

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 :

**DEMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION DE
PERIMETRE DE CHEMORA W.BATNA (13357.7ha)**

PRESENTE PAR :

BOUKAROUCHE OUSSAMA

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M ^f MESSAHHEL MEKI	PROFESSEUR	Président
M ^{me} BENKACI TAREK	M.C.B	Examinateur
M ^f MAZOUZI SABRA	M.A.B	Examinatrice
M ^f BOUCHAMA HASSINA	M.A.A	Examinatrice
M ^{me} AZIEZ WAHIBA	M.A.A	Promotrice

Septembre-2015

Dédicace



A chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pause pour regarder en arrière et se rappeler toutes ces personnes qui ont partagé avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais. Ces personnes qui nous ont aidés sans le leur dire, soutenus sans réserve, aimé sans compter, ces personnes à qui notre bonheur devient directement le leur, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur.

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

- *A mes parents : MERGUEBE ET OUEJDA*
- *A mes frères et mes sœurs : CHAIMAA, TAKI ET ARIDJ*
- *A toute ma famille mon oncle FAYECEL et mon oncle MOHAMED ET MES FRÈRES ABDELHAK ET YUCEF*
- *A mes Chers frères
BRAHIM, MOUHAMED, SAMI, HAKO, YOUNESS, BILLAL,
YAHIA, DIDINE, YASSER, BRAHIM, REDHA, SIFOU, IDRIS, ZAKI,
ET MES MIS DE L'EPST et L'ENSH.*
- *A tous mes enseignant et amis sans exception*



Remerciement



Je remercie mon Dieu qui m'a donné la force et la sagesse pour achever ce modeste travail.



J'adresse tous mes respects et mes remerciements à ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour l'élaboration de cette étude et particulièrement à

- *Ma promotrice madame AZIEZ pour ses orientations et motivations .*
- *Madame BELAABASSCIE et monsieur BENKACI pour ses orientations et ses remarques.*
- *A tous les enseignants de l'ENSH qui ont contribué à ma formation.*
- *Aux membres de jury qui ont bien voulu examiner mon travail et de l'apprécier à sa juste valeur.*

Merci à tous



لمخص:

نإ فدهلا نم زاجنلا ةركذم ةاهن ةساردل اجدردن ً نمض ةسرا—سلا ةللا ةلحلا ةولع نم لار ًسرب
، ةس—ملا يذلاو يعس ً لىلا ق ًنح ن دودرم ربنعم نم ةح ان ، رامبلسلا اربعم نع ل ضنأ ةلعا
نم ةهج ، و ًسرب عجنأ و اظناحم يلع دراوملا ةنامل و ةعون ةبرنلا نم ةهج ىرخأ . و اذه تاح—سلا
ةمظنأ ًسرب ةلح و ًنلا ت ضرنا هـللا عـدا هـنم ةنرط ًسربا ر—طونلاب و ًسربا شربلاب تا—نـنـل ًسربا
نل نوك ً لا عابناب
رنكلا اروطن ً ةنولا ةرخلا ةج ًن مدونللا مـلـعـلا و ًجـولـونـكـنـلا . و نم نـبـام زـمـنـهـب هـذه ةمظنلا نم
نسراحم وه ق ًنح ن دا—صـنـا ربنعم ها—مـللـ.

Résumé :

L'objectif de notre mémoire rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués, de façon à atteindre un rendement élevé de l'investissement, traduisant une meilleure efficacité du système d'irrigation d'une part, une meilleure gestion et préservation des potentialités : ressources en eau et ressources en sol d'autre part. Cela par adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée, l'irrigation par aspersion les mieux développés avec l'évolution de la science et de la technologie. Ces systèmes présentent de multiples avantages, comme l'importante économie d'eau.

Abstract:

The aim of my present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management in a way to attain a high investment feedback, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation, water resource and ground resources from the other part. This by adoption of modern irrigation system which their reliability, i.e: localized irrigation, aspersion irrigation the most developed with the evolution of science and technology, These systems present many advantages like the important water saving.

