>pH</i> | | Gamme normale 6,5 – 8,4 | | |

Avec :

(a) : sur moyenne de 24 heures.

(b) : sauf dérogation particulière.

III.3.3. Critères mécanique (Problèmes de colmatage):

La *FAO* a également publié des recommandations, données ci-après.

Tableau III.3.3: Qualité de l'eau et potentiel de colmatage dans des systèmes d'irrigation par goutte (FAO, 85).

| Problème | Unité | Degré de restriction pour l'usage | | |
|---------------------------|--------------|-----------------------------------|---------------|--------|
| | | pas de restriction | Peu modéré | sévère |
| 1) Physique | | | | |
| Matières en suspension | Mg/l | <50 | 50-100 | >50 |
| 2) Chimique | | | | |
| pH - | Mg/l | <7.0 | 7.0 — 8.0 | >8.0 |
| Matières dissoutes | Mg/l | <500 | 500-2000 | >2000 |
| Manganèse | Mg/l | <0,1 | 0,1-1,5 | >1.5 |
| Fer | Mg/l | <0.1 | 0.1-1.5 | >1.5 |
| Sulfate d'hydrogène | Mg/l | <0,5 | 0,5-2 | >2 |
| 3) Microbiologique | | | | |
| Coliformes totaux | Unités/100ml | <10 000 | 10 000— 50000 | >50000 |

Source : *FAO 1985*

III.3.4 : les cultures pouvant être irriguées par les eaux usées épurées:

Le choix des cultures a tenu compte de plusieurs facteurs susceptibles d'intervenir dans la bonne gestion de l'irrigation à savoir :

- La nature et les caractéristiques physico-chimiques du sol,
- La pratique habituelle de l'irrigation chez l'agriculteur,
- La sensibilité des cultures notamment au sel,
- Le système d'irrigation,
- La disponibilité de l'eau.

Tableau III.3.4: Liste des cultures pouvant être irriguées avec les eaux usées épurées.

| Groupes de cultures pouvant être irriguées par les eaux usées épurées. | Liste des Cultures |
|---|---|
| Les arbres fruitiers ⁽¹⁾ | dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, nêfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue, Rhubarbe, Arachides, Noix, Olive. |
| Les agrumes | Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine. |
| Les cultures fourragères ⁽²⁾ | Bersim, maïs, sorgho fourragers, vesce, et luzerne. |
| Culture industriel | Tomate industrielle, haricot à rames, petit pois à rames, betterave sucrière, Coton, le tabac, le lin. |
| Les cultures céréalières | Blé, orge, triticale et avoine. |
| Les cultures de production de semences | Pomme de terre, Haricot et Petit pois. |
| Les arbustes fourragers | l'Acacia et l'Atriplex. |
| Les plantes florales à sécher ou à usage industriel | le rosier, l'iris, le jasmin, la marjolaine et le romarin. |

- **(1)** : L'irrigation avec des eaux usées épurées est permise puisque on peut cesser l'irrigation plusieurs jours avant la récolte. Les fruits tombés au sol ne sont pas ramassés et sont à détruire.
- **(2)** : Le pâturage direct dans les parcelles irriguées par les eaux usées épurées est strictement interdit et ce, afin de prévenir toute contamination du cheptel et par conséquent des consommateurs.

III.4.Classification Des Eaux Pour L'irrigation:

III.4.1.Classification mondiale (F.A.O):

La classification donnée en fonction de la concentration des sels.

| | |
|------------|-------------------|
| 1 g/l | bonne irrigation |
| 1 – 3 g/l | faiblement salée |
| 3 – 5 g/l | moyennement salée |
| 5 – 10 g/l | fortement salée |
| > 10 g/l | extrêmement salée |

III.4.2. Classification Russe:

Elle distingue trois classes qui sont basées sur la concentration des sels.

| | |
|-------------|---|
| 0,2-0,5 g/l | l'eau est de meilleure qualité |
| 1,0-2,0 g/l | l'eau comportant des risques de salinité |
| 3,0-7,0 g/l | l'eau ne peut être utilisée pour l'irrigation qu'avec un lessivage et un drainage |

III.4.3. Classification Américaine:

La classification est basée sur deux paramètres **C.E** à 25°C et **S.A.R** (Voir la figure...).

► Pour la conductivité électrique C.E.

C1 : C.E < 0,250 mmhos/cm (< 0,2g/l): l'eau à faible salinité, elle ne posera aucun problème sur la plus part des sols et des cultures.

C2 : 0,250 < C.E < 0,75 mmhos/cm (0,2-0,5g/l): l'eau à salinité moyenne

C3 : 0,750 < C.E < 2,250 mmhos/cm (0,5-1,5g/l): l'eau à forte salinité, et dit inutilisable sur un sol faiblement drainé, elle n'est autorisée que sur un sol bien drainée et sur des cultures tolérantes.

C4 : 2,250 < C.E < 5,0 mmhos/cm (1,5-33g/l): 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 : C.E > 5,0 mmhos/cm (> 3g/l): l'eau est inutilisable sauf sur sable drainé et pour les palmiers et dattiers.

► Pour coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

S.A.R est calculé par la formule suivante :

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Avec : Na⁺, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ en meq / l

Elle distingue quatre classes:

S1 - S.A.R < 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 < S.A.R < 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 < S.A.R < 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. S'il n'y a pas de gypse, il faut ajouter un amendement chimique exerçant le même effet.

S4 - S.A.R > 26 : Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité moyen ou faible, lorsque l'usage de gypse ou amendements analogues permettent l'utilisation.

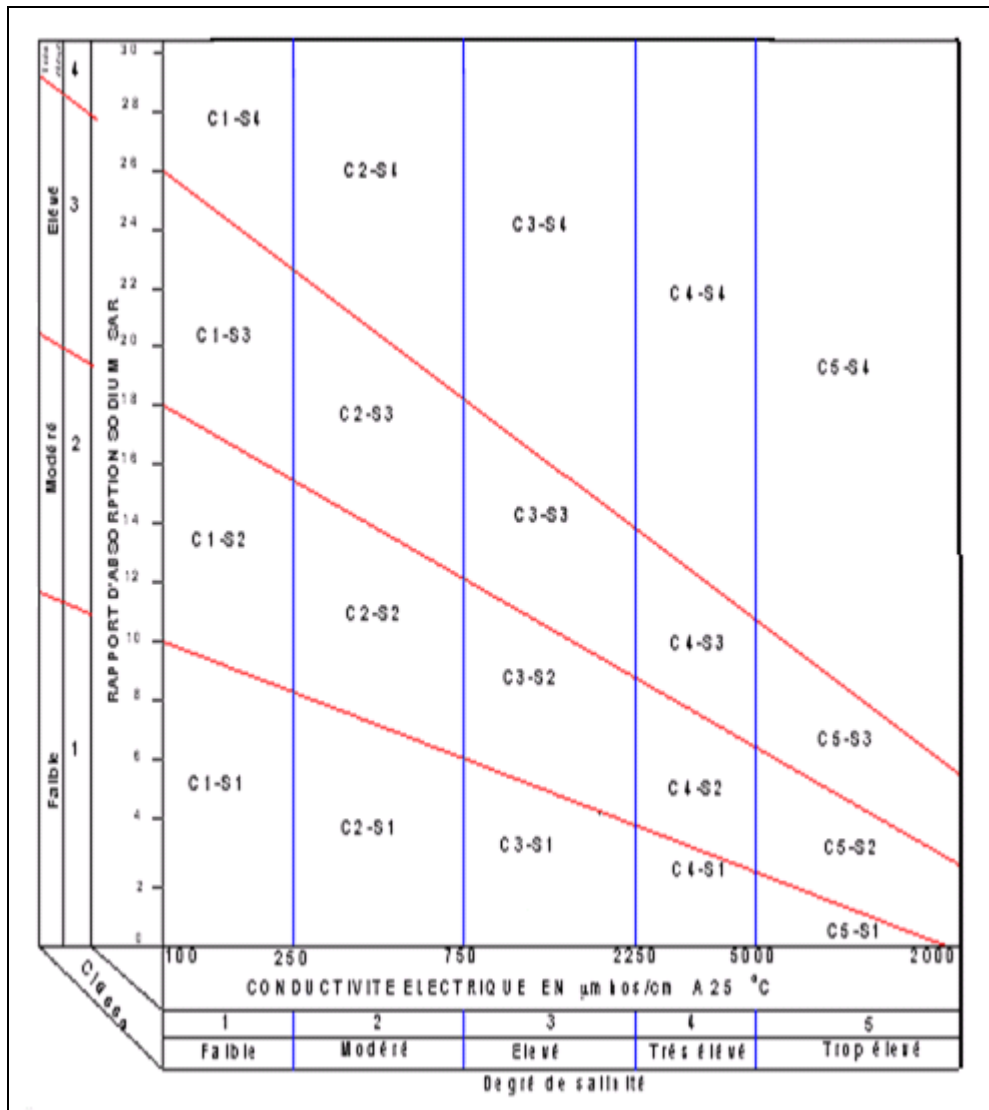


Figure III.4.3 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.

► **Détermination du S.A.R:**

$$\text{S.A.R (Hadjout)} = \frac{3,7}{\sqrt{\frac{5,42+5,25}{2}}} = 1,6$$

$$\text{S.A.R (Tipaza)} = \frac{4,48}{\sqrt{\frac{5,66+5,15}{2}}} = 1,9$$

► **Interprétation des résultats des analyses:**

D'après les résultats qu'on a, on peut dire que :

▪ C.E(Hadjout) = 1,35mmhos/cm, C.E(Tipaza) =1,41 mmhos/cm fait partie de la classe C3, elle ne convient qu'a des sols bien drainés.

▪ S.A.R(Hadjout)= 1,6 ; S.A.R(Tipaza)=1,9 c'est-à-dire appartient à la classe S1.ce sont des eaux faiblement alcalines et peuvent être utilisées du point de vue alcalin pour tous les sols avec peu de danger de donner un taux de Na échangeable qui est nocif pour les sols et pour les plantes.

III.5.Ressource en sol:

L'étude agro-pédologique à pour but de définir les sols destinés à l'irrigation ou de localiser les zones aptes à la mise en valeurs en irrigation ainsi les caractéristiques hydrodynamiques de ces sols indispensables pour le calcul des doses d'arrosages et l'emplacement des réseaux d'irrigation et de drainage. Les principales contraintes et critères prises en considération pour la classification des sols sont : la texture, le critère d'hydro orphie, la présence et la profondeur de la nappe, la porosité, la salinité et le calcaire actif, bien qu'ils sont localisés dans des zones précises.

Pour cerner les problèmes morphologiques et physicochimiques des sols, il a été procédé au découpage du périmètre d'étude comme suite:

➤ Zone de Tipaza – Nador:

Son territoire couvre une superficie de 2 244 Ha. Il comprend :

○Le plateau vallonné de Nador qui s'étend de part et d'autre de la route nationale entre les villages de Nador et de Sidi Moussa.

○La vallée relativement étroite de l'oued Nador.

○ La plaine côtière de Tipaza. Située à l'Est de la ville.

La majorité des sols du plateau de Nador appartiennent à la classe des sols fersiallitiques. Ils sont principalement situés sur des versants à pente moyenne à forte.

Dans la vallée de l'oued Nador, les sols peu évolués d'apport sont nettement dominants. Les sols hydromorphes sont peu étendus, ils sont situés dans des zones éparses subhorizontales, parfois légèrement dépressionnaires. Quant aux sols calcimagnésiques, ils sont peu représentés.

Nous donnons ci après les différentes classes de sols dans la zone de Tipaza-Nador :

Tableau III.5 : Classes de sols.

| Zone | Classe des sols de contrôle | Superficie (Ha) |
|---------------------|------------------------------------|------------------------|
| Tipaza-Nador | Sols peu évolués | 456 |
| | Sols calcimagnésiques | 243 |
| | Vertisols | 9 |
| | Sols fersiallitiques | 1 478 |
| | Sols hydromorphes | 200 |
| | Total | 2 386 |

SOURCE: Etude Agro pédologique de contrôle (ENHYD 1993)

Tous ces sols sont généralement profonds et leurs contraintes sont d'ordre physico-chimique : ce sont des sols de texture fine, dont les nets caractères vertiques sont attestés par la présence de face de glissement souvent très développées ; l'hydromorphie se manifeste soit par la couleur gris-bleuâtre de l'ensemble des profils, soit par la présence de tache d'oxydoréduction dans les horizons profonds (sols divers à caractère d'hydromorphie). D'autres contraintes d'ordre chimique sont à noter que le niveau de labour – les teneurs en calcaire actif peuvent être élevées dans les sols calcimagnésiques et surtout dans les horizons profonds des sols fersiallitiques (teneur supérieur à 7% pouvant atteindre 16%).

