

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME DU PROJET :

**ETUDE DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DU
PERIMETRE D'IRRIGATION D'OUED MEZIET
(W.GUELMA)**

PRESENTE PAR

M^{elle} GHERBI khadidja

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M^r : RASSOUL Abdelaziz	M.C.A	Président
M^{me} : AZIEZ Wahiba	M.A.A	Examinatrice
M^r : YAHIAOUI Samir	M.A.A	Examineur
M^r : KERID Rachid	M.A.A	Examineur
M^{me} : MAZOUZI Sabra	M.C.B	Promotrice

Septembre - 2016

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer ma reconnaissance à tous les professeurs de l'école ENSH, Blida qui ont assuré notre formation.

J'exprime aussi toute ma gratitude et remerciements :

**A Monsieur ZEMMOUCHI qui m'a accueilli dans son
organisme**

**(la direction d'agriculture de la wilaya de Guelma) et m'a
placé dans d'excellentes conditions de travail**

**A Madame AZIEZ, Monsieur BENKACI, Monsieur YAHIAOUI
et ma promotrice madame MAZOUZI.**

**Pour leurs conseils enrichissants et leurs orientations
pertinentes**

Dédicace

Je dédie ce mémoire de fin d'étude à :

**Mon très cher père grâce à qui tous mes efforts aboutissent, et ma chère
maman qui a tout sacrifié pour moi, grâce à elle que je suis là**

**Mes frères et sœurs : Achref, Rabia, Asma, Abdou et Ânes qui m'ont aidé
spirituellement**

**Mon amie wissem qui m'a soutenu moralement et spirituellement durant ce
travail**

**A tous mes amies Amel, Katia, Amina, Schahra, Poupa et Nadjela qui
m'ont beaucoup soutenu**

A tout la promotion chacun par son nom.

Khadidja ^_^

ملخص

ان الهدف من إنجاز مذكرة نهاية الدراسة يندرج في إطار دراسة و متابعة استغلال المساحات المسقية لمنطقة الركنية ولاية قالمة والذي يسعى إلى تحقيق مردود معتبر من ناحية الاستثمار وهذا لن يتم إلا بتبني أنظمة سقي حديثة التي تعمل على تحقيق اقتصاد معتبر للمياه.

تهدف الدراسة إلى تحديد المساحات الزراعية لمنطقة الركنية وتزويدها بالمياه من خلال سد المنطقة وهذا ينطوي على تقدير الاحتياجات المائية لمختلف المحاصيل الزراعية وتصميم مختلف هياكل التوزيع داخل المحيط الزراعي.

RÉSUMÉ

Le projet d'étude du périmètre d'irrigation d' Ouled Meziat wilaya de Guelma entre dans le cadre de la valorisation des potentialités naturelles existantes en eau mobilisé au niveau du moyen barrage existant et en sol, par la création de nouveau périmètre irrigable en se fixant sur l'amélioration des conditions d'exploitation par la promotion de l'investissement des équipements économiseur d'eau et de technique moderne d'irrigation pour optimiser l'utilisation de l'eau par la plante et limiter les pertes par percolation et évaporation.

ABSTRACT

This study aims at planning the perimeter of "Ouled Meziat" town Guelma the framework of the valorization space of the natural potentiality which exist in mobilized water in medium dam level and in the soil. To realize this objective we have to create new irrigable perimeter that fixed on conditions amelioration by the promotion of the investment water's economic equipment's and the irrigation modern technique to optimize the using of water for the plant and limit the losses by percolation and evaporation.

SOMMAIRE

Dédicace

Remerciements

Résumé

Introduction générale01

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

I.1 Introduction.....02

I.2 Présentation de la Wilaya de Guelma02

I.2.1 Situation géographique.....02

I.3 Situation géographique du chef-lieu de la commune03

I.4 Présentation du périmètre d'études.....03

I.5 Réseau Hydrographique et relief03

I.6 Monographie de la commune04

I.6.1 Population totale et sa répartition dans l'espace.....04

I.6.2 Densité de la population05

I.7 Infrastructures socio-économiques05

I.7.1 Infrastructures routières et transport.....05

I.7.2 Infrastructures scolaires05

I.8 Aperçu sur l'Agriculture au niveau de la commune.....06

I.8.1 Spéculation et occupation du sol06

I.9 Géologie06

I.10 Etude climatologique07

I.10.1 Choix de la station météorologique07

I.10.2 Les précipitations07

I.10.3 Les températures.....09

I.10.4 L'Humidité relative de l'air (période 2000-2014).....10

I.10.5 Les vents11

I.10.6 Insolation.....12

I.10.7 Les phénomènes climatiques accidentels.....13

I.10.8 Les indices climatiques.....14

I.10.8.1 Climogramme.....14

I.10.8.2 Quotient pluviométrique.....15

I.10.8.3 L'indice d'aridité.....	16
I.11 Conclusion.....	17

Chapitre II : Etude pédologique

II.1 Introduction.....	18
II.2 Classification des sols.....	18
II.2.1 Les sols.....	18
II.2.1.1 classe des vertisols	18
II.2.1.2 Classe des calcimagnésiques	21
II.2.1.3 Classe des sols isohumique.....	23
II.3 Les aptitudes culturales	25
II.3.1 Les aptitudes culturales en irrigué.....	25
II.4 Conclusion.....	29

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

III.1 Introduction	29
III.2 Ressource en eau	29
III.2.1 Données sur le moyen barrage	29
III.2.2 Qualité des eaux d'irrigation	30
III.2.3 Le S.A.R (le pourcentage inéchangeable de sodium).....	31
III.2.4 Conductivité électrique de l'eau	31
III.2.5 Classification des eaux d'irrigation	32
III.3 L'étude Hydrologique	33
III.3.1 La série pluviométrique	33
III.3.2 Vérification de l'homogénéisation de la série pluviométrique	35
III.3.3 Le choix de la loi d'ajustement	38
III.3.3.1 Ajustement à la loi de Gauss ou loi normale	38
III.3.3.2 Ajustement à la loi de Galton ou loi log normale.....	40
III.3.4 Test de validité d'un ajustement	42
III.3.4.1 Test de validité de l'ajustement à la loi Normale.....	42
III.3.4.2 Test de validité de l'ajustement à la loi log- Normale	42
III.3.5 Détermination de l'année de calcul	43
III.4 Conclusion	43

Chapitre IV : Besoin en eau

IV.1 Introduction.....	44
IV.2 Evaluation des besoins en eau des cultures.....	44
IV.2.1 L'évapotranspiration maximale (ETm).....	44
IV.2.2 L'évapotranspiration de référence (ETo).....	44
IV.2.3 La pluie efficace.....	46
IV.2.4 La réserve facilement utilisable (RFU).....	47
IV.3 L'assolement.....	48
IV.3.1 Choix de l'assolement.....	48
IV.4 Détermination des Besoins en eau des cultures.....	51
IV.5 Calcul du débit spécifique.....	62
IV.6 Calcul du débit caractéristique.....	63
IV.7 Calcul du Débit du réseau.....	63
IV.8 Calcul du Volume nécessaire.....	63
IV.9 Conclusion.....	64

Chapitre V : Techniques d'irrigation

V. 1 Introduction.....	65
V.2 Le choix des techniques d'irrigation.....	65
V.3 Les techniques d'irrigation.....	65
V.3.1 L'irrigation gravitaire de surface.....	65
V.3.2 L'irrigation par aspersion.....	66
V.3.3 Irrigation localisé.....	67
V.4 Conclusion.....	69

Chapitre VI : Schéma d'adduction et de distribution

VI.1 Introduction.....	70
VI.2 Découpage du périmètre en ilots d'irrigation.....	70
VI.3 Description du schéma d'adduction.....	71
VI.3.1 Proposition du tracé.....	71
VI.3.2 Choix du type de matériau.....	71

VI.4 Dimensionnement de la conduite gravitaire d'aspiration (barrage –SP).....	72
VI.5 Dimensionnement de la conduite de refoulement.....	73
VI.5.1 Calcul de la hauteur géométrique.....	73
VI.5.2 Calcul des pertes de charge totale.....	74
VI.5.2.1 Pertes de charge linéaires.....	74
VI.5.2.2 Pertes de charge singulière.....	74
VI.5.2.3 Calcul des pertes de charge totale.....	74
VI.5.3 La hauteur manométrique totale HMT.....	74
VI.5.4 Frais d'exploitation.....	75
VI.5.4.1 Puissance des pompes.....	75
VI.5.4.2 Energie consommée par la pompe.....	75
VI.5.5 Frais d'amortissement.....	75
VI.6 Caractéristiques technique de la station de pompage.....	78
VI.6.1 Disposition générale.....	78
VI.6.1.1 Choix de type et nombre de pompe pour la station de pompage.....	78
VI.6.1.2 Critère de choix.....	78
VI.6.1.3 Choix du moteur électrique.....	78
VI.6.2 Dimensionnement du bâtiment de SP.....	79
VI.7 Réseau de distribution.....	80
VI.7.1 Rôle et fonction de la borne d'irrigation.....	82
VI.7.1.1 Choix du type de borne.....	82
VI.7.1.2 Choix de diamètre de la borne.....	82
VI.7.2 Calcul des débits des ilots.....	83
VI.7.3 Calcul débit aux bornes.....	84
VI.7.4 Pression aux bornes.....	86
VI.7.5 Vitesses admissible.....	86
VI.7.6 Calcul des diamètres.....	86
VI.7.7 Calcul des pertes de charge.....	87
VI.7.8 Brise charge.....	94
VI.8 Réservoir.....	94
VI.8.1 Dimensionnement du réservoir de distribution.....	94
VI.9 Conclusion.....	95

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

VII.1 Introduction	96
VII.2 Définition de l'irrigation localisée.....	96
VII.3 Réseau du système d'irrigation goutte à goutte	96
VII. 3.1 Station de tête.....	96
VII. 3.2 Canalisation.....	97
VII. 3.3 Vannes et manomètres.....	97
VII.3.4 Organes de distribution.....	98
VII.4 Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte.....	99
VII.4.1 Données générales.....	99
VII.4.2 Les besoins journaliers.....	99
VII.4.3 Les besoins journaliers en tenant compte de la réduction.....	99
VII.4.4 La dose d'irrigation nette pratique.....	100
VII.4.5 Fréquence des arrosages.....	100
VII.4.6 Durée d'arrosage par mois.....	101
VII.4.7 Durée d'arrosage journalier.....	101
VII.4.8 Nombre de poste.....	101
VII.4.9 Surface de la parcelle.....	101
VII.5 Calculs hydrauliques.....	102
VII.5.1. Condition hydraulique.....	102
VII.5.2 Le débit.....	102
VII.5.3 Le nombre d'arbres par rampe.....	103
VII.5.4 Nombre des goutteurs par rampe.....	103
VII.5.5 Le nombre des rampes.....	103
VII.5.6 Débit de la rampe.....	103
VII.5.7 Débit de la porte rampe.....	103
VII.5.8 Nombre de porte rampe.....	103
VII.5.9 Débit de la conduite secondaire.....	103
VII.6 Dimensionnement des canalisations du réseau.....	104
VII.6.1 Calcul du diamètre du rampe et porte rampe.....	104
VII.6.2 Vérification des pertes de charges.....	104
VII.6.3 Calculs hydrauliques de la porte rampe.....	105
VII.6.4 Calcul des diamètres de la conduite secondaire.....	105

VII.6.5	Calcul de caractéristique de la conduite secondaire.....	106
VII.6.6	La pression d'eau à la borne de distribution.....	106
VII.6.7	Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable.....	106
VII.7	Conclusion.....	107

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

VIII.1	Introduction.....	108
VIII.2	Différents travaux à entreprendre.....	108
VIII.2.1	Travaux concernant l'adduction et le réseau distribution.....	108
VIII.2.1.1	Exécution des tranchées.....	108
VIII.2.1.2	Pose du lit de sable.....	108
VIII.2.1.3	Pose des conduites.....	108
VIII.2.1.4	Epreuve de joint et de la canalisation.....	109
VIII.2.1.5	Remblayage des tranchées.....	109
VIII.2.1.6	Nivellement et compactage.....	109
VIII.2.2	Travaux concernant la station de pompage.....	109
VIII.3	Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de distribution.....	110
VIII.3.1	Calcul du volume de terrassement.....	110
VIII.3.2	Calcul du volume de déblai.....	111
VIII.3.3	Calcul du volume de lit de sable.....	112
VIII.3.4	Calcul du volume de remblai.....	113
VIII.3.5	Volumes de stations de pompage.....	114
VIII.4	Estimation de cout total de projet.....	115
VIII.4.1	Estimation de cout de pose de canalisation de l'adduction.....	115
VIII.4.2	Estimation du cout de la station de pompage.....	115
VIII.4.3	Estimation du cout du réseau de distribution.....	116
VIII.5	Devis estimatif de projet.....	116
VIII.6	Conclusion.....	116
	Conclusion générale.....	117

Références bibliographiques.

Annexe.

Liste des tableaux

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Tableau I.1 : Classification des classes d'âge

Tableau I.2 : La densité de la population en 2008

Tableau I.3 : Les infrastructures scolaires

Tableau I.4 : Spéculations et occupation du sol 2014/2015

Tableau I.5: Localisation de la station météorologique

Tableau I.6 : Répartition mensuelle des pluies (Période 1974-2012)

Tableau I.7 : Températures mensuelles moyennes en C°

Tableau I.8 : l'humidité moyenne mensuelle relative (%)

Tableau I.9: La vitesse moyenne du vent (2000-2014)

Tableau I.10: Insolation totale du mois en (h)

Tableau I.11: La grêle moyenne mensuelle

Tableau I.12: Nombre moyen de jours de la gelée blanche

Tableau I.13: Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco

Tableau I.14: Les moyennes mensuelles des précipitations et les températures

Chapitre II : Etude pédologique

Tableau II.1 : Résultats des analyses physico-chimiques

Tableau II.2 : Résultats des analyses physico-chimiques.

Tableau II.3 : Résultats des analyses physico-chimiques

Tableau II.4 : Aptitude culturale dans la zone d'étude.

Tableau II.5 : Les aptitudes culturale

Chapitre III : Ressources en eau et hydrologie

Tableau III.1: Données sur le moyen barrage

Tableau III .2 : Résultats des analyses de l'eau de l'oued Meziet (juillet 2007)

Tableau III.3 : Le risque du SAR dans l'eau d'irrigation

Tableau III.4 : La conductivité électrique d'eaux d'irrigation

Tableau III.5 : Répartition moyenne des précipitations mensuelles à la station de
Bordj Sabath pour la période **1974-2012**

Tableau III.6: test d'homogénéisation de wilcoxon

Tableau III.7: Résultats de test de wilcoxon.

Tableau III.8: Ajustement à une loi de Gauss (loi-Normale).

Tableau III.9 : Ajustement à une loi de Galton (log-normale).

Tableau III.10 : Précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul

Chapitre IV : Besoin en eau

Tableau IV.1: Evapotranspiration de référence (ET_o) de la zone d'étude
selon Penman Monteith

Tableau IV.2 : la pluie efficace pour chaque mois en (mm).

Tableau IV.3: Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre.

Tableau IV.4: Assolement proposé pour le périmètre.

Tableau IV.5 : Calendrier d'occupation des sols.

Tableau IV.6 : Coefficients culturaux des cultures choisies.

Tableau IV.7 : Calcul des besoins en eau du Blé.

Tableau IV.8 : Calcul des besoins en eau de la pomme de terre A/S.

Tableau IV.9: Calcul des besoins en eau de l'oignon vert.

Tableau IV.10 : Calcul des besoins en eau du Tomate.

Tableau IV.11 : Calcul des besoins en eau du Luzerne.

Tableau IV.12 : Calcul des besoins en eau du Haricot vert.

Tableau IV.13 : Calcul des besoins en eau de l'Orge en vert.

Tableau IV.14 : Calcul des besoins en eau du pêcher.

Tableau IV.15 : Calcul des besoins en eau de l'olivier.

Tableau IV.16: récapitulatif des besoins en eau mensuelles des cultures.

Tableau IV.17 : besoin en eau net max de chaque culture en (mm).

Tableau IV.18 : Estimation des volumes d'eau d'irrigation.

Chapitre V : Technique d'irrigation

Tableau V.1 : Avantages et inconvénients de l'irrigation localisée

Chapitre VI : Schéma d'adduction et de distribution

Tableau VI.1 : Enquête parcellaire.

Tableau VI.2 : Les caractéristiques de la conduite d'aspiration.

Tableau VI.3 : calcul de la perte de charge totale.

Tableau VI.4 : Calcul des frais d'exploitation.

Tableau VI.5 : Calcul des frais d'amortissement.

Tableau VI.6 : Calcul du bilan total.

Tableau VI.7 : Les caractéristiques de la pompe PM 150/ 5 A.

Tableau VI.8 : Les caractéristiques du moteur.

Tableau VI.9 : Coefficient de correction.

Tableau VI.10 : Choix du diamètre de la borne.

Tableau VI.11: Les débits au niveau de chaque ilot.

Tableau VI.12 : Débit au niveau des bornes et des prises.

Tableau VI.13 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution.

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

Tableau VII.1 : Caractéristique de la conduite de la rampe.

Tableau VII.2 : Caractéristiques de la conduite de la porte rampe.

Tableau VII.3 : Caractéristique de la conduite secondaire.

Chapitre VIII : Calcul technico-économique.

Tableau VIII.1: Calcul du volume de déblai pour les canalisations de l'adduction.

Tableau VIII.2: Calcul du volume de déblai pour les canalisations de distribution.

Tableau VIII.3: Calcul du volume de sable.

Tableau VIII.4: Calcul du volume de sable pour les canalisations de distribution.

Tableau VIII.5: Calcul du volume de remblai.

Tableau VIII.6: Calcul du volume de remblai pour les canalisations de distribution.

Tableau VIII.7: les volumes de la station de pompage.

Tableau VIII.8: Estimation du cout de pose de canalisation de l'adduction.

Tableau VIII.9: Estimation de cout de deux stations de pompage.

Tableau VIII.10: Factures pro-forma des pièces du réseau distribution.

Listes des figures

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Figure I.1 : Situation géographique de la wilaya de Guelma.

Figure I.2 : Carte de situation géographique de Roknia.

Figure I.3 : Précipitations moyennes mensuelles.

Figure I.4 : La température moyenne mensuelle.

Figure I.5 : Variation des températures moyennes mensuelles.

Figure I.6 : Humidité moyenne mensuelle.

Figure I.7 : Vitesse moyenne du vent.

Figure I.8 : Diagramme de Gaussen.

Figure I.9 : Diagramme bioclimatique d'Emberger.

Chapitre III : Ressources en eau et hydrologie

Figure III.1 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.

Figure III.2 : Ajustement de la loi de Gauss.

Figure III.3 : Ajustement de la loi de Galton.

Chapitre V : Techniques d'irrigation

Figure V.1 : L'irrigation de surface.

Figure V.2 : L'irrigation par aspersion.

Figure V.3 : L'irrigation localisée.

Chapitre VI : Schéma d'adduction et de distribution

Figure VI.1 : Bilan des frais d'exploitation et d'amortissement.

Figure VI.2 : Courbe caractéristique de la pompe.

Figure VI.3 : Brise charge.

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

Figure VII.1 : installation d'un système goutte à goutte.

Figure VII.2 : Schéma illustrant le réseau goutte à goutte.

Chapitre VIII : Calcul technico-économique.

Figure VIII.1 : Schéma d'une tranchée.

Liste des planches

Planche 1 : Plan de situation de périmètre d'irrigation d'oued Meziet W.Guelma.

Planche 2 : Plan de réseau d'irrigation du périmètre d'oued Meziet W.Guelma

Planche 3 : Plan de réseau goutte a goutte de la parcelle (6,4 ha) de périmètre d'irrigation d'oued Meziet W.Guelma

Planche 4 : Profil en long de la conduite de refoulement du périmètre d'irrigation d'oued Meziet W.Guelma

Planche 5 : Profil en long de conduite principale du réseau d'irrigation du périmètre d'oued Meziet W.Guelma

Introduction générale

Les ressources en eau en Algérie sont potentiellement limitées, la gestion de la demande en eau notamment en agriculture, représente un potentiel considérable face à une ressource limitée et dont les coûts de mobilisation sont élevés. L'irrigation qui utilise des ressources en eau mobilisées et qui continuera à l'avenir à être le plus grand consommateur de l'eau, est appelée à produire plus avec moins d'eau.

Face au problème de la sécheresse récurrente qui sévit en Algérie, l'utilisation rationnelle et efficiente de l'eau en agriculture s'impose, un des outils qui permet cette efficience est la goutte à goutte ou l'irrigation localisée. En effet, ce système d'irrigation permet une économie d'eau de l'ordre de 50 % par rapport à l'irrigation gravitaire, ce système localisé garantit une production élevée et de bonne qualité et tend vers une utilisation efficiente des engrais et par là une réduction des risques de pollution de la nappe phréatique.

L'objectif de notre étude du périmètre d'irrigation de Oued Meziat est la création d'un retenue collinaire d'une capacité théorique de 2,15 hm³ afin de mobiliser les eaux superficiel d'un bassin versant de la zone, ainsi que la création d'un périmètre d'irrigation pour l'extension de la sole irrigable et diversifie les cultures stratégique suivant les spécificités agro-pédologique de cette aménagement (cultures céréalières envisagé, cultures industriel, arboriculture).

Les différents axes de notre étude se sont basés sur les paramètres climatiques, édaphique et agricole-pédologique, ainsi que le dimensionnement du réseau d'irrigation, station de pompage, réservoir de régulation en fonction des besoins en eau de différents cultures adoptées et le débit d'équipements correspondant, l'estimation du cout du projet du point technico-économique a finaliser notre travail.

CHAPITRE I
ANALYSE DES CONDITIONS
NATURELLES DU PERIMETRE

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

I.1 Introduction

La définition des conditions naturelles de la zone d'étude, ainsi que la possibilité de leur insertion dans la production agricole intensive a conduit à étudier les propriétés climatique, agro-pédologique et monographique de cette zone.

Dans ce chapitre nous allons présenter en premier lieu notre zone qui a fait l'objet de plusieurs études dont le but est d'évaluer les potentialités de la zone.

I.2 Présentation de la wilaya de Guelma

I.2.1 Situation géographique

La wilaya de Guelma est située au nord-est du pays, Elle est limitée par les wilayas suivantes :

- ✓ Nord : Annaba, nord-est : El-tarf, nord-ouest : Skikda
- ✓ Est : Souk-ahras et El-tarf
- ✓ Ouest : Constantine
- ✓ Sud : Oum bouaghi.

La wilaya s'étend sur une superficie de **4 101 km²**.



Figure I.1 : Situation géographique de la wilaya de Guelma.

I.3 Situation géographique du chef-lieu de la commune

Le centre de **Roknia** est situé sur le chemin de wilaya n° 122 hammam Debagh (Bekkouche lakhdar) wilaya de Skikda à 36 Km environ au nord-ouest de la wilaya de Guelma et a 15 Km au Nord de hammam Debagh chef-lieu de la daïra (*Cf fig I.2*).

I.4 Présentation du périmètre d'étude

Le périmètre d'irrigation **Oued meziet** qui est conçu pour les cultures maraichères, fourragères et céréales, appartient à l'ensemble des hauts plateaux, d'une superficie de **250 ha** est situé à la sortie nord de la commune Roknia, wilaya de Guelma.

Il est limité localement par :

- Au nord la route Roknia-bouati Mohamed
- Au sud Mechtat El karboussa
- A l'est Oued Meziet
- A l'ouest le chemin de wilaya n° 122.

Le périmètre est compris entre $7^{\circ} 13' 47''$ E de longitude et $36^{\circ} 32' 53''$ de latitude nord.

I.5 Réseau Hydrographique et relief

Le réseau Hydrographique de la commune est formé principalement par :

- Les oueds Adjara et Roknia à l'ouest du chef-lieu de la commune
- Oued Messigha au nord-ouest
- Oued Meziet et ses affluents, Oued Brahima et Chaabet Zitoun au nord-est.

Ces oueds forment les principaux affluents de l'oued Mougger.

La région d'étude est formée en ligne générale des reliefs montagneux et collinaires constituant l'extrémité orientale de la chaîne des monts de Constantine et des contreforts occidentaux de la chaîne de la Medjerda.



Figure I.2 : Carte de situation géographique de Roknia

I.6 Monographie de la commune

L'analyse de l'élément humain dans la présente étude est devenue nécessaire du fait de l'accroissement permanent de la population, Ce qui signifie la croissance des besoins alimentaires et de travail des besoins qu'il faut satisfaire.

Nous commencerons dans cette partie par étudier la population pour montrer les potentialités humaines. En suite, nous parlerons de l'agriculture actuelle pour mener à bien le programme d'irrigation.

I.6.1 Population totale et sa répartition dans l'espace

La population totale de la commune, d'après le recensement en 2012 était 9752 d'habitants.

Tableau I.1: Classification des classes d'âge.

Commune	Classes d'âges				Totale
	0-5	6-17	18-59	60 et +	
Totale commune	2184	3042	3861	665	9752
Pourcentage	22,4%	31,2%	39,6%	5,6%	99,8%

Source : RGPH

La population active âgée de 18-59 ans représente 39,6 % population totale de la commune.

I.6.2 Densité de la population

La population totale de la commune est estimée à **9752** habitants (RGPH 2012), soit une densité de **48** habitants par Km².

Tableau I.2 : La densité de la population en 2008.

Commune	Population totale	Surface en km2	Densité hab /km2
Roknia	9752	202	48

Source : RGPH

I.7 Infrastructures socio-économiques

I.7.1 Infrastructures routières et transport

Le réseau routier au niveau de la commune de Roknia se limite au :

- CW N°122 Roknia – Skikda 22 km.
- CW N°122 Roknia – Debagh 15 km.
- CR -- Roknia – Briam 6 km.
- CR -- Roknia – Bouati 12 km.
- CR -- Roknia – Mechetet Mostalah 4, 5 km.

I.7.2 Infrastructures scolaires

Le tableau ci-dessous représente la répartition dans différentes infrastructures scolaires au niveau de la commune de Roknia.

Tableau I.3:Les infrastructures scolaires

Désignation	Nombre de classes	Nombre d'élèves	Dont filles	Nombre Enseignants
Enseignement élémentaire	60	1615	691	64
Enseignement moyen	20	700	536	40

Source : RGPH

L'enseignement du second degré est présenté par un lycée de 630 élèves et 30 enseignants et les centres de formations professionnelles n'existe pas dans la commune.

I.8 Aperçu sur l'Agriculture au niveau de la commune

I.8.1 Spéculation et occupation du sol

La surface utile agricole (SAU) de la commune est de 4346 ha.

La répartition ainsi que la surface récoltée et la production sont comme suit :

Tableau I.4 Spéculations et occupation du sol 2014/2015.

Spéculations	Surface récoltée (ha)	Production (quintaux)	Superficie (ha)
Céréales	2001	70425	2345
Fourrages	450	41100	660
Légumes sec	140	1600	567
Jachère	-	-	507
Tomate indu	101	75750	108
Maraichage	83	2250	100
Arboriculture	25	3390	59

Source : DSA Guelma.

D'après ces données les cultures céréalières représentent 53,96 % de la SAU viennent ensuite les cultures fourragères avec 15,19%.

D'après ces données nous constatons que la commune est à vocation céréalière.

I.9 Géologie

La zone d'étude fait partie de l'ensemble géologique du Tell d'Algérie, Sa structure est très complexe et essentiellement due à des mouvements Tertiaire, surtout Miocène.

La géologie de la région de Roknia présentent une lithologie très variée qui comprend essentiellement : les argiles de Numidie qui sont la formation principale et dominante dans la région les alluvions (sable, gravier, cailloutis,...), les grès, les marnes, les flyschs et les calcaires.

I.10 Etude climatologique

Le climat intervient de façon primordiale dans le développement des cultures. C'est ainsi que les plantes se répartissent suivant les saisons, en fonction de leurs exigences et leurs sensibilités à la gelée, à la sécheresse...etc.

Le climat est l'élément sur lequel l'homme n'a aucune influence directe d'où la nécessité, pour l'arrosage et l'irrigation, de garantir un niveau de ressources en eau permettant de faire face aux sécheresses, Cependant les facteurs de base retenus pour l'étude du climat sont :

- Les précipitations
- L'humidité
- Les vents
- Les phénomènes accidentels.

Les données des paramètres climatiques nous ont été fournies par l'agence nationale des ressources hydrauliques d'ALGER pour les précipitations (période **1974-2012**) et la station de hamam Debagh pour les autres paramètres.

I.10.1 Choix de la station météorologique

La station la plus complète et la plus représentative est en effet celle de Bordj Sabath.