SOMMAIRE

Introduction Générale	1
-----------------------------	---

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I Introduction	2
I-1 Présentation générale de la Wilaya de Batna	2
I.1.1 Situation géographique et organisation administrative	2
I-2 Localisation et présentation de la région d'étude	3
I-2-1 Situation géographique	3
I-2-2 la Superficie	4
I-2-3 Limite administratives en indiquant les communes limitrophes:.....	4
I-2-4. Relief	4
I-2-5. La pente:.....	4
I.3 Présentation générale du périmètre	5
I.3.1 Situation géographique :.....	5
I.3.2 Hydrologie	6
I.3.3 Géologie régionale :.....	6
I.3.4 L'Agriculture :.....	7
I -4 Etude climatologique	7
I -4-1 Choix de la station de reference.....	7
I -4-2 Les éléments climatiques	8
I -4-3 Diagramme ombrothermique de GAUSSEN :.....	10
I -4-4 L'humidité relative	11
I -4-5 L'Evapotranspiration.....	12
I -4-6 Les vents :.....	13
I.4.7 L'insolation :.....	14
I -5 Les Phénomènes Climatique Secondaires :.....	15
I -5-1 La gelée :.....	15
I -5-2 la grêle :.....	16
I -5-2 Sirocco	16
I -6 Indices agro-météorologiques	17
I.6.1 Indice d'aridité de De Martonne (1926):.....	17
I.6.2 Climagramme d'Emberger :.....	18
I.7 Conclusion	19

CHAPITRE II : ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

II.1 Introduction	20
II .2. L'étude pédologique du périmètre a pour objectif	20
II .3 Les caractéristiques chimiques du sol.....	20
II .3.1 Description morphologique du profil n° 1	21
II .3.2 Caractéristiques physico chimiques	22
II .3.3 Description morphologique du profil n° 2	23
II .4 Caractéristiques physico chimiques	25
II .5 Aptitudes culturales	25

SOMMAIRE

II .5.1 Culture céréalières	26
II .6 Les zones homogènes	26
II .6.1 Définition	26
II.6.2.méthodescartographique	26
II.7 Conclusion	29

CHAPITRE III : RESSOURCES EN EAU

III-1 Introduction	30
III-2 Alimentation en Ressources en eau du périmètre	30
III-2.1 Description du barrage de Beni Haroun	31
III-2-2Caractéristiques du barrage de Beni Haroun.....	33
III-2-3 Barrage de Koudiet Medouar	33
III-2-4 Caractéristiques principales du barrage de Koudiet Medouar	33
III-3 <i>Qualité de l'eau d'irrigation</i>	33
III.3.1 Les limites admissibles	34
III.4 <i>Étude Hydrologique</i>	36
III.5 Choix de la station de reference.....	37
III -6 <i>Homogénéité de la série pluviométrique</i>	38
III.7 <i>Ajustement statistique des pluies</i>	40
III -7 -1 <i>Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale</i>	41
III.8 <i>Test de validité d'un ajustement</i>	42
III.9 Détermination de l'année de calcul.....	45
III.10 <i>Conclusion</i>	45

CHAPITRE IV : ETUDE DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

IV.1 <i>Introduction</i>	46
IV.2 <i>Les besoins en eau de culture</i>	46
IV.2 -1 <i>Evapotranspiration maximale ou de culture (ETM)</i>	46
IV.2.2 <i>Calcul des pluies efficaces</i>	48
IV.2.2 <i>Occupation des sols et choix des cultures</i>	49
IV.2.2.1 <i>Choix des cultures à mettre en place</i>	49
IV.2.2.2 <i>Aptitude culturale</i>	49
IV.2.2.3 <i>Assolement et rotation des cultures</i>	50
IV.3 <i>Détermination des Besoins en eau des cultures</i>	53
IV.4 <i>Détermination des besoins bruts</i>	55
IV.5 <i>Calcul du débit caractéristique</i>	61
IV.5.1 <i>Evaluation du débit caractéristique</i>	64
IV.6 <i>Estimation des besoins en eau totaux du perimetre</i>	64
IV.7 <i>Conclusion</i>	66