Les résultats de mesure de la conductivité hydraulique ont montré que les sols appartiennent à la classe de drainage P1 très faible ($K < 10$ cm/j). Les conductivités hydrauliques sont très lentes, en particulier dans la tranche de sol 100 – 200 cm de profondeur avec des valeurs de K de quelques dixièmes de cm seulement.

Les valeurs de vitesse d'infiltration obtenues sont faibles à moyenne soit 1,8 à 12,3 cm/h.

La carte de mise en valeur a dégagé quatre (04) catégories de sols qui sont:

▪ **Catégorie I** : les sols couvrent 618 Ha, leur pente est inférieure à 3% sur le plateau du Nador, ce sont des sols non fersiallitiques qui s'observent de part et d'autres de la route joignant Nador à Sidi Moussa.

Dans la vallée de l'oued Nador ce sont des sols peu évolués. Ils ne représentent que des contraintes mineures telles que la texture fine et localement des caractères peu accentués d'hydromorphie en profondeur. Pour de tels sols, le labour profond voire le sous solage sont recommandés afin d'améliorer la structure et l'assainissement de surface.

▪ **Catégorie II** : Ces sols sont principalement situés sur des versants à pente moyenne (3 à 5%), ils couvrent 323 Ha. Ce sont des sols de texture fine présentant souvent des caractères d'hydromorphie, leur charge caillouteuse est localement forte.

Pour améliorer la structure de surface et accroître la réserve utile, on pratiquera des labours profonds ou des sous solages ; les zones les plus caillouteuses seront épierrées. Un drainage retardé peut être envisagé dans les portions de parcelles les plus humides afin que leur hydromorphie ne pénalise pas les rendements de cultures sensibles.

▪ **Catégorie III** : Ces sols s'observent sur des versants situés au sud de Tipaza ou au nord de la route Nador – Sidi Moussa. Ils occupent une superficie étendue de 1 038 Ha. Ce sont principalement des sols fersiallitiques situés sur des versants dont la pente varie de 5 à 12,5 %.

Ces sols présentent les mêmes contraintes que ceux de la catégorie II, en plus accentuées ; à savoir : la texture fine à très fine et le caractère d'hydromorphie qui sont associés aux caractères vertiques. A l'inverse des précédents, ils peuvent présenter des teneurs notables en calcaires actifs sur l'ensemble du profil ou bien en profondeur seulement.

▪ **Catégorie IV** : D'une superficie de 155 Ha, ce sont des sols bien caractérisés : situés dans des zones subhorizontales, légèrement dépressionnaires, ce sont des sols hydromorphes de texture fine à très fine. Ces sols seront valorisés par des cultures résistantes à l'hydromorphie, à moins qu'ils ne soient drainés.

Conclusion:

A travers ce chapitre, peut conclure que la qualité d'eau épurée des stations d'épuration de *Hadjout* et *Tipaza* répond aux normes de l'eau d'irrigation. Le volume produit annuellement par les deux stations d'épuration de *Hadjout* et *Tipaza* peuvent attendre à 3,5 million m³, Ce volume est qualifié à l'augmentation en 2020.

Le problème qui reste posé c'est le problème de colmatage des goutteurs dans l'irrigation localise a cause d'accumulation des certains éléments trace (bore, chlore,...) au cours de temps.

La texture du sol généralement hydromorphes et irrigable par l'eau précédant .Mais avec peu de danger de donner un taux de Na échangeable qui est nocif pour les sols et pour les plantes.

Chapitre IV

Chapitre IV

L'étude hydrologique

Introduction :

Le présent chapitre a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet, l'étude porte sur : détermination de l'année de calcul, L'homogénéisation des séries pluviométriques, Et L'étude fréquentielle des séries pluviométriques par des lois statistiques.

IV.1. La série pluviométrique :

Pour l'étude fréquentielle des pluies nous avons utilisé la série pluviométrique de la station **Boukourdene (020329)** qui dispose d'une série longue de 23 années et représentative pour la zone d'étude. La station des caractéristiques suivantes :

Tableau IV.1.A: Caractéristiques de station pluviométrique.

| Nom de station | Code | Coordonnées en Lambert | | Altitude(m) | Période d'observation | Nombre d'années observées |
|----------------|-------|------------------------|--------|-------------|-----------------------|---------------------------|
| | | X (Km) | Y (Km) | | | |
| Boukourdene | 20329 | 464,3 | 359,9 | 110 | 1987-2009 | 23 |

SOURCE: Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stucky-Enhyd 2009.

La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique Barrage **Boukourdene** est donnée dans le tableau ci-après :

Tableau IV.1.B: Répartition des pluies mensuelles et annuelles en (mm).

| paramètre | sept | oct. | nov. | déc. | janv. | fév. | mars | avril | mai | juin | juil. | aout | annuel |
|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|--------|
| 1987 | 34,0 | 43,0 | 81,3 | 0,7 | 36,6 | 26,1 | 34,8 | 43,3 | 35,2 | 19,5 | 2,0 | 0,0 | 356,5 |
| 1988 | 59,9 | 19,5 | 66,8 | 161,1 | 28,0 | 31,0 | 96,1 | 89,1 | 10,9 | 11,1 | 0,0 | 6,3 | 579,8 |
| 1989 | 16,5 | 6,0 | 68,5 | 21,7 | 86,6 | 0,0 | 57,1 | 55,9 | 43,6 | 0,0 | 2,6 | 0,3 | 358,8 |
| 1990 | 2,3 | 17,2 | 48,5 | 102,2 | 131,3 | 68,4 | 102,9 | 21,5 | 27,0 | 6,9 | 2,2 | 3,8 | 534,2 |
| 1991 | 5,5 | 135,9 | 23,1 | 10,5 | 170,2 | 38,0 | 74,8 | 74,0 | 52,2 | 23,1 | 5,1 | 0,0 | 612,4 |
| 1992 | 0,0 | 73,2 | 74,6 | 87,6 | 5,5 | 85,4 | 28,9 | 65,0 | 8,3 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 430,7 |
| 1993 | 19,9 | 21,1 | 54,1 | 35,2 | 97,4 | 31,9 | 2,8 | 70,3 | 7,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 339,9 |
| 1994 | 107 | 76,4 | 55,1 | 52,7 | 140,9 | 89,6 | 106,4 | 11,6 | 7,2 | 19,8 | 2,0 | 2,7 | 671,5 |
| 1995 | 62,0 | 25,0 | 56,4 | 20,0 | 58,1 | 152,5 | 33,9 | 199,2 | 6,6 | 14,5 | 4,5 | 0,8 | 633,5 |
| 1996 | 41,4 | 91,3 | 35,0 | 20,4 | 50,7 | 44,0 | 6,0 | 69,1 | 26,2 | 0,0 | 2,8 | 8,8 | 395,7 |
| 1997 | 23,1 | 46,6 | 96,9 | 47,9 | 7,6 | 36,0 | 34,4 | 76,4 | 140,9 | 1,3 | 0,0 | 3,1 | 514,2 |
| 1998 | 37,5 | 26,2 | 114,9 | 69,0 | 126,7 | 168,8 | 115,5 | 11,6 | 0,9 | 0,7 | 0,0 | 1,5 | 673,3 |
| 1999 | 10,7 | 12,8 | 131,8 | 260,0 | 7,8 | 6,9 | 23,0 | 18,2 | 49,5 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 521,9 |
| 2000 | 6,3 | 86,0 | 74,8 | 29,6 | 107,8 | 50,5 | 0,8 | 60,7 | 11,5 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 428,3 |
| 2001 | 18,0 | 11,3 | 175,2 | 46,2 | 23,4 | 19,5 | 65,2 | 28,9 | 22,5 | 0,0 | 6,5 | 8,0 | 424,7 |
| 2002 | 26,5 | 24,5 | 90,5 | 74,1 | 155,1 | 124,9 | 13,3 | 43,3 | 39,8 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 593,8 |
| 2003 | 2,7 | 27,7 | 106,1 | 60,5 | 81,3 | 46,5 | 52,4 | 76,2 | 83,1 | 3,6 | 0,0 | 4,0 | 544,1 |
| 2004 | 27,7 | 27,7 | 120,3 | 143,0 | 98,9 | 145,0 | 95,0 | 24,1 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 685,3 |
| 2005 | 13,7 | 33,2 | 78,7 | 133,7 | 136,7 | 67,8 | 19,2 | 8,2 | 140,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 631,6 |
| 2006 | 71,4 | 2,0 | 19,1 | 210,8 | 12,4 | 44,8 | 103,0 | 92,5 | 2,8 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 560,8 |
| 2007 | 60,2 | 120,2 | 196,4 | 123,0 | 15,6 | 20,5 | 88,5 | 9,5 | 41,5 | 5,0 | 15,5 | 0,0 | 695,9 |
| 2008 | 34,9 | 59,5 | 103,0 | 83,0 | 62,1 | 63,0 | 73,0 | 86,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 17,5 | 582,5 |
| 2009 | 101 | 3,5 | 81,0 | 117,0 | 97,5 | 104,5 | 98,0 | 38,0 | 34,6 | 6,0 | 0,0 | 2,7 | 683,9 |

IV.2. Analyse des données :

IV.2.1. Test d'hétérogénéité :

Avant de déterminer les différentes caractéristiques des précipitations, une vérification rigoureuse et détaillée des données est nécessaire en utilisant le test de **Wilcoxon** :

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 : **x** et **y** 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** union **y** après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. à ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.
- **M^r Wilcoxon** : (TOUIBIA 2004) a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée. Avec :

$$W_{\min} < W_x < W_{\max}$$

$$W_x = |Rang|_x$$

W_x : Somme des rangs des sous série (x)

$$W_{\min} = \left[\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - 1}{2} \right) - 1,96x \left(\frac{N_1 \times N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{0,5} \right]$$

$$W_{\max} = [(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - W_{\min}]$$

Le tableau suivant détaille le procédé de Test d'homogénéité pour notre la station :

Tableau IV.2.1.: Test d'homogénéité.

| Rang | Série d'origine | Séries-Y (mm) | Série X (mm) | TRI (mm) | Y U X |
|------|-----------------|---------------|--------------|----------|-------|
| 1 | 209,79 | 209,79 | 424 | 1455,5 | X |
| 2 | 353,2 | 353,2 | 455,95 | 1005,44 | X |
| 3 | 506,8 | 506,8 | 567,4 | 677,2 | Y |
| 4 | 618,7 | 618,7 | 569,5 | 665,7 | X |
| 5 | 434,3 | 434,3 | 1455,5 | 635,8 | Y |
| 6 | 314,6 | 314,6 | 1005,44 | 618,7 | Y |
| 7 | 540,28 | 540,28 | 503,13 | 585,57 | Y |
| 8 | 585,57 | 585,57 | 665,7 | 569,5 | X |
| 9 | 347 | 347 | 542,55 | 567,4 | X |
| 10 | 490,7 | 490,7 | | 542,55 | X |
| 11 | 635,8 | 635,8 | | 540,28 | Y |
| 12 | 677,2 | 677,2 | | 506,8 | Y |
| 13 | 424 | | | 503,13 | X |
| 14 | 455,95 | | | 490,7 | Y |
| 15 | 567,4 | | | 455,95 | X |
| 16 | 569,5 | | | 434,3 | Y |
| 17 | 1455,5 | | | 424 | X |
| 18 | 1005,44 | | | 353,2 | Y |
| 19 | 503,13 | | | 347 | Y |
| 20 | 665,7 | | | 314,6 | Y |
| 21 | 542,55 | | | 209,79 | Y |

| N1 | N2 | Wmin | Wx | Wmax |
|----|----|-------|----|--------|
| 9 | 12 | 70,92 | 79 | 138,33 |

$$70,72 < W_x < 138,33$$

La condition de **M^r Wilcoxon** est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de *Boukourdene* est homogène.

IV.2.2. Etude de l'échantillon:

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, on utilise pour notre projet celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées en Algérie sont les suivantes :

- Loi de **Gauss** ou **loi Normale**.
- Loi de **Galton** ou **loi log –Normale**.

IV.2.3. Choix du type de loi :

Ces critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un teste d'adéquation. L'allure des points sur du papier à probabilité a permet de prime abord d'accepter ou de rejeter la loi (toute sinusite, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement).

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. (*TOUIBIA 2004*).

Avant faire l'ajustement par les lois qui nous cité précédemment, nous donne le tableau et la figure suivantes sur note série pluviométrique .à l'aide de logiciel **HYFRAN** on a :

Formule de probabilité empirique $F[X(k)] = (k-0.05)/(n+0.90)$.