Caractéristique de la station :

Tableau I.5 : Localisation de la station météorologique.

Code de station	Station	Région	Longitude X (km)	Latitude Y (km)	Altitude (m)	Période d'observation
140302	Bordj Sabath	A.T	888,1	355,1	525,00	1974-2012

Source : L'ANRH Alger.

I.10.2 Les précipitations

L'étude des précipitations a porté sur une période d'observations de (période 1974-2012).

Dans notre zone d'étude, la pluviométrie est irrégulière dans le temps et dans l'espace. À l'échelle saisonnière, les précipitations tombent en majorité durant les trois saisons automne, hiver et printemps avec une moyenne de **538,27 mm**.

Cette pluviométrie est moyenne par saisons ainsi que par an comme le montre le **tableau N°I.6**.

Tableau I.6 : Répartition mensuelle des pluies (Période 1974-2012).

Saisons Mois	Automne			Hiver			Printemps			Eté			Année
	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	
pluies (mm)	30,94	35,7	61,08	84,95	77,37	68,33	61,83	51,82	39,8	14,0	3,8	8,57	538,27

Source : ANRH Alger.

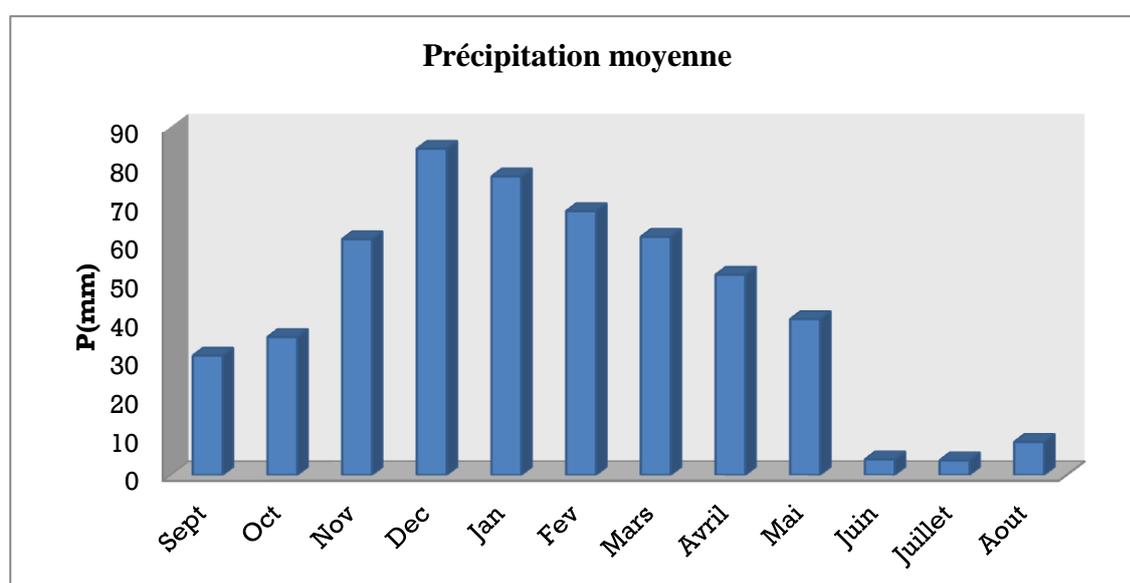


Figure I.3 : Précipitations moyennes mensuelles

❖ Nous remarquons

- Une pluviométrie moyenne qui caractérise la zone d'études confirmant ainsi son caractère **semi-aride**.
- 94,24 % des précipitations annuelles sont enregistrées entre Septembre et Mai avec une moyenne de 56,82 mm/mois.
- 6 % seulement sont enregistrées durant la période estivale avec une moyenne 8,79 mm/mois donc un complément d'irrigation est nécessaire.

D'après la figure I.3 les plus grandes valeurs de précipitation correspondent au mois de décembre avec **84,95mm**, par contre la plus faible valeur correspond au mois de juillet avec **3,8 mm**.

I.10.3 Les températures :

La température second facteur constitutif du climat, influe sur le développement de la végétation, elle permet de mesurer la chaleur qui règle le rythme de développement de la plante.

C'est la température extrême plus que la moyenne qui ont une influence sur la végétation, au dessous du zéro de végétation, la plante ne croit plus, ce basse température cause la gelée.

De même il est possible de définir une température critique haute qui entraîne la mort de la plante qui provoque l'évapotranspiration.

Les données disponibles des températures sont les valeurs moyennes mensuelles mesurées au niveau de la station de hammam debagh durant la période (2000-2013) (Tableau N°I.7).

Tableau I.7 : Températures mensuelles moyennes en C°.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	T.M
Tmin°C	18,27	13,73	8,13	4,56	3,11	3,33	7,04	11,02	14,28	19,15	22,26	22,18	12,25
Tmax°C	29,43	25,15	18,25	14,15	13,58	13,91	18,3	21,17	25,46	31,54	36,02	35,24	23,52
Tmoy°C	23,85	19,44	13,19	9,36	8,35	8,62	12,67	16,09	19,87	34,7	29,14	28,7	17,87

Source : ANRH Alger.

Après avoir calculé les températures moyennes mensuelles, nous avons estimé la moyenne annuelle à **17,87 C°**.

- Le mois le plus chaud en moyenne sur la zone d'étude est le mois de juillet.
- Le mois le plus froid en moyenne et le mois de janvier.
- L'amplitude thermique entre le mois le plus chaud et celui le plus froid atteint **11.27 C°**.

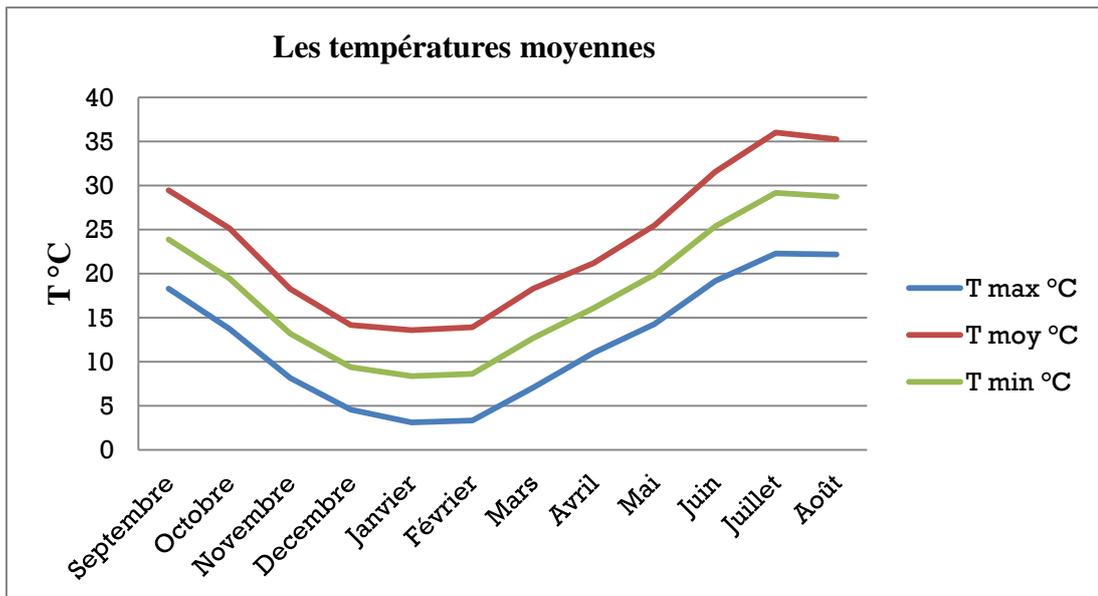


Figure I.4: La température moyenne mensuelle.

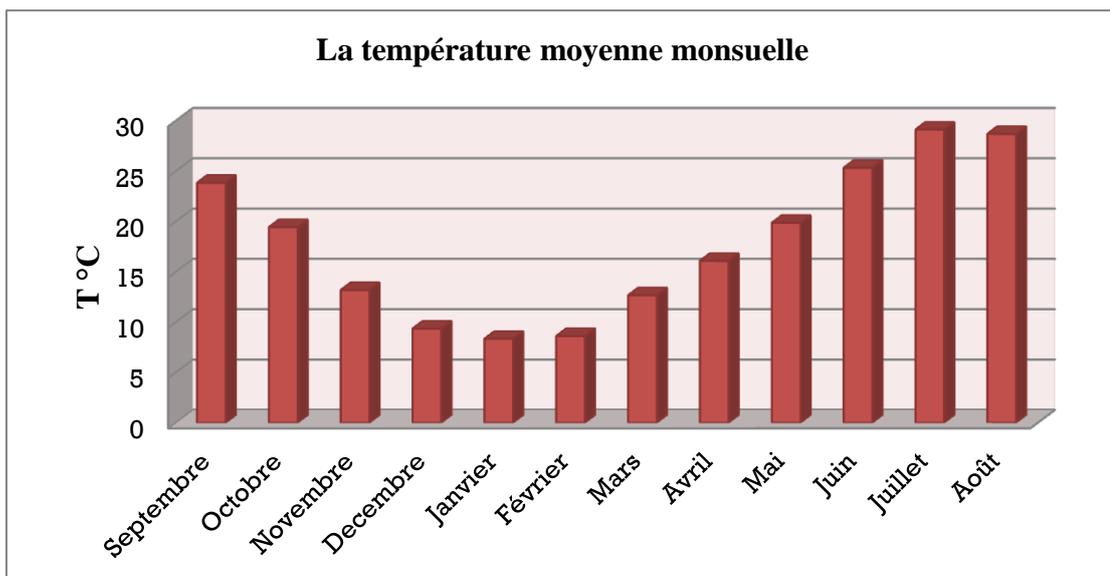


Figure I.5 : Variation des températures moyennes mensuelles.

I.10.4 L'humidité relative de l'air (période 2000-2014)

L'humidité relative c'est le rapport entre la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air et la quantité maximale qu'il peut contenir à une température donnée, exprimée en %. L'humidité de l'air a une influence considérable et un effet en général bénéfique à la croissance des cultures.

Les données disponibles sont reportées dans le tableau suivant :

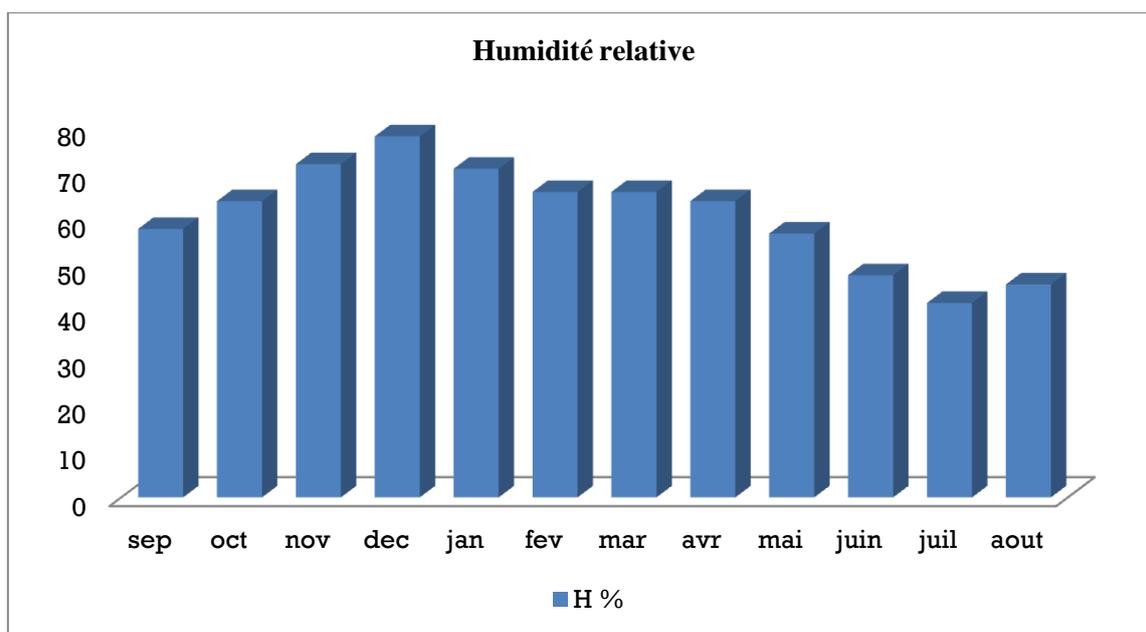
Tableau I.8 : l'humidité moyenne mensuelle relative (%).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	JT	Aou	Année
Humidité moyenne (%)	58	64	72	78	78	71	66	64	57	48	42	46	62

Source : ANRH Alger.

❖ Nous remarquons :

- Le minima est enregistré pendant le mois de juillet (42%).
- Le maxima en décembre (78%).

**Figure I.6** : Humidité moyenne mensuelle**I.10.5 Les vents**

La connaissance de la direction et de la fréquence des vents est importante pour la mise en valeur d'un périmètre pour protéger contre les vents néfastes. Les vents dans la région des hauts plateaux sont forts et fréquents pendant toute l'année, surtout en hiver et au printemps.

Les données disponibles des vents sont les valeurs moyennes mensuelles mesurées au niveau de la station de hammam Debagh (**tableau I.9**).

Tableau I.9: La vitesse moyenne du vent (2000-2014).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Année
V. Moy (m/s)	2	2,2	2,1	2,5	2	2,2	2,4	2	2,1	1,8	1,9	2,1	2,11

Source : ANRH Alger.

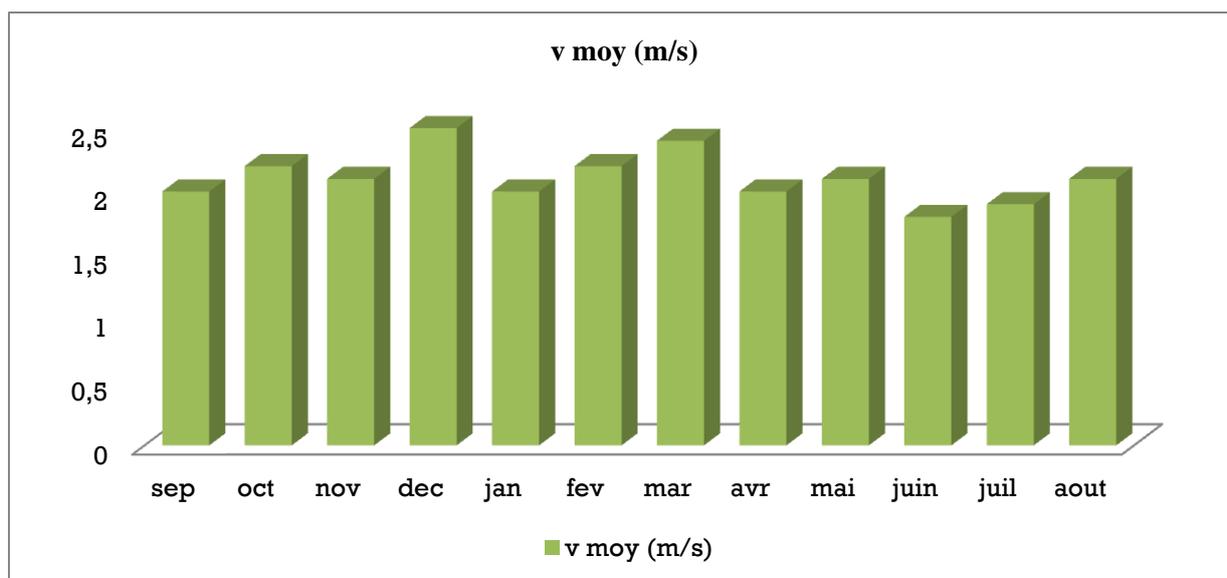


Figure I.7 : Vitesse moyenne du vent.

Il ressort du tableau que les vents dominants sont ceux des directions Nord-ouest pour la saison froide et Nord-est pour la saison chaude.

La vitesse moyenne mensuelle du vent observée dans la station de hammam Debagh oscille entre **1,8** et **2,50 m/s**.

I.10.6 Insolation

Le tableau ci-dessous donne les durées moyennes d'insolation journalière pendant les différents mois (de 2014)

Tableau I.10: Insolation totale du mois en (h).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A	Année
Insolation par mois	213	232,5	217	186	192,2	168	244,9	243	288,3	315	341	325,5	247,2
Insolation du jour	7,1	7,5	7,23	6	6,2	6	7,9	8,1	9,3	10,5	11	10,5	8,11

Source : ANRH Alger.

On remarque que le mois le plus ensoleillé est **juillet** avec une moyenne de onze heures.

I.10.7 Les phénomènes climatiques accidentels

a) La grêle :

Le risque-grêle en agriculture dresse un tour d'horizon des connaissances et s'articule en trois volets :

- ✓ Examen du phénomène naturel.
- ✓ Descriptions des dégâts par type de culture.
- ✓ Gestion du risque-grêle, sous les angles économiques et techniques (systèmes de protection).

Tableau I.11 : La grêle moyenne mensuelle.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	JT	Aou	Année
Moyenne mensuelle	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0	0,1	2,2

Source: ANRH.

b) La gelée blanche

Le gel entraîne la formation de cristaux de glace entre les cellules, cependant la gelée de printemps entraîne la mort de certains organes (bourgeons, fleurs, jeunes fruits).

Tableau I.12 : Nombre moyen de jours de la gelée blanche.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A	Année
Station de H.Debagh	0	0	8	10	11	11	9	5	1	0	0	0	55

Source : ANRH.

La gelée s'observe à partir du mois d'octobre jusqu'à la fin du mois d'avril avec un maximum de sept jours aux mois de janvier.

c) Le sirocco

C'est un vent du sud chaud et sec venant du Sahara, Le sirocco est caractérisé par un **air chaud et sec**. Ses rafales peuvent parfois être violentes et provoque des dégâts sur les plantes, le tableau ci-dessous donne les valeurs du sirocco d'après la station de hammam debagh.

Tableau N°I.13 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A	Année
Station de H.Debagh	4,7	2,0	1,9	0,9	0,2	0,8	2,3	2,3	2,5	5,8	6,6	6,2	36,2

Source : ANRH.

La durée pendant laquelle souffle le sirocco est très variable il est en général de direction sud-est.

Il est très fréquent au niveau de la zone d'étude et entraîne une augmentation de l'évapotranspiration.

I.10.8 Les indices climatiques

I.10.8.1 Climogramme pluviométrique de BAGNOULS et GAUSSEN

La représentation schématique du climat facilite la comparaison du climat d'une région à une autre suivant les variations des précipitations et les températures moyennes mensuelles.

En combinant les précipitations et les températures nous pouvons réaliser le diagramme ombro-thermique de GAUSSEN (Cf fig I.9), pour voir la succession des périodes sèches et humides et leurs durée à l'échelle annuelle.

Tableau I.14: Les moyennes mensuelles des précipitations et les températures.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	JT	Aou
P (mm)	30,94	35,74	61,08	84,95	77,37	68,33	61,8	51,82	39,8	14,03	3,81	8,57
T(C°)	23,85	19,44	13,19	9,36	8,35	8,62	12,6	16,09	19,87	25,34	29,14	28,7

Source: établi sur la base des données qui précèdent.

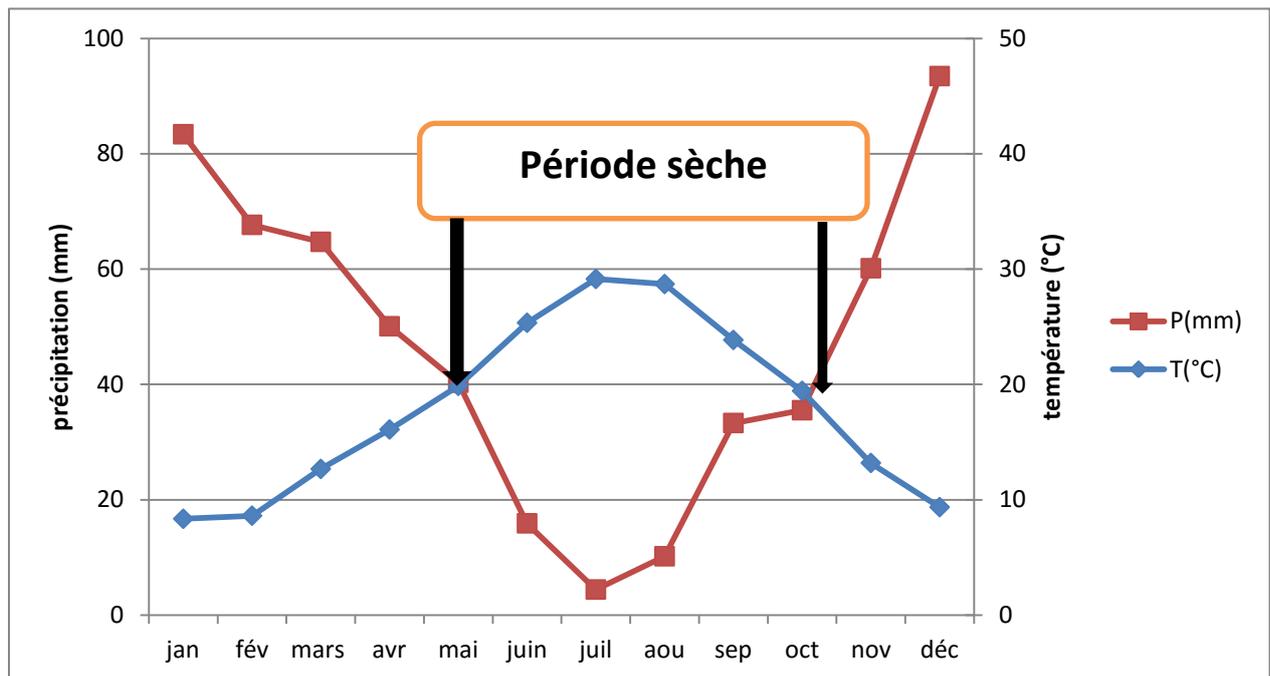


Figure I.8 : Diagramme de Gausse.

D’après le diagramme on distingue deux périodes :

- **Humide** : où la courbe des précipitations est au dessus de celle des températures, cette période s’étale de octobre jusqu’à le mois de mai avec un maximum de précipitation qui est de **84,40mm**.
- **Sèche** : la courbe de précipitation est au dessous de celle des températures, une période écologiquement sèche d’environ cinq (5) mois s’étalant du mois de Mai au mois d’Octobre avec un maximum de température **29.14 °C**, Donc on peut conclure que c'est la période où il nécessite d’irriguer à partir du moyen barrage projeté sur Oued Meziet.

I.10.8.2 Quotient pluviométrique de STEWARD

Le système d’Emberger permet de déterminer les étages bioclimatiques de la région, grâce au calcul d’un quotient qui est donné par la formule suivante :

$$Q = \frac{1000 P}{(M-m)(M+m)} = \frac{2000 P}{M^2 - m^2} \dots\dots\dots (I.1)$$

- P** : Total des précipitations annuelles en mm.
- M** : Moyenne des maxima du mois le plus chaud(T+273°K).
- m** : Moyenne des minima du mois le plus froid(T+273°K).

Comme : $P=538,27\text{mm}$, $M=36,02+273$ et $m=3,11+273$

On aura :

$$Q = \frac{2000 \cdot 538,27}{(36,02+273)^2 - (3,11+273)^2}$$

Donc avec $Q=55,90$ la zone d'études suivant le climato gramme pluviométrique d'Emberger se trouve dans l'étage bioclimatique 'Semi-aride' (Cf fig I.10).

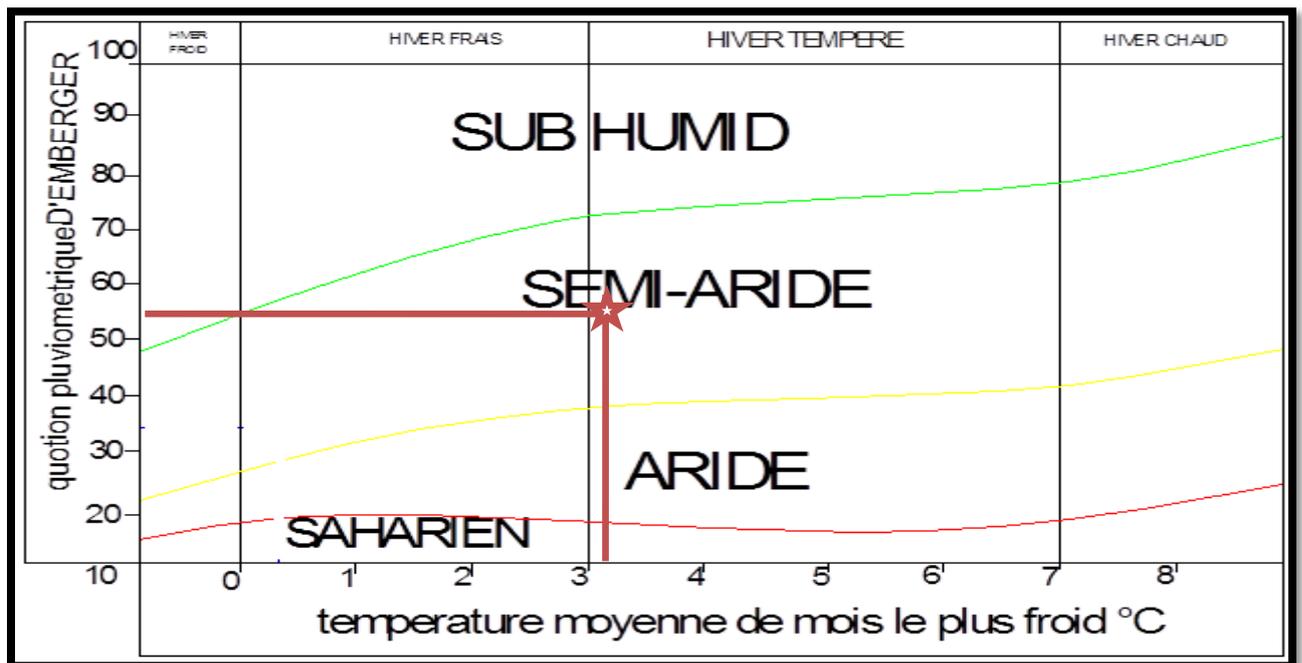


Figure I.9 : Diagramme bioclimatique d'Emberger.

I.10.8.3 L'indice d'aridité de Martonne

L'indice de l'aridité est un indicateur quantitatif du degré du manque d'eau présente à un endroit donné, On va calculer cet indice (I_A) par la formule de Martonne.

$$I_A = \frac{P}{T+10} \dots\dots\dots (I-2)$$

- **IA** : indice d'aridité de Martonne.
- **P** : précipitation moyenne annuelle.
- **T** : température moyenne annuelle.

Avec : $P=538,27 \text{ mm}$ $T=13,87\text{C}^\circ$.

On aura :

$$I_A = \frac{538,27}{10+17,87} = 19,31$$

Les limites des climats d'après l'indice climatique de Martonne sont donnée par :

- $I_A < 5$ Climat hyperaride.
- $5 < I_A < 7,5$ Climat désertique.
- $7,5 < I_A < 10$ Climat steppique.
- $10 < I_A < 20$ Climat semi-aride.
- $20 < I_A < 30$ Climat humide.

Selon la classification de Martonne, notre climat est semi-aride ce qui rend l'irrigation est Souvent indispensable.

I.11 Conclusion

La zone d'étude est située dans la W.Guelma, dont elle est caractérisée par ses reliefs montagneux collinaires ainsi que sa population qui est de 9752 habitants.

Le climat de la région d'étude est caractérisé aussi par des étés chauds et secs et des hivers froids et pluvieux. Ce sont des facteurs limitant pour le développement de certaines espèces culturales et constituent ainsi une contrainte à la mise en valeur.

Sur la base d'étude du climat nous pouvons conclure que la zone d'étude se caractérise par :

- Un climat semi-aride.
- Une période de gelée relativement longue.
- Un nombre de jours de sirocco élevé.

Tous ces facteurs représentent une contrainte réelle au développement de l'agriculture dans la zone et démontrent la nécessité de l'irrigation pour toute activité intensive en particulier.

CHAPITRE II

ETUDE PEDOLOGIQUE

Chapitre II : Etude pédologique

II.1 Introduction

L'objet de ce chapitre est de réaliser une étude agro-pédologique du périmètre **d'Oued Meziat**, cette étude est fondamentale, dans la mesure où elle constitue la base essentielle des différentes opérations de la mise en valeur pour une utilisation intensive et rationnelle du facteur sol.

Elle vise à déterminer :

- ✓ Les potentielles en sol.
- ✓ Les facteurs limitant pour les cultures.
- ✓ Les actions à entreprendre pour améliorer les propriétés physicochimiques et biologiques en vue d'une bonne productivité de sol.