Tableau IV.2.3. Données de l'échantillon d'étude.

| N° | Observation | Identificateur | probabilité empirique |
|----|-------------|----------------|-----------------------|
| 1 | 356 | 5 | 0.0816 |
| 2 | 579 | 8 | 0.5418 |
| 3 | 358 | 8 | 0.1234 |
| 4 | 534 | 2 | 0.4163 |
| 5 | 612 | 4 | 0.6674 |
| 6 | 430 | 7 | 0.2908 |
| 7 | 339 | 9 | 0.0397 |
| 8 | 671 | 5 | 0.7929 |
| 9 | 633 | 5 | 0.7510 |
| 10 | 395 | 7 | 0.1653 |
| 11 | 514 | 2 | 0.3326 |
| 12 | 673 | 3 | 0.8347 |
| 13 | 521 | 9 | 0.3745 |
| 14 | 428 | 3 | 0.2490 |
| 15 | 424 | 7 | 0.2071 |
| 16 | 593 | 8 | 0.6255 |
| 17 | 544 | 1 | 0.4582 |
| 18 | 685 | 3 | 0.9184 |
| 19 | 631 | 6 | 0.7092 |
| 20 | 560 | 8 | 0.5000 |
| 21 | 695 | 9 | 0.9603 |
| 22 | 582 | 5 | 0.5837 |
| 23 | 683 | 9 | 0.8766 |

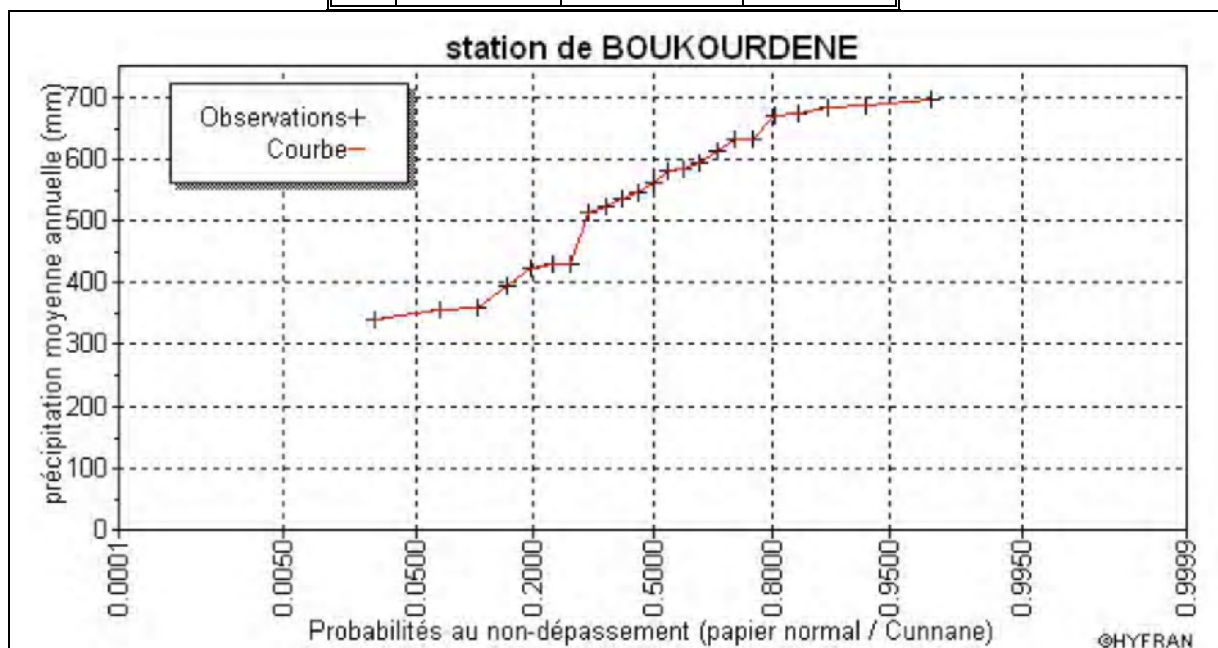


Figure IV.2.3 : L'allure des points sur du papier à probabilité.

IV.2.4. Ajustement de la série pluviométrique :

On soumet la série pluviométrique annuelle de la station retenue aux ajustements à la loi Normale, la loi log –normale.

IV.2.4.1. Ajustement a la loi normale (gauss) :

L'ajustement des séries par la loi normale appelée souvent loi de Gauss s'adapte bien avec les pluies moyennes annuelles. En effet sa fonction de répartition est de la forme

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u \text{Exp} \left(-\frac{1}{2} \frac{(x-\mu)^2}{\sigma^2} \right) dx$$

(Fréquence au non dépassement)

U est variable réduite de gauss. Elle est donnée par :

$$U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$$

La transformation $X = \bar{X} + \delta U$ est l'équation de la droite de **Henry** sur papier à probabilité gaussienne.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel **HYFRAN**. Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de **Boukourdene** sont regroupés dans le tableau

Tableau IV.2.4.1. le résultant d'ajustement par loi normale(Gauss)

| <i>station de Boukourdene</i> | | | | | |
|---|-------------|---------|------------|-------------------------------|--------|
| Résultats de l'ajustement | | | | | |
| Normale (Maximum de vraisemblance) | | | | | |
| Nombre d'observations: 23 | | | | | |
| Paramètres | | | | | |
| mu | 540.869565 | | | | |
| sigma | 116.098432 | | | | |
| Quantiles | | | | | |
| q = F(X) (probabilité au non-dépassement) | | | | | |
| T = 1/q | | | | | |
| période de retour | probabilité | XT (mm) | Ecart-type | Intervalle de confiance (95%) | |
| 10000.0 | 0.0001 | 109.09 | 69.450 | -27.06 | 245.23 |
| 2000.0 | 0.0005 | 158.82 | 62.477 | 36.338 | 281.30 |
| 1000.0 | 0.0010 | 182.06 | 59.262 | 65.888 | 298.24 |
| 200.0 | 0.0050 | 241.77 | 51.178 | 141.44 | 342.10 |
| 100.0 | 0.0100 | 270.73 | 47.376 | 177.86 | 363.61 |
| 50.0 | 0.0200 | 302.38 | 43.344 | 217.41 | 387.35 |
| 20.0 | 0.0500 | 349.86 | 37.619 | 276.11 | 423.61 |
| 10.0 | 0.1000 | 392.06 | 33.004 | 327.36 | 456.76 |
| 5.0 | 0.2000 | 443.18 | 28.336 | 387.63 | 498.73 |
| 3.3 | 0.3000 | 480.03 | 25.887 | 429.28 | 530.78 |
| 2.0 | 0.5000 | 540.87 | 24.208 | 493.41 | 588.33 |
| 1.5000 | 0.6667 | 590.83 | 25.353 | 541.12 | 640.53 |
| 1.2500 | 0.8000 | 638.56 | 28.336 | 583.01 | 694.11 |
| 1.1111 | 0.9000 | 689.68 | 33.004 | 624.97 | 754.38 |
| 1.0526 | 0.9500 | 731.88 | 37.619 | 658.13 | 805.62 |
| 1.0204 | 0.9800 | 779.36 | 43.344 | 694.39 | 864.33 |
| 1.0101 | 0.9900 | 811.01 | 47.376 | 718.13 | 903.88 |
| 1.0050 | 0.9950 | 839.97 | 51.178 | 739.64 | 940.30 |
| 1.0010 | 0.9990 | 899.67 | 59.262 | 783.50 | 1015.9 |
| 1.0005 | 0.9995 | 922.92 | 62.477 | 800.44 | 1045.4 |
| 1.0001 | 0.9999 | 972.65 | 69.450 | 836.51 | 1108.8 |

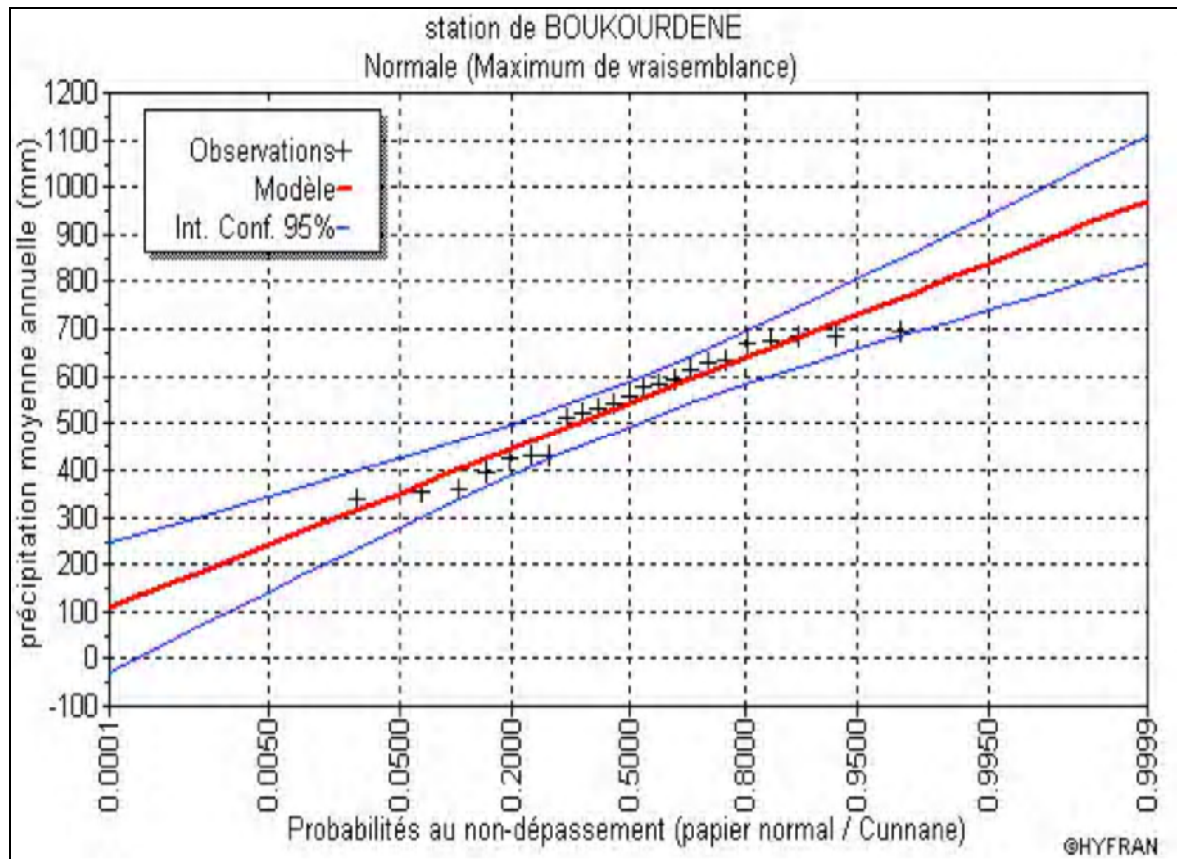


Figure IV.2.4.1 : L'allure des points sur du papier à probabilité (d'ajustement par loi normale (Gauss)).

IV.2.4.2. Ajustement à la loi log-normale (Galton) :

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de **Boukourdene** sont regroupés dans le tableau et la figure suivantes

Tableau IV.2.4.2 : le résultant d'ajustement par loi log- normale(Galton).

| <i>station de Boukourdene</i> | | | | | | |
|---|----------|-----------------------|---------|------------|-------------------------------|--------|
| Résultats de l'ajustement | | | | | | |
| Log normale (Maximum de vraisemblance) | | | | | | |
| Nombre d'observations: 23 | | | | | | |
| Paramètres | | | | | | |
| mu | 6.268959 | | | | | |
| sigma | 0.230654 | | | | | |
| Quantiles | | | | | | |
| q = F(X) (probabilité au non-dépassement) | | | | | | |
| T = 1/q | | | | | | |
| période de retour | de | probabilité empirique | XT (mm) | Ecart-type | Intervalle de confiance (95%) | |
| 10000.0 | | 0.0001 | 223.88 | 30.891 | 163.33 | 284.44 |
| 2000.0 | | 0.0005 | 247.13 | 30.675 | 187.00 | 307.27 |
| 1000.0 | | 0.0010 | 258.82 | 30.472 | 199.08 | 318.55 |
| 200.0 | | 0.0050 | 291.41 | 29.630 | 233.33 | 349.50 |
| 100.0 | | 0.0100 | 308.67 | 29.053 | 251.72 | 365.63 |
| 50.0 | | 0.0200 | 328.70 | 28.305 | 273.21 | 384.19 |
| 20.0 | | 0.0500 | 361.22 | 26.997 | 308.29 | 414.14 |
| 10.0 | | 0.1000 | 392.81 | 25.757 | 342.32 | 443.30 |
| 5.0 | | 0.2000 | 434.79 | 24.477 | 386.81 | 482.78 |
| 3.3 | | 0.3000 | 467.83 | 24.061 | 420.66 | 514.99 |
| 2.0 | | 0.5000 | 527.93 | 25.391 | 478.15 | 577.70 |
| 1.5000 | | 0.6667 | 583.01 | 29.365 | 525.44 | 640.58 |
| 1.2500 | | 0.8000 | 641.01 | 36.086 | 570.27 | 711.75 |
| 1.1111 | | 0.9000 | 709.52 | 46.524 | 618.32 | 800.73 |
| 1.0526 | | 0.9500 | 771.57 | 57.666 | 658.53 | 884.62 |
| 1.0204 | | 0.9800 | 847.90 | 73.014 | 704.77 | 991.04 |
| 1.0101 | | 0.9900 | 902.93 | 84.986 | 736.32 | 1069.5 |
| 1.0050 | | 0.9950 | 956.40 | 97.243 | 765.77 | 1147.0 |
| 1.0010 | | 0.9990 | 1076.9 | 126.78 | 828.31 | 1325.4 |
| 1.0005 | | 0.9995 | 1127.8 | 139.98 | 853.34 | 1402.2 |
| 1.0001 | | 0.9999 | 1244.9 | 171.76 | 908.15 | 1581.6 |