Pour le projet en question, notre travail consiste à déterminer près du point d'eau, une superficie de terre à bonne aptitude culturale en irrigué dont l'étendue est fonction de la capacité de retenue du moyen barrage.

II.2 Classification des sols

Les principes de la classification utilisés pour dresser les cartes des sols du périmètre d'étude sont ceux utilisés par L'ANRH qui se rattachent à la classification française des sols (**G.Aubert et Ph.Duchauffour 1964**).

II.2.1 Les sols

Les différents sols délimités dans le périmètre d'Oued Meziat appartiennent aux classes suivantes [2]

- ✓ Classe des vertisols
- ✓ Classe des calcimagnésiques
- ✓ Classe des sols isohumiques.

II.2.1.1 classe des vertisols

Les sols de cette classe occupent la majorité des terres du périmètre. Ils appartiennent à la sous classe externe possible et aux sous groupes suivants :

- ✓ Vertisol modal
- ✓ Vertisol noirci.

a) Profil N° 1

Classification :

- Classe : Vertisols
- Sous classe : à drainage externe possible.
- Groupe : à structure anguleuse sur au moins les 15 cm supérieurs
- Sous-groupe : sols peu évolués d'apport alluvial
- Famille : sols issue de formations alluviales indifférenciées
- Situation : c'est le groupe le plus représentatif qui occupe la majorité des terres du périmètre.

b) Description des horizons

0-45 cm : Horizon sec-brun motteux très cohérent, assez poreux de texture fine argilo-limoneuse et de structure polyédrique fine racines moyennes et fines peu abondantes graviers et cailloux rares fentes de retrait large de 4 à 6 cm activité biologique faible présence de coquilles d'escargot effervescence Hcl faible et généralisé transition distincte.

45-90 cm : Horizon sec brun très cohérent et motteux fente de retrait assez poreux de texture fine argilo limoneuse et de structure polyédrique à tendance prismatique concrétions calcaire rares racine fine activité biologique faible effervescence Hcl faible et généralisée transition nette.

90-140 cm : Horizon sec brun clair très cohérent et durci peu poreux de texture fine argilo limoneuse et de structure prismatique avec de sliksides nodules et concrétions calcaires très abondantes graviers pas de racines effervescence Hcl forte transition nette.

c) Analyse physico-chimique

Tableau II.1: Résultats des analyses physico-chimiques.

Profondeur (cm)	00-45	45-90	90-140
Argiles (%)	64	69	58
Limons fins (%)	13	11	28
Limons grossiers (%)	08	07	10
Sables fins (%)	7	08	07
Sables grossiers (%)	04	044	04
pH 1 /2.5 H ₂ O	7,8	7,8	8,1
Conduct.P.S (mmhos/cm)	0,4	0,9	0,6
Calcaire total (%)	15	16,30	18,50
Calcaire actif (%)	-	-	-
Matière organique (%)	1,27	0,48	0,26
Azote total (%)	6,6	0,36	0,12
C/N	12	8	13
CEC (méq/100g)	31	30	-
K+ éch. (méq/100g)	2,9	3	2,9
Ca ⁺⁺ éch. (méq/100g)	25	23	13
Mg ⁺⁺ éch. (méq/100g)	15	18	11
Na+ éch. (méq/100g)	1,4	1,2	1,6

Source : ANRH

Interprétations :

D'après le **tableau II.1** le sol est faible en matière organique en azote qui décroît selon la profondeur : MO : 1,44, N : 0,87. Le rapport C/N varie de 8-14 ce qui traduit une bonne minéralisation en surface et faible en profondeur.

Le PH est basique supérieur à 7 et varie de 7,8 à 8,10. Sol non salin avec une conductivité inférieure à 1 mmoh/cm. sol peu calcaire avec des teneurs en calcaire total qui varient de 15 à 19% et une texture fine argilo limoneuse dans tout le profil.

II.2.1.2 Classe des calcimagnésiques

Ces sols sont localisés dans les extrémités nord ouest du périmètre et se sont formés sur les piedmonts des massifs calcaires de la région. Ces sols sont caractérisés par la présence dans l'ensemble du profil du calcaire et ont un PH supérieur à 7. Ces sols appartiennent à la sous classe des sols carbonates et au groupe des sols bruns calcaires.

a) Profil N° 2

Classification :

- Classe : calcimagnésiques
- Sous classe : sols carbonatés
- Groupe : sols brun calcaire
- Sous-groupe : modal.
 - ◆ Situation : Nord Est et Nord Ouest du périmètre.
 - ◆ Géomorphologie : terrasse alluvionnaire.

b) Description morphologique

0-20 cm : Horizon sec brun gris cohérent et très compact motteux poreux de texture fine argilo limoneuse et de structure grume polyédrique fine squelette 5% formé de graviers anguleux chevelu dense de racines et radicelles activité biologique bonne transition nette régulière effervescence Hcl forte.

20-40 cm : Horizon sec brun gris très cohérent compact et motteux assez poreux de texture fine argilo limoneuse et de structure polyédrique grossière peu de racines et de radicelles graviers 5% effervescence Hcl forte transition nette.

40-70 cm : Horizon sec blanchâtre compact assez friable de texture moyenne équilibrée et de structure grume polyédrique pas de racine quelques graviers anguleux effervescence HCl forte transition nette et distincte.

c) Analyse physico-chimique

Tableau II.2: Résultats des analyses physico-chimiques.

Profondeur (cm)	00-40	40-70
Argiles (%)	68	70
Limons fins (%)	16	12
Limons grossiers (%)	08	07
Sables fins (%)	08	08
Sables grossiers (%)	05	05
pH 1 /2.5 H ₂ O	7,9	08
Conduct.P.S (mmhos/cm)	0,4	0,9
Calcaire total (%)	49,40	51,30
Calcaire actif (%)	-	-
Matière organique	1,53	0,92
Azote total (%)	0,86	0,56
C/N	10	10
CEC (méq/100g)	21,80	30,40
K ⁺ éch. (méq/100g)	2,9	3
Ca ⁺⁺ éch. (méq/100g)	25	23
Mg ⁺⁺ éch.	15	18
Na ⁺ éch. (méq/100g)	1,4	1,2

Source : ANRH

Interprétations :

D'après le **tableau II.2** le sol est pauvre en matière organique et en azote, avec un rapport C/N =8 qui traduit une bonne minéralisation de la matière organique dans le sol, très peu pourvu en calcaire total, PH basique qui varie peu tamponné (PH=7,9), une conductivité électrique est inférieure à 1 mmoh/cm et une texture fine limono argileuse à argilo limoneuse.

II.2.1.3 Classe des sols isohumique

Ce groupe de sols est localisés dans deux endroits distincts aux nord est au sud du périmètre de oued el Meziat.

Ces sols sont caractérisés par une texture fine à moyenne, des horizons supérieurs décarbonatés et une accumulation de calcaire dans les horizons de profondeur.ils sont pauvres en matière organique et en azote ainsi qu'en éléments fertilisants.

a) Profil N° 3

Classification :

- Classe : sol isohumique.
- Sous classe : à complexe saturé.
- Groupe : sol marron.
- Sous-groupe : noirci.
 - Situation : localisés dans deux endroits distincts aux Nord Est et au Sud du périmètre.
 - Géomorphologie : terrasse alluvionnaire.

b) Description morphologique

0-20 cm : Horizon sec noirâtre cohérent poreux d texture fine limono argileuse et de structure polyédrique fine fentes de retrait jusqu'à 15 cm présence de graviers anguleux 3% peu de effervescence Hcl faible transition nette.

20-50 cm : Horizon sec noirâtre cohérent poreux de texture fine limono argileuse et de structure polyédrique fine quelques graviers et concrétions calcaires pas de racines effervescence Hcl faible forte transition nette.

50-90 cm : Horizon sec beige blanchâtre très cohérent compact assez poreux de texture très fine argileuse et de structure polyédrique à tendance prismatique pas de racines concrétions calcaires blanchâtre graviers peu nombreux effervescence Hcl forte transition nette.

>90 cm : Roche mère marnes calcaires alternées.

c) Analyse physico-chimique

Tableau II.3: Résultats des analyses physico-chimiques.

Profondeur (cm)	00-40	40-80
Argiles (%)	65	69
Limons fins (%)	19	11
Limons grossiers (%)	08	06
Sables fins (%)	07	08
Sables grossiers (%)	04	05
pH 1 /2.5 H ₂ O	7,8	8,0
Conduct.P.S (mmhos/cm)	0,4	0,4
Calcaire total (%)	6,84	60,80
Calcaire actif (%)	-	-
Matière organique (%)	1,72	1,01
Azote total (%)	0,91	0,62
C/N	11	8
CEC (méq/100g)	40	40
K ⁺ éch. (méq/100g)	2,9	2,7
Ca ⁺⁺ éch. (méq/100g)	21	14
Mg ⁺⁺ éch. (méq/100g)	13	20
Na ⁺ éch. (méq/100g)	1,2	1,2

Source : ANRH

Interprétations :

D'après le **tableau II.3** le sol est peu à moyennement pourvu en matière organique et pauvre en azote avec un rapport C/N moyen, moyennement calcaire en surface (0-50 cm) avec 6,84% et fortement calcaire en profondeur avec un taux de 60,80 % ce qui explique qu'il y a une décarbonatation de horizon supérieur et une accumulation de calcaire en profondeur, sol a PH tamponné qui varie peu dans le profil (ph 7,8-8,-9), sol non salin avec une conductivité électrique inférieure à 1 mmoh/cm et une texture fine limono argileuse en structure et très en profondeur.

II.3 Les aptitudes culturales

Les aptitudes culturales ont été établies pour les quatre catégories de cultures en fonction des caractéristiques des sols en tenant compte :

- ✓ De la profondeur du sol.
- ✓ De la texture.
- ✓ De la structure.
- ✓ Du calcaire et du ph.
- ✓ De l'hydromorphie et autre.

II.3.1 Les aptitudes culturales en irrigué

a) Les cultures arboricoles

L'aptitude des sols à ce type de spéculation est médiocre, Deux types d'aptitudes ont été déterminés à savoir la catégorie B25 et la catégorie B34.

b) Les cultures industrielles

Trois types d'aptitudes ont été déterminés à savoir : Catégorie L11, Catégorie L12, Catégorie L21.

c) Les cultures maraichères

La gamme des cultures maraichères apte à être cultivées dans le périmètre est relativement étroite. Les caractéristiques pédologiques des sols en place et les fortes exigences de ces cultures en sol (profondeur favorable, bonne texture), conduisent à l'exclusion d'une bonne partie de ces cultures. Trois types d'aptitudes culturales ont été déterminés pour les sols du périmètre d'oued Meziet : M15, M21, M31.

d) Les cultures céréalières et fourragères

Trois aptitudes culturales en irrigué ont été déterminés pour tous les sols du périmètre à savoir : Catégorie C10, Catégorie C11, Catégorie C21.

e) Les cultures retenues

Sur la base de l'étude agro-pédologique, et des orientations de l'administration, la priorité est donnée aux cultures industrielles (tomate) et maraichères et fourragères.

- ✓ Cultures industrielles : tomates
- ✓ Fourrages : orge en vert.
- ✓ Maraichage : pomme de terre A/S, oignon, pastèque, melon.

Tableau II.4 Aptitude culturale dans la zone d'étude.

Type de sol	Cultures
Sol vertisol	Apte pour : L11, C11, M15, B25
Sol isohumique	Apte pour : C11, M11, L21, B34
Sol calcimagnésique	Apte pour : C11, L12, M15, B34

Tableau II .5 : Les aptitudes culturales.

Cultures	Catégorie	Possibilités culturales
Cultures arboricoles	B25	I. Pécher et prunier, prunier saint julien /pommier doucin, figuier
		II. Abricotier et prunier, cerisier/merisier pommier/paradis, poirier/franc, olivier.
	B34	I. Pêcher/abricotier francs/pêcher abricotier amandier, pommier/doucin, figuier.
Cultures industrielles	I11	I. Betterave à sucre, coton, tournesol, tabac, lin.
	I12	I .Betterave à sucre, coton, tournesol.
		II. Tabac et lin.
I21	I .Cultures industrielles	
Cultures maraichères	M15	I .Oignons, navet, choux fleurs et pommés, l'épinard.
		II .Tomate, l'ail, aubergine, pastèque-melon, piment, poivron, haricot, concombre, pois.
	M21	I. Artichaut, oignon, carotte.
		II. Tomate, pomme de terre, navet, chou-fleur, choux pommé, laitue, aubergine, pastèque.
III. Tomate, piment, poivron et aubergine.		
M31	I .Oignon, pomme de terre, carotte, navet, chou-fleur, choux-pommé, l'épinard, laitue, ail, pastèque, melon, haricot, concombre, pois, fraisier.	
Cultures céréalières et fourragères	C10	I. Luzernes, bersim, sorgho, maïs, fétuque, vesce-avoine, ray-grass, blé dur, blé tendre, orge.
	C11	I. Bersim, sorgho, maïs, fétuque, vesce-avoine, ray-grass, blé dur, blé tendre.
		II. Luzernes.
C21	III. L'ensemble des cultures céréalières et fourragères.	

f) Les catégories d'aptitude culturale

- **Catégorie B25** : Sols qui conviennent bien pour pêcher et prunier, pommier, figuier, cerisier, olivier.
- **Catégorie B34** : Sol qui convient moyennement pour les arbres fruitiers souvent (pêcher, abricotier, amandier, olivier, pommier, figuier).
- **Catégorie L11** : Sol convient bien à l'ensemble des cultures industrielles (betterave à sucre, coton, tournesol, tabac et lin).
- **Catégorie L12** : Sol convient bien pour la betterave à sucre, le coton et le tournesol et convient moyennement pour le tabac et le lin.
- **Catégorie L21** : Sol convient moyennement pour l'ensemble des cultures industrielles.
- **Catégorie M15** : Sol convient bien pour l'artichaut, les oignons, le navet, les choux fleurs et pommés, l'épinard, le fraisier et convient moyennement pour les cultures tomate, de l'ail de l'aubergine, de la pastèque, du melon, du piment poivron, de haricot du concombre, du pois.
- **Catégorie M21** : Sol convient bien pour les cultures de l'artichaut, de l'oignon, de la carotte et convient moyennement pour la tomate, la pomme de terre, le navet, la chou fleur, le chou pommé, la laitue, l'aubergine, la pastèque melon, le piment poivron, l'asperge, et pour tomate, piment, Piron aubergine en primeurs.
- **Catégorie M31**: Sol convient moyennement pour les cultures de : l'oignon, la pomme de terre, le pois fraisier, l'ail, la pastèque melon, le concombre, le haricot, la chou fleur, le chou pommé, la carotte, l'épinard, laitue.
- **Catégorie C10** : Sol convient bien pour toutes les cultures céréalières et fourragères (luzerne, bersim, sorgho, maïs, fétuque, vesce-avoine, ray-grass, blé dur, blé tendre, orge).
- **Catégorie C11** : Sol convient bien pour le bersim, le sorgho, le maïs, la fétuque, la vesce-avoine, le ray-grass, le blé dur, le blé tendre, l'orge et convient moyennement pour la luzerne.
- **Catégorie C21**: Sol convient moyennement à l'ensemble des cultures céréalières et fourragères.

II.4 Conclusion

Il est nécessaire de spécifier les types de cultures projetés et leurs besoins en eau pour pouvoir délimiter la quantité globale d'eau à attribuer au périmètre de Oued Meziet.

On a défini un certain nombre de cultures céréalières et maraichères et industrielles projetés sur les trois types de sol (dont on cite : vertisol, calcimagnésique, isothermique) avec une texture argilo-limoneuse qui peuvent se faire à partir des résultats que nous avons définis pour les potentialités pédologiques. Pour cela les travaux recommandés doivent être exécutés avant l'application de l'irrigation.

CHAPITRE III
RESSOURCES EN EAU ET
HYDROLOGIQUE

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie.

III.1 Introduction

L'objectif principal dans ce chapitre, est de mieux caractériser la qualité des eaux de surface de la moyenne, pour cela on s'intéresse au suivi de l'évolution de la salinité (SAR , RSC) pendant la saison d'irrigation ,avant de faire une analyse physico-chimiques des eaux au laboratoire au sein de l'ANRH et on s'intéresse aussi sur la mobilisation de l'eau qui se fait à partir des différents types de ressources (forages, barrages, retenues collinaires,...), pour rencontrer l'alimentation en eau d'irrigation, dans notre étude se fait à partir d'un moyen barrage sur Oued Meziat.

L'étude hydrologique est nécessaire pour l'homogénéisation de la série pluviométrique et pour ajuster cette dernière dans notre région.

III.2 Ressource en eau

La ressource en eau de surface provient essentiellement de l'oued mouger et ses principaux affluents, qui sont alimentés principalement par les eaux pluviales, La ressource en eau destinée à alimenter le périmètre est le moyen barrage sur l'oued Meziat, situé au Nord-est du périmètre.

III.2.1 Données sur le moyen barrage

Tableaux III.1 : Données sur le moyen barrage.

Coordonnées (système Lambert-Voirol)	Rive gauche : A X =906,197 ; Y= 372,200
	Rive droite : B X =906,217 ; Y = 372,444
Superficie du bassin versant	24,6 km ² .
Volume utile	1, 48 hm ³ .
Volume mort	0, 23 hm ³ .
Volume régularisé net (80%)	1, 45 hm ³ .
Volume total	2, 15 hm ³ .
Niveau de la retenue normale	218,40 m NGA.
Niveau des PHE	220,10 m NGA.
Superficie de la cuvette	17,8 ha.
Hauteur de la digue	26,50 m (au-dessus de talwaeg)
Type de barrage	digue en terre homogène.

III.2.2 Qualité des eaux d'irrigation

La qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un paramètre essentiel pour le rendement des cultures, les eaux d'irrigation par leur composition peuvent avoir une influence sur le sol (Coutinet, 1965). On constate que, les eaux de notre barrage de l'oued Meziat (qui présente une conductivité de 1 mmho/cm) influe sur les sols et par conséquent sur la plus part des cultures.

La qualité de l'eau d'irrigation peut être mieux déterminée par une analyse physico-chimique au laboratoire de l'ANRH. Les facteurs les plus importants pour déterminer la qualité requise de l'eau en irrigation sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau III.2: Résultats des analyses de l'eau de l'oued Meziat (juillet 2007).

Paramètre	Symbole	Unités	Quantité mesurée	Normes
PH	PH	-	8,03	6,5-8,5
SAR	SAR	-	4,48	
Conductivité Electrique(CE)	CE	$\mu\text{s/cm}$	1213	400-20000
Chlorure	Cl^-	mg/l	322,487	500
Sulfate	SO_4^-	mg/l	124,705	400
Bicarbonate	HCO_3^-	mg/l	236,362	500
Carbonate	CO_3^{2-}	mg/l	-----	-----
Sodium	Na^+	mg/l	224,385	200
Magnésium	Mg^{2+}	mg/l	25,976	-----
Calcium	Ca^{2+}	mg/l	146,178	-----
Potassium	K^+	mg/l	5,16	12
Nitrate	NO_3^-	mg/l	3,4	50
Phosphates	PO_4^{3-}	mg/l	4,65	

Source : ANRH

Interprétations :

Les valeurs observées montrent que ces eaux ont une conductivité électrique et un PH élevé, Mg^{2+} présente une valeur importante de 25,976 mg/l, on a $\text{Cl}^- = 322,487 \text{mg/l}$,

$\text{Na}^+ = 224,385 \text{ mg/l}$ Pour ce qui est des nitrates et le phosphates ont des concentrations inférieures aux seuils de toxicité, le potassium présente à des faible concertations.

III.2.3 Le S.A.R (le pourcentage inchangeable de sodium)

Le danger d'alcalinisation est exprimé par la valeur du SAR, l'index utilisé est le rapport d'adsorption du sodium qui exprime l'activité relative des ions de sodium dans les réactions d'échange dans les sols. Cet indice mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium.

Le SAR est défini par l'équation suivante :

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Mg}^{++} + \text{Ca}^{++}}{2}}} \quad \dots\dots \text{(III.1)} \quad \text{Ca}^{++}, \text{Mg}^{++} \text{ et } \text{Na}^+ \text{ sont exprimés en meq/l.}$$

Tableau III.3 : Le risque du SAR dans l'eau d'irrigation.

Le risque du SAR dans l'eau d'irrigation		
	SAR	Notes
Nul	< 3.0	Pas de restriction sur l'utilisation d'eau
Léger à modéré	3.0 - 9.0	Entre 3 et 6, une attention particulière doit être portée sur les récoltes sensibles. Entre 6 et 8 du gypse doit être utilisé. Récoltes non sensibles. Des échantillons de sol doivent être prélevés et examinés tout les 1 ou 2 jours pour déterminer s'il y a une augmentation des teneurs en Sodium.
Elevé	> 9.0	Domage sévère.

On a : $[\text{Ca}^{2+}] = 7,31 \text{ méq/l}$ $[\text{Mg}^{2+}] = 2,16 \text{ méq/l}$ $[\text{Na}^+] = 9,75 \text{ méq/l}$

Après on calcul le **SAR** = $\frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Mg}^{++} + \text{Ca}^{++}}{2}}} = 4,48$ alors le risque est faible.

III.2.4 Conductivité électrique de l'eau

Elle permet d'évaluer rapidement mais très approximativement le degré de minéralisation globale des eaux. Elle a été réalisée sur le terrain et au laboratoire à l'aide d'un conductivimètre, C'est un paramètre physique très important, son unité est le dS/m (Décimens par mètre).

Tableau III.4 : La conductivité électrique d'eaux d'irrigation.

Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux
$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible (salinité)
$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen
$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevé
$CE > 2,25$	Eau de risque très élevé

L'eau de notre moyen barrage projeté sur Oued Meziat a une conductivité électrique moyenne $CE = 1,213$ mmhos/cm, donc : Eau de risque élevé.

III.2.5 Classification des eaux d'irrigation

La qualité de l'eau d'irrigation est appréciée en utilisant le diagramme de classification des eaux de l'U.S.S.L (1954), c'est un tableau à double entrée, avec les conductivités en abscisses et des SAR en ordonnées. Cependant, le diagramme proposé a été modifié par l'addition d'une 5ème classe d'après la conductivité électrique (Durand, 1958).

D'après les résultats du calcul : $SAR \leq 10$: Risque faible

$0,75 < CE \leq 2,25$: Eau de risque élevé

Le rapport des résultats sur ce diagramme (Cf **fig III.1**) montre que l'eau d'irrigation appartient à la classe **C3 S1**

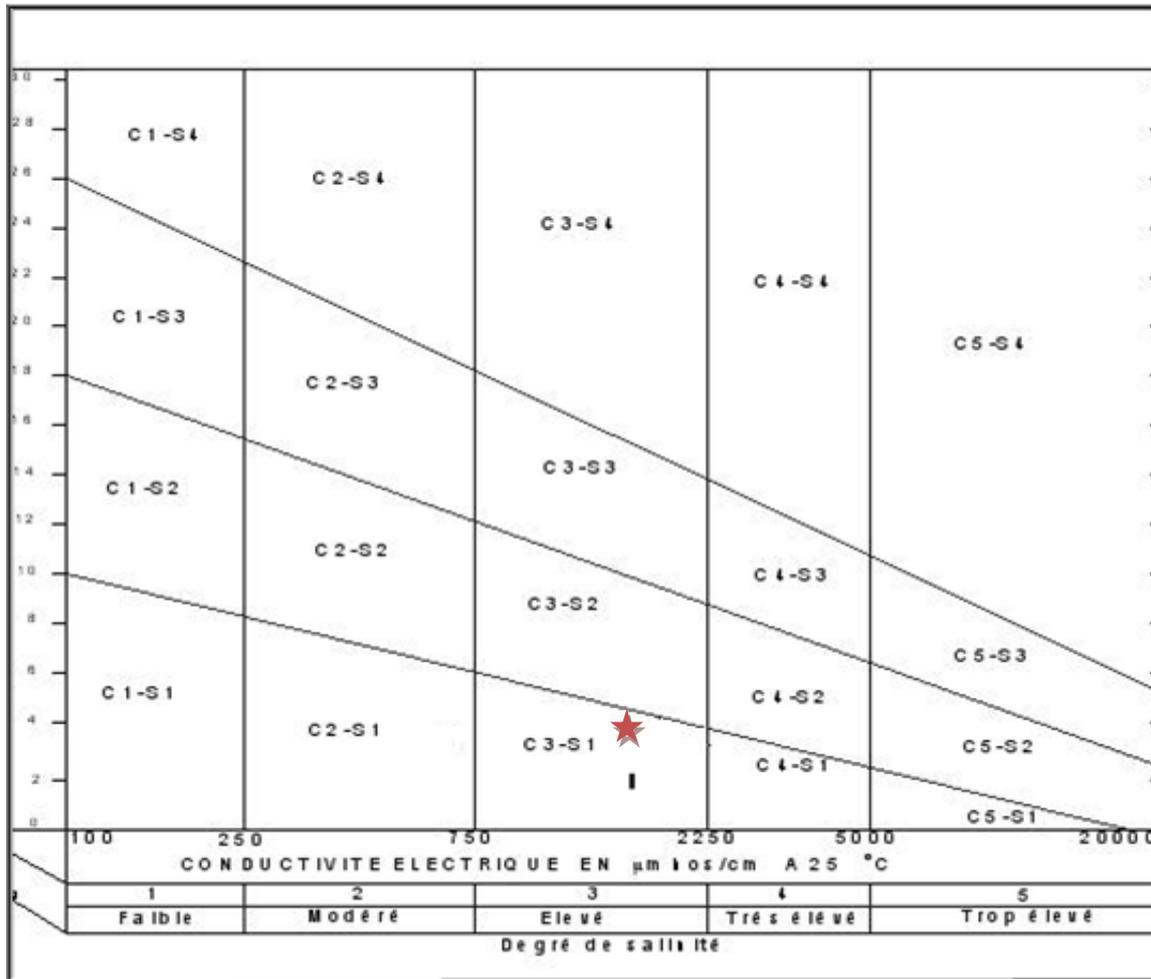


Figure III.1 Diagramme de classification des eaux d'irrigation

III.3 L'étude Hydrologique

Toute étude hydrologique nécessite la vérification des données par une analyse statistique de l'information (l'homogénéisation des données), et une analyse fréquentielle à la loi normale ou la loi log normal pour bien déterminer le bilan hydrique et le déficit des cultures de la zone d'étude , et pour conclure les besoins en eau afin de déterminer l'année sèche d'une série de 38 ans(1974-2012).

III.3.1 La série pluviométrique

Pour caractériser la région d'étude, du point de vue pluviométrie, nous avons opté pour la station de bordj sabath pour la période récente entre 1974 -2012. Cette station qui possède le moins de lacune de pluviométrie, est relativement très proche du site du moyen barrage sur oued Meziat et à une altitude très proche a celle du périmètre qui est comprise entre 500 et 550 m, en plus, on a basé sur la pluviométrie moyenne de la station qui est représenté dans le tableau si dessous (Tableau III.5).

Tableau III.5 : Répartition moyenne des précipitations mensuelles à la station de Bordj Sabath pour la période 1974-2012.