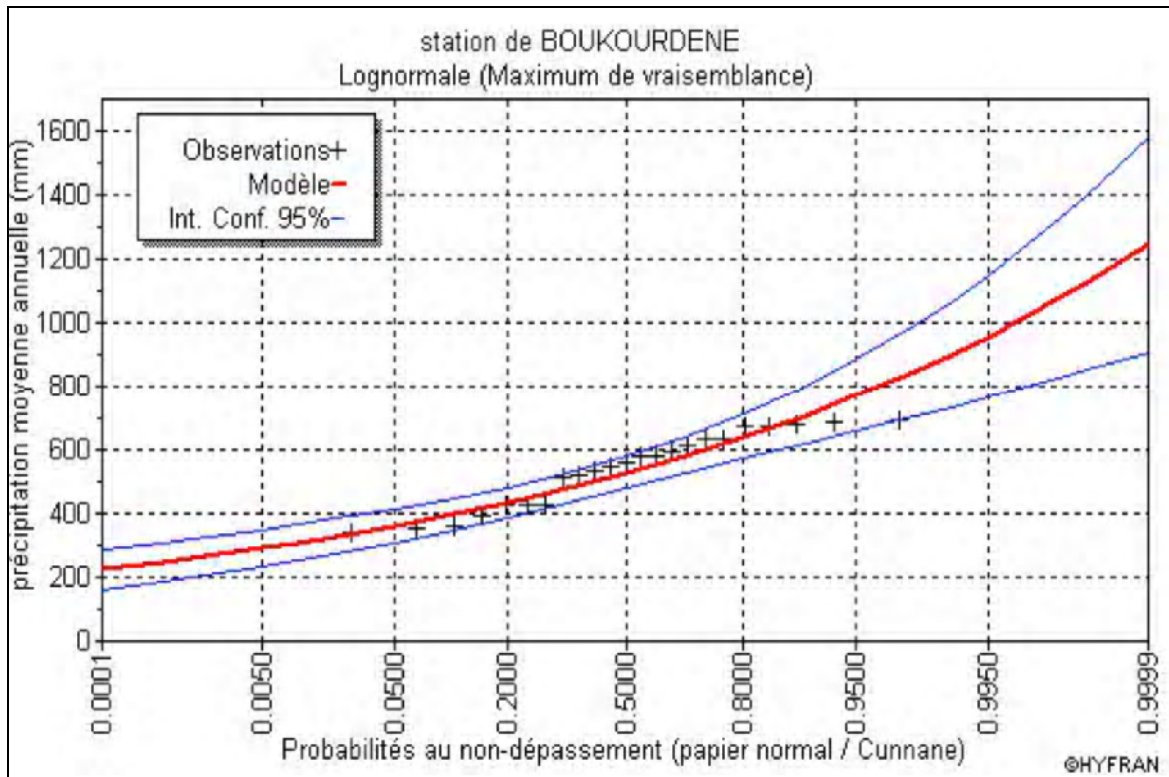


Figure IV.2.4.1 : L’allure des points sur du papier à probabilité (d’ajustement par loi log-normale(Galton)).

IV.2.5. Test de validité d’un ajustement :

La loi choisie pour ajuster la distribution statistique de l’échantillon, ne représente qu’approximativement l’échantillon étudié, l’erreur commise en adoptant une loi donnée est une erreur d’adéquation. Il convient par conséquent de comparer l’adéquation de ces lois afin d’adopter le meilleur ajustement. L’un des tests le plus employé, est le test du *Khi carré* ‘ χ^2 ’

Soit un échantillon de N valeurs, classées par ordre croissant ou décroissant à étudier, et pour le quel une loi de répartition F(X) a été déterminée.

On divise cet échantillon en un certain nombre de classe (intervalle) K contenant chacune n_i valeurs expérimentales. Le nombre V_i est le nombre théorique de valeurs sur un échantillon de N valeurs affectées à la classe i par la loi de répartition, donnée par la relation suivante :

$$v_i = N \int_{x_{i-1}}^{x_i} f(X) dX = N [F(X_i) - F(X_{i-1})]$$

f : étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique. La variable aléatoire dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l’expression suivante :

$$\chi^2_{\text{calculée}} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i}$$

n_i : nombre d'observations contenues dans la classe i .

v_i : nombre d'observations théoriques calculés dans la classe i .

$$\gamma = k - 1 - m$$

Avec :

k : nombre de classes.

γ : degré de liberté.

m : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition ; $m=2$: pour la loi de

Gumbel et Gauss.

On cherche dans la table de Pearson la probabilité de dépassement correspondante au nombre de degré de liberté, définie ci-dessus par λ . Si cette probabilité est supérieure 0,05 l'ajustement est satisfaisant.

IV.2.5.1. Test de validité de l'ajustement à la loi Normale :

Station : Boukourdene

Le test de validité de *Khi carrée* pour l'ajustement à la loi Normale est fait par le logiciel HYFRAN.

Test d'adéquation : Loi Normale

Résultats:

Khi carré = 2,87 = $\chi^2_{\text{calculée}}$

Probabilité $p(\chi^2_{\text{calculée}}) = 0,5799$

Degrés de liberté : $\gamma=4$

Nombre des classes $k=7$

IV. 2.5.2. Test de validité de l'ajustement à la loi Log-Normale :

Station : Boukourdene

Test d'adéquation : Loi log-Normale

Résultats:

Khi carré = 4,47 = $\chi^2_{\text{calculée}}$

Probabilité $p(\chi^2_{\text{calculée}}) = 0,320$

Degrés de liberté : $\gamma=4$

Nombre des classes $k=7$

Le test de *Khi* carré montre que la loi Normale présente une meilleure adéquation que la loi log Normale.

Sur la table de *Pearson* $\chi^2_{\text{théorique}} = 9,488$; pour $\alpha = 5\%$ et $\gamma=4$

Donc : $\chi^2_{\text{calculée}} < \chi^2_{\text{théorique}}$ (pour les deux lois).

L'adéquation de la loi est bonne autrement dit l'ajustement est bon pour une probabilité $1 - \alpha$ soit 95%.

Donc l'ajustement de la loi de *Gauss* aux précipitations annuelles est à considérer.

IV.2.6.Détermination de l'année de calcul :

Puisque la loi de *Gauss* est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région. la probabilité de calcul doit être prise entre 75% et 90%.

La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée souvent pour la fréquence 80 %.

L'année de calcul est obtenue en appliquant la formule suivante :

$$P_{i, 80\%} = P_{i, \text{moy}} \times \frac{P_{80\%}(\text{annuelle})}{P_{50\%}(\text{annuelle})}$$

D'après le : **Tableau IV.2.4.1 : le résultant d'ajustement par loi normale(Gauss)**

On a trouvé:

$$\begin{cases} P_{80\%}=443,18\text{mm} \\ P_{50\%}=540,87\text{ mm} \end{cases}$$

Le rapport $(P_{80\%}/ P_{50\%})=0,819$

Donc le tableau de l'année de calcul est représenté dans le tableau suivant :

Tableau IV.2.6: la précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.

| Mois | Sept | Oct. | Nov. | Déc. | Jan | Fév. | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil. | Aout | Tot |
|---------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|
| <i>P(mm)</i> | 32,6 | 41,2 | 81,34 | 83,04 | 72,42 | 61,07 | 55,2 | 53,1 | 33,1 | 4,80 | 1,88 | 2,57 | 522 |
| <i>P_{i, 80%}</i> | 26,7 | 33,7 | 68,01 | 65,2 | 59,3 | 50,0 | 45,2 | 43,5 | 27,1 | 3,9 | 1,5 | 2,1 | 427,5 |

Conclusion :

Au cours de ce chapitre, nous pouvons conclure que :

- La zone étudiée caractérisée par une pluie moyenne annuelle est de **522mm**, la pluie de 80% est de l'ordre de **443,18 mm**, la pluie de 50% est de l'ordre de **540,87 mm**.

D'après le (**Tableau IV.2.6: Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul**) on déduit que l'année de calcul est caractérisée par :

- Une saison humide qui dure huit (8) mois (d'octobre à mai) où la pluviométrie atteint 90% des précipitations moyennes annuelles avec des maximums répartis entre Janvier et février.
- Une saison sèche de quatre (4) mois (Juin à Septembre) avec des minimums en Juillet et Août.

Chapitre V

Chapitre V

Les besoins en eau du périmètre irrigué

Introduction :

Cette étude présente a pour but d'estimation les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que : les conditions climatiques, cultures envisageables, systèmes agronomiques, l'intensité culturale, potentialités des sols, l'eau disponible, fertilité des sols, pratique culturale et méthodes d'irrigation.

La détermination des besoins en eau est s'exprimé par le phénomène d'évapotranspiration.

V.1.Les besoins en eau d'une culture :

Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme dose apportée à la plante dans des moments propices, afin de mettre celle-ci dans les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal.

L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique. Pour cela on définit :

V.1.1. Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC):

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Le plus souvent, elle est inférieure à l'évapotranspiration de référence (**ETO**), puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation.

Donc, c'est l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions : agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales, donnée par l'expression ci-dessous

$$ET_{CLTURE} = K_C * ET_0$$

Avec :

K_C : Représente le coefficient culturale, dépendant du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

Pour mieux rationaliser la ressource, nous calculeront l'évapotranspiration de culture " ET_{culture} ", après avoir déterminé les coefficients culturaux " K_C ".

V.1.2. Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence:

C'est l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau où le sol est à sa capacité de retentions, autrement dit c'est la limite maximale de l'évapotranspiration.

Donc pour mieux prédire l'évapotranspiration, on a introduit une valeur de référence que l'on définit comme étant le taux d' l'évapotranspiration d'une surface du Gazon vert, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau.

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration de référence, les plus utilisées, sont :

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

En ce qui concerne notre étude, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel *CROPWAT* version 8, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de *Penman et Monteith* modifiée.

V.1.3. Méthode de PENMAN ET MONTEITH modifiée :

En Angleterre, précisément en 1948, A proposé une étude théorique 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 considération 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 faible humidité.

Pour cela, nous adaptons la nouvelle formule de **Penman&Montheit** modifiée, qui prenne en compte l'effet du paramètre vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent comptent des conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

L'expérience a montrée 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 chaude et semi-aride. La formule de **Penman&Montheit**, modifiée, se présentant comme suite :

$$ET_0 = C * [W * Rn + (1 - W) * F(u) * (ea - ed)]$$

Où:

ET_0 : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm/jour.

W : Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

Rn : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/jour.

$F(u)$: Fonction liée au vent.

ea : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

ed : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence $(ea - ed)$ constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Dans le tableau **V.1.3**, nous représentons l'évapotranspiration de référence ET_0 , calculée à l'aide du logiciel **CROPWAT. 8**, selon la formule de **Penman&Monteith**, modifiée.

Tableau V.1.3: Evapotranspiration de référence selon la méthode Penman&Monteith.

| Station: Boukourdene Latitude: 02°17'59''N Longitude: 36°32'18''E Altitude=100m | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|----------|---------|------------|-------------------------|---------|
| Mois | Temp Min | Temp Max | Humidité | Vent | Insolation | Ray. | ETo |
| | °C | °C | % | km/jour | heures | MJ/m ² /jour | mm/jour |
| Janvier | 6.3 | 16.8 | 74 | 122 | 5.4 | 16.9 | 2.61 |
| Février | 6.7 | 17.2 | 69 | 102 | 6.2 | 18.8 | 2.85 |
| Mars | 9.2 | 19.4 | 68 | 115 | 7.4 | 21.1 | 3.36 |
| Avril | 9.7 | 20.6 | 69 | 115 | 8.1 | 21.7 | 3.46 |
| Mai | 13.0 | 25.4 | 68 | 110 | 8.6 | 21.4 | 3.77 |
| Juin | 17.5 | 28.0 | 75 | 111 | 10.0 | 22.7 | 4.12 |
| Juillet | 19.8 | 32.1 | 78 | 137 | 10.6 | 23.9 | 4.80 |
| Août | 20.3 | 34.4 | 77 | 96 | 9.8 | 23.7 | 5.12 |
| Septembre | 16.3 | 29.6 | 77 | 113 | 8.4 | 22.3 | 4.53 |
| Octobre | 13.3 | 26.7 | 80 | 104 | 7.2 | 20.3 | 3.86 |
| Novembre | 10.3 | 20.7 | 75 | 102 | 5.5 | 17.1 | 3.01 |
| Décembre | 8.1 | 17.0 | 74 | 106 | 5.0 | 16.0 | 2.57 |
| Moyenne | 12.5 | 24.0 | 74 | 111 | 7.7 | 20.5 | 3.67 |

V.1.4. La pluie efficace:

Pour tenir compte des pertes, le programme **CROPWAT.8**, nous permettra de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, ...etc.