Année	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mar	avril	mai	jui	juil	aout	annuel
1974	32	42	49,5	38	15	95	66,9	8,5	67,8	0	0	0	414
1975	15	0,8	102	34	42	91	81,4	61	60,7	14,5	14	0	515,4
1976	42	117	117	23	27	21	25,8	104,4	74,9	14,8	0	28,4	594,3
1977	1,9	15	57,7	2,9	97	55	34,6	69,8	56,6	10,4	0	0	401,2
1978	1,1	3,9	31,2	14	39	91	65,6	159,6	5	10,9	3,7	3,6	428,8
1979	68	23	31,5	15	44	34	72,7	49,9	56,7	0,5	0	0	394,4
1980	54	19	44,5	171	63	0	35,7	25,8	14,2	17,4	1,9	0	446,3
1981	6,9	20	24,7	60	85	70	132	53,8	29,4	0	0	5,7	487,8
1982	17	63	112	99	14	15	67,3	6,7	17,5	10,9	0	0	422,1
1983	1,9	58	66,7	41	171	231	39,8	29,1	1,1	6,6	0	1	646,5
1984	28	85	14,6	342	66	26	124	56	44,7	0	0	0	786,2
1985	32	30	21,5	23	99	32	84,6	29,5	3,7	10,6	0,7	1	366,9
1986	93	62	101	135	68	158	85,3	36,7	57	0,2	21	4,4	820,5
1987	4,6	22	57,7	22	70	38	48,9	28,1	40,5	77,3	0	2,9	411,9
1988	34	8,1	27,9	160	35	63	39,9	47,3	14,1	21,6	14	13,6	478,2
1989	28	38	33,3	19	107	0	23,5	32,3	38,9	2,5	17	42,6	382,1
1990	3,3	23	97,8	141	32	53	86,1	46,2	46,6	18,6	2,1	0	550,8
1991	16	82	26	19	41	57	52	121,9	99,3	8,4	16	0	538,8
1992	32	22	161	232	41	41	28,7	23	76,7	12,1	1,9	6	675,5
1993	16	15	10,3	136	59	85	9,6	61,5	3,1	0	0	0	395,7
1994	0	80	32,2	71	222	0	180	19,2	0	26,3	0	4,7	635,5
1995	67	23	34,8	27	83	204	13	50,5	56	9,7	0,6	4,7	572,7
1996	18	22	9,4	57	41	23	17,9	50	13,2	38,8	0	19,2	309,1
1997	42	64	126	109	17	62	48,7	47,5	64,6	8,2	0	14,6	604,3

Année	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mar	avril	mai	jui	juil	aout	annuel
1998	60	19	136	43	81	65	55,9	36,7	34,8	7,3	4,6	6,5	549,7
1999	27	15	68,8	127	15	14	18,6	47,3	109	31,1	0	12,7	484,3
2000	18	59	16,1	56	169	46	19,8	50,8	42,6	0	0	17,4	494,4
2001	68	7,7	22,2	29	34	134	17,1	0	0	2,4	12	31,5	357,6
2002	19	30	188	116	297	64	32,4	132,4	47,5	2,1	0	0	928,5
2003	80	44	28,1	280	93	13	59	52,5	121	72,5	0	14	857,3
2004	31	30	191	100	76	110	33	101	5	21,7	7,5	4,9	609,1
2005	16	4,5	16,1	120	144	102	43,5	19	64	0	5	7	540,5
2006	13	18	29,5	103	27	38	207	68,5	15	19,5	2	0	538,7
2007	39	24	10,5	128	9,5	14	121	26,5	58	15	15	0	459,9
2008	20	21	47	23	145	60	85,5	102,5	34,5	0	5,5	11	553,5
2009	98	0	21,5	38	158	0	39	40	0	38,5	0	9	442
2010	29	66	151	48	19	211	72	49,5	65,5	12,5	4	4,5	730,5
2011	15	87	47,5	75	72	153	82,3	52,4	0	4,5	0	8	596,7
2012	20	31	18,5	36	100	96	61,4	23,4	12,8	0	0	55,5	454,7
moy	31	36	61	84,7	77	68	61,8	51,82	39,8	14	3,8	8,57	537,85

Source : ANRH Alger.

La répartition des pluies est caractérisée par deux saisons : une période humide allant de Septembre à Mai qui correspond à 90% du total annuel et une saison sèche allant de Juin à Aout avec des minima en juillet ou la précipitation est faible.

III.3.2 Vérification de l'homogénéisation de la série pluviométrique

L'étude de l'évolution des précipitations ne peut utiliser les données hétérogènes. Plusieurs méthodes statistiques permettent de tester l'homogénéité des séries pluviométriques avant utilisation. Parmi elles Test de Wilcoxon c'est le plus puissant des tests non paramétriques, On divise la série complète en deux sous séries Y et X tel que : N_1 et N_2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_2 > N_1$. On constitue par la suite, la série X unions Y après avoir classé la série de pluie d'origine

par ordre décroissant. A ce stade, on attribue a chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle. Wilcoxon montré que la série est homogène, si cette relation est vérifiée :

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

$$\text{Avec } W_y = \sum_{i=1}^n \text{Rang}$$

$$W_{\min} = \frac{(N_1+N_2+1)N_1-1}{2} - U_{1-\frac{\alpha}{2}} \left(\sqrt{\frac{N_1N_2(N_1+N_2+1)}{2}} \right)$$

$W_{\max} = (N_1+N_2+1) N_1 - W_{\min}$ et $U_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1,96$ représente la valeur de la variable centré réduite de Gauss. [3]

Tableau III.6 test d'homogénéisation de wilcoxon.

Rang	La série	Y	X	tr	XUY
1	414	572,7	414	928,5	Y
2	515,4	309,1	515,4	857,3	Y
3	594,3	604,3	594,3	820,5	X
4	401,2	549,7	401,2	786,2	X
5	428,8	484,3	428,8	730,5	Y
6	394,4	494,4	394,4	675,5	X
7	446,3	357,6	446,3	646,5	X
8	487,8	928,5	487,8	635,5	X
9	422,1	857,3	422,1	609,1	Y
10	646,5	609,1	646,5	604,3	Y
11	786,2	540,5	786,2	596,7	Y
12	366,9	538,7	366,9	594,3	X
13	820,5	459,9	820,5	572,7	Y
14	411,9	553,5	411,9	553,5	Y
15	478,2	442	478,2	550,8	X
16	382,1	730,5	382,1	549,7	Y
17	550,8	596,7	550,8	540,5	Y

Rang	La serie	Y	X	tr	XUY
18	538,8	454,7	538,8	538,8	X
19	675,5		675,5	538,7	Y
20	395,7		395,7	515,4	X
21	635,5		635,5	494,4	Y
22	572,7			487,8	X
23	309,1			484,3	Y
24	604,3			478,2	X
25	549,7			459,9	Y
26	484,3			454,7	Y
27	494,4			446,3	X
28	357,6			442	Y
29	928,5			428,8	X
30	857,3			422,1	X
31	609,1			414	X
32	540,5			411,9	X
33	538,7			401,2	X
34	459,9			395,7	X
35	553,5			394,4	X
36	442			382,1	X
37	730,5			366,9	X
38	596,7			357,6	Y
39	454,7			309,1	Y

Tableau III .7 Résultats de test de wilcoxon.

N1	N2	wx	wy	wmin	wmax
17	21	494	317	264,24	398,76

Donc :

$W_{min} < W_y < W_{max}$ Alors : la série est homogène

III.3.3 Le choix de la loi d'ajustement

Les techniques d'ajustement sont multiples mais les plus utilisées en hydrologie, celle qui garantit le meilleur ajustement possible sont les suivants :

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

L'ajustement statistique des pluies annuelles a été effectué par le logiciel HYFRAN (Hydrological Frequency Analysis),

Le test du χ^2 est appliqué afin de vérifier l'adéquation de ces lois à l'échantillon des valeurs observées.

III.3.3.1 Ajustement à la loi de Gauss ou loi normal

Voici les étapes à suivre pour la réalisation :

On classe les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.

On affecte un numéro d'ordre aux valeurs classées.

On calcule la fréquence expérimentale par la formule de Hazen.

Variable réduite de gauss : $U = \frac{x - \bar{x}}{\delta}$

Calcul des caractéristiques empirique de loi (X ; δ ; Cv ; $CS=0$).

Le coefficient de variation : $Cv = \frac{\delta}{\bar{x}}$

L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien:

$$XP\% = X + \delta * Up\%$$

Avec : **XP%**: précipitation de probabilité P%

Up%: variable réduit de Gauss.

X : Moyenne arithmétique.

δ : Écart type [5].

Les résultats obtenus figurent au **Tableau III.8** et au **Figure III.2**.

Tableau III.8 : Ajustement à une loi de Gauss (loi-Normale).

Ajustement Normale						
Station : Bordj Sabath						
Résultats de l'ajustement Normale (Maximum de vraisemblance)						
Nombre d'observations: 38						
Paramètre :						
mu : 194.643 ; sigma : 51.022						
Quantiles : $q = F(X)$ (probabilité au non-dépassement) $T = 1 / (1-q)$						
T	Q	XT (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)		
100	0.99	313	16.3	281	345	
50	0.98	299	14.9	270	329	
20	0.95	279	13.0	253	304	
10	0.9	260	11.4	238	282	
5	0.8	238	9.8	218	257	
3	0.6667	217	8.78	199	234	
2	0.5	195	8.39	178	211	
1.4286	0.3	168	8.96	150	185	
1.25	0.2	152	9.80	133	171	

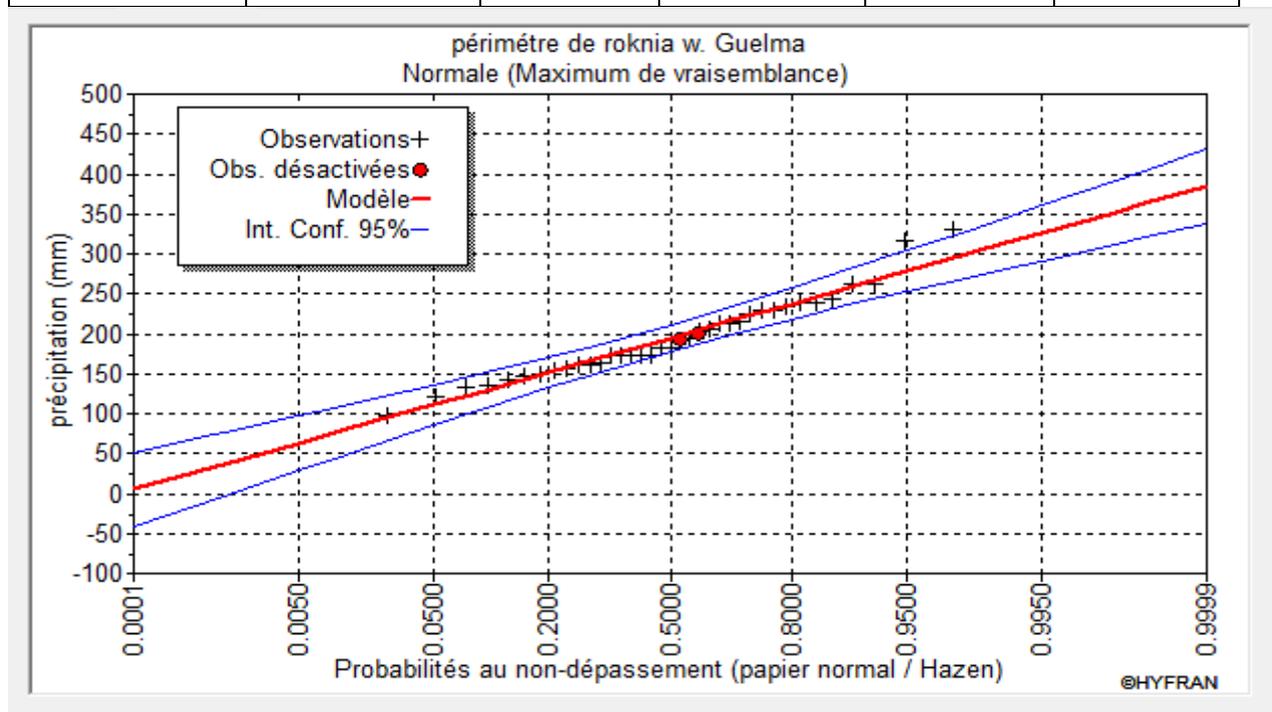


Figure III.2 Ajustement de la loi de Gauss.

III.3.3.2 Ajustement à la loi de Galton ou loi log normale

Elle est aussi appelée loi de Galton et s'exprime par la fonction de répartition:

$$F(x) = \frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}} \int_0^U \frac{1}{u} e^{-\frac{\log^2 u}{2\delta^2}} du$$

Avec $u = \frac{x-x_0}{\delta}$

Nous avons l'équation de la droite de Galton qui s'écrit comme suit [5]:

$$\text{Ln}(X_{p\%}) = \overline{\text{Ln}(X)} + \delta_{\text{Ln}} * U_{p\%}$$

Avec:

Ln: symbole de l'opérateur mathématique correspondant au logarithme népérien.

X_{p%} : précipitation probable à p%.

$\overline{\text{Ln}(X)}$: Moyenne arithmétique du log des précipitations observées.

δ_{Ln} : La variance, calculée pour les précipitations observées sous l'échelle.

U_{p%}: variable réduite de Gauss.

Logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} (\ln X_i - \overline{\ln X})^2} \quad \text{Si } n < 30$$

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^{i=n} (\ln X_i - \overline{\ln X})^2} \quad \text{Si } n \geq 30$$

Pour les calculs on a utilisé le logiciel Hyfran Les résultats obtenus figurent au

Tableau III.9 et au **figure III.3**

Tableau III.9 Ajustement à une loi de Galton (log-normale).

Ajustement Log-Normale					
Station : Bordj sabath					
Résultats de l'ajustement Normale (Maximum de vraisemblance)					
Nombre d'observations: 38					
Paramètre :					
mu : 5.23837 ; sigma : 0.260363					
Quantiles : $q = F(X)$ (probabilité au non-dépassement) $T = 1 / (1-q)$					
T	Q	XT (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.99	345	28.7	289	402
50	0.98	322	24.5	274	370
20	0.95	289	19.1	252	327
10	0.9	263	15.3	233	293
5	0.8	234	11.7	212	257
3	0.6667	211	9.44	192	229
2	0.5	188	8.06	173	204
1.4286	0.3	164	7.51	150	179
1.25	0.2	151	7.56	136	166

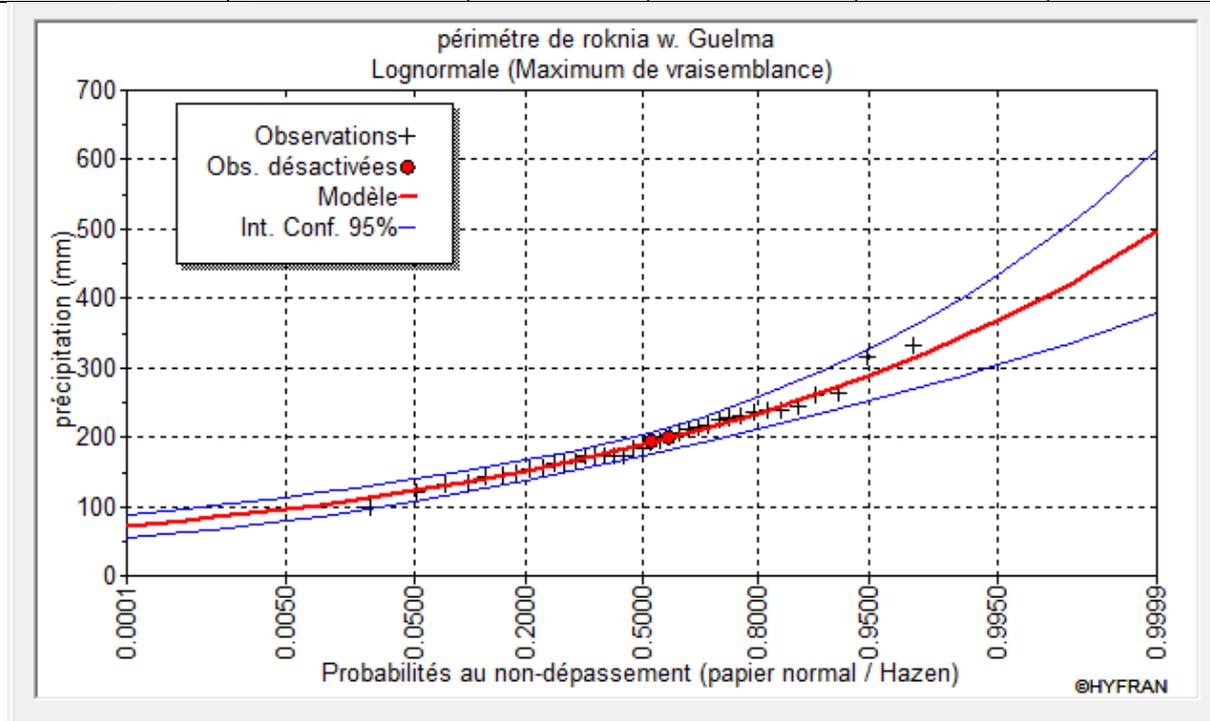


Figure III.3 Ajustement de la loi de Galton.

III.3.4 Test de validité d'un ajustement

Il s'agit de vérifier, si une variable obéit à une loi théorique proposée dans notre cas loi normale et la loi log-normale, On utilise le test du **Khi carré** ' χ^2 ' pour définir une règle de décision, est fait à l'aide du logiciel HYFRAN. On détermine χ^2 théorique sur la table de Pearson III, Avec : $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$

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

III.3.4.1 Test de validité de l'ajustement à la loi Normale

Les résultats obtenus sont les suivants :

- Khi carré = 3.86 = $\chi^2_{\text{calculée}}$
- Probabilité p ($\chi^2_{\text{calculée}}$) = 0,5690
- Degrés de liberté : $\gamma = 5$
- Nombre des classes k = 8

D'après la table de Pearson du χ^2 on a :

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 11,070 \quad \text{et} \quad \chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$$

III.3.4.2 Test de validité de l'ajustement à la loi Log-Normale

Les résultats obtenus par la loi log-normale sont les suivants :

- Khi carré = 3.20 = $\chi^2_{\text{calculée}}$
- Probabilité p ($\chi^2_{\text{calculée}}$) = 0,6692
- Degrés de liberté : $\gamma = 5$
- Nombre des classes k = 8

D'après la table de Pearson du χ^2 on a :

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 11,070 \quad \text{et} \quad \chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$$

Le test de **Khi** carré montre que la loi de Galton présente un meilleur ajustement des pluies annuelles.

III.3.5 Détermination de l'année de calcul

On va prendre les résultats de la loi de Galton pour nos estimations de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région, nous opterons donc pour l'année de calcul et les précipitations totales correspond

$P_{20\%} = 150$ mm, et moyenne $P_{50\%} = 190$ mm, $P_{80\%} = 240$ mm.

Par l'application de formule :

$$P_{i,20\%} = P \text{ moyenne pour chaque mois} \times \frac{P \text{ théorique } 20\% \text{ annuel}}{P \text{ théorique } 50\% \text{ annuel}}$$

Avec i : mois

$$\text{Donc : } P_{i,20\%} = P \text{ moyenne pour chaque mois} \times \frac{150}{190} = P_{i,\text{moy}} \times 0,789$$

Tableau III.10 : Précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul

Mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	jui	juit	Aou
Pmoy (mm)	31	36	61	84,7	77	68	61,8	51,8	39,8	14	3,8	8,57
Pmoy 20%(mm)	24,46	28,4	48,13	66,89	60,8	53,65	48,76	40,88	31,4	11,05	2,99	6,76

III.4 Conclusion

Les eaux du barrage de l'oued Mziet constituent la source d'eau principale destinée à l'irrigation du périmètre.

En analysant cette eau on a obtenu qu'elle est de classe C3S1 ; et à partir de l'ajustement statistique effectué aux séries pluviométriques mensuelles, on a constaté que la loi log-normal est la plus adaptée.

CHAPITRE IV

BESOIN EN EAU

Chapitre IV : Besoin en eau

IV.1 Introduction

Le but de ce chapitre est l'estimation des exigences hydriques de la culture par l'utilisation des méthodes dynamique incluant la météorologie et la pédologie de la région d'étude, qui vise à mieux d'évaluer les besoins en eau d'irrigation.

IV.2 Evaluation des besoins en eau des cultures

Le déficit hydrique, qui peut également s'exprimer sous le terme de besoins en eau, se définit comme la différence entre l'évapotranspiration maximale (ET_m) de la culture considérée par période (mensuelle) et les besoins globaux de la surface d'étude (la pluie efficace Peff et la réserve facilement utilisable RFU réelle).

IV.2.1 L'évapotranspiration maximale (ET_m)

En matière d'irrigation, on cherche à placer les plantes dans des conditions de production optimales et on base l'irrigation sur la valeur de l'évapotranspiration maximale (ET_m) qui est une valeur ponctuelle liée à l'ET₀ qui est relative à une région par un coefficient cultural, donnée par la formule de base de l'approche climatique :

$$ET_m = k_c \times ET_0 \dots \dots \dots (IV.1)$$

ET_m : évapotranspiration maximale d'une culture (mm),

k_c : coefficient cultural,

ET₀ : évapotranspiration de référence (mm)

IV.2.2 L'évapotranspiration de référence (ET₀)

C'est la quantité d'eau transpirée par unité de temps par une végétation courte et verdoyante, recouvrant complètement le sol, de hauteur uniforme et qui ne manque jamais d'eau.

Ils existent des méthodes expérimentales pour la mesure directe de l'évapotranspiration, basées sur le bilan hydrique, le bilan d'énergie et la méthode lysimétrique. Devant la difficulté de la mise en place de ces dispositifs, différentes formules pour estimer indirectement cette grandeur à partir de données climatiques de la région, parmi ces formules on peut citer :

❖ **La formule de Penman – Monteith**

On peut calculer l'évapotranspiration de référence à l'aide de la formule suivante, Cette équation est celle de la **FAO** (les meilleurs résultats et le minimum d'erreurs):

$$E_{To} = \frac{0,408 \Delta(Rn-G) + \gamma \frac{Cst}{T+273} U_2 (es-ea)}{\Delta + \gamma(1+0,34U_2)} \dots\dots\dots (IV.2)$$

Avec :

E_{To} : évapotranspiration de référence [mm jour⁻¹],

R_n : rayonnement net à la surface de la culture [MJ m⁻² jour⁻¹],

G : densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m⁻² jour⁻¹],

T : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [°C]

u₂ : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s⁻¹],

es : pression de vapeur saturante [kPa],

ea : pression de vapeur réelle [kPa],

es-ea : déficit de pression de vapeur saturante [kPa],

Δ: Pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C⁻¹],

γ: Constante psychrométrique [kPa °C⁻¹].

Pour l'exécution des calculs, nous avons appliqué le logiciel **CROPWAT**, où nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique Hammam debagh wilaya de Guelma :

- Température : Les températures minimales et maximales mensuelles.
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- Insolation journalière : donnée en heures d'insolation.
- Vitesse de vent : La vitesse du vent (m/s).

Les résultats de l'évapotranspiration de référence E_{To} calculés à l'aide du logiciel, **CROPWAT** sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau IV.1 : Evapotranspiration de référence (ET_o) de la zone d'étude selon Penman Monteith

Pays		Algérie		Station		Hamam debagh	
Altitude		525	m.	Latitude		35.00	°N
				Longitude		3.00	°E
Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ET _o
	°C	°C	%	m/s	heures	MJ/m ² /jour	mm/mois
Janvier	3.1	13.6	78	2.0	6.2	10.3	40.88
Février	3.3	13.9	71	2.2	6.0	12.2	50.19
Mars	7.0	18.3	66	2.4	7.9	17.3	89.08
Avril	11.0	21.2	64	2.0	8.1	20.2	109.35
Mai	14.3	25.5	57	2.1	9.3	23.4	149.68
Juin	19.1	31.5	48	1.8	10.5	25.6	179.40
Juillet	22.3	36.0	42	1.9	11.0	26.0	213.79
Août	22.2	35.2	46	2.1	10.5	24.0	205.25
Septembre	18.3	29.4	58	2.0	7.1	17.1	133.71
Octobre	13.7	25.2	64	2.2	7.5	14.7	104.25
Novembre	8.1	18.3	72	2.1	7.2	11.7	59.78
Décembre	4.6	14.2	78	2.5	6.0	9.4	42.59
Moyenne	12.3	23.5	62	2.1	8.1	17.7	1377.93

On remarque que l'évapotranspiration de référence ET_o est élevée dans la période d'été et atteint (213,79 mm/mois) pour le mois de juillet, c'est-à-dire les besoins en eau des cultures augmentent dans cette période.

IV.2.3 La pluie efficace

La pluie efficace (P_{eff}) représente la fraction des précipitations qui est effectivement utilisée par la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation profonde. Différentes méthodes ont ainsi été développées, chacune prenant en compte le climat de la région où doivent s'effectuer les mesures. Le logiciel **CROPWAT** nous donne la pluie efficace dans le tableau (**Tab IV.2**)

Tableau IV.2 : la pluie efficace pour chaque mois en mm

	Pluie	Pluie eff.
	mm	mm
Janvier	60.8	54.9
Février	53.6	49.0
Mars	48.8	45.0
Avril	40.9	38.2
Mai	31.4	29.8
Juin	11.0	10.8
Juillet	3.0	3.0
Août	6.8	6.7
Septembre	24.5	23.5
Octobre	28.4	27.1
Novembre	48.1	44.4
Décembre	66.9	59.7
Total	424.2	392.2

IV.2.4 La réserve facilement utilisable (RFU)

La Réserve en eau Facilement Utilisable (RFU) Correspond à la quantité d'eau du sol en dessous de laquelle une plante flétrit, ce qui permet de déterminer les doses d'irrigation exprimé en mm. [4]

On a:

$$\text{RFU} = (\text{Hcc} - \text{Hpf}) \cdot \text{Y} \cdot \text{Da} \cdot \text{Z} \dots \dots \dots (\text{IV.3})$$

Avec :

Hcc : humidité à la capacité au champ (27%)

Hpf : humidité au point de flétrissement (17%)

Y : degré de tarissement (généralement 2/3 et 1/3 pour les cultures sensibles)

Da : densité apparente (1.35)

Z : profondeur d'enracinement (mm)

IV.3 L'assolement

L'assolement se définit comme le découpage des terres d'une exploitation agricole en parties distinctes (soles) en fonction de leurs capacités de production. Chaque sole est consacrée à une culture donnée et cette consécration vaut pour une saison.

IV.3.1 Choix de l'assolement

Le choix de l'assolement préconisé a été établi par l'intégration de quatre composantes, respectivement socio-agricole, économique, hydrique, et sanitaire :

- ✓ Les cultures actuelles et les pratiques des agriculteurs de notre zone
- ✓ Une économie optimale d'eau, la qualité et la disponibilité de l'eau d'irrigation au cours de l'année.
- ✓ Les conditions climatiques de la région d'étude.
- ✓ L'aptitude culturale des sols, basée sur l'étude pédologique.
- ✓ Les profondeurs des sols.

Sur la base des orientations des services agricoles de la wilaya de Guelma et l'étude agro pédologique, et afin de permettre l'irrigation de la totalité du périmètre, suivant un scénario choisit, on découpe notre périmètre.

Tableau IV.3: Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre

Scénario	Céréales %	Fourrages %	Maraichage %	Arboriculture %	Total %
1	70	15	10	5	100
2	40	15	35	10	100
3	50	10	35	5	100

Le scénario choisit c'est le scénario 3

❖ **Assolement-Rotation :**

Il est nécessaire que la rotation respecte un minimum de règles agronomiques :

- Lutte contre les adventices et les parasites
- Restitution de la matière organique
- Amélioration de la structure du sol (systèmes racinaires variés)
- Amélioration de la fertilité (apport de nitrates par les légumineuses)
- Facilitation du travail du sol (compactage réduit, érosion diminuée).

D'après les résultats recueillis de l'étude pédologique ainsi que les caractéristiques climatiques de la zone d'étude, les cultures à mettre en place sont :

- **L'arboriculture** : Pêcher, Cerisier, Pommier, poirier.
- **Les cultures Maraîchage** : Carotte-navet, Tomate, pomme de terre (AS-S), Ail-oignon vert, Courgette-concombre, Haricot vert.
- **Les cultures fourragères**: Luzerne
- **La céréaliculture** : Blé, maïs, Orge en vert.

Pour garder une uniformité de production végétale dans le périmètre avec l'ensemble des cultures retenues un assolement avec deux soles a été considéré :

Tableau IV.4: Assolement proposé pour le périmètre

Assolement 1	Assolement 2
Blé	luzerne
Orge en vert	Blé
Tomate	Oignon vert
Pomme de terre A/S	Haricot vert
pêcher	pêcher
Olivier	Olivier

Source : DSA Guelma.

❖ Le coefficient cultural (Kc)

A un stade de développement donné“ le coefficient cultural sera un nombre caractéristique de chaque culture traduisant le rapport entre son évapotranspiration réelle maximale (**ETR max**) et l'évapotranspiration de référence (**ET0**) “ **PERRIER (1978)**.

Tableau IV.5 : Calendrier d'occupation des sols

Cultures	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juit	Aout
Blé			←							→		
Luzerne	←											→
Tomate							←			→		
Pomme de terre A/S	←			→								→
Haricot vert					←			→				
Orge en vert			←							→		
oignon vert						←				→		
Pêcher	←											→
olivier	←											→

Tableau IV.6 : Coefficients culturaux des cultures choisies

Cultures	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juit	Aou
Blé			0,3	0,3	0,5	0,5	1,15	1	1	0,7		
Luzerne		0.65	0.7	0.7	0.8	0,8	0.85	0.7	1.1	1.05		
Tomate							0.7	0.9	1.15	1.05		
Pomme de terre A/S	0.65	1.05	0.65	0.6								0.45
Haricot vert					0.5	0.65	1.05	1.05				
Orge en vert			0.85	0.95	0.9	0.9	0.95	1.05	0.9	0.9		
oignon vert						0.5	0.75	0.8	0.8	0.8		
Pêcher	0.7	0.8	0.8	0.8	0.85	0.85	0.9	0.9	0.75	0.7	0.7	0.7
Olivier	0,9	0,9	0,9	0,7	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,75	0,75	0,9

IV.4 Détermination des Besoins en eau des cultures

Les besoins en eau des cultures sont calculés par mois et pour chaque culture proposée en m³ /ha. C'est la quantité qui doit être effectivement consommée par la plante et qui n'est pas fournie par les précipitations.