Les valeurs de précipitations de probabilité de 80% (P80%) et la pluie efficace (Peff) sont regroupées dans le tableau ci-après

Tableau V.1.4: Les précipitations efficaces dans la zone d'étude.

| mois | Pluie mm | Pluie eff.mm |
|----------|-------------|-----------------|
| Janvier | 59.3 | 53.7 |
| Février | 50.0 | 46.0 |
| Mars | 45.2 | 41.9 |
| Avril | 43.5 | 40.5 |
| Mai | 27.2 | 26.0 |
| Juin | 3.9 | 3.9 |
| Juillet | 1.5 | 1.5 |
| Août | 2.1 | 2.1 |
| Octobre | 33.7 | 31.9 |
| Novembre | 66.6 | 59.5 |
| Décembre | 65.2 | 58.4 |
| Total | 424.9 | 390.9 |

V.1.5.Efficience de l'irrigation:

L'efficience d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation.

La différence entre les deux volumes indique les pertes.

La formule utilisée pour l'estimation de l'efficience d'un réseau d'irrigation est donnée par l'expression suivante:

$$E_i = E_t \cdot E_d \cdot E_u$$

Avec:

E_i : Efficience d'irrigation en (%)

E_t : Efficience de transport (%)

E_d : Efficacité de type de distribution en (%)

E_u : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation exacte des pertes est très difficile et même presque impossible, suite des multiples variables qui interviennent.

On considère une efficacité globale, produit entre les trois efficacités décrites ci-dessus égalé à 0,75 (irrigation sous pression)

V.3.L'occupation des sols et le choix des cultures:

Avant d'évaluer les besoins en eau des cultures de la zone d'étude, il faut d'abord définir l'occupation et la répartition culturelle dans le périmètre, en tenant compte des différentes contraintes (d'ordre climatique, social, agro-pédologique).

Le choix des cultures à mettre en place doit concilier entre les critères suivant

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturelle des sols basée sur l'étude pédologique.

Pour l'établissement du calendrier culturel adaptable aux diverses conditions du périmètre d'étude périmètre de *Tipaza*, nous avons tenu compte :

- De la vocation agro-alimentaire de la région.
- Du choix des services agricoles de la wilaya qui tendent vers la diversification et l'intensification des cultures pratiquées dans la région.
- D'un aperçu sommaire sur les qualifications de la main d'œuvre actuelle dans la conduite des cultures envisagées.
- Des disponibilités des moyens de production.
- De la demande commerciale traduisant les profils des agriculteurs.

Les cultures retenues doivent présenter une combinaison harmonieuse entre elles afin de bien conditionner la réussite technique et financière de notre système de culture. Pour notre périmètre les cultures qu'impose par l'administration sont les suivants :

V.3.1.La céréaliculture:

La superficie cultivée en céréales est la plus importante, elle occupe 29,82 % de la surface totale enquêtée et cultivée. Les agriculteurs pratiquent le plus souvent la culture de blé dur, soit environ 68% de la surface emblavée. Le reste de la superficie est cultivée en orge. (Voir tableau V.3).

Les céréales qui constituent une denrée de large consommation, sont menées en extensif, en effet elles sont pratiquées en sec.

Les céréales sont cultivées en tête d'assolement, elles sont semées dès les premières pluies du mois d'octobre à novembre.

V.3.2.Cultures fourragères:

Les cultures fourragères s'étendent sur une superficie de 121 Ha. Les fourrages verts plus nutritifs et plus énergétiques, tel que le bersim, luzerne, sorgho, maïs, ne sont pas pratiqués d'une part et d'autre part l'élevage bovin est quasiment absent dans les exploitations. Elles sont cultivé au moite du mois Avril, Et reste du mois Aout.

V.3.3.Arboriculture:

L'arboriculture fruitière est plus ou moins développée, elle a été diversifiée ces dernières années grâce au programme *FNRDA* (Fond National de Régulation et de Développement Agricole), les agriculteurs ont procédé à la création de nouveaux vergers des espèces à pépins à noyau, à la vigne et aux agrumes

L'occupation du sol par l'arboriculture toutes espèces confondues est de 172,46 Ha.

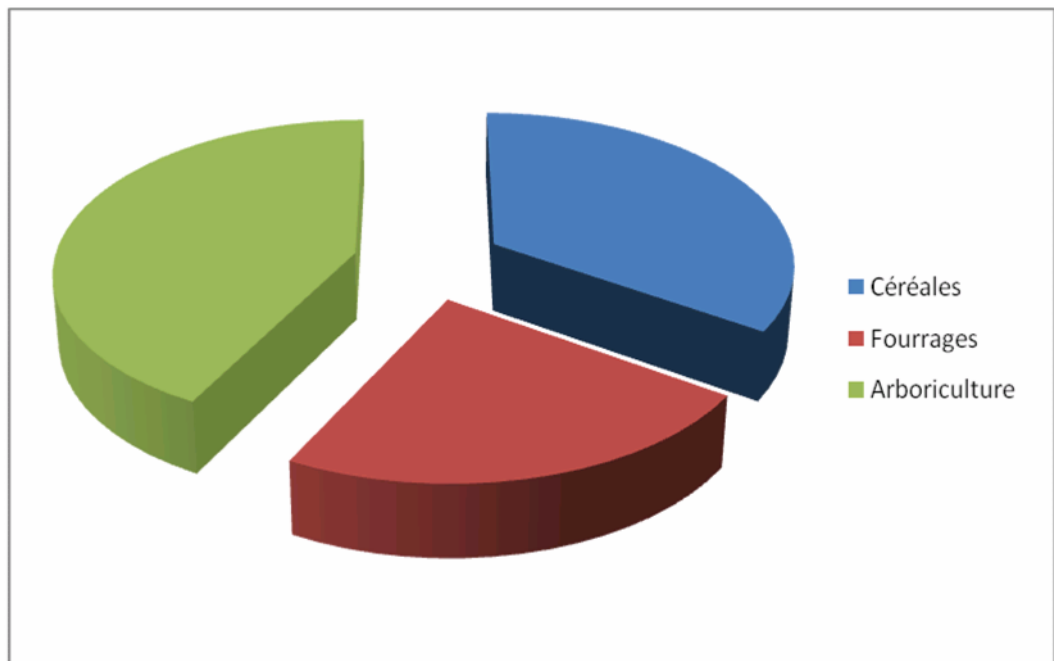
Parmi les espèces fruitières rencontrées nous citons, l'oranger et le citronnier comme agrumes et le pêcher prunier abricotier et le pommier pour les autres espèces.

La répartition de l'arboriculture dans la zone d'étude est de : 11 % pour les espèces à noyau et à pépins, 49 % de vigne avec les variétés cardinal dattier, 40 % d'Agrumes (voir tableau **V.3**).

L'irrigation de l'arboriculture dans la zone d'étude est faible, les agriculteurs qui irriguent apportent quelques doses d'appoint.

Tableau V.3: surface occupée par les différentes cultures.

| Type des Cultures | Surface occupée (ha) |
|-------------------|----------------------|
| Céréales | 208,7 |
| Blé | 123,1 |
| Orge | 85,6 |
| Fourrages | 140,93 |
| Maïs fourrager | 80,465 |
| Sorgho fourrager | 60,465 |
| Arboriculture | 257,54 |
| Agrumes | 72 |
| Vignes | 62,5 |
| Pêcher | 42,22 |
| Pommier | 42,22 |
| Olivier | 38,6 |
| surface total | 607,05 |

**Figure V.3 :** occupation du sol.

V.4.Détermine les Besoins en eau des cultures :

Suivant le calendrier cultural, l'appréciation des besoins en eau des cultures par le logiciel *CROPWAT*, nécessite l'introduction des renseignements suivants :

- Durée en phase de croissance des plantes (en jour) : initiale, mi-saison, développement et récolte.
- Coefficients culturaux (K_C) : pour chaque culture et pour chaque son phase de croissance.
- Profondeur de d'enracinement(P) en (mètre) : pour les deux phases (initial, plein développement)
- Tariessement admissible(p) du sol, exprime en fraction d'humidités totales disponibles.
- Coefficients de réponse du rendement : pour estime la production dues au stress hydrique, ce coefficient définie pour chaque phase de croissante.

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = ETP - (P_{eff} + RFU) \dots\dots\dots (A)$$

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

E.T.P : évapotranspiration (mm / jour)

RFU : réserve facilement utilisable

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}).D_a.Z \dots\dots\dots(B)$$

Y : degré de tariessement

Da : densité apparente

Z : profondeur d'enracinement mm

H_{cc} : humidité à la capacité au champ

H_{pf} : humidité au point de flétrissement

P_{eff} : pluie efficace

Nous opterons pour la formule la plus utilisée qui est $P_{eff}=a \cdot P_{net}$

a : étant un pourcentage de 80.

Pour le calcul des besoins en eau des cultures, nous avons émis l'hypothèse suivante :

- ◆ L'irrigation est fait lorsque $B > 0$ (bilan hydrique) d'après la formule (A)
- ◆ La texture du sol étant medium
- ◆ la valeur de la réserve utile étant variable selon la profondeur d'enracinement de la plante. Il est calculé par logiciel **CROPWAT**.
- ◆ Taux d'infiltration maximum de l'eau de 40 mm/jour (sol texture moyenne)
- ◆ ETM : évapotranspiration maximales de la culture, elle sera calcule par la formule ci-après :

$$ETM = K_C \cdot E_{To} \text{ ; (mm/j} \dots\dots\dots \text{) (C)}$$

Avec:

K_C : Représente le coefficient cultural, dépendant du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

E_{To} : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm/jour.

Le résultat de calcul des différents cultures est résumé dans les tableaux suivants:

Tableau V.4.A: Besoins en eau des cultures en mm (1^{ème} assolement).

| Désignation | Surface occupée(Ha) | Besoins mensuel Mois | | | | | | | | | | | | Total |
|------------------|---------------------|----------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | Jt | A | |
| Blé | 123,1 | | | 0 | 13,8 | 46,3 | 34,7 | 43,36 | 23,5 | 110,1 | 169,7 | | | 441,46 |
| Orge | 85,6 | | 3,4 | 7,5 | 37,3 | 28,2 | 17 | 34,4 | 82,4 | 85,9 | 12,6 | | | 308,7 |
| Maïs fourrager | 80,465 | | | | | | | | 0,4 | 35,3 | 131,7 | 174,3 | 107,3 | 449 |
| Sorgho fourrager | 60,465 | 40,2 | | | | | | | | 10,5 | 66,3 | 143,9 | 145,8 | 406,6 |
| Total | 607,4 | 40,2 | 3,4 | 7,5 | 51,1 | 74,5 | 51,7 | 77,76 | 106,3 | 241,8 | 380,3 | 318,2 | 253,1 | 1605,8 |

Tableau V.4.B: Besoins en eau des cultures en mm (2^{ème} assolement).

| Désignation | Surface occupée(Ha). | Besoins mensuel Mois | | | | | | | | | | | | Total |
|--------------|----------------------|----------------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | Jt | A | |
| Agrumes | 72 | 73,6 | 56,1 | 11,1 | 4,7 | 9,6 | 15,4 | 33,1 | 34 | 54,5 | 77,8 | 95,8 | 107 | 572,7 |
| Vignes | 62,5 | 32,8 | 20,5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 43,1 | 50,7 | 74 | 98,6 | 117,1 | 84,7 | 526,5 |
| Pêcher | 42,22 | 37,6 | 20,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19,9 | 80,7 | 120,7 | 154,8 | 127,8 | 561,9 |
| Pommier | 42,22 | 76,4 | 54,1 | 7,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,6 | 73,4 | 90,9 | 106,2 | 412,7 |
| Olivier | 38,6 | 37,6 | 20,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19,9 | 80,7 | 120,7 | 154,8 | 127,8 | 561,9 |
| Total | 607,4 | 258 | 172 | 18,2 | 4,7 | 9,6 | 20,4 | 76,2 | 124,5 | 294,5 | 491,2 | 613,4 | 553,5 | 2635,7 |

Les besoins en eau d'irrigation des cultures envisageables pour le périmètre qui irrigué à partir les stations d'épuration **Hadjout** et **Tipaza** sont reportés dans l'annexe, le tableau suivant récapitule les résultats.