Les besoins en eau mensuels sont déterminés par le bilan hydrique suivant :

$$B = ET_m - (P_{eff} + RFU) \dots \dots \dots (IV.4)$$

Avec :

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

ET_m : évapotranspiration maximale (mm/jour)

P_{eff} : la pluie efficace

RFU : Réserve facilement utilisable qui représente l'humidité du sol du mois i-1,

Et on irrigue dès que celle-ci est supérieure à zéro (B>0)

Les résultats de calcul de chaque culture sont récapitulés dans les tableaux suivants :

Tableau IV.7 : Calcul des besoins en eau du Blé.

Blé												
mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	jui	juil	aout
p80%	24,5	28,4	48,1	66,9	60,8	53,6	48,8	40,9	31,4	11	3	6,8
Peff	23,5	27,1	44,4	59,7	54,9	49	45	38,2	29,8	10,8	3	6,7
Et0	142	106,9	60,96	43,4	41,45	51,49	89,33	113	153,2	179,4	213,8	205,1
kc	0	0	0,3	0,3	0,5	0,5	1,15	1	1	0,7	0	0
Etm	0	0	18,29	13,02	20,73	25,75	102,7	113	153,2	125,6	0	0
z(mm)	0	0	300	500	500	600	600	600	600	0	0	0
Ru	0	0	36,45	60,75	60,75	72,9	72,9	72,9	72,9	0	0	0
Rfumax	0	0	24,3	40,5	40,5	48,6	48,6	48,6	48,6	0	0	0
Rfu reel	0	0	0	24,3	40,5	40,5	48,6	0	0	0	0	0
Bes-net (mm)	0	0	0	0	0	0	9,129	74,78	123,4	114,8	0	0
Bes-net (m3)	0	0	0	0	0	0	91,29	747,8	1234	1148	0	0
Bbrute (m3)	0	0	0	0	0	0	121,7	997,1	1646	1531	0	0
Qs (l/s/ha)	0	0	0	0	0	0	0,047	0,385	0,635	0,591	0	0

Tableau IV.8 : Calcul des besoins en eau de la pomme de terre A/S.

Pomme de terre A/S												
mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	jui	juil	aout
p80%	24,5	28,4	48,1	66,9	60,8	53,6	48,8	40,9	31,4	11	3	6,8
Pe_{eff}	23,5	27,1	44,4	59,7	54,9	49	45	38,2	29,8	10,8	3	6,7
Et₀	142	106,9	60,96	43,4	41,45	51,49	89,33	113	153,2	179,4	213,8	205,1
kc	0,65	1,05	0,65	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,45
E_{tm}	92,28	112,3	39,62	26,04	0	0	0	0	0	0	0	92,31
z(mm)	400	400	600	600	0	0	0	0	0	0	0	400
R_u	48,6	48,6	72,9	72,9	0	0	0	0	0	0	0	48,6
R_{fu max}	32,4	32,4	48,6	48,6	0	0	0	0	0	0	0	32,4
R_{fu reel}	0	0	0	48,6	48,6	0	0	0	0	0	0	0
Bes-net (mm)	68,78	85,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85,61
Bes-net (m³)	687,8	851,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	856,1
Bbrute (m³)	917,1	1135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1141
Q_s(l/s/ha)	0,354	0,438	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,44

Tableau IV.9: Calcul des besoins en eau de l'oignon vert.

Oignon vert												
mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	jui	juil	aout
p80%	24,5	28,4	48,1	66,9	60,8	53,6	48,8	40,9	31,4	11	3	6,8
Peff	23,5	27,1	44,4	59,7	54,9	49	45	38,2	29,8	10,8	3	6,7
Et0	142	106,9	60,96	43,4	41,45	51,49	89,33	113	153,2	179,4	213,8	205,1
kc	0	0	0	0	0	0,5	0,75	0,8	0,8	0,8	0	0
Etm	0	0	0	0	0	25,75	67	90,38	122,6	143,6	0	0
z(mm)	0	0	0	0	0	400	400	400	400	400	0	0
Ru	0	0	0	0	0	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	0	0
Rfumax	0	0	0	0	0	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	0	0
Rfu reel	0	0	0	0	0	0	32,4	10,79	10,79	0	32,4	0
Bes-net (mm)	0	0	0	0	0	0	0	41,39	82	132,8	0	0
Bes-net (m3)	0	0	0	0	0	0	0	413,9	820	1328	0	0
Bbrute(m3)	0	0	0	0	0	0	0	551,9	1093	1770	0	0
Qs(l/s/ha)	0	0	0	0	0	0	0	0,213	0,422	0,683	0	0

Tableau IV.10 : Calcul des besoins en eau du Tomate.

Tomate												
mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	jui	juil	aout
p80%	24,5	28,4	48,1	66,9	60,8	53,6	48,8	40,9	31,4	11	3	6,8
Peff	23,5	27,1	44,4	59,7	54,9	49	45	38,2	29,8	10,8	3	6,7
Et0	142	106,9	60,96	43,4	41,45	51,49	89,33	113	153,2	179,4	213,8	205,1
kc	0	0	0	0	0	0	0,7	0,9	1,15	1,05	0	0
Etm	0	0	0	0	0	0	62,53	101,7	176,2	188,4	0	0
z(mm)		0	0	0	0	0	700	900	1200	1200	0	0
Ru	0	0	0	0	0	0	85,05	109,4	145,8	145,8	0	0
Rfumax	0	0	0	0	0	0	56,7	72,9	97,2	97,2	0	0
Rfu reel	0	0	0	0	0	0	0	18,88	0	0	0	0
Bes-net (mm)	0	0	0	0	0	0	17,53	44,6	146,4	177,6	0	0
Bes-net (m3)	0	0	0	0	0	0	175,3	446	1464	1776	0	0
Bbrute(m3)	0	0	0	0	0	0	233,7	594,7	1952	2368	0	0
Qs(l/s/ha)	0	0	0	0	0	0	0,09	0,229	0,753	0,914	0	0

Tableau IV.11 : Calcul des besoins en eau du Luzerne.

Luzerne												
mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	jui	juil	aout
p80%	24,5	28,4	48,1	66,9	60,8	53,6	48,8	40,9	31,4	11	3	6,8
Peff	23,5	27,1	44,4	59,7	54,9	49	45	38,2	29,8	10,8	3	6,7
Et0	142	106,9	60,96	43,4	41,45	51,49	89,33	113	153,2	179,4	213,8	205,1
kc		0,65	0,7	0,7	0,8	0,85	0,85	0,7	1,1	1,05		
Etm	0	69,49	42,67	30,38	33,16	43,77	75,93	79,09	168,6	188,4	0	0
z(mm)	0	400	700	900	1000	1200	1200	1200	1200	1200	0	0
Ru	0	48,6	85,05	109,4	121,5	145,8	145,8	145,8	145,8	145,8	0	0
Rfumax	0	32,4	56,7	72,9	81	97,2	97,2	97,2	97,2	97,2	0	0
Rfu reel	0	0	10,79	28,35	72,9	81	97,2	32,37	32,37	0	0	0
Bes-net(mm)	0	0	0	0	0	0	0	8,518	106,4	177,6	0	0
Bes-net(m3)	0	0	0	0	0	0	0	85,18	1064	1776	0	0
Bbrute(m3)	0	0	0	0	0	0	0	113,6	1419	2368	0	0
Qs(l/s/ha)	0	0	0	0	0	0	0	0,044	0,547	0,914	0	0

Tableau IV.12 : Calcul des besoins en eau du Haricot vert.

Haricot vert												
mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	jui	juil	aout
p80%	24,5	28,4	48,1	66,9	60,8	53,6	48,8	40,9	31,4	11	3	6,8
Peff	23,5	27,1	44,4	59,7	54,9	49	45	38,2	29,8	10,8	3	6,7
Et0	142	106,9	60,96	43,4	41,45	51,49	89,33	113	153,2	179,4	213,8	205,1
kc	0	0	0	0	0,5	0,65	1,05	1,05	0	0	0	0
Etm	0	0	0	0	20,73	33,47	93,8	118,6	0	0	0	0
z(mm)	0	0	0	0	500	600	600	700	700	0	0	0
Ru	0	0	0	0	60,75	72,9	72,9	85,05	85,05	0	0	0
Rfumax	0	0	0	0	40,5	48,6	48,6	56,7	56,7	0	0	0
Rfu reel	0	0	0	0	0	40,5	48,6	16,18	0	56,7	0	0
Bes-net (mm)	0	0	0	0	0	0	0,197	64,25	0	0	0	0
Bes-net (m3)	0	0	0	0	0	0	1,965	642,5	0	0	0	0
Bbrute(m3)	0	0	0	0	0	0	2,62	856,6	0	0	0	0
Qs(l/s/ha)	0	0	0	0	0	0	0,001	0,33	0	0	0	0

Tableau IV.13 : Calcul des besoins en eau de l'Orge en vert.

Orge en vert												
mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	jui	juil	aout
p80%	24,5	28,4	48,1	66,9	60,8	53,6	48,8	40,9	31,4	11	3	6,8
Peff	23,5	27,1	44,4	59,7	54,9	49	45	38,2	29,8	10,8	3	6,7
Et0	142	106,9	60,96	43,4	41,45	51,49	89,33	113	153,2	179,4	213,8	205,1
kc	0	0	0,85	0,95	0,9	0,9	0,95	1,05	0,9	0,5	0	0
Et_m	0	0	51,82	41,23	37,31	46,34	84,86	118,6	137,9	89,72	0	0
z(mm)	0	0	1000	1000	1005	1010	1010	1050	1050	1050	0	0
Ru	0	0	121,5	121,5	122,1	122,7	122,7	127,6	127,6	127,6	0	0
Rf_{umax}	0	0	81	81	81,41	81,81	81,81	85,05	85,05	85,05	0	0
Rf_{u reel}	0	0	0	26,97	81	81,41	81,81	27,24	0	0	28,07	0
Bes-net (mm)	0	0	0	0	0	0	0	53,19	108,1	78,92	0	0
Bes-net (m³)	0	0	0	0	0	0	0	531,9	1081	789,2	0	0
Bbrute(m³)	0	0	0	0	0	0	0	709,2	1442	1052	0	0
Qs(l/s/ha)	0	0	0	0	0	0	0	0,274	0,556	0,406	0	0

Tableau IV.14 : Calcul des besoins en eau du pêcher.

Pêcher												
mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	jui	juil	aout
p80%	24,5	28,4	48,1	66,9	60,8	53,6	48,8	40,9	31,4	11	3	6,8
Peff	23,5	27,1	44,4	59,7	54,9	49	45	38,2	29,8	10,8	3	6,7
Et0	142	106,9	60,96	43,4	41,45	51,49	89,33	113	153,2	179,4	213,8	205,1
kc	0,7	0,8	0,8	0,8	0,85	0,85	0,9	0,9	0,75	0,7	0,7	0,7
Etm	99,38	85,53	48,77	34,72	35,23	43,77	80,4	101,7	114,9	125,6	149,7	143,6
z(mm)	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050
Ru	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6
Rfumax	85,05	85,05	85,05	85,05	85,05	85,05	85,05	85,05	85,05	85,05	85,05	85,05
Rfu reel	0	28,32	28,32	28,32	85,05	85,05	85,05	28,32	0	0	0	0
Bes-net (mm)	75,88	30,11	0	0	0	0	0	35,16	85,13	114,8	146,7	136,9
Bes-net (m3)	758,8	301,1	0	0	0	0	0	351,6	851,3	1148	1467	1369
Bbrute (m3)	1012	401,4	0	0	0	0	0	468,8	1135	1531	1955	1825
Qs(l/s/ha)	0,39	0,155	0	0	0	0	0	0,181	0,438	0,591	0,754	0,704

Tableau IV.15 : Calcul des besoins en eau de l'olivier.

Olivier												
mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	jui	juil	aout
p80%	24,5	28,4	48,1	66,9	60,8	53,6	48,8	40,9	31,4	11	3	6,8
Peff	23,5	27,1	44,4	59,7	54,9	49	45	38,2	29,8	10,8	3	6,7
Et0	142	106,9	60,96	43,4	41,45	51,49	89,33	113	153,2	179,4	213,8	205,1
kc	0,9	0,9	0,9	0,7	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,75	0,7	0,8
Etm	127,8	96,22	54,86	30,4	26,94	33,47	58,1	73,4	99,61	135	149,7	164,1
z(mm)	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Ru	145,8	145,8	145,8	146	145,8	145,8	146	146	145,8	146	145,8	145,8
Rfumax	97,2	97,2	97,2	97,2	97,2	97,2	97,2	97,2	97,2	97,2	97,2	97,2
Rfu reel	0	0	32,37	97,2	97,2	97,2	97,2	32,1	32,37	32,4	0	0
Bes-net (mm)	104,3	69,12	0	0	0	0	0	3,16	37,44	91,4	146,7	157,4
Bes-net (m3)	1043	691,2	0	0	0	0	0	31,6	374,4	914	1467	1574
Bbrute(m3)	1390	921,6	0	0	0	0	0	42,1	499,2	1219	1955	2099
Qs(l/s/ha)	0,536	0,356	0	0	0	0	0	0,02	0,193	0,47	0,754	0,81

Tableau IV.16: récapitulatif des besoins en eau mensuelles des cultures.

Désignation	Pourcentage d'occupation %	Besoins mensuel (mm)											
		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O
blé	30	0	0	0	0	0	0	9,13	74,8	123,4	114,8	0	0
Orge en vert	15	0	0	0	0	0	0	0	53,19	108,1	78,92	0	0
Luzerne	10	0	0	0	0	0	0	0	8,518	106,4	177,6	0	0
Pomme de terre A/S	10	68,78	85,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85,61
Oignon vert	10	0	0	0	0	0	0	0	41,39	82	132,8	0	0
Tomate	10	0	0	0	0	0	0	17,53	44,6	146,4	177,6	0	0
Haricot vert	5	0	0	0	0	0	0	0,197	64,25	0	0	0	0
Pêcher	5	75,88	30,11	0	0	0	0	0	35,16	85,13	114,8	146,7	136,9
Olivier	5	104,3	69,12	0	0	0	0	0	3,16	37,44	91,4	146,7	157,4
Totale	100	248,9	184,4	0	0	0	0	26,857	325,1	688,87	887,9	293,36	379,91

IV.5 Calcul du débit spécifique

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. La dose d'arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 24 heures sur 24 afin d'assurer les besoins de la consommation mensuelle. Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante :

$$q = \frac{Bm \cdot 10000}{T \cdot t \cdot 3600 \cdot K} \dots \dots \dots (IV.5)$$

B m : Besoin mensuel maximum net, exprimé en l/s/ha.

T : Temps d'irrigation par jour (24 h/j).

t : Nombre de jours du mois d'irrigation, exprimée en jour (30 J).

K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation (0.75).

✓ **Besoin max mensuel = 887,9mm**

$$qs = \frac{\text{besoin max} \cdot 10 \cdot 1000}{3600 \cdot \text{Nbre de jour} \cdot \text{Nbre heure} \cdot \text{efficience}}$$

qs = 4,57 (l/s /ha) > 1, 5 (l/s/ha)

Ce débit est important, ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement du réseau.

Pour y remédier, on choisit :

Le débit spécifique de la culture la plus exigeante :

Tableau IV.17 : besoin en eau net max de chaque culture en (mm).

Blé	Orge en vert	Luzerne	Tomate	oignon vert	Haricot vert	Pomme de terre A/S	pêcher	Olivier
114,8	108,1	177,6	177,6	132,8	64,25	85,61	146,7	157,4

Dans notre cas, est celui du **Tomate** la plus exigeante, il est égal à :

✓ **qs = 0,92 (l/s /ha)**

IV.6 Calcul du débit caractéristique

Le débit caractéristique égal le débit spécifique multiplié par la surface totale, c'est le débit maximum qui peut assurer le réseau d'irrigation.

$$Q_{\text{car}} = q_s \times \text{surface} \dots \dots \dots (\text{IV.6})$$

- ❖ Surface totale = **250 ha**.
- ❖ Q caractéristique = **230 l/s**.

IV.7 Calcul du Débit du réseau

C'est le débit caractéristique en m³ par heures

$$Q_{\text{de réseau}} = Q_{\text{car}} \times 3,6$$

- ❖ Donc le débit (Q) de réseau = **828 m³/h**.

IV.8 Calcul du Volume nécessaire

Le volume des besoins en eau égale le besoin de la culture en m³ multiplié par la surface de la culture.

On trouve les résultats dans le **Tableau IV.18**

Tableau IV.18 : Estimation des volumes d'eau d'irrigation

Cultures	Superficie (ha)	Somme des besoins net (m ³)	Somme des besoins brut (m ³)	Volume des besoins (m ³)
Blé	75	3221,3	4295,43	322157,5
Orge en vert	37,5	2402,1	3202,96	80074,09
Luzerne	25	2925,18	3900,36	97508,9333
Pomme de terre A/S	25	2395,5	3193,9	79848,1667
Tomate	25	3861,3	5148,93	85383,2
Oignon vert	25	2561,9	3415,33	128723,3
Haricot vert	12,5	644,47	859,22	10740,2833
pêcher	12,5	6246,8	8328,46	104105,783
Olivier	12,5	609,47	8126,24	101577,97
Total	250	30490,75	40653,81	1050156,27

L'évaluation des besoins en eau est estimée à **1050156,27 m³ (1,05 hm³)** par an. Pour une surface de 250 ha.

IV.9 Conclusion

Ce chapitre a pour but de déterminer les besoins en eau d'irrigation pour une exploitation optimale d'un système d'irrigation, et de prévoir le volume d'eau nécessaire qui permet de planifier l'utilisation des ressources hydriques.

Le moyen barrage projeté sur oued Meziet à une capacité utile de 2,15 hm³, donc il est capable de satisfaire les besoins en eau annuelles des divers types de cultures suivant notre assolement qui est estimé de 1,05 hm³.

CHAPITRE V
TECHNIQUE D'IRRIGATION

Chapitre V : Techniques d'irrigation

V.1 Introduction

L'irrigation consiste à apporter artificiellement de l'eau, Qu'elle soit récupérée par gravitation ou par pompage, l'eau d'irrigation doit être ensuite amenée aux différentes parcelles du périmètre à irriguer. Dans ce chapitre on peut distinguer plusieurs techniques d'irrigation :

Une technique traditionnelle présente l'inconvénient majeur d'être très gourmands en eau, dont plus de la moitié est perdue par évaporation et des techniques modernes, plus sophistiquées mais plus efficaces puisqu'elles permettent de diminuer la consommation d'eau, elles sont de deux types, le goutte-à-goutte et l'aspersion.

V.2 Le choix des techniques d'irrigation

Le choix repose sur un ensemble de critères, et de contraintes en tient compte :

- La topographie
- Les ressources en eau (la qualité, la quantité et la pression)
- La nature du sol
- Les facteurs économiques, sociotechnique et la rentabilité de l'opération.

V.3 Les techniques d'irrigation

V.3.1 L'irrigation gravitaire de surface

L'irrigation gravitaire est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production, et permettre leur développement normal en cas du déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de la nappe, en particulier dans les zones arides, l'écoulement de l'eau se fait selon la pente naturelle du sol, s'il peut être fait appel à des ouvrages de type siphon, aucune force extérieure n'est utilisée pour amener l'eau aux endroits désirés (*Cf figV.1*). Il y a trois types d'irrigation gravitaire [5] :

- ✓ l'irrigation par planche
- ✓ l'irrigation par bassin
- ✓ l'irrigation à la raie qui est divisée aussi en quatre types : Par siphon ; par gaines souples ; par rampe à vannettes.

L'irrigation de surface présente plus d'inconvénients que d'avantages :

Avantages :

- Coût d'investissement faible à la parcelle pour l'agriculteur.
- Pas d'apport énergétique extérieur.
- Alimentation des nappes phréatiques.

Inconvénients :

- Temps de main d'œuvre pour la répartition et la surveillance importante.
- Pertes d'eau importantes -nécessite un terrain plat ou un nivellement.
- Faible efficacité.
- pollution possible par déversement.



Figure V.1 : L'irrigation de surface

V.3.2 L'irrigation par surpression

L'irrigation par aspersion reproduit le phénomène naturel de la pluie, en maîtrisant l'intensité et la hauteur de la précipitation, cette technique nécessite des conditions de pression moyenne à forte (de 3 à 6 bars à la buse). Au niveau de l'asperseur, pièce maîtresse du dispositif, une buse crée un jet et l'oriente vers la cuillère, le bras mobile est activé par le jet, le ressort de rappel provoque le retour du bras mobile et assure ainsi la rotation de l'asperseur (Cf fig V.2).



Figure V.2 :L'irrigation par aspersion

Avantage :

- Grande adaptabilité aux différentes conditions de terrain, (climat, sol, pente)
- Utilisation relativement simple et besoin en entretien restreint
- Levée plus rapide à la plantation et à la reprise de végétation
- Humidification de l'atmosphère ambiante qui limite les pertes en évaporation directe

Inconvénients :

- Efficacité du réseau de l'ordre de 80%
- Grande sensibilité au vent qui impose un recouvrement minimum de 75% des surfaces irriguées par poste
- Création d'une atmosphère humide, propice au développement des maladies cryptogamiques (champignons) et des mauvaises herbes

V.3.3 Irrigation localisée

L'irrigation localisée ou micro-irrigation (**Cf fig V.3**) consiste à apporter l'eau sur une partie du sol seulement par petites doses fréquentes. A la limite, la compensation de l'évapotranspiration se fait quotidiennement et l'eau est apportée par des distributeurs, ce qui crée dans le sol des zones humides appelées « bulbes d'arrosage ou d'humidification ». Plusieurs techniques sont développées :

- l'irrigation localisée par goutteurs : la goutte à goutte.
- l'irrigation localisée par rampes perforées fixes.
- l'irrigation localisée par diffusion (micro jet, microdiffuseur)



Figure V.3 : L'irrigation localisée

L'irrigation localisée présente plus d'avantages que d'inconvénients, le tableau V.1 illustre les avantages et les inconvénients de ce type d'irrigation.

Tableau V.1 : Avantages et inconvénients de l'irrigation localisée

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - L'économie en eau 50 à 70% par rapport au gravitaire et 30% par rapport à l'aspersion. - La réduction de la pollution de la nappe phréatique par les engrais ainsi qu'une économie en engrais. - Facilite l'exploitation des sols très légers filtrant à forte percolation et des sols lourds fissurant en été. et une amélioration de la qualité des produits. - La Possibilité d'exploitation des terrains à topographie et configuration irrégulières. - L'accès facile aux parcelles pour la réalisation des différentes opérations culturales. - L'augmentation du rendement 	<ul style="list-style-type: none"> - Le cout d'installation d'équipement et de matériel d'irrigation est plus élevé. - Le risque de colmatage ou de bouchage du distributeur constituant l'inconvénient majeur de ce système

V.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous nous sommes basés sur les techniques d'irrigation modernes telles que l'aspersion et le goutte à goutte, ces techniques modernes permettent d'améliorer la productivité des parcelles et d'utiliser moins d'eau, également d'utiliser une eau enrichie en produits fertilisants.

CHAPITRE VI
SCHEMA D'ADDUCTION
ET DISTRIBUTION

Chapitre VI : Schéma d'adduction et de distribution

VI.1 Introduction

Dans ce chapitre, on regroupe les techniques qui permettant d'amener l'eau depuis notre source (le moyen barrage projeté sur oued Meziet) à travers un réseau de distribution vers ce périmètre, équipé d'un système de pompage, des bornes d'irrigation et un réservoir de régulation. C'est pour but d'assurer la pression et le débit aux points les plus défavorables.

VI.2 Découpage du périmètre en ilots d'irrigation

Le découpage désigne la division agricole du périmètre en des parcelles avec une unité de priorité d'une personne privée ou publique, seule ou en groupe.

Le périmètre d'oued Meziet est formé essentiellement de deux **E.A.C** et d'une **E.A.I** et de huit parcelles privées. Les **E.A.C** de grandes tailles sont fractionnées en plusieurs parcelles de forme régulière et topographiquement homogène.

Les ilots créés sont au nombre de **11** ilots (avec **44** parcelles) d'une superficie totale de 250 ha. (Tableau VI.1).

Tableau VI.1 : Enquête parcellaire

N° Ilots	Propriétaire	Superficie (ha)
1	E.A.C HASRANE N°1	135,04
2	E.A.C HASRANE N°5	58,33
3	CONSORT GHEDJATI	17,99
4	EAI CHAOUI HADDA	6,4
5	ROUAGHIA	11,11
6	KROUD	4,37
7	GHEDJATI ABDELHAMI	1,84
8	GHEDJATI BELGACEM	1,2
9	KROUD	2,63
10	GHEDJATI BACHIR	3,63
11	CONSORT HASRANE SALEH ET MESSAOUD	10,07

Source : DSA Guelma.

VI.3 Description du schéma d'adduction

Vu que la situation topographique du périmètre, l'eau d'irrigation est pompée à partir d'une station de pompage, l'alimentation du périmètre est gravitaire, à partir du réservoir situé à l'Est du périmètre (mechtat el karboussa) à la cote 305,66 m pour garantir des pressions voulues aux points les plus défavorables.

VI.3.1 Proposition du tracé

Les données du problème nous imposent l'acheminement des eaux d'irrigation par une conduite de refoulement en PEHD. Donc le schéma sera suit :

- Une conduite d'aspiration vers la station de pompage
- Une station de pompage qui refoulera vers un réservoir de régulation

Le réseau de distribution choisi est constitué de :

- Réservoir de régulation
- Des conduites ramifiées sous pression et enterrées en PEHD
- Des bornes d'irrigations en tête d'ilots individuel, ou pour un groupe de propriétaires selon le cas. [6]

VI.3.2 Choix du type de matériau

Les canalisations utilisées pour les adductions d'eau sont choisit pour des raisons de coût, de maniabilité, mise en œuvre, l'agressivité de l'eau et des sols et les phénomènes de corrosion.

a. Canalisation en fente :

Ce matériau a pour avantage d'être facilement soudé et la haute résistance aux forces internes et à la corrosion, l'inconvénient majeur est son coût plus élevé.

b. Canalisation en PVC :

Le PVC est léger, facile à poser, C'est une matière qui se dégrade à la lumière, les conduites doivent donc être enterrées, sont sensibles aux chocs et à l'écrasement.

c. Canalisation en PEHD :

Le PEHD est une matière flexible et facile de mise en œuvre fiable et durable du réseau (durée de vie estimée à 50 ans), étanchéité parfaite grâce aux techniques de soudage et une faible perte de charge.

Dans notre étude, Nous utiliserons les conduites en **PEHD** car il est convenable pour nos adductions ainsi que la disponibilité de ce type des conduites dans le marché algérien et aussi il est fabriqué localement.

VI.4 Dimensionnement de la conduite gravitaire d’aspiration (barrage –SP)

L’aspiration des pompes d’une station peut se faire soit dans une bache d’aspiration, soit dans une conduite. Dans notre cas c’est l’aspiration sur conduite

L’eau à élever à la station par une conduite en **PEHD** (longueur = 450 m) que l’on relie directement au collecteur de la station d’où partent l’aspiration des pompes

La formule la plus utilisée pour le calcul de la perte de charge pour un écoulement dans une conduite est celle de DARCY-WEISBAKH:

$$\Delta H_t = \frac{K' \times L_e \times Q^\beta}{D a^m} \dots\dots\dots (VI.1)$$

De cette formule on va tirer le diamètre avantageux :

$$D = \sqrt[m]{\frac{K' \times L \times Q^\beta}{\Delta H}} \dots\dots\dots (VI.2)$$

Avec :

L: Longueur de la conduite (m)

ΔH : Charge disponible (m)

Q: Débit véhiculé par la conduite (m³/s)

K', β, m: Coefficients qui dépendent du type de la tuyauterie et de régime d’écoulement.

Pour le choix de diamètre, il faut vérifier les conditions limite de la vitesse **0,5 < V < 1,5**m/s.

Tableau VI.2 : Les caractéristiques de la conduite d’aspiration.

Type de matériau	Q(m3/s)	L(m)	Cote de départ (m)	Cote d’arrivée (m)	K'	β	m
PEHD	0,253	450	218,4	197,10	0,001052	1,77	4,774

Application numérique :

$$\Delta H_t = C_B - C_{SP} = 218,4 - 197,10 = 21,30 \text{ m}$$

$$D_a = \sqrt[m]{\frac{K' \times L \times Q^\beta}{\Delta H_t}} \implies D = \sqrt[4,774]{\frac{0,001052 \times 450 \times 0,253^{1,77}}{21,30}} = 0,2706 \text{ m}$$

Le diamètre obtenu normalisé est de **315 mm**, La condition est vérifiée par la vitesse trouvée $V=1,12 \text{ m/s}$.

VI.3.4 Dimensionnement de la conduite de refoulement

Le tracé de la conduite de refoulement suit le chemin le plus court possible, la conduite de refoulement projeté est en PEHD d'une longueur de 1800 m.

Pour le calcul du diamètre économique de la conduite de refoulement, on utilise les deux formules approchées :

- ✓ Le débit d'équipement.
- ✓ Le diamètre avec la formule de Bonin comme première approximation
- ✓ Calcul du débit d'équipement.

$$Q_{eq} = S \times qs \times 1,1 = 253 \text{ l/s}$$

- ✓ La station de pompage refoule un débit de 0, 253m³/s.

Pour dimensionner la conduite de refoulement, on applique la formule de Bonin pour une première approximation.

$$D = \sqrt[3]{Q} \dots\dots\dots (VI.3)$$

Avec: **D** : Diamètre intérieur de la conduite en m

Q : Débit véhiculé par la conduite en m³/s

Donc nous avons : $D = (0,253)^{0.5} \implies D = 0,503 \text{ m}$

Le diamètre calculé obtenu est de **503 mm**. Cependant, ce diamètre paraît important, une analyse technico-économique, incluant plusieurs paramètres, devra nous orienter vers le meilleur diamètre.

VI.5.1 Calcul de la hauteur géométrique

La hauteur géométrique (Hg) est la différence d'altitude entre la cote d'arrivée (réservoir) et celle de départ (la station de pompage). Elle est calculée comme suit :

$$305,66 - 197,10 = 108,56 \text{ m.}$$

Donc la hauteur géométrique est de : **105,66**

VI.5.2 Calcul des pertes de charge totales

VI.5.2.1 Pertes de charge linéaires

Les pertes de charge sont calculées comme suit :

$$\Delta H_I = I * L = \frac{\lambda \times V^2 \times L}{D \times 2g} \dots\dots\dots(VI.4)$$

Avec :

L : longueur du tronçon en (m).

V: vitesse moyenne d'écoulement en (m/s).

ΔH_I : Pertes de charge linéaires en (m)

I: gradient hydraulique en (m/m)

Le coefficient λ est obtenu par la formule suivante $\lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\epsilon}{D})^{-2}$ (formule de Nikuradzé)

VI.5.2.2 Pertes de charge singulières

Elles sont occasionnées par les singularités des différents accessoires de la conduite (Coude, vannes, clapets,.....) Elles sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaires pour une adduction ou conduite par la formule suivante $\Delta H_s = 0,1 * \Delta H$

VI.5.2.3 Calcul des pertes de charge Totale

Par la suite la perte de charge totale sera donnée comme suit :

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_S = 1,10 \times \Delta H_L$$

Avec :

ΔH_T : Perte de charge totale en (m) ;

ΔH_S : Perte de charge singulière en (m) ;

ΔH_L : Perte de charge linéaire en (m).

VI.5.3 La hauteur manométrique totale HMT

Elle correspond à la hauteur géométrique d'une longueur équivalente aux pertes de charge :

$$H_{MT} = H_g + \Delta H_a + \Delta H_r = H_g + \Delta H_T \dots\dots\dots (VI.5)$$

Avec :

H_g : La hauteur géométrique (m) ;

ΔH_T : Perte de charge totale (m) ;

ΔH_a : Perte de charge à l'aspiration (m), Dans notre cas **$\Delta H_a = 0,5m$** ;

ΔH_r : Perte de charge au refoulement (m).

VI.5.4 Frais d'exploitation

VI.5.4.1 Puissance des pompes

La puissance absorbée par la pompe est donnée par la formule suivante :

$$P = \frac{g \times Q \times H_{MT}}{\eta} \dots \dots \dots (VI.6)$$

Avec :

P: Puissance absorbée par la pompe (kw) ;

g: Accélération de la pesanteur (m/s^2) ;

Q: Débit à refoulé (m^3/s) ;

H_{MT} : Hauteur manométrique totale (m);

η : Rendement du pompage (75%).

VI.5.4.2 Energie consommée par la pompe

L'énergie consommée par la station de pompage est donnée par la formule suivante :

$$E = P \times T \times 365 \dots \dots \dots (VI.7)$$

Avec :

E: Énergie totale consommée par la pompe pendant une année (kwh) ;

P: Puissance absorbée (Kw) ;

T: Temps de pompage en (heure); dans notre cas T =20h.

❖ Les frais d'exploitation sont définis par la formule suivante :

$$F_{exp} = E \times e \dots \dots \dots (VI.8)$$

Avec :

F_{exp} : Frais d'exploitation (DA) ;

E : Énergie totale dépensée par la pompe (Kw) ;

e: Prix unitaire d'un Kw imposé par la SONELGAZ. (e=4,2DA)

VI.5.5 Frais d'amortissement

Les frais d'amortissement sont donnés par la formule suivante:

$$F_{am} = P_{rc} \times A \dots \dots \dots (VI.9)$$

Avec :

P_{rc}: Prix de la conduite en (DA) ;

A: Amortissement annuel. Il est donné par la formule suivante:

$$A = \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i \dots \dots \dots (VI.10)$$

Avec :

i: Taux d'annuité (i = 10%);

n: Durée de l'amortissement de la conduite, dans notre cas on prend n =30 ans.

$$A = \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i = \frac{0,1}{(1+0,1)^{30} - 1} + 0,1 = 0,1061 = 10,61\%$$

Pour les conduites en **PEHD**, leur dimensionnement se fait en tenant compte de diamètre intérieur.

$$D_{int} = D_{ex} - 2e \dots \dots \dots (VI.11)$$

Avec :

D_{int} : Diamètre intérieur (mm) ;

D_{ex} : Diamètre extérieur (mm);

e : Epaisseur (mm).

➤ **Application numérique**

Tableau VI.3 : calcul de la perte de charge totale

D_{ext} (mm)	e (mm)	D_{int} (mm)	V (m/s)	Re	λ	L (m)	ΔH_L (m)	ΔH_S (m)	ΔH_T (m)
160	9.5	141	2,284607126	303150	0,01009571	1600	34,2857974	3,42857974	37,7143771
200	11.9	176.2	1,828204341	303064	0,00971782	1600	16,9116545	1,69116545	18,6028199
250	14.8	220.4	1,46156808	301948	0,00935926	1600	8,32226733	0,83222673	9,15449407
315	18.7	277.6	1,160409239	302584	0,00901001	1600	4,0096055	0,40096055	4,41056605
400	23.7	352.6	0,913583678	303236	0,00866825	1600	1,88243252	0,18824325	2,07067577
500	29.7	440.6	0,731115762	304014	0,00836706	1600	0,93126688	0,09312669	1,02439357
630	37.4	555.2	0,58020462	305360	0,00807083	1600	0,4489566	0,04489566	0,49385226

Tableau VI.4 : Calcul des frais d'exploitation

ΔH_T (m)	H_g (m)	H_{MT} (m)	P (Kw)	E (Kwh)	F_{exp} (DA)
37,7143771	105,66	178,274377	589,9527	4306654,71	18087949,8
18,6028199	105,66	159,16282	526,70797	3844968,18	16148866,4
9,15449407	105,66	149,714494	495,441192	3616720,7	15190227
4,41056605	105,66	144,970566	479,742396	3502119,49	14708901,9
2,07067577	105,66	142,630676	471,999137	3445593,7	14471493,6
1,02439357	105,66	141,584394	468,536739	3420318,19	14365336,4
0,49385226	105,66	141,053852	466,78105	3407501,67	14311507

Tableau VI.5 : Calcul des frais d'amortissement.

D_{int} (mm)	D_{int} (mm)	Prix du ml (DA)	L(m)	A (%)	F_{am} (DA)
160	141	1529,2134	1600	10,61	292049,1751
200	176.2	2392,533	1600	10,61	456925,9523
250	220.4	3714,282	1600	10,61	709353,5764
315	277.6	5922,774	1600	10,61	1131131,379
400	352.6	9503,208	1600	10,61	1814922,664
500	440.6	14117,922	1600	10,61	2696240,744
630	555.2	22358,7	1600	10,61	4270064,526

Tableau VI.6 : Calcul du bilan total.

D_{ext} (mm)	F_{exp} (DA)	F_{am} (DA)	Bilan (DA)
160	173367079	292049,175	173659128
200	63749111,6	456925,952	64206037,6
250	29056790,8	709353,576	29766144,4
315	17973275,4	1131131,38	19104406,8
400	14545820,6	1814922,66	16360743,3
500	13584774,8	2696240,74	16281015,5
630	13274391,5	4270064,53	17544456,1

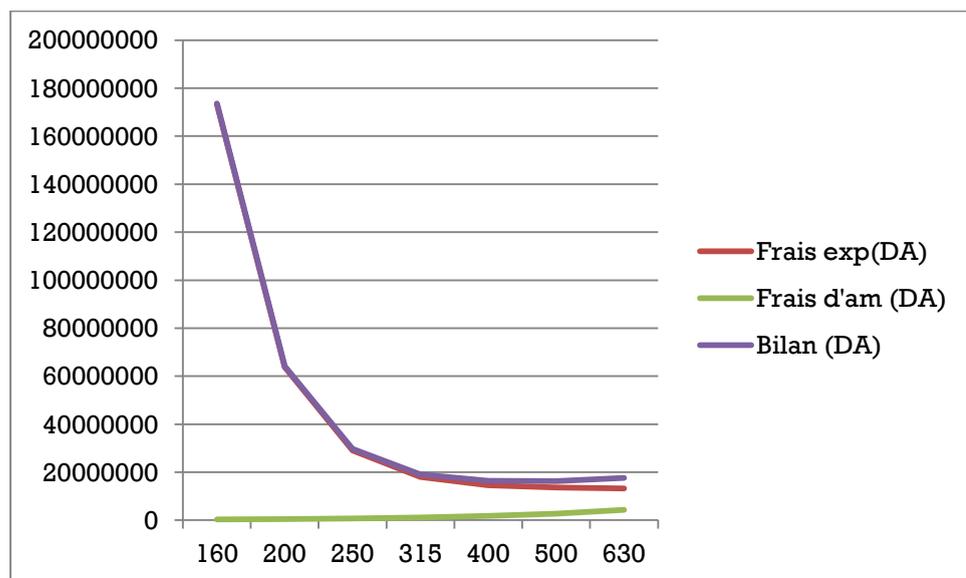


Figure VI.1 : Bilan des frais d'exploitation et d'amortissement

Le diamètre économique est de **500 mm** avec une vitesse de **0,58 m/s**

VI.6 Les caractéristiques techniques de la station de pompage

VI.6.1 Disposition générale

VI.6.1.1 Choix de type et de nombre de pompe pour la station de pompage (SP)

D'après les données recueillies et le choix du diamètre économique, nous avons :

- Le débit d'équipement qui est de **253 l/s**
- La hauteur manométrique totale nécessaire à l'adduction elle est de **106,57m**
- La conduite de refoulement a un diamètre de **500 mm** et un linéaire de **1600 m**.

VI.6.1.2 Critère de choix

Les critères à respecter dans le choix sont :

- Nombre minimal de pompes et type de pompe
- Meilleur rendement
- NPSH requis minimal
- Puissance absorbé minimale
- Le nombre de tours par minute plus important (vitesse de rotation)

Dans notre cas, nous avons utilisé le logiciel **CAPRARI** pour le choix du type et du nombre des pompes. Nous avons choisis la pompe de référence PM 150/ 5 A, **Le tableau VI.7** englobe le type, le nombre et les caractéristiques de la pompe choisie.

Tableau VI.7 : Les caractéristiques de la pompe PM 150/ 5 A

Q (l/s)	Hauteur de refoulement (m)	P (kW)	Rend (%)	NPSH (m)	Type de pompe	Nombre de pompe
84,3	142	144	79,5	3,27	Centrifuge multicellulaire à axe horizontal	3

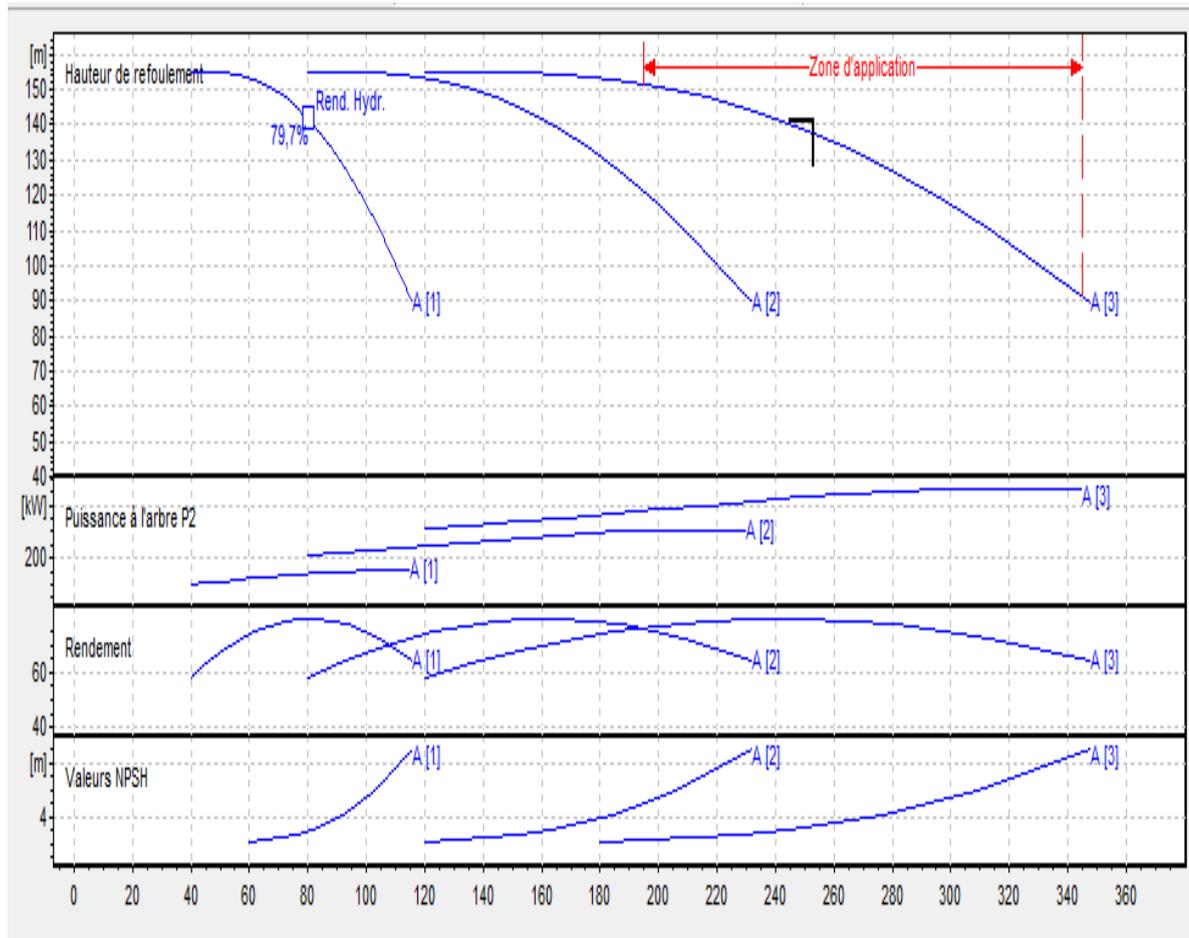


Figure VI.2 : Courbe caractéristique de la pompe.

VI.6.1.3 Choix du moteur électrique

a) Le choix du moteur

Selon le logiciel **CAPRARI**, le moteur adéquat pour notre pompe est un moteur Asynchrone, triphasé, fermé, normalisé conformément aux normes UNEL-IEC, ventilation extérieure, rotor en court-circuit devrait avoir les caractéristiques suivantes :

Tableau VI.8 : Les caractéristiques du moteur.

Fréquence	Tension minimale	Vitesse nominale	Puissance nominale	Type de moteur	Classe d'insolation	Degré de protection	Forme de construction
50 HZ	400 V	1450 t/min	160 KW	3 ~	F	IP 55	B3

VI.6.2 Dimensionnement du bâtiment de la station pompage

a) Hauteur du bâtiment

$$H_b = h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9 \dots \dots \dots \text{(VI.13)}$$

h_5 : Distance verticale $h_5 = h_p + h_{\text{socle}} + h_{\text{reserve}}$

$h_{\text{reserve}} = 0,7 \text{ m}$

$h_{\text{socle}} = (20 \div 60) \text{ cm}$; on prend $h_{\text{socle}} = 60 \text{ cm}$

h_p : Hauteur de la pompe est égale à $941 \text{ mm} = 0,941 \text{ m}$

$h_5 = 0,941 + 0,7 + 0,6 = 2,24 \text{ m}$

h_6 : Hauteur réservée à l'homme. $h_6 = 2,4 \text{ m}$

h_7 : Hauteur de chariot $h_7 = 0,4 \text{ m}$

h_8 : Hauteur profilée $h_8 = 0,8 \text{ m}$

h_9 : Hauteur de sécurité $h_9 = 0,6 \text{ m}$

Donc :

$$H_b = 2,24 + 2,4 + 0,4 + 0,8 + 0,6 = 6,44 \text{ m}$$

$$H_b = 6,44 \text{ m}$$

b) Largeur du bâtiment

Elle est donnée par la relation :

$$L = 2l_1 + l_2 + l_3 + l_p + 2s \dots \dots \dots \text{(VI.14)}$$

Avec :

S : épaisseur des murs $S = 0,3 \text{ m}$

l_1 : distance entre le mur et le 1er organe tel que $l_1 = 0,3 \text{ m}$

l_2 : longueur des accessoires d'aspirations $l_2 = 1,85 \text{ m}$

l_3 : longueur des accessoires de refoulement $l_3 = 1,04 \text{ m}$

l_p : longueur de la pompe $l_p = 2,76 \text{ m}$

$$L = 2 * 0,3 + 1,85 + 1,04 + 2,76 + 2 * 0,3 = 6,85 \text{ m}$$

$$L = 6,85 \text{ m}$$

c) Longueur du bâtiment

Elle est donnée par la relation :

$$L_b = n_p * L_{\text{int}} + L_{\text{pf}} + L_r + L_p \dots \dots \dots \text{(VI.15)}$$

N_p : nombre de pompe = 3

L_{int} : distance entre deux axe de pompe voisines = 0,845 m

L_r : Longueur de L'armoire électrique = 1 m

L_p : Longueur du bureau du personnel=3m

L_{pf} : Longueur de la plateforme= 1.12m

$$L_b=4* 0.845+1.12+1+3= 8,5$$

On prend comme Longueur de bâtiment $L_b= 8,5m$

VI.7 Réseau de distribution

Le réseau est de type ramifié, il est conçu pour permettre l'irrigation. Il fonctionne donc sous pression et assure une desserte de type à la demande.

Le tracé des réseaux suivra les routes et pistes existantes ainsi que les limites des parcelles des exploitations en respectant toujours les règles hydrauliques et économiques de gestion.

Le réseau de distribution sera dimensionné avec le débit caractéristique de pointe calculé en fonction des besoins en eau de l'assolement proposée.

VI.7.1 Rôle et fonction de la borne d'irrigation

La borne d'irrigation est l'organe hydraulique destiné à assurer la livraison de l'eau, à partir des réseaux collectifs des distributions sous pression. La Borne doit remplir les fonctions générales suivantes:

- Compter les volumes distribués par la prise
- Réguler la pression aval
- Limiter et réguler le débit des prises d'eau.

VI.7.1.1 Choix du type de borne

Le choix de la borne dépend de la surface, tel que :

- Pour les ilots où la surface < 15 ha, on prend la Borne à 2 prises (borne de type **A2**).
- Pour les ilots où de la surface > 15 ha, on prend la Borne à 4 prises (borne de type **A4**).

VI.7.1.2 Choix de diamètre de la borne

Les diamètres des bornes en fonction des débits sont comme suit :

Tableau VI.10 : Choix du diamètre de la borne.

Débit fourni (l/s)	Diamètre de la borne (mm)
$q < 11,11$	D= 65mm
$11,11 < q < 22,22$	D= 100mm
$22,22 < q < 33,33$	D= 150mm
$q > 33,33$	D= 200mm

VI.7.2 Calcul des débits des ilots

Notre calcul pour le débit d'îlot d'une surface S, se fait par la formule suivante :

$$Q_i = q_s \cdot S$$

Avec : Q_i = Débit de chaque îlot (l/s)

q_s = Débit spécifique (l/s/ha)

S = Superficie de l'îlot (ha).

Les résultats du calcul sont présentés dans le (Tableau VI.11)

Tableau VI.11: Les débits au niveau de chaque îlot.

N° de l'îlot	Surface (ha)	N° de la parcelle	surface de la parcelle (ha)	débit des parcelles (l/s)	Débit brut de l'îlot (l/s)
1	135,04	1.1	7,84	7,2128	124,24
		1.2	9,26	8,5192	
		1.3	9,07	8,3444	
		1.4	7,8	7,176	
		1.5	5,25	4,83	
		1.6	6,35	5,842	
		1.7	8,46	7,7832	
		1.8	6,87	6,3204	
		1.9	5,71	5,2532	
		1.10	7,76	7,1392	
		1.11	6,31	5,8052	
		1.12	4,32	3,9744	
		1.13	5,4	4,968	
		1.14	8,39	7,7188	
		1.15	9,23	8,4916	
		1.16	7,19	6,6148	
		1.17	5,44	5,0048	
		1.18	6,09	5,6028	
		1.19	8,3	7,636	
2	58,33	2.1	5,9	5,428	53,66
		2.2	7,21	6,6332	
		2.3	4,33	3,9836	

N° de l'îlot	Surface (ha)	N° de la parcelle	surface de la parcelle (ha)	débit des parcelles (l/s)	Débit brut de l'îlot (l/s)
	17,99	2.4	6,22	5,7224	16,55
		2.5	5,07	4,6644	
		2.6	8,17	7,5164	
		2.7	5,25	4,83	
		2.8	7,98	7,3416	
		2.9	8,2	7,544	
		3.1	4,15	3,818	
3		3.2	6,28	5,7776	
		3.3	2,5	2,3	
		3.4	5,06	4,65	
4	6,4	4	6,4	5,89	5,89
5	11,11	5.1	4,01	3,68	10,22
		5.2	4,28	3,94	
		5.3	2,82	2,6	
6	4,37	6.1	1,29	1,19	4,02
		6.2	3,08	2,83	
7	1,84	7	1,84	1,7	1,69
8	1,2	8	1,2	1,104	1,1
9	2,63	9	2,63	2,42	2,42
10	3,63	10	3,63	3,34	3,34
11	10,07	11	10,07	9,26	9,26

VI.7.3 Calcul du débit aux bornes

Le débit de chaque borne pouvant desservir un îlot ou une parcelle est formulé comme suit :

$$Q_b = q_s \cdot S$$

Q_b = Débit de chaque îlot (l/s)

q_s = Débit spécifique (l/s/ha)

S = Superficie de l'îlot (ha)

Les résultats du calcul sont présentés dans le (**Tableau VI.12**)

Tableau VI.12 : Débit au niveau des bornes et des prises.

N° de Borne	N° (P/I)	S ilot (ha)	S parcelle (ha)	D eq (l/s)	D borne (l/s)	D borne (mm)	Type de la borne
B1	3.3	2,5	2,5	2,3	2,3	65	A2
B2	3.4	5,06	5,06	4,66	4,66	65	A2
B3	3.2	6,28	6,28	5,78	5,78	65	A2
B4	3.1	4,15	4,15	3,82	3,82	65	A2
B5	5.1	4,01	8,29	3,69	7,63	65	A2
	5.2	4,28		3,94			
B6	7	1,84	1,84	1,69	1,69	65	A2
B7	8	1,2	1,2	1,1	1,1	65	A2
B8	9	2,63	2,63	2,42	2,42	65	A2
B9	6.1	1,29	1,29	1,19	1,19	65	A2
B10	10	3,63	3,63	3,34	3,34	65	A2
B11	6.2	3,08	3,08	2,83	2,83	65	A2
B12	5.3	2,82	2,82	2,59	2,59	65	A2
B13	2.4	6,22	6,22	5,72	5,72	65	A2
B14	2.3	4,33	4,33	3,98	3,98	65	A2
B15	1.11	6,31	6,31	5,81	5,81	65	A2
B16	1.12	4,32	4,32	3,97	3,97	65	A2
B17	4	6,4	6,4	5,89	5,89	65	A2
B18	2.6	8,17	8,17	7,52	7,52	65	A2
B19	2.8	7,98	7,98	7,34	7,34	65	A2
B20	2.5	5,07	5,07	4,66	4,66	65	A2
B21	1.18	6,09	11,53	5,6	10,61	65	A2
	1.17	5,44		5			A2
B22	1.19	8,3	8,3	7,64	7,64	65	A2
B23	1.16	7,19	7,19	6,61	6,61	65	A2
B24	1.13	5,4	13,79	4,97	12,69	100	A2
	1.14	8,39		7,72			
B25	1.15	9,23	9,23	8,49	8,49	65	A2
B26	2.2	7,21	7,21	6,63	6,63	65	A2

N° de Borne	N° (P/I)	S ilot (ha)	S parcelle (ha)	Deq (l/s)	D borne (l/s)	D borne (mm)	Type de la borne
B27	2.1	5,9	5,9	5,43	5,43	65	A2
B28	1.8	6,87	6,87	6,32	6,32	65	A2
B29	1.9	5,71	13,47	5,25	12,39	100	A2
	1.10	7,76		7,14			
B30	11	10,07	10,07	9,26	9,26	65	A2
B31	1.1	7,84	7,84	7,21	7,21	65	A2
B32	1.2	9,26	9,26	8,52	8,52	65	A2
B33	1.3	9,07	9,07	8,34	8,34	65	A2
B34	1.4	7,8	7,8	7,18	7,18	65	A2
B35	1.5	5,25	5,25	4,83	4,83	65	A2
B36	1.6	6,35	6,35	5,84	5,84	65	A2
B37	1.7	8,46	8,46	7,78	7,78	65	A2

VI.7.4 Pression aux bornes

Les conduites des réseaux sont calculées pour garantir en période de pointe une pression de 45 m aux bornes d'irrigation

VI.7.5 Vitesses admissibles

La vitesse admissible est choisie entre 0.5 m/s, comme vitesse minimale, et 2.5 m/s comme vitesse maximale.

VI.7.6 Calcul des diamètres

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et la vitesse.

La formule de " LABYE " nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \times 1000 \dots \dots \dots (VI.17)$$

Avec :

Q : débit exprimé en m³/s. **D**: diamètre exprimé en mm.

V : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.25 m/s.