Tableau V.4.B : récapitulatif des besoins totaux en eau pour toute la surface de la culture.

| <i>Cultures</i> | <i>Surface occupée</i> | <i>besoins nets (m3)</i> | <i>Efficiencie</i> | <i>Besoins bruts (m3)</i> |
|-----------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------|
| Céréales | | | | |
| Blé | 123,1 | 407577,95 | 0.75 | 543437,26 |
| Orge | 58,0 | 198185,40 | 0.75 | 264247,2 |
| Fourrages | | | | |
| Maïs fourrager | 60,5 | 270965,89 | 0.75 | 361287,85 |
| Sorgho fourrager | 60,5 | 184388,02 | 0.75 | 245850,69 |
| Arboriculture | | | | |
| Agrumes | 60,4 | 284310,00 | 0.75 | 379080 |
| Vignes | 43,1 | 263390,63 | 0.75 | 351187,5 |
| Pêcher | 25,9 | 130681,46 | 0.75 | 174241,94 |
| Pommier | 25,8 | 177925,64 | 0.75 | 237234,18 |
| Olivier | 17,2 | 152421,75 | 0.75 | 203229 |
| Besoins en eaux totaux (m3) | | 2069846,72 | | 2759795,62 |

D'après le tableau précédente les besoins en eau pour l'irrigation de note périmètre sont estimés à environs 2,80Hm³.

Conclusion :

L'irrigation de notre périmètre est un apport complémentaire du fait que les précipitations ne couvrent qu'une partie des besoins en eau des cultures, elles sont estimées à 390,9mm qui équivalent 3909 m³/Ha. Et pour la surface totale de notre périmètre sont estimés à 2,54Hm³. C'est à dire que les précipitations couvrent à 70% des besoins en eau de notre périmètre.

Le volume estimé des besoins en eau de notre périmètre est de 2,80Hm³, une partie de ce volume peut être produite à partir de deux STEP de **Hadjout** et de **Tipaza**.

Chapitre VI

Chapitre VI

Réseau de distribution

Introduction :

Dans ce chapitre nous allons dimensionner le réseau collectif de la distribution d'eau est essentiellement constitué par la conduite enterrées gravitaire qui livrant l'eau aux différentes exploitations agricoles par l'intermédiaire des bornes (prises) d'arrosages.

Le développement de ce réseau de desserte par la conduite gravitaire est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement à la généralisation des méthodes d'irrigation modernes.

C'est dans ce contexte que notre attention dans ce chapitre s'est accentuer sur l'optimisation du réseau de desserte d'irrigation sous pression.

VI.1. Description du schéma de distribution :

Le principe de distribution de cette variante consiste à projeter d'un bassin de stockage, le bassin en terre a pour rôle de stocker les volumes excédentaires des eaux épurées produites par les deux STEP de **Hadjout** et de **Tipaza** a pour combler le déficit d'eau des besoins d'irrigation constaté de Juin à Juillet de l'année. Ce bassin, situé à l'extérieur du périmètre d'étude (à l'Est), facilement accessible par route (RN 67) et pistes et calé à la côte 215 mNGA, emmagasine la totalité du volume à stocker. Le

Tableau VI.1.A: Caractéristiques du Bassin de stockage.

| Coordonnées du bassin (X-Y) (Km) | Côte de terrain (m NGA) |
|-------------------------------------|----------------------------|
| 451,633 - 404,575 | 215 |

Tableau VI.1.B : Calcul du volume stockage nécessaire (m3)

| Mois | Sept | Oct. | Nov. | Déc. | Janv. | Févr. | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil. | Août | total |
|--------------------------|----------|--------|--------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|-----------|----------------|
| Besoin du périmètre (m3) | 181126,7 | 106234 | 15610 | 33892,9 | 51082,3 | 43793,5 | 93515,3 | 140188 | 325749 | 529349 | 566097 | 489928,84 | 2773050 |
| Volume produit (m3) | 414518 | 409098 | 412364 | 408364 | 489540 | 494401 | 559674 | 509990 | 474361 | 422694 | 415349 | 410257 | 5420610 |
| Déficit/surplus (m3) | 233391,3 | 302864 | 396754 | 374471 | 438458 | 450607 | 466158,7 | 369802 | 148612 | -106655 | -150748 | -79671,84 | 2647560 |
| Bilan cumulé (m3) | 233391,3 | 536255 | 933009 | 1307480 | 1745938 | 2196545 | 2662704 | 3032506 | 3181118 | 3074463 | 2923715 | 2844043,5 | 2647560 |
| Cumul de stockage (m3) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -106655 | -257403 | -337074,7 | -701133 |

Stockage nécessaire (m3) : 701133/Année.

VI.2.Choix Du Trace :

Pour le choix du tracé de la conduite de distribution il sera tenu compte de certain impératif que l'on s'efforcera dans la mesure du possible de respecter :

- puisque la conduite de distribution est gravitaire, il est recherché sur la pente la plus importante.
- Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes.
- Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible.
- Eviter les forêts, bois et zones marécageuses ;
- Eviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,...).

VI.3.La Méthodologie de dimensionnement :

Pour objectif la détermination de diamètre de la conduite de desserte et sa longueur, ce traitement a été basé sur les éléments et les hypothèses suivants :

- Le tracé du réseau (la longueur de chaque tronçon).
- Le débit à transiter sur chaque tronçon.
- La surface des îlots desservis par le tronçon.
- Les pertes de charges totales dans le tronçon.
- Les conditions limites aval ; la charge minimum à assurer aux bornes.
- Les conditions limites amont ; la cote charge disponible à l'entrée du réseau.
- Les côtes de terrain naturel des bornes.

Par ailleurs, nous avons déterminé les diamètres de la conduite principale de distribution et les conduites de traction, en tenant compte des coûts : de l'investissement des tronçons, des charges d'exploitation (entretien et renouvellement), des équipements hydrauliques et électriques.

VI.4. Calcul des débits a transité par le réseau collectif :

Les conditions de la desserte envisagée préalablement fixées : plan de bornage, pression à délivrer, modalité d'utilisation des prises et le tracé du réseau, les débits à transiter par chaque tronçon doivent être définis ensuite

VI.4.1. Débit fictif continu ou le débit spécifique :

Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale et des besoins de lessivage. Ce débit spécifique est défini par la formule [VI.4.1] et permettront de déterminer les débits à la parcelle et à l'entête de l'entité d'étude.

$$qs = \frac{B_m}{T * t * 3,6 * K} \text{ en}(l / s / ha) \text{ ----- [VI.4.1]}$$

Tels que :

B_m : Besoins mensuels de mois de pointe m^3/Ha .

T : Temps d'irrigation par jour $\approx 20h/j$.

t : Durée d'irrigation en jours =30jours.

K : Coefficient d'efficiencce globale du système d'irrigation $\approx 0,75$.

Calcul du débit spécifique:

➤ Pour le 1^{em}e assolement :

$$qs = \frac{1697}{20 * 30 * 3.6 * 0.75} = 1.05 l / s / ha$$

➤ Pour le 2^{em}e assolement :

$$qs = \frac{1548}{20 * 30 * 3.6 * 0.75} = 0.96 l / s / ha$$

Les débits spécifiques pour les deux assolements sont inférieur à 1,5 l/s/Ha donc le choix reste valable.

VI.4.2. Débit aux bornes :

Le calcul de débit des bornes se fait de détermine la superficie occupée par ce borne et le choix de débit spécifique valable, pour ce la on appliquant la loi de débit.

$$Q = q_1 * S \quad \text{Si} \quad S \leq S_0$$

$$Q = q * S; \quad q = \left(\frac{S_1 - S}{S_1 - S_0} * (q_0 - q_1) \right) + q_1 \quad \text{Si} \quad S_0 < S < S_1$$

$$Q = q_0 * S \quad \text{Si} \quad S \geq S_1$$

Avec:

S: surface desservie par la borne (ha).

S₀ : surface moyenne des ilots type. (S₀ = 8,7ha).

S₁ : surface alimentée par la plus grande branche (S₁ = 25,6ha).

q₀: débit spécifique de modèle plus exigeant (l/s/ha).

q₁: débit spécifique moyen du périmètre pendant le mois de pointe (l/ s/ ha).

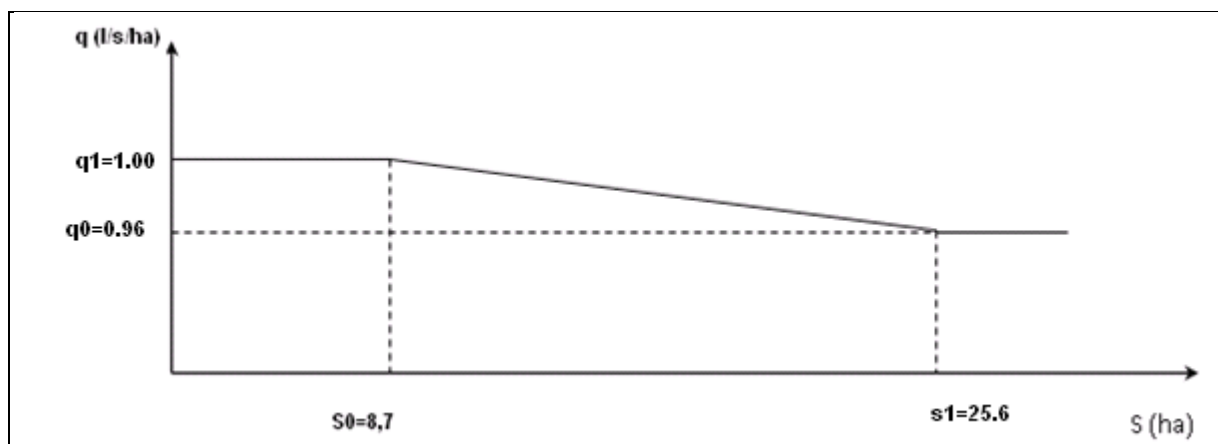


Figure VI.4.2: Représentation graphique de la loi de débit.

Le calcul de débit des bornes est résumé dans le tableau ci-après :

Tableau VI.4.2 : calcul de débit des bornes

| surface d'ilot (Ha) | N° de la borne | nbre de prise | Débit de borne |
|---------------------|----------------|---------------|----------------|
| 0,036 | B1 | 2 | 0,236 |
| 0,2 | | | |
| 0,42 | B2 | 2 | 0,50 |
| 0,05 | | | |
| 14,2 | B3 | 2 | 24,58 |
| 9,64 | | | |
| 5,8 | B4 | 2 | 8,72 |
| 3,34 | | | |
| 1,81 | B5 | 2 | 7,94 |
| 5,83 | | | |
| 3,62 | B6 | 1 | 3,7 |
| 6,27 | B7 | 2 | 12,13 |
| 6,22 | | | |
| 0,092 | B8 | 1 | 0,095 |
| 0,088 | B9 | 1 | 0,09 |
| 0,16 | B10 | 2 | 0,28 |
| 0,11 | | | |
| 0,019 | B11 | 2 | 0,20 |
| 0,18 | | | |
| 1,06 | B12 | 1 | 1,10 |
| 0,0195 | B13 | | 0,020 |
| 0,2 | B14 | 2 | 0,40 |
| 0,19 | | | |
| 0,12 | B15 | 1 | 0,12 |
| 9,2 | B16 | 1 | 8,78 |
| 3,6 | B17 | 1 | 3,74 |
| 0,085 | B18 | 2 | 0,41 |
| 0,31 | | | |
| 12,61 | B19 | 1 | 12,26 |
| 0,67 | B20 | 1 | 0,69 |
| 3,88 | B21 | 1 | 4,04 |
| 0,2 | B22 | 1 | 0,21 |
| 1,38 | B23 | 2 | 4,90 |
| 3,34 | | | |
| 20,81 | B24 | 2 | 23,84 |
| 2,4 | | | |
| 9,25 | B25 | 2 | 9,85 |
| 1,01 | | | |

Suite de tableau VI.4.2

| | | | |
|-------|-----|---|-------|
| 7,8 | B26 | 2 | 19,32 |
| 11,4 | | | |
| 5,8 | B27 | 1 | 6,03 |
| 8,5 | B28 | 2 | 15,31 |
| 7,01 | | | |
| 15,92 | B29 | 1 | 15,75 |
| 9 | B30 | 2 | 22,27 |
| 12,83 | | | |
| 17,8 | B31 | 2 | 26,98 |
| 10,31 | | | |
| 14,2 | B32 | 2 | 25,65 |
| 10,57 | | | |
| 7,36 | B33 | 2 | 16,76 |
| 9,5 | | | |
| 10,63 | B34 | 2 | 18,75 |
| 8,05 | | | |
| 9,6 | B35 | 2 | 15,41 |
| 6 | | | |
| 10,84 | B37 | 2 | 25,33 |
| 15,55 | | | |
| 5,3 | B38 | 1 | 5,51 |
| 3,4 | B39 | 1 | 3,53 |
| 12,15 | B40 | 2 | 25,63 |
| 12,6 | | | |
| 15,03 | B41 | 2 | 22,50 |
| 7 | | | |
| 4,4 | B42 | 2 | 10,44 |
| 6,44 | | | |
| 2,5 | B43 | 2 | 4,57 |
| 1,9 | | | |
| 9,6 | B44 | 2 | 20,89 |
| 11 | | | |
| 2,31 | B45 | 2 | 11,93 |
| 9,98 | | | |
| 0,092 | B46 | 2 | 12,52 |
| 12,77 | | | |
| 4,8 | B47 | 1 | 4,50 |

VI.4.3 Débit caractéristique :

Le calcul de débit caractéristique permet de définir le débit maximum que le système de desserte aura à fournir pour l'irrigation de périmètre, déterminé en multipliant le débit spécifique par la surface agricole totale, voir formule :

$$Q = q * F$$

Avec :

Q : Débit caractéristique en (l/s).

q : Débit spécifique de pointe du modèle le plus exigeant en (l/s/ha).

F : Surface agricole totale en (ha).

Calcul de débit caractéristique :

$$Q = 1,04 \times 607,4 = 631,8 \text{ (l/s)}$$

Alors notre débit de consommation journalier est : **54578,53 m³/j**

VI.5. Dimensionnement de la conduite gravitaire :

Après de détermine les différentes débits caractéristiques, nous procéderons ensuite à la détermination des diamètres des différentes tronçons. Pour ce la Il existe de nombreuses méthodes adéquates aux contraintes techniques du problème. Parmi ces méthodes on a la méthode de M^f Labye, cette méthode est plus adoptée dans le cadre de notre projet, Qui tient compte des conditions suivantes :

VI. 5.1. Matériaux de construction des canalisations :

Les matériaux de conduites sont choisis sur la base de la disponibilité dans le marché local et de leur production en Algérie, ce qui a conduit donc à prendre le **PEHD** (polyéthylène à haute densité) pour les conduites dont le diamètre est inférieur ou égal à 500 mm et inférieur à 25 Bars, et la fonte pour les conduites dont le diamètre est supérieur ou égal à 600 mm.

VI.5.2. La perte de charge :

Les pertes de charge linéaires dépendent, pour un tronçon donné:

- Du diamètre 'D' de la conduite (ici, diamètre nominal DN),
- Du débit 'Q' (ici, débit de dimensionnement),
- De la rugosité hydraulique 'k', exprimée en mm,
- De la longueur du tronçon.

Les pertes de charge linéaires ΔH_{lin} se calculent par la formule de *Colebrook* comme suite:

$$\Delta H_{lin} = \lambda \cdot (L \cdot v^2 / 2g D)$$

Les valeurs du coefficient de perte de charge linéaire lambda (λ) dépendent du nombre de *Reynolds* Re :

$$Re = v D / \nu$$

Le coefficient lambda est obtenu par la formule de **NIKURADZE**:

$$\lambda = [1,14 - 0,86 \cdot \ln \frac{K}{D}]^{-2} \quad (Re > 2000).$$

Ou :

λ : Coef. De perte de charge.

D : diamètre de la conduite [m].

L : longueur de la conduite [m].

V : vitesse moyenne [m/s].

G : accélération = 9,81 [m/s²].

k : rugosités de la conduite [m]. Ce coefficient est égal :

$$\begin{cases} 0,025 \text{ mm} & \text{pour les conduites } \mathbf{PEHD} \\ 0,5 \text{ mm} & \text{pour les conduites en } \mathbf{Fonte}. \end{cases}$$

Re : nombre de *Reynolds*.

ν : viscosité cinématique de l'eau à 10°C [$1,3 \times 10^{-6}$ m²/s].

Les pertes de charge singulières sont considérées comme des fractions de pertes de charge linéaires :

$$\Delta H_{sin} = 0,05 \div 0,15 \Delta H_{lin}$$

VI.5.3. La vitesse admissible:

La fixation d'un seuil minimum de vitesse admissible dans les conduites, ne correspond pas véritablement à un impératif technique et n'a pour objectif, que l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum envisagé, pour transiter un débit donné. Ceci nous permettra d'accélérer le calcul d'optimisation. Par contre, la fixation d'un seuil maximum de vitesse tolérée correspond à un compromis entre :

- La recherche d'économie sur le coût d'investissement.
- Les risques entraînés par les coups de béliers éventuels et le coût de la protection anti-bélier qui en résulterait. Voir tableau **VI.5.3**

Tableau VI.5.3: vitesses admissibles en fonction des diamètres

| Diamètre mm | Seuils des vitesses admissibles m/s | |
|----------------|--|-----------------|
| | Vitesse maximum | Vitesse minimum |
| 100 | 0,2 | 1,8 |
| 125 | 0,25 | 1,85 |
| 150 | 0,25 | 1,95 |
| 200 | 0,35 | 2,0 |
| 250 | 0,4 | - |
| 300 | 0,4 | - |
| 350 | 0,4 | - |
| 400 | 0,5 | - |
| 500 | 0,5 | - |
| 600 | 0,5 | - |
| 700 | 0,5 | - |
| 800 | 0,5 | - |
| 900 | 0,5 | - |

Suite de tableau VI.5.3

| | | |
|------|-----|-----|
| 1000 | 0,5 | - |
| 1100 | 0,5 | - |
| 1250 | 0,5 | - |
| 1500 | 0,5 | - |
| 2000 | 0,5 | 2,0 |

VI.5.4. Diamètre:

Le choix du diamètre des conduites est effectué de façon à ce que la vitesse d'écoulement dans les canalisations soit admissible et comprise entre : 0,2 à 2,00 m/s, et cela, afin de ne pas provoquer certaine contrainte d'ordre technique : risque de coups de bélier violents lors des changements brusques du régime d'écoulement ou difficulté d'alimenter correctement les points à desservir.

Après avoir fixé les vitesses d'écoulement, le diamètre sera choisi de façon à ce que les pertes de charges dans le tronçon de desserte gravitaire doivent avoir une valeur qui permettra d'assurer une pression suffisante pour le bon fonctionnement des équipements d'irrigation prévus.

Le calcul hydraulique est résumé dans les tableaux suivants.

Tableau VI.5.4: Calcul hydraulique de la conduite de gravitaire.

| Tronçon | | Longueur L (m) | Débit Q (m ³ /s) | Diamètre (mm) | | Vitesse V (m/s) | Perte Charge HP(m) | Cote T.N (m) | | Cote Piezo (m) | | Charge (m.c.e) | |
|---------|------|-------------------|--------------------------------|---------------|-----------|--------------------|--------------------------|-----------------|-------|-------------------|-------|----------------|-------|
| Début | Afin | | | Calculé | Normalisé | | | Amont | Aval | Amont | Aval | Amont | Aval |
| N8 | B33 | 42 | 0,0185 | 153,47 | 200 | 1,00 | 0,776 | 132,0 | 148,5 | 172,8 | 188,5 | 40,78 | 40,00 |
| B30 | N8 | 246 | 0,152 | 446,79 | 500 | 0,97 | 0,382 | 134,4 | 132,0 | 174,8 | 172,8 | 40,39 | 40,78 |
| B29 | B30 | 246 | 0,188 | 450,51 | 450 | 1,18 | 0,537 | 146,7 | 134,4 | 186,6 | 174,8 | 39,86 | 40,39 |
| N7 | B29 | 395 | 0,198 | 554,61 | 600 | 0,82 | 0,346 | 149,4 | 146,7 | 188,9 | 186,6 | 39,51 | 39,86 |
| B27 | N7 | 184 | 0,237 | 592,50 | 600 | 0,86 | 0,190 | 144,9 | 149,4 | 184,6 | 188,9 | 39,70 | 39,51 |
| B26 | B27 | 230 | 0,242 | 578,87 | 600 | 0,92 | 0,256 | 142,2 | 144,9 | 182,2 | 184,6 | 39,96 | 39,70 |
| N1 | B26 | 3027 | 0,262 | 599,07 | 600 | 0,93 | 2,710 | 200,6 | 142,2 | 237,8 | 182,2 | 37,25 | 39,96 |
| BASSIN | N1 | 247 | 0,58 | 851,10 | 900 | 1,02 | 0,223 | 210,0 | 200,6 | 247,02 | 237,8 | 37,02 | 37,25 |
| N1 | N2 | 1079 | 0,317 | 603,16 | 600 | 1,11 | 1,390 | 200,6 | 172,8 | 211,4 | 237,8 | 37,25 | 38,64 |
| N2 | B1 | 239 | 0,218 | 509,45 | 600 | 1,07 | 0,386 | 172,8 | 171,8 | 210,8 | 211,4 | 38,64 | 39,02 |
| B1 | B2 | 651 | 0,2 | 541,15 | 600 | 0,87 | 0,614 | 171,8 | 146,6 | 186,2 | 210,8 | 39,02 | 39,64 |
| B2 | N3 | 405 | 0,177 | 459,05 | 500 | 1,07 | 0,695 | 146,6 | 115,1 | 155,4 | 186,2 | 39,64 | 40,33 |
| N3 | B8 | 164 | 0,07 | 284,72 | 300 | 1,1 | 0,536 | 115,1 | 110,0 | 150,9 | 155,4 | 40,33 | 40,87 |
| B8 | B9 | 280 | 0,067 | 322,62 | 350 | 0,82 | 0,447 | 110,0 | 89,0 | 130,3 | 150,9 | 40,87 | 41,32 |
| B9 | B10 | 323 | 0,064 | 257,46 | 300 | 1,23 | 1,398 | 89,0 | 64,6 | 107,3 | 130,3 | 41,32 | 42,71 |
| B10 | B11 | 855 | 0,05 | 278,70 | 300 | 0,82 | 1,493 | 64,6 | 10,0 | 54,2 | 107,3 | 42,71 | 44,21 |
| B11 | B12 | 296 | 0,045 | 244,36 | 250 | 0,96 | 0,850 | 10,0 | 4,2 | 49,3 | 54,2 | 44,21 | 45,06 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-------|--------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| B12 | N4 | 84 | 0,042 | 212,04 | 250 | 1,19 | 0,463 | 4,2 | 5,0 | 49,6 | 49,3 | 45,06 | 44,59 |
| N4 | B13 | 526 | 0,004 | 92,16 | 100 | 0,6 | 1,330 | 5,0 | 3,4 | 49,3 | 49,6 | 44,59 | 45,92 |
| N4 | B14 | 284 | 0,04 | 219,25 | 250 | 1,06 | 1,742 | 5,0 | 3,6 | 49,9 | 49,6 | 44,59 | 46,33 |
| B14 | B15 | 117 | 0,005 | 95,39 | 100 | 0,7 | 3,493 | 3,6 | 1,8 | 51,6 | 49,9 | 46,33 | 49,83 |
| N3 | B7 | 376 | 0,107 | 339,87 | 350 | 1,18 | 0,373 | 115,1 | 107,9 | 148,6 | 155,4 | 40,33 | 40,71 |
| B7 | B16 | 84 | 0,08 | 352,54 | 400 | 0,82 | 0,413 | 107,9 | 80,5 | 121,6 | 148,6 | 40,71 | 41,12 |
| B16 | B17 | 296 | 0,08 | 344,24 | 350 | 0,86 | 0,810 | 80,5 | 73,7 | 115,6 | 121,6 | 41,12 | 41,93 |
| B17 | B18 | 855 | 0,062 | 293,00 | 300 | 0,92 | 0,650 | 73,7 | 49,0 | 91,6 | 115,6 | 41,93 | 42,58 |
| B18 | B19 | 323 | 0,054 | 271,97 | 300 | 0,93 | 0,347 | 49,0 | 38,3 | 81,2 | 91,6 | 42,58 | 42,93 |
| B19 | B20 | 280 | 0,048 | 244,84 | 250 | 1,02 | 1,195 | 38,3 | 21,3 | 65,4 | 81,2 | 42,93 | 44,12 |
| B20 | N5 | 164 | 0,046 | 229,76 | 300 | 1,11 | 0,587 | 21,3 | 26,4 | 69,9 | 65,4 | 44,12 | 43,53 |
| N5 | B21 | 475 | 0,008 | 97,59 | 100 | 1,07 | 1,080 | 26,4 | 44,8 | 87,2 | 69,9 | 43,53 | 42,45 |
| N5 | B22 | 698 | 0,04 | 242,01 | 250 | 0,87 | 0,668 | 26,4 | 24,0 | 68,2 | 69,9 | 43,53 | 44,20 |
| B22 | B23 | 455 | 0,038 | 212,70 | 250 | 1,07 | 1,853 | 24,0 | 30,0 | 72,3 | 68,2 | 44,20 | 42,35 |
| B23 | B24 | 275 | 0,03 | 186,39 | 200 | 1,1 | 3,473 | 30,0 | 26,7 | 72,5 | 72,3 | 42,35 | 45,82 |
| B24 | B25 | 102 | 0,005 | 88,13 | 100 | 0,82 | 3,237 | 26,7 | 33,1 | 75,7 | 72,5 | 45,82 | 42,59 |
| N2 | B3 | 138 | 0,10 | 321,82 | 350 | 1,23 | 1,042 | 172,8 | 167,6 | 207,3 | 211,4 | 38,64 | 39,68 |
| B3 | B4 | 376 | 0,087 | 367,64 | 400 | 0,82 | 1,038 | 167,6 | 130,0 | 170,7 | 207,3 | 39,68 | 40,72 |
| B4 | B5 | 133 | 0,068 | 300,39 | 350 | 0,96 | 1,146 | 130,0 | 93,6 | 135,4 | 170,7 | 40,72 | 41,86 |
| B5 | B6 | 300 | 0,053 | 238,19 | 250 | 1,19 | 1,087 | 93,6 | 73,7 | 116,7 | 135,4 | 41,86 | 42,95 |
| B6 | N6 | 526 | 0,046 | 214,80 | 250 | 1,27 | 2,351 | 73,7 | 30,0 | 75,3 | 116,7 | 42,95 | 45,30 |
| N6 | B46 | 284 | 0,009 | 104,00 | 150 | 1,06 | 0,509 | 30,0 | 29,0 | 74,8 | 75,3 | 45,30 | 45,81 |
| N6 | B47 | 117 | 0,01 | 102,61 | 150 | 1,21 | 2,785 | 30,0 | 62,4 | 105,0 | 75,3 | 45,30 | 42,52 |
| B46 | B45 | 376 | 0,015 | 127,25 | 150 | 1,18 | 3,377 | 29,0 | 31,0 | 73,4 | 74,8 | 45,81 | 42,43 |
| B45 | B44 | 84 | 0,007 | 104,28 | 150 | 0,82 | 3,636 | 31,0 | 77,2 | 115,9 | 73,4 | 42,43 | 38,80 |
| N8 | B34 | 296 | 0,134 | 445,52 | 500 | 0,86 | 0,201 | 132,0 | 124,7 | 165,3 | 172,8 | 40,78 | 40,57 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-------|---------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| B34 | B35 | 855 | 0,113 | 395,56 | 400 | 0,92 | 1,195 | 124,7 | 88,5 | 130,3 | 165,3 | 40,57 | 41,77 |
| B35 | N9 | 323 | 0,98 | 1158,61 | 1250 | 0,93 | 0,104 | 88,5 | 89,7 | 131,3 | 130,3 | 41,77 | 41,67 |
| N9 | B38 | 280 | 0,01 | 126,19 | 150 | 0,8 | 2,071 | 89,7 | 71,8 | 115,5 | 131,3 | 41,67 | 43,74 |
| N9 | B37 | 164 | 0,087 | 315,98 | 350 | 1,11 | 0,828 | 89,7 | 77,4 | 119,9 | 131,3 | 41,67 | 42,49 |
| B37 | N10 | 475 | 0,73 | 932,25 | 1000 | 1,07 | 0,241 | 77,4 | 87,0 | 129,3 | 119,9 | 42,49 | 42,25 |
| N10 | B40 | 698 | 0,27 | 628,76 | 700 | 0,87 | 0,418 | 87,0 | 74,2 | 116,9 | 129,3 | 42,25 | 42,67 |
| B40 | B39 | 455 | 0,15 | 422,59 | 500 | 1,07 | 0,127 | 74,2 | 73,0 | 115,8 | 116,9 | 42,67 | 42,80 |
| B39 | B43 | 275 | 0,009 | 112,87 | 150 | 0,9 | 2,843 | 73,0 | 49,9 | 95,5 | 115,8 | 42,80 | 45,64 |
| N10 | B41 | 102 | 0,45 | 836,11 | 900 | 0,82 | 0,299 | 87,0 | 50,0 | 92,6 | 129,3 | 42,25 | 42,55 |
| B41 | B42 | 138 | 0,22 | 477,34 | 500 | 1,23 | 0,518 | 50,0 | 49,9 | 93,0 | 92,6 | 42,55 | 43,07 |
| B30 | B31 | 376 | 0,26 | 635,54 | 700 | 0,82 | 0,432 | 134,4 | 126,8 | 167,6 | 174,8 | 40,39 | 40,83 |
| B31 | B32 | 133 | 0,01 | 115,19 | 150 | 0,96 | 3,331 | 126,8 | 91,5 | 94,9 | 167,6 | 40,83 | 3,33 |
| N7 | B28 | 300 | 0,031 | 182,17 | 200 | 1,19 | 0.63 | 149,4 | 145,0 | 186,0 | 188,9 | 39,51 | 40,99 |