VI.7.7 Calcul des pertes de charge

Les pertes de charge ont été calculées par la formule de Lechapt et Calmon en prenant un coefficient de rugosité de 0,1 mm.

$$\mathbf{hpu} = \frac{\mathbf{L} \times \mathbf{Q}^{\mathbf{m}}}{\mathbf{D}^{\mathbf{n}}} \times \mathbf{C} \dots \dots \dots (\mathbf{VI.18})$$

Avec : **hPu**: Pertes de charge unitaire en mm/ml

Q: Débit en m³/s

D : Diamètre de la conduite considérée

L, m et n : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (**Ks**) des canalisations

C : coefficient compris une majoration de 10 % pour les pertes de charge singulière

Dans notre cas, les conduites seront en PEHD, on a les caractéristiques suivantes :

La rugosité équivalente **K=0.1 mm**, donc **L=1.15 m=1.89 n=5.01**

Les résultats du calcul sont présentés dans le (**Tableau VI.13**)

Tableau VI.13 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution

N° Borne	Tronçon	Longueur (m)	Débit de borne (l/s)	Débit de tronçon (l/s)	Débit de tronçon (m3/s)	Diamètre calculé	Diamètre normalisé	Vitesse (m/s)	Perte de charge	Cote de terrain (m)	Cote piézométrique	Pression (m)
N1	R-N1	496		216,09	0,22	586,44	630	0,69	0,37	283	305,29	22,29
B1	N1-B1	287	2,3	6,96	0,01	105,21	110	0,73	2,01	278	303,28	25,28
B2	B1-B2	172	4,66	4,66	0	86,08	90	0,73	1,54	276	301,74	25,74
B3	N1-B3	142	5,78	209,13	0,21	576,93	630	0,67	0,1	273	305,2	32,2
B4	B3-B4	142	3,82	203,36	0,2	568,9	630	0,65	0,09	263	305,1	42,1
B5	B4-B5	146	3,69	199,54	0,2	563,54	630	0,64	0,09	258	305,01	47,01
B6	B5-B6	90	1,69	195,85	0,2	558,3	630	0,63	0,06	254	304,95	50,95
B7	B6-B7	155	1,1	194,16	0,19	555,89	630	0,62	0,09	239	304,86	65,86
N2	B7-N2	57		193,05	0,19	554,3	630	0,62	0,03	240	304,83	64,83
B8	N2-B8	32	2,42	3,61	0	75,76	75	0,82	0,44	239	304,39	65,39

N° Borne	Tronçon	Longueur (m)	Débit de borne (l/s)	Débit de tronçon (l/s)	Débit de tronçon (m3/s)	Diamètre calculé	Diamètre normalisé	Vitesse (m/s)	Perte de charge	Cote de terrain (m)	Cote piézométrique	Pression (m)
B9	B8-B9	89	1,19	1,19	0	43,46	50	0,6	1,14	239	303,24	64,24
B10	N2-B10	200	3,34	3,34	0	72,9	75	0,76	2,38	230	302,44	72,44
B11	N2-B11	34	2,83	186,11	0,19	544,24	630	0,6	0,02	239	304,37	65,37
B12	B11-B12	100	2,59	183,27	0,18	540,08	630	0,59	0,05	229	304,31	75,31
N3	B12-N3	135		180,68	0,18	536,25	630	0,58	0,07	223	304,24	81,24
B13	N3-B13	150	5,72	109,23	0,11	416,95	400	0,87	0,3	223	303,94	80,94
B14	B13-B14	170	3,98	103,51	0,1	405,88	400	0,82	0,3	230	303,64	73,64
A3	B14-A3	109		99,53	0,1	397,99	400	0,79	0,18	235	303,46	68,46
B15	A3-B15	180	5,81	9,78	0,01	124,76	160	0,49	0,37	245	303,09	58,09
B16	B15-B16	167	3,97	3,97	0	79,53	90	0,62	1,11	225	301,98	76,98

N° Borne	Tronçon	Longueur (m)	Débit de borne (l/s)	Débit de tronçon (l/s)	Débit de tronçon (m ³ /s)	Diamètre calculé	Diamètre normalisé	Vitesse (m/s)	Perte de charge	Cote de terrain (m)	Cote piézométrique	Pression (m)
A1	N3-A1	203		71,45	0,07	337,21	400	0,57	0,18	236	304,06	68,06
B17	A1-B17	189	5,89	20,75	0,02	181,71	200	0,66	0,52	242	303,54	61,54
B18	B17-B18	231	7,52	14,86	0,01	153,78	160	0,74	1,04	254	302,5	48,5
B19	B18-B19	329	7,34	7,34	0,01	108,09	110	0,77	2,55	275	299,95	24,95
A2	A1-A2	119		50,7	0,05	284,07	315	0,65	0,18	246	303,88	57,88
B20	A2-B20	150	4,66	22,91	0,02	190,94	200	0,73	0,5	254	303,38	49,38
B21	B20-B21	249	10,61	18,24	0,02	170,4	200	0,58	0,54	265	302,84	37,84
B22	B21-B22	215	7,64	7,64	0,01	110,24	110	0,8	1,8	274	301,04	27,04
B23	A2-B23	85	6,61	27,79	0,03	210,32	250	0,57	0,13	252	303,74	51,74
A4	B23-A4	221		21,18	0,02	183,59	200	0,67	0,63	246	303,11	57,11

N° Borne	Tronçon	Longueur (m)	Débit de borne (l/s)	Débit de tronçon (l/s)	Débit de tronçon (m3/s)	Diamètre calculé	Diamètre normalisé	Vitesse (m/s)	Perte de charge	Cote de terrain (m)	Cote piézométrique	Pression (m)
B24	A4-B24	112	12,69	12,69	0,01	142,1	160	0,63	0,37	246	302,74	56,74
B25	A4-B25	242	8,49	8,49	0,01	116,25	125	0,69	1,3	220	301,81	81,81
B26	A3-B26	196	6,63	89,75	0,09	377,94	400	0,71	0,27	238	303,19	65,19
B27	B26-B27	229	5,43	83,11	0,08	363,7	400	0,66	0,27	236	302,92	66,92
B28	B27-B28	248	6,32	18,71	0,02	172,58	200	0,6	0,56	235	302,36	67,36
B29	B28-B29	214	12,39	12,39	0,01	140,44	160	0,62	0,68	225	301,67	76,67
N5	B27-N5	97		58,97	0,06	306,36	315	0,76	0,2	228	302,72	74,72
B30	N5-B30	115	9,26	9,26	0,01	121,43	125	0,75	0,73	220	301,97	81,97
B31	N5-B31	143	7,21	49,71	0,05	281,27	315	0,64	0,21	230	302,08	72,08
N6	B31-N6	45		42,49	0,04	260,06	315	0,55	0,05	230	301,54	71,54

N° Borne	Tronçon	Longueur (m)	Débit de borne (l/s)	Débit de tronçon (l/s)	Débit de tronçon (m3/s)	Diamètre calculé	Diamètre normalisé	Vitesse (m/s)	Perte de charge	Cote de terrain (m)	Cote piézométrique	Pression (m)
B32	N6-B32	154	8,52	24,04	0,02	195,6	200	0,77	0,56	225	300,77	75,77
B33	B32-B33	191	8,34	15,52	0,02	157,17	160	0,77	0,93	223	300	77
B34	B33-B34	100	7,18	7,18	0,01	106,87	110	0,76	0,74	224	299,25	75,25
B35	N6-B35	166	4,83	18,46	0,02	171,38	200	0,59	0,37	235	301,17	66,17
B36	B35-B36	162	5,84	13,63	0,01	147,26	160	0,68	0,62	225	300,16	75,16
B37	B36-B37	261	7,78	7,78	0,01	111,3	125	0,63	1,19	195	298,81	103,81

Remarque : On remarque qu'il y a des pressions qui dépassent 80 m (8 bars), alors on propose l'installation d'un brise charge au niveau du tronçon N3- B13, cette solution sera comparée à celle qui consiste à prévoir des diamètres différents et la solution choisie est plus économique

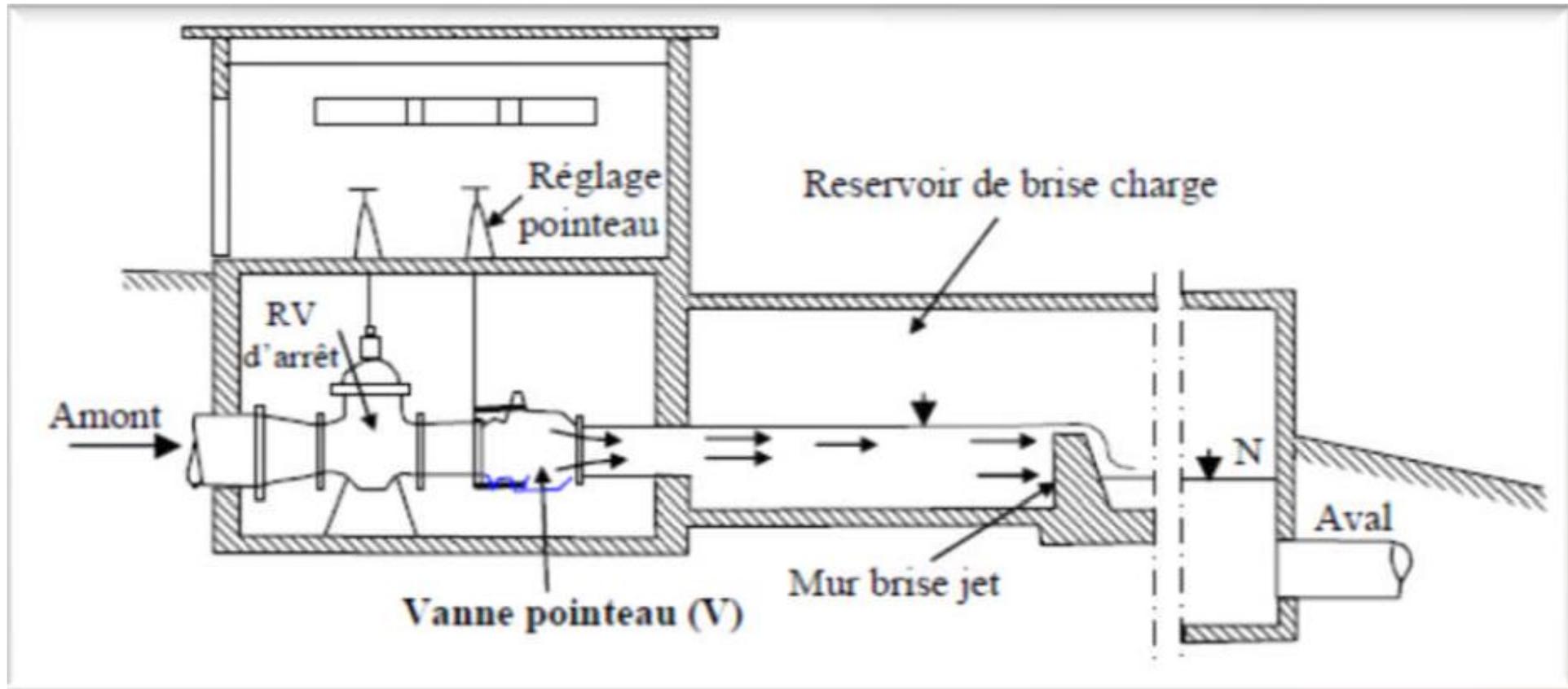


Figure VI.3 : Brise charge

VI.7.8 Brise charge

Un brise charge n'est autre qu'un réservoir intermédiaire dans lequel une partie de l'énergie du jet d'eau, à son entrée, est brisée par une vanne pointeau V (**Figure VI.3**) donnant lieu ainsi une perte de charge singulière. La partie restante étant transformée en énergie potentielle avec un niveau aval N

VI.8 Réservoir

Le site de réservoir est choisis de telle manière dominé les zones d'irrigation et afin d'assurer une pression aux bornes suffisante pour utiliser l'irrigation par goutte à goutte et par aspersion.

VI.8.1 Dimensionnement du réservoir de distribution

Calcul du volume du réservoir projeté :

$$\text{➤ } V = Q \times T \dots \dots \dots \text{ (VI.19)}$$

Avec :

V : volume de la bache.

Q : Débit caractéristique : 253 l/s

T : Temps de stockage du réservoir : 2h

Donc :

$$V = 0,253 \times 2 \times 3600 = 1821.6 \text{ m}^3$$

On prend **V=2000 m³**

$$\text{➤ } \text{On a: } V = S \times H$$

$$S : \text{section de réservoir : } S = \pi * \frac{D^2}{4} = 400 \text{ m}^2$$

D : le diamètre du réservoir

H : La hauteur de réservoir : 5m

$$\text{Donc } V = S \times H = 400 \times 5 = 2000 \text{ m}^3$$

$$\text{V} = \text{2000 m}^3$$

VI.9 Conclusion

A travers ce chapitre nous avons pu faire le dimensionnement de notre réseau d'adduction et de distribution, ainsi que le dimensionnement de la station de pompage et le calcul hydraulique des canalisations, avec le découpage du périmètre de 250 ha en 11 îlots d'irrigation.

Dans le cadre de la réalisation du projet on a utilisé un brise charge pour avoir des pressions dans les normes.

CHAPITRE VII
DIMENSIONNEMENT A LA
PARCELLE

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

VII.1 Introduction

L'irrigation est passée par différentes étapes de développement et on retrouve plusieurs systèmes d'irrigation, l'objet de ce chapitre se limite à l'irrigation localisée, il s'agit de dimensionner une partie de notre périmètre à partir des paramètres qu'ont été définies précédemment et les caractéristiques techniques optimales d'un réseau pour l'irrigation de notre périmètre d'oued Meziet.

VII.2 Définition de l'irrigation localisée

Cette méthode d'irrigation sous pression est appelée ainsi du fait que l'eau est appliquée à des endroits où l'on désire la voir s'infiltrer. Cette application est donc localisée. L'irrigation localisée regroupe tous les systèmes caractérisés par un réseau de distribution à la parcelle, fixe sous pression. L'eau circule dans des tuyaux souples de petit diamètre disposés à la surface du sol et sont munis de dispositif appelé **goutteur**, permettant des apports d'eau continus ou fréquents en des endroits déterminés par rapport au dispositif cultural et de façon telle que l'infiltration ne se produise que sur une fraction réduite de la surface du sol, il est également apparu que cette technique particulière, consistant finalement à n'humidifier qu'une partie du sol

Cette technique a été introduite en Algérie dès 1979 pour un certain nombre de raisons, entre autres :

- Résultats encourageants de cette méthode aussi bien dans l'économie de l'eau que dans la production alimentaire.
- Valorisation maximale des ressources hydriques.
- Extension des superficies irriguées.

VII.3 Réseau du système d'irrigation goutte à goutte

VII. 3.1 Station de tête

Le rôle de cette station est l'obtention d'une eau propre en vue d'éviter le colmatage des distributeurs et l'injection des engrais ; le choix des filtres et de leurs séquences dépend de la qualité de l'eau, son origine et la taille des particules à filtrer :

- ✓ **Hydrocyclone** : C'est un séparateur de particules peut être placé à l'entrée de la station de tête juste après la source d'eau.
- ✓ **Filtre à sable** : Ce matériel est composé d'une cuve à pression contenant des couches de sables de différents calibres, il est utilisé principalement pour les eaux superficielles.
- ✓ **Filtre à tamis** : Le principe consiste à faire passer l'eau à travers un élément filtrant arrêtant les particules en suspension, il est installé à l'aval du filtre hydrocyclone et du filtre à sable pour la filtration des eaux souterraines.
- ✓ **Injecteurs d'engrais** : La pratique de l'irrigation fertilisante consiste à injecter dans l'eau, les engrais et d'autres produits tels que l'eau de javel, sulfates de fer et l'acide nitrique...

VII. 3.2 Canalisation

Son rôle est d'acheminer l'eau filtrée de l'unité de tête à la parcelle de destination, elle est composée de tuyaux fixes en PEHD :

- ✓ Conduites principales et secondaires
- ✓ Porte rampes
- ✓ Rampes

VII.3.3 Vannes et manomètres

Au niveau du réseau de distribution, les vannes permettent le passage de l'eau de la conduite d'amené au poste d'arrosage et commande l'irrigation d'un secteur, ainsi les manomètres sont des appareils indispensables au fonctionnement du réseau d'irrigation localisée, indiquant la pression à l'entrée et à la sortie des filtres et des secteurs d'irrigation à différents endroits.

II.3.4 Organes de distribution

En irrigation localisée, on distingue comme organes de distribution : les goutteurs, les mini-diffuseurs, les gaines et les ajutages calibré

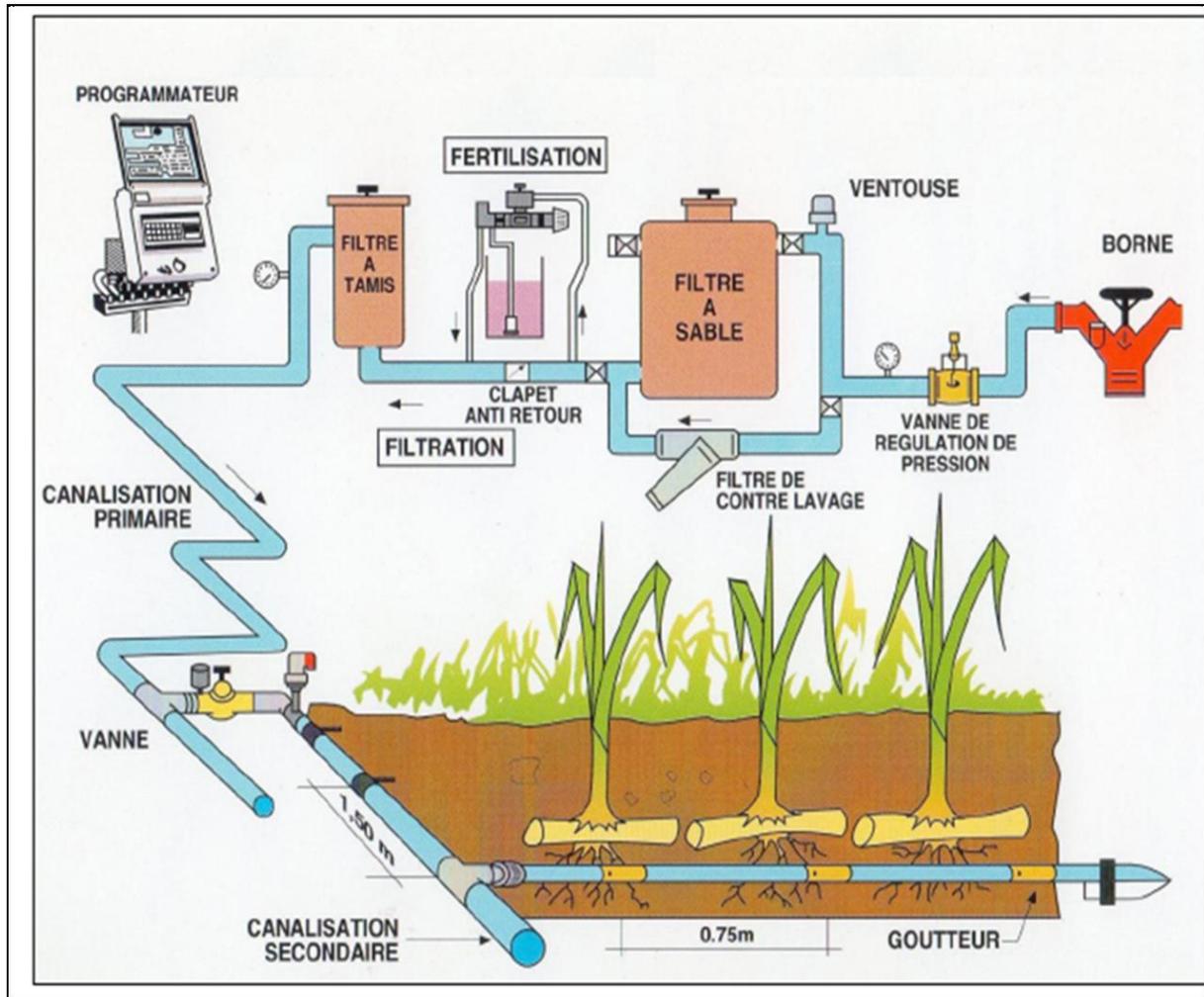


Figure VII.1 : installation d'un système goutte à goutte

VII.4 Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte

VII.4.1 Données générales

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°4 alimenté par la borne N°17 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de **6,15** bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de **6,40 ha**.

❖ Culture : Olivier

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe 157,4 mm

❖ Caractéristique du goutteur

- Débit nominal : 4 l/h
- Pression nominal : 10 m.c.e
- Espacement des goutteurs : 1 m
- Le nombre de goutteurs par arbre : 2

VII.4.2 Les besoins journaliers

Pour l'olivier les besoins journaliers sont calculés par la formule suivante [7]:

$$B = \frac{\text{besoin du moins de point}}{\text{Nombre de jours}} \dots\dots\dots(\text{VII.1})$$

Avec :

B : besoin journalier

$$B = \frac{157,4}{31} = 5,07 \text{ mm/j}$$

VI.4.3 Les besoins journaliers en tenant compte de la réduction

La couverture au sol influence grandement sur l'évaporation du sol, On applique alors à L'ETM un coefficient de réduction Kr

Kr dépend du taux de couverture du sol (Cs =60%) par les plantes adultes et peut être calculé par la formule de Decroix (CTGREF) :

$$Kr = Cs + 0,1 \dots\dots\dots(\text{VII.2})$$

$$\text{Alors : } Kr = 0,6 + 0,1 = 0,7$$

D'où : Bj = B*Kr

$$Bj = 5,07 * 0,7 = 3,55 \text{ mm/j}$$

VI.4.4 La dose d'irrigation nette pratique

La dose pratique (nette) qui correspond à la RFU étant calculée comme suit :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot D_a \cdot Z \cdot P\% \dots \dots \dots (VII.3)$$

Avec :

H_{cc} : humidité à la capacité au champ (H_{cc}=27%)

H_{pf} : humidité au point de flétrissement (H_{pf}=17%)

Y : degré d'extraction de l'eau du sol (Y=2/3)

Z : profondeur d'enracinement en (Z= 1500 mm)

D_a : est la densité apparente du sol (D_a=1.4)

P : Pourcentage du sol humidifié :

$$P\% = (n \cdot Spd \cdot Sh) / (Sa \cdot Sr) \dots \dots \dots (VII.4)$$

Avec:

n : Nombre de point de distribution par arbre (2 par arbre)

Spd : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (2m)

Sh : Largeur de la bande humidifiée (1m)

Sr : Ecartement entre rangs d'arbre (4m)

Sa : espacement des arbres sur les rangs (4m)

$$P\% = 25\%$$

D'où : La dose nette corrigée

$$D_p = 140 \cdot 0.25 = 35 \text{ mm}$$

VI.4.5 Fréquence des arrosages

Elle est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{B_j} \dots \dots \dots (VII.5)$$

D'où : Fr=35/3.55 =9.86 jour

Donc on prend **Fr= 10 jour**

On recalcule la nouvelle dose réelle : D_r= 10*3.55= **35.5 mm**

Et la dose brute :

$$D \text{ brute} = \frac{D_r}{C_u \cdot \text{eff}} \dots \dots \dots (VII.6)$$

Avec :

C_u : coefficient d'uniformité C_u=90%

eff : efficacité du réseau d'irrigation $eff=90\%$

D'où : $D_{brute}=35.5/0.9*0.9=43.83\text{mm}$

Donc **$D_{brute}=43.83\text{ mm}$**

VI.4.6 Durée d'arrosage par mois

Elle est donnée par la formule suivante :

$$\theta = \frac{D_{brute} * S_a * S_r}{n * qg} \dots \dots \dots (\text{VII.7})$$

$\theta = 43.83 * 4 * 4 / 4 * 2 = 87.64\text{ heures/mois}$

VI.4.7 Durée d'arrosage journalier

Elle est donnée par la formule suivante :

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} \dots \dots \dots (\text{VII.8})$$

$D_j = 87.64 / 8 = 10.96\text{ heures / jour}$ On prend **$D_j = 11\text{ heures / jours}$**

VII.4.8 Nombre de poste

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} \dots \dots \dots (\text{VII.9})$$

$N = 22 / 11 = 2$

On prend **$N = 2\text{ postes}$**

VII.4.9 Surface de la parcelle

La surface de la parcelle est définie comme suit :

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} \dots \dots \dots (\text{VII.10})$$

$S_p = 6.4 / 2 = 3.2\text{ ha}$

VII.5 Calculs hydrauliques

VII.5.1. Condition hydraulique

- ❖ La variation maximale du débit entre goutteur ne doit pas dépasser 10% selon la règle de Christiansen [8] :

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \dots \dots \dots (\text{VII.11})$$

- ❖ La variation maximale de la pression

$$q = K.H^x \dots \dots \dots (\text{VII .12})$$

Avec :

$x=0.5$ (caractéristique du goutteur)

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = \frac{\Delta H}{H(n)} \dots \dots \dots (\text{VII .13})$$

Avec :

q(g) : débit nominal du goutteur

H(n) : pression nominal

On a $0.1=0.5*\Delta H/10$

Alors : $\Delta H = 1/0.5 = 2 \text{ m c e}$.

La valeur de perte de charge singulière est estimée à 10% de la variation maximale de pression alors :

$$P_{dcs} = 2*0,1 = \mathbf{0,2mce} \quad P_{dcl} = 2-0,2 = \mathbf{1,8mce}$$

La répartition de la perte de charge est :

$$1/3 \text{ sur les porte- rampes } P_{dc} (pr) = 1.8*1/3 = \mathbf{0,6 m c e}$$

$$2/3 \text{ sur les rampes } P_{dc} (r) = 1.8*2/3 = \mathbf{1,2 m c e}$$

VII.5.2 Le débit

$$Q_r = Q_g \cdot N_r \dots \dots \dots (\text{VII .14})$$

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r \dots \dots \dots (\text{VII .15})$$

Avec:

Q_r : Débit de rampe

Q_g: Débit du goutteur

N_r : Nombre des rampes

Ng/r : Nombre des goutteurs par rampe

Q_{pr}: Débit de porte rampe

On a :

Longueur du terrain = 330 m

Largeur du terrain = 188 m

La porte rampe coupe la surface du terrain au milieu de la parcelle, donc on a :

La longueur de la rampe : 88 m

La longueur de la porte rampe : 330 m

La longueur de la conduite secondaire : 88 m

VII.5.3 Le nombre d'arbres par rampe

$$N \text{ arbres} = L_r/E_r \dots\dots\dots (\text{VII .16})$$

$$N \text{ arbres} = 88/4 = 22 \text{ arbres par rampe}$$

VII.5.4 Nombre des goutteurs par rampe

$$N = N_{\text{arbres}} * n \dots\dots\dots (\text{VII .17})$$

$$N = 22 * 2 = 44 \text{ goutteurs}$$

VII.5.5 Le nombre des rampes

$$N_r = L_{pr}/E_r \dots\dots\dots (\text{VII .18})$$

$$N_r = 330/4 = 82 \text{ rampes}$$

VII.5.6 Débit de la rampe

$$Q_r = N_g * Q_g \dots\dots\dots (\text{VII .19})$$

$$Q_r = 4 * 44 = 176 \text{ l/h}$$

VII.5.7 Débit de la porte rampe

$$Q_{pr} = Q_r * N_r * 2 \dots\dots\dots (\text{VII .20})$$

$Q_{pr} = 176 * 82 * 2 = 28864 \text{ l/h}$ (on multiplie par 2 car la porte rampe coupe la surface du terrain au milieu de la parcelle)

VII.5.8 Nombre de porte rampe

$$N_{pr} = (1 \text{ seule porte rampe})$$

VII.5.9 Débit de la conduite secondaire

$$Q_{csl} = Q_{pr} * N_{pr} \dots\dots\dots (VII .21)$$

$$Q_{csl} = 28864 \text{ l/h}$$

VI.6 Dimensionnement des canalisations du réseau

VII.6.1 Calcul du diamètre du rampe et porte rampe

Pour le calcul des dimensions des canalisations (rampe et porte rampe), on propose que les rampes soient en PEHD.

Le diamètre des rampes ainsi que les portes rampes est calculé d'après les formules suivantes :

$$\varnothing_r(\text{cal}) = \left[\frac{\text{P.d.c}(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots (VII .22)$$

$$\varnothing_{pr}(\text{cal}) = \left[\frac{\text{P.d.c}(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots (VII .23)$$

Avec :

Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe

Q(r) : le débit de la rampe en l/h

L(r) : la longueur de la rampe en m

Ør (cal) : le diamètre de la rampe

Øpr (cal) : le diamètre de la porte rampe

✓ Application numérique :

$$\varnothing_r(\text{cal}) = \left[\frac{\text{P.d.c}(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} * L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = \left[\frac{1.2 * 2.75}{0.478 * 176^{1.75} * 88} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots (VII .24)$$

$\varnothing_r = 11.48 \text{ mm}$; Alors on prend **DN=16 mm**

VII.6.2 Vérification des pertes de charges

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, on applique la formule de « Tison ».

La perte de charge unitaire

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} \dots\dots\dots \text{(VII .25)}$$

La perte de charge le long de la conduite en (m)

$$h_{cal} = \frac{L}{2.75} \cdot i \dots\dots\dots \text{(VII .26)}$$

Avec :

Q : débit (l/h)

D : diamètre intérieur de la canalisation (mm)

✓ Application numérique pour la rampe:

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot 16^{-4.75} \cdot 176^{1.75} = 0.0028$$

$$h_{cal} = \frac{88}{2.75} \cdot 0.0028 = 0.086\text{m}$$

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0.176 / 3600}{\pi \cdot 0.016^2} = 0,24 \text{ m/s}$$

Tableau VII.1 : Caractéristique de la conduite de la rampe

culture	Lr(m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse m/s	hcal(m)
Olivier	88	44	176	1.2	11.48	12	0.43	0.35

VII.6.3 Calculs hydrauliques de la porte rampe

Le même calcul que la rampe, les résultats des calculs sont présentés sur le tableau suivant :

Tableau VII.2 : Caractéristiques de la conduite de la porte rampe

Culture	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
Olivier	330	82	28864	0.6	99.27	110	0.84	0.27

D'après le **tableau VII.2**, on voit que les pertes de charges totales n'ont pas dépassé la limite imposée par la règle de Christiansen.

VII.6.4 Calcul des diamètres de la conduite secondaire

La conduite secondaire alimente les trois parcelles d'oliviers. Les trois parcelles sont relativement homogènes en exploitations. Pour calculer le diamètre on doit fixer la Vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.05 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4.Q}{\pi V}} \dots\dots\dots (\text{VII .27})$$

Avec : **Q** : débit de la conduite considérée (m³/s)
 V : Vitesse d'écoulement (m/s).

VII.6.5 Calcul de caractéristique de la conduite secondaire

Les résultats des calculs sont présentés sur le tableau suivant :

Tableau VII.3 : Caractéristique de la conduite secondaire

culture	L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	88	28864	1.05	98.60	110	0.84	0.04

VII.6.6 La pression d'eau à la borne de distribution

La pression d'eau que doit fournir la borne de distribution à la parcelle est égale à la somme de la pression nominale (10 mce) plus la somme des pertes de charges de cheminement de la borne d'irrigation jusqu'au goutteur le plus défavorable

VII.6.7 Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable

A partir des résultats qu'ont été trouvé précédemment on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'à le goutteur le plus défavorable, Donc la pression demandée à la borne égale a la pression nominale plus la somme des pertes de charges.

$$\Delta h = 10+0.04+0.086+0.27= 10.40 \text{ m}$$

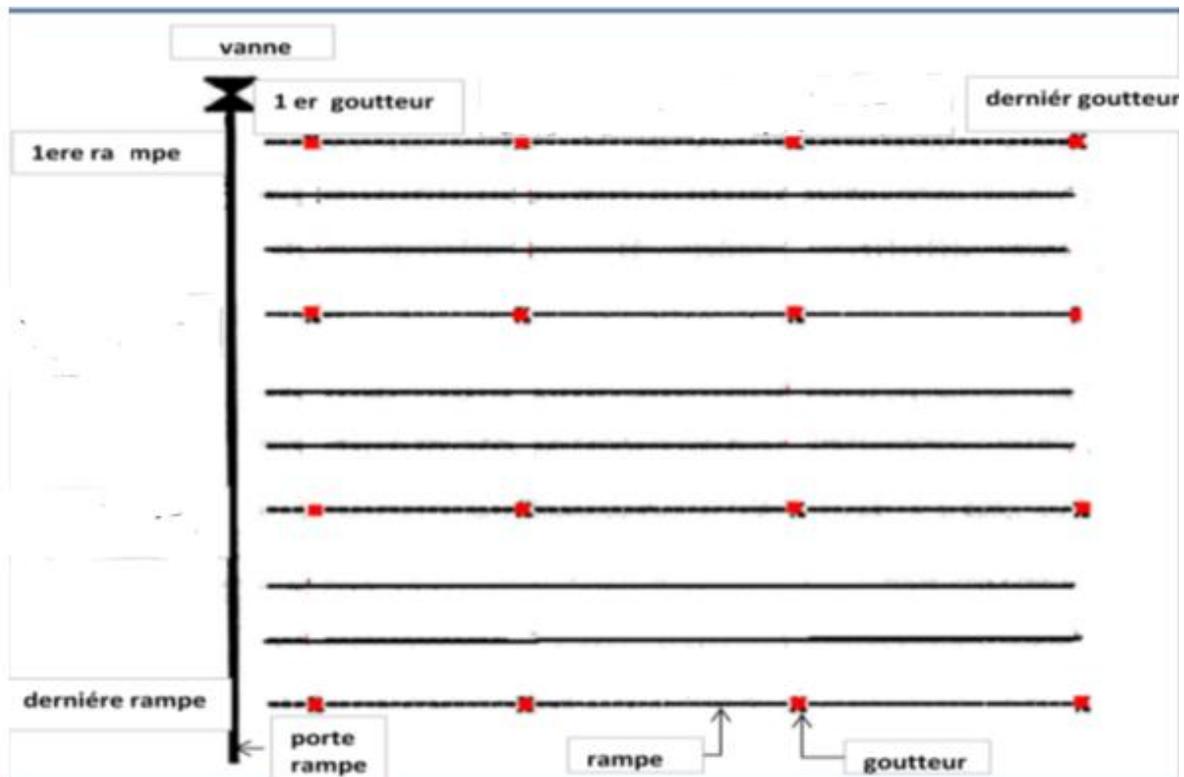


Figure VII.2 : Schéma illustrant le réseau goutte à goutte.

VII.7 Conclusion

Ce chapitre inclue le dimensionnement d'un réseau d'irrigation localisée goutte à goutte dans une parcelle pour la culture d'olivier, qui est effective car la bonne gestion et l'économie en eau par rapport au gravitaire et l'aspersion.

La présence d'un système de filtration est important pour éviter le colmatage des goutteurs qui restent un problème gênant.

CHAPITRE VIII
CALCUL TECHNICO-
ECONOMIQUE

Chapitre VIII : Calcul technico-économique.

VIII.1 Introduction

Le but de ce chapitre est l'estimation économique du coût d'aménagement des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions, pour notre projet d'irrigation on a les travaux de la conduite d'adduction, le réseau de distribution et la station de pompage.

VIII.2 Différents travaux à entreprendre

VIII.2.1 Travaux concernant l'adduction et le réseau distribution

Les tâches constituant les travaux à faire pour la mise en place de l'adduction et le réseau distribution sont [7] :

VIII.2.1.1 Exécution des tranchées

C'est une opération de terrassement (déblais) qui consiste à faire des excavations. Ces excavations seront faites par une pelle hydraulique et les déblais seront posés à côté de la tranchée, l'autre côté étant réservé au bardage des conduites.

VIII.2.1.2 Pose du lit de sable

Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 12 cm dans notre cas.

VIII.2.1.3 Pose des conduites

Avant la descente des conduites dans la fouille, on procède à un triage des conduites de façon à écarter celles qui ont subies des chocs ; et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage, dans le fond de la fouille. Au cours de pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour n'avoir pas des difficultés au raccordement des conduites.

VIII.2.1.4 Epreuve de joint et de la canalisation

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,8 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite lors du fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0.2 bar.

VIII.2.1.5 Remblayage des tranchées

C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation.

VIII.2.1.6 Nivellement et compactage

Une fois le remblai fait, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage pour augmenter la densité des terres et éviter le tassement par la suite.

VIII.2.2 Travaux concernant la station de pompage

Les tâches constituant les travaux à faire pour la construction de la station de pompage sont

- Exécution du décapage.
- Exécution des fouilles.
- Coulage du béton de propreté.
- Coulage du béton pour les semelles.
- Coulage du béton pour les demi-poteaux.
- Remblayage des fouilles.
- Coulage du béton des longrines inférieures.
- Remblayage des casiers.
- Coulage de la chape inférieure.
- Coulage du béton de poteaux.
- Coulage du béton pour longrines supérieures et de la dalle.

Maçonnerie et finition générale.

VIII.3 Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de distribution

VIII.3.1 Calcul du volume de terrassement

❖ Largeur du fond de la tranchée

La largeur d'ouverture de la tranchée est obtenue par la formule :

$$B = d + 2a \dots \dots \dots (VIII.1)$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

a : distance entre la conduite et le fruit de talus.

DN ≤ 200 >>> largeur de la tranchée = DN + 2 x 20 cm

DN > 200 >>> largeur de la tranchée = DN + 2 x 30 cm.

❖ profondeur de la tranchée

La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, et d'empêcher toute intercommunication avec les autres conduites.

$$H = e + d + h \dots \dots \dots (VIII.2)$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée (m)

e : hauteur du lit de pose (m) = 0.1 m

d : diamètre de la conduite (m)

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite = 0.8 m

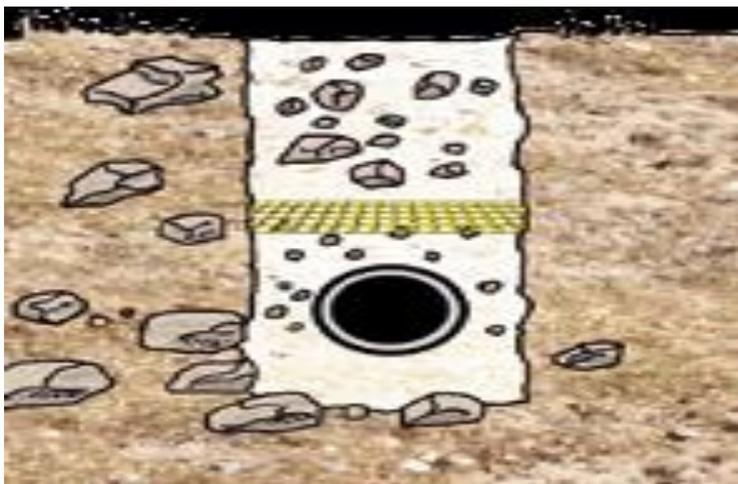


Figure VIII.1 : Schéma d'une tranchée

VIII.3.2 Calcul du volume de déblai

$$Vd = L .b. H.....(VIII.3)$$

Avec:

Vd : Volume des déblais de la tranchée en (m³)

L : Longueur de la tranchée en (m)

H : profondeur de la tranchée (m).

Les résultats obtenus sont représentés dans le **Tableau VIII.1**

Tableau VIII.1: Calcul du volume de déblai pour les canalisations de l'adduction

	Hauteur (m)	Longueur(m)	Largeur(m)	Volume (m ³)
La conduite gravitaire	1.22	450	1.52	828,33
La conduite de refoulement	1.4	1600	1.7	3808

Tableau VIII.2: Calcul du volume de déblai pour les canalisations de distribution

D (mm)	Hauteur (m)	Longueur (m)	Largeur (m)	V déblai (m ³)
50	0,95	89	0,85	71,87
75	0,98	232	0,88	197,93
90	0,99	339	0,89	298,69
110	1,01	931	0,91	855,68
125	1,03	618	0,93	585,94
160	1,06	1090	0,96	1109,18
200	1,10	1377	1,00	1514,70
250	1,15	85	1,45	141,74
315	1,22	404	1,52	743,65
400	1,30	1057	1,60	2198,56
630	1,53	1497	1,83	4191,45

VIII.3.3 Calcul du volume de lit de sable

Ce lit correspond à une couche de sable de 12cm sur le fond de la tranchée, donc c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule cette surface en utilisant la formule suivante : $V_s = e \cdot b \cdot L$(VIII.4)

V_s : volume du sable en (m³)

e : épaisseur du sable, $e = 10$ cm

Tableau VIII.3:Calcul du volume de sable

	Epaisseur du sable (m)	Longueur(m)	Largeur(m)	Volume (m ³)
La conduite gravitaire	0.1	450	1.52	68,18
La conduite de refoulement	0.1	1600	1.7	272,00

Tableau VIII.4: Calcul du volume de sable pour les canalisations de distribution

D (mm)	Epaisseur de sable (m)	Longueur (m)	Largeur (m)	V sable (m ³)
50	0,1	89	0,85	7,57
75	0,1	232	0,88	20,30
90	0,1	339	0,89	30,17
110	0,1	931	0,91	84,72
125	0,1	618	0,93	57,17
160	0,1	1090	0,96	104,64
200	0,1	1377	1,00	137,70
250	0,1	85	1,45	12,33
315	0,1	404	1,52	61,21
400	0,1	1057	1,60	169,12
630	0,1	1497	1,83	273,95

VIII.3.4 Calcul du volume de remblai

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai, c'est le volume qu'occupent la conduite et le volume occupé par le lit de sable

$$V_r = V_d - (V + V_s) \dots \dots \dots (VIII.4)$$

Avec :

V_r : Volume du remblai compacté

(m^3) V_d : Volume du déblai (m^3)

V_s : Volume du sable

V : Volume occupé par la conduite (m^3)

Donc les volumes des travaux pour la conduite sont représentés dans le **Tableau VIII.5**.

Tableau VIII.5: Calcul du volume de remblai

	Vd (m3)	Vs (m3)	V (m3)	Vr (m3)
La conduite gravitaire	828,33	68,18	35,07	725,08
La conduite de refoulement	3808,00	272,00	314,16	3221,84

Tableau VIII.6: Calcul du volume de remblai pour les canalisations de distribution

D (mm)	V déblai (m3)	V sable (m3)	V conduites (m3)	V remblai (m3)
50	71,87	7,57	0,17	64,13
75	197,93	20,30	1,02	176,60
90	298,69	30,17	2,16	266,37
110	855,68	84,72	8,85	762,11
125	585,94	57,17	7,58	521,19
160	1109,18	104,64	21,92	982,63
200	1514,70	137,70	43,26	1333,74
250	141,74	12,33	4,17	125,24
315	743,65	61,21	31,48	650,96
400	2198,56	169,12	132,83	1896,61
630	4191,45	273,95	466,65	3450,85

VIII.3.5 Volumes de stations de pompage

La station de pompage a les dimensions suivantes :

L : longueur = 8.5 m

L : largeur =6,85 m, **H** : 6.44 m

Cf : Coté de fouille (carré) = 1,5 m

Poteaux $b \times b = 40 \times 40$ cm²

Poutres $b \times b = 40 \times 40$ cm²

Les volumes de stations de pompage sont montrés dans le **Tableau VIII.7**

Tableau VIII.7:les volumes de la station de pompage

Désignation des travaux	unités	Quantité
Décapage	m 3	5,8225
Excavation	m 3	40, 5
Béton de propreté	m 3	2, 7
Béton armé		
Semelles	m 3	10, 8
Demi-poteaux	m 3	1, 92
Poutre inférieure	m 3	7,696
Chape inférieure	m 3	4,07575
Poteaux	m 3	12,3648
Poutres supérieures	m 3	7.69
Chape supérieure	m 3	4,07575
Remblai		
Fouille	m 3	25,08
la dalle inférieure	m 3	52,4
Maçonnerie		
mur	Briques	3395 Briques
demi-poteau	Briques	3625 Briques

VIII.4 Estimation de cout total de projet

VIII.4.1 Estimation de cout de pose de canalisation de l'adduction

Tableau VIII.8: Estimation du cout de pose de canalisation de l'adduction.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA/m)	Montant DA
Déblai en terrain	m3	16545,72	300	4963716
Lit de sable	m3	1299,04	800	1039232
Remblaiement de la tranchée	m3	14177,35	200	2835470
TubeØ315	m/l	450	4093.57	1842106,5
TubeØ500	m/l	1800	10152.51	18274518
			TOTAL	28955042,5

VIII.4.2 Estimation du cout de la station de pompage

Tableau VIII.9: Estimation de cout de deux stations de pompage.

Désignation des travaux	unités	Quantité	Prix unitaire	Montant (Da)
Décapage	m 3	5,83	250	1455,625
Excavation	m 3	40, 5	400	16200
Béton de propreté	m 3	2, 7	12000	32400
Béton armé				
Semelles	m 3	10, 8	25000	270000
Demi-poteaux	m 3	1,92	25000	48000
Poutre inférieure	m 3	7,696	25000	192400
Chape inférieure	m 3	4,07	25000	101893,75
Poteaux	m 3	12,37	25000	309120
Poutres supérieures	m 3	7.69	25000	192250
Chape supérieure	m 3	4,07	25000	101893,75
Remblai				
Fouille	m 3	25,08	450	11286
la dalle inférieure	m 3	52,4	450	23580
Maçonnerie				
mur	Briques	3395 Briques	1118	3795610
demi-poteau	Briques	3625 Briques	1118	4052750
			TOTAL	9148839,125

VIII.4.3 Estimation du cout du réseau de distribution

Tableau VIII.10: Factures pro-forma des pièces du réseau distribution

Pièces		Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA/ml)	Montant (DA)
TubeØ50	PEHD	m/l	89	135.26	12038,14
TubeØ75	PEHD	m/l	232	300.50	69716
TubeØ90	PEHD	m/l	339	359.09	121731,51
TubeØ110	PEBD	m/l	931	540.50	503205,5
TubeØ125	PEBD	m/l	618	660.13	407960,34
TubeØ160	PEHD	m/l	1090	1142.25	1245052,5
TubeØ200	PEBD	m/l	1377	1650.34	2272518,18
TubeØ250	PEBD	m/l	85	2595.00	220575
TubeØ315	PEHD	m/l	404	4093.57	1653802,28
TubeØ400	PEHD	m/l	1057	6698.74	7080568,18
TubeØ630	PEHD	m/l	1497	15738.79	23560968,6
Vanne Ø160	PEHD	U	1	14000	14000
Vanne Ø315	PEHD	U	6	24000	144000
Vanne Ø600	PEHD	U	3	42800	128400
				TOTAL	37434536,3

VIII.5 Devis estimatif de projet

Le devis des différentes opérations sont comme suit :

- Devis de l'adduction 28 955 042 DA
- Devis du système de pompage 9 148 839 DA
- Devis du réseau de distribution 37 434 536 DA

Donc le devis total du projet est estimé à :

Devis total = 75 538 417 DA

VIII.7 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons calculé le volume des travaux de terrassement de la station de pompage, de l'adduction, et de la distribution. Enfin on a estimé que le cout du projet est de **75 538 417 DA**, qui est rentable à moyen terme.

Conclusion générale

L'Algérie comme les pays méditerranéens est confrontée de plus en plus au problème du manque d'eau. La région d'étude est une région semi aride caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers froids, les ressources en eau et toutes leurs caractéristiques techniques, les ressources en sol et leurs aptitudes culturales, avec une texture de sol peu variable dans le profil (fine, très fine, ou moyenne selon la classe du sol), dans le but d'optimiser l'utilisation des sols et de l'eau. La détermination des besoins en eau des cultures et leurs pilotages à l'aide du logiciel CROPWAT.

Cette démarche a permis de voir qu'au niveau de la zone d'étude, les atouts et les contraintes du périmètre, identifier le type d'agriculture en inventoriant les cultures et les techniques culturales, déterminer la potentialité en ressources hydrauliques, estimer des besoins en eau du périmètre et évaluer la rentabilité économique de ce projet d'infrastructure hydro agricole. Cette étude montre aussi la nécessité pour qu'il y ait un système hydro agricole dans la plaine d'Oued Meziat commune de Roknia. Elle relève que l'eau de la rivière d'Oued Meziat est en quantité suffisante et de bonne qualité pour alimenter sans problème à des fins d'irrigation cette plaine. Elle montre avec l'implantation d'un système hydro agricole, il va avoir une meilleure mise en valeur des ressources disponibles, une augmentation de la production agricole, une amélioration du revenu des exploitants et une meilleure condition de vie.

L'étude montre qu'un tel projet d'aménagement est faisable techniquement et économiquement avec le cout 75 538 419 DA, mais pour assurer sa viabilité et sa durabilité, elle propose d'autres actions complémentaires d'accompagnement telles que : appui à la gestion du système d'irrigation, appui au crédit agricole et aménagement du bassin versant.

Références bibliographiques

- [1] J .BOULAINÉ. Pédologie appliquée (Masson, paris, 1980)
- [2] L.S.BAHBOUH, 2003 : Cours et travaux pratiques d'agro-pédologie, 3 ème Année ENSH, Blida.
- [3] B. TOUAIBIA. (Cours d'Hydrologie 3ème Année). 2004
- [4] Bulletin DE FAO N° 24. Les besoins en eau des cultures.1975
- [5] M. MESSAHÉL.Irrigation au goutte à goutte (Techniques d'irrigation) .1988
- [6] H.GODART. Technique de l'ingénieur (adduction et distribution d'eau),édition T.I.2000.42p
- [7] B.SAHRAOUI. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation à partir d'un barrage (W.KHENCHELA), Mémoire d'ingénieur, ENSH de BLIDA.2012.100 P
- [8] CH.OLLIER, M.POIRÉE, (1983). Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosages, Paris. 500P.

ANNEXE

Annexe 1

7

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL K_c EN FONCTION DU STADE DE CROISSANCE DE DIFFERENTES CULTURES ANNUELLES

Tableau n° 3

cultures annuelles	POURCENTAGE DE LA PERIODE DE CROISSANCE									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Betterave à sucre	0,45	0,50	0,70	0,90	1,05	1,15	1,25	1,28	1,15	1,10
Coton	0,20	0,30	0,40	0,60	0,80	1,00	1,00	0,90	0,700	0,60
Haricots	0,50	0,65	0,80	1,00	1,10	1,15	1,10	0,95	.80	0,70
* Mais Grains	0,45	0,55	0,65	0,80	1,00	1,08	1,08	1,02	0,95	0,85
Mais Fourrage	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	1,02	1,10	1,10	1,08	0,85
Maraiçage	0,35	0,50	0,65	0,75	0,80	0,82	0,80	0,75	0,65	0,50
Melons	0,45	0,58	0,60	0,70	0,80	0,82	0,80	0,75	0,72	0,70
Pomme de terre	0,35	0,45	0,60	0,85	1,10	1,25	1,35	1,38	1,35	1,25
Sorgho grain	0,30	0,50	0,70	0,50	1,10	1,05	0,95	0,80	0,70	0,60
Tomates	0,45	0,45	0,50	0,65	0,85	1,00	1,02	0,95	0,85	0,75

Annexe 2

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL Kc POUR LES CULTURES PERENNES

Tableau n° 5

CULTURES PERENNES	MOIS (Hemisphere Nord)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Agrumes	0.64	0.66	0.88	0.70	0.71	0.72	0.72	0.78	0.85	0.67	0.66	0.65
Arbres fruitiers à feuilles caduques	0.17	0.25	0.40	0.85	0.68	0.95	0.90	0.80	0.56	0.30	0.20	0.15
Arbres fruitiers avec couchers	0.65	0.75	0.85	0.95	1.10	1.15	1.10	1.05	0.85	0.90	0.80	0.60
Avocats	0.25	0.40	0.80	0.70	0.77	0.82	0.77	0.79	0.62	0.52	0.42	0.32
Luzerne	0.80	0.75	0.85	1.00	1.10	1.15	1.10	1.05	1.00	0.30	0.80	0.85
Prairies	0.50	0.60	0.75	0.85	0.90	0.92	0.92	0.90	0.86	0.80	0.65	0.55
Noyers	0.10	0.15	0.20	0.45	0.70	0.95	1.00	0.85	0.65	0.65	0.30	0.15
Vigne	0.20	0.25	0.30	0.50	0.70	0.80	0.80	0.75	0.65	0.50	0.35	0.20



Annexe 3

Caractéristiques hydriques de quelques sols

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm/m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPF	disponible HCC-HPF	
Sableuse	9 (6 à 12)*	4 (2 à 6)*	5 (4 à 6)*	85 (70 à 100)*
Sablo-limoneuse	14 (10 à 18)	6 (4 à 8)	8 (6 à 10)	120 (90 à 150)
Limoneuse	22 (18 à 26)	10 (8 à 12)	12 (10 à 14)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilo-limoneuse	31 (27 à 35)	15 (13 à 17)	16 (14 à 18)	210 (180 à 230)
Argileuse	35 (31 à 39)	17 (15 à 19)	18 (16 à 20)	230 (220 à 250)

Annexe 4

5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

DONNEES GENERALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DEVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (q) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (p.Sa) POUR DIFFERENTS TYPES DE SOLS (en mm/m de profondeur) QUAND ETcult = 5-6 mm/jour

Cultures	Profondeur d'enracinement (d) m	Fraction (q) de l'eau utilisable ¹	Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) mm/m ³		
			T.fin	T.moyenne	T.grossière
Luzerne	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Banane	0.5-0.9	0.35	70	50	20
Orge ²	1.0-1.5	0.55	110	75	35
Haricot ²	0.5-0.7	0.45	90	65	30
Betterave	0.6-1.0	0.5	100	70	35
Chou	0.4-0.5	0.45	90	65	30
Carotte	0.5-1.0	0.35	70	50	20
Céleri	0.5-0.5	0.2	40	25	10
Agrumes	1.2-1.5	0.5	100	70	30
Trifle	0.6-0.9	0.35	70	50	20
Cacao	1.0-1.7	0.2	40	30	15
Coton	1.0-1.7	0.65	130	90	40
Coccoloba	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Daté	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fruitière cade.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin ²	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Céréales ²	0.9-1.5	0.6	120	80	40
Céré. d'hiver ²	1.5-2.0	0.6	120	80	40
Vigne	1.0-2.0	0.35	70	50	20
Gazon	0.5-1.5	0.5	100	70	30
Arachide	0.5-1.0	0.4	80	55	25
Laine	0.3-0.5	0.3	60	40	20
Maïs ²	1.0-1.7	0.6	120	80	40
Maïs-ensilage	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Melon	1.0-1.5	0.35	70	50	25
Oliver	1.2-1.7	0.65	130	95	45
Oignons	0.3-0.5	0.25	50	35	15
Palmier	0.7-1.1	0.65	130	90	40
Pois	0.6-1.0	0.35	70	50	25
Poisson	0.5-1.0	0.25	50	35	15
Ananas	0.3-0.6	0.5	100	65	30
Pomme de terre	0.4-0.6	0.25	50	30	15
Carthame ²	1.0-2.0	0.6	120	80	40
Sisal	0.5-1.0	0.8	155	110	50
Sorgho ²	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Soja	0.6-1.3	0.5	100	75	35
Epinard	0.3-0.5	0.2	40	30	15
Fraisier	0.2-0.3	0.15	30	20	10
Betterave m.	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Cane à sucre ²	1.2-2.0	0.65	130	90	40
Tournesol ²	0.8-1.5	0.45	90	60	30
Potato douce	1.0-1.5	0.65	130	90	40
Tabac - init.	0.5-1.0	0.35	70	50	25
" " " " " "		0.65	130	90	40
Tomate	0.7-1.5	0.4	180	60	25
Légumes	0.3-0.6	0.2	40	30	15
Biz	1.0-1.5	0.55	105	70	35
" " " " " "		0.9	180	130	55
Volume total d'eau de sol disponible (Sa) (mm/m)			300	140	60

¹ Quand ET_{cul} < 3 mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand ET_{cul} > 8 mm/jour, réduire les valeurs de 30 %. Ceci suppose des conditions non salines (CE < 2 dS/m).
² Des valeurs supérieures à celles indiquées ici sont observées durant la maturation.

Sources: Taylor (1965), Stuart et Hagan (1972), Esher et Goods (1967), Rijssen (1965), etc.

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage N° 24, Tableau 39 (nouvelle version).

Annexe 5

Référence	Désignation	Diamètre	Epaisseur	Qualité	Pression	Prix HT	Prix TTC
		Ext en MM	en MM	Produit	Service	le M/L	le M/L
11 003 0161	Tube PEHD	16	-----	PE80	10 Bars	-----	-----
11 003 0201	Tube PEHD	20	2,0	PE80	10 Bars	26,31	30,78
11 003 0251	Tube PEHD	25	2,0	PE80	10 Bars	33,85	39,60
11 003 0321	Tube PEHD	32	2,4	PE80	10 Bars	52,60	61,54
11 003 0401	Tube PEHD	40	3,0	PE80	10 Bars	82,33	96,33
11 003 0501	Tube PEHD	50	3,7	PE80	10 Bars	125,79	147,17
11 003 0631	Tube PEHD	63	4,7	PE80	10 Bars	198,97	232,79
11 003 0751	Tube PEHD	75	5,6	PE80	10 Bars	281,31	329,13
11 007 0901	Tube PEHD	90	5,4	PE100	10 Bars	335,47	392,50
11 007 1101	Tube PEHD	110	6,6	PE100	10 Bars	495,40	579,62
11 007 1251	Tube PEHD	125	7,4	PE100	10 Bars	631,13	738,42
11 007 1601	Tube PEHD	160	9,5	PE100	10 Bars	1 033,79	1 209,53
11 007 2001	Tube PEHD	200	11,9	PE100	10 Bars	1 617,42	1 892,38
11 007 2501	Tube PEHD	250	14,8	PE100	10 Bars	2 510,95	2 937,81
11 007 3151	Tube PEHD	315	18,7	PE100	10 Bars	4 003,95	4 684,62
11 007 4001	Tube PEHD	400	23,7	PE100	10 Bars	6 424,42	7 516,57
11 007 5001	Tube PEHD	500	29,7	PE100	10 Bars	10 021,19	11 724,79
11 007 6301	Tube PEHD	630	37,4	PE 100	10 Bars	15 153,49	17 729,58