VI.6.Equipements hydromécaniques :

Pour assurer le bon fonctionnement, ainsi que la protection du réseau de distribution, nous prévoyons l'installation des équipements hydromécaniques tels que :

VI.6.1.La borne d'irrigation :

Chaque îlot sera desservi par une borne d'irrigation à une, à trois ou à quatre prises (tubulures) et chaque prise équipée d'un limiteur de débit, d'un compteur et éventuellement d'un stabilisateur (ou réducteur) de pression.

La borne assure quatre fonctions :

- Le vannage.
- La stabilisation de la pression.
- La limitation du débit.
- Le comptage du volume d'eau délivré.
- Le choix de la Borne dépend de la surface :
- Pour les surfaces <10Ha on prend la Borne à deux prises.
- Pour les surfaces >15Ha on prend la Borne à quatre prises.

VI.6.2.Venteuses ou soupapes d'échappement :

Installées sur les points hauts des canalisations. Elles permettent l'évacuation de l'air.

VI.6.3.Puits de vidange :

Placés dans les points Bas (dépression naturelle). Ils permettent le chassage de l'eau en cas de nécessité.

VI.6.4.Vanne de sectionnement :

Elles permettent la régularisation des modules d'irrigation dans les tronçons du réseau de desserte. En plus elles sont installées au niveau les réservoirs.

Conclusion :

Dans le cadre de ce projet le périmètre est découpé en 75 îlots d'irrigation du périmètre avec une taille moyenne de 8,6 Ha pour équiper 651 Ha.

Le réseau de distribution est gravitaire, d'où l'évaluation des débits à transiter par les différents tronçons du réseau s'avère très complexe.

Le modèle que nous avons proposé pour schématiser le phénomène d'appel des débits dans une telle desserte est basé sur la **loi de débit**.

Conclusion Générale

Conclusion générale :

A travers les différentes d'études du périmètre **Sahel Algérois Ouest** qui occupe d'une superficie de 651 ha. Il est caractérisé par un climat semi-aride. Ce climat est favorable à toutes les cultures adaptées, Et l'irrigation est souvent indispensable et parfois utile.

L'étude hydrologique montre que la zone d'étude est caractérisée par pluie moyenne annuelle est de **522mm**. Et une année de précipitation caractérisé par deux période (8 mois humides et 4 mois sèches).

L'étude qualitative des ressources en eau de cette zone d'étude montre que la qualité des eaux usées épurées répond aux normes de l'eau d'irrigation. Mais avec un risque de colmatage des matérielles d'irrigation et un peut danger de donner un taux de Na excessive sur les sols et pour les plantes.

Les besoins annuelles estime dans notre périmètre sont environ de 3,6Hm³. Ce volume peut être produire a partir de deux STEP de **Hadjout** et de **Tipaza**.

Le dimensionnement d'un réseau de distribution fait par plusieurs étapes successives et plus détaillé. Ce réseau permet de transporter les eaux usées épurées vers le périmètre de la commune de **Tipaza** a partir de deux stations d'épuration **Hadjout** et **Tipaza**.

Le choix du système d'irrigation dans ce projet est ce fait à partir des plusieurs conditions, Comme la topographie et la qualité d'eau d'irrigation.

Puis ce que la pente est importante et l'eau utilisé pour l'irrigation est l'eau usée épurée le réseau de distribution appliqué dans ce l'étude est gravitaire.

L'économie peut être réalisée sur les eaux conventionnelles en utilisant les eaux usées épurées est :

- réserves en eau importantes, semble favorisée.
- qualité de ses rivières et de ses nappes phréatiques n'est pas toujours bonne.
- qualité des masses d'eau et pour diminuer les prélèvements dans le milieu naturel, il convient de chercher des approvisionnements alternatifs(**RUEE**).

Annexe

Annexe

- ❖ **Annexe I** : Caractéristiques des eaux usées urbaines.
- ❖ **Annexe II**: normes de rejets de l'O.M.S, appliqué en Algérie.
- ❖ **Annexe III** : nomenclature des prix tube polyéthylène haute densité (PEHD)
pression nominale en **bar**.

Annexe I : Caractéristiques des eaux usées urbaines.

| Eaux usées brutes | | |
|------------------------------|------|-----------------------|
| Paramètres | | Echelles de variation |
| pH | | 7,5 à 8,5 |
| MES total | mg/l | 150 à 500 |
| DBO ₅ | mg/l | 100 à 400 |
| DCO | mg/l | 300 à 1000 |
| DOT | mg/l | 100 à 300 |
| NTK | mg/l | 30 à 100 |
| NH ₄ ⁺ | mg/l | 20 à 80 |
| NO ₂ ⁻ | mg/l | <1 |
| NO ₃ ⁻ | mg/l | <1 |
| Détergents | mg/l | 6 à 13 |
| P | mg/l | 10 à 25 |

Annexe II: normes de rejets de l'O.M.S, appliqué en Algérie.

| Paramètres | normes |
|---------------------------|----------|
| Température (°C) | 30 |
| PH | 6,5- 8,5 |
| O ₂ (mg/l) | 5 |
| DBO ₅ (mg/l) | 30- 40 |
| DCO (mg/l) | 90 - 120 |
| MES (mg/l) | 30 |
| Zinc (mg/l) | 2 |
| Chrome (mg/l) | 0,1 |
| Azote total (mg/l) | 50 |
| Phosphates (mg/l) | 2 |
| Hydrocarbures (mg/l) | 10 |
| Détergents (mg/l) | 1 |
| Huiles et graisses (mg/l) | 20 |

Annexe III : NOMENCLATURE DES PRIX TUBE POLYETHYLENE HAUTE DENSITE (PEHD) Pression nominale en **bar.**

| Diamètre extérieure (mm) | pression nominale (bar) |
|-----------------------------|----------------------------|
| Ø020 | PN 06 |
| Ø025 | PN 06 |
| Ø040 | PN 06 |
| Ø050 | PN 06 |
| Ø090 | PN 06 |
| Ø110 | PN 06 |
| Ø125 | PN 06 |
| Ø200 | PN 06 |
| Ø250 | PN 06 |
| Ø400 | PN 10 |
| Ø450 | PN 10 |
| Ø500 | PN 10 |
| Ø630 | PN 10 |
| Ø800 | PN 10 |

Références bibliographiques

- ✓ **AYERS, RS.ET WESTCOT, D.W. (1985).**Water quality for agriculture. Some new dimensions.FAO ,Rome.FAO.Irrigation and drainage.paper,29
- ✓ **BENHOUMMANE, B (2001).**Optimization des rapports de l'irrigation par les eaux usées épurées par infiltration percolation sur une culture de chrysanthème sous serre.
- ✓ **BRISSAUD F. (1991)** Les sites de réutilisation agricole d'eaux usées en France. Courants, n° 9, mai-juin, 20-25.
- ✓ **CROOK J. AND LAZAROVA V. (2005)** International health guidelines and regulations, in: Irrigation with recycled water, agriculture, landscape and turf grass, Ed. By Lazarova V. and Bahri A., CRC Press,Bora Raton, USA
- ✓ **IFEN (2005)** Les prélèvements d'eau en France et en Europe, Institut Français de l'Environnement, n° 104, juillet 2005.
- ✓ **MERMOUD .A** Cours d'irrigation ; Ecole polytechnique fédérale de Lausanne
- ✓ **POIRIEE ET OLLIER** Les réseaux d'irrigation théorie ; technique et économie des arrosages
- ✓ **STUKY-ENHYD 2009** Etude d'aménagement hydro agricole du secteur VI du périmètre Sahel Algérois Ouest irrigué à partir des eaux usées épurées des STEP de Hadjout et de Tipaza. Avant projet détaillé eaux
- ✓ **TOUBIA.B .2004** Manuel pratique d'hydrologie