SOMMAIRE

Chapitre V : Etude du système d'adduction

V.1 Introduction.....	67
V.2 Description des différents modes d'irrigation.....	67
V.3 Choix du mode d'irrigation	67
V.4 Schéma d'aménagement	67
V.41 présentation de la variante	67
V.5 Les îlots d'irrigation	68
V.5.1. Définition	68
V.5.2 Découpage du périmètre en îlots d'irrigation.....	68
V.5.3 Trace du réseau d'irrigation	68
V.5.4 Calcul des débits des îlots.....	69
V.5-Choix du type de borne.....	73
V.5.1-Choix de diamètre de la borne	73
V.5.2-Calcul des débits aux bornes	78
V.6-Pression demandée aux bornes d'irrigation.....	78.
V.7 Matériaux de construction des canalisations.....	78
V.7.1 Choix du matériau des conduites	78
V.7.2 Avantages des canalisations en PEHD.....	78
V.7.3 Conduite en fonte.....	79
V.8 Calcul des diamètres des conduits.....	79
V.8 Calcul des diamètres.....	88
V.9 Calcul des pertes de charge.....	88
V.10 conclusion.....	89

Chapitre VI : Etude des techniques d'irrigation

VI. Introduction.....	90
VI.1 L'irrigation de surface	90
VI.1.2 L'irrigation par ruissellement.....	90
VI.1.2.1 l'irrigation par submersion	90
VI.2.1 l'irrigation par aspersion.....	90
V.2.2 l'irrigation localisée (goutte à goutte).....	91
V.2.3 Composition d'une installation goutte à goutte.....	92
V.2.4 Différents types de distributeurs.....	94
V.4 Choix de la technique d'arrosage	96
VI.5 Conclusion	97

SOMMAIRE

CHAPITRE VII: DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE

VII.1 INTRODUCTION	98
VII.2.Données générales	98
VII.3.Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	98
VII.3.1.Influence du taux de couverture du sol	99
A.1.Dose nette (dose pratique).....	99
A.2.Calcul de la dose brute.....	100
A.3.Fréquence des arrosages	100
A.4.Durée d'arrosage par mois.....	100
A.5.Durée d'arrosage journalier	100
A.6.Nombre de poste	100
A.7.Surface de la parcelle	100
A.8.Calculs hydrauliques	100
A.8.1.Conditions hydrauliques.....	100
A.8.2.Le débit	101
A.8.1.1.Le nombre d'arbres par rampe.....	101
A.8.1.2.Nombre de goutteurs par rampe.....	101
A.8.1.3.Le nombre de rampes.....	101
A.8.1.4.Débit de la rampe:.....	101
A.8.1.5.Débit de la porte rampe.....	101
A.8.1.6.Débit de la conduite secondaire.....	101
A.9.Dimensionnement des différentes parties du réseau	102
A.10 Vérification des pertes de charges	102
A.11.Calculs hydrauliques de la rampe :	103
A.12. Calculs hydrauliques du porte rampe :.....	103
A.13.Calcul des diamètres de la conduite secondaire	103
A.13.1.Calcul de caractéristique de conduites secondaires	103
A.14.Calcul du diamètre de la conduite principale à la sortie de la borne.....	104
A.15.La pression d'eau à la borne de distribution	104
VII.4. Tableau de tous les résultats.....	105
VII.5 Conclusion	107

Chapitre VIII : Organisation du chantier

VIII,1 Introduction	109
VIII,2 Les actions reçues par les conduits.....	109
VIII,3 Exécution des travaux.....	109
VIII,4 Choix des engins de terrassement	110
VIII,4,1 Bulldozer	110
VIII,4,2 Pelle équipée en rétro	110
VIII,4,3 Les chargeurs.....	111
VIII,5,Charge d'investissement	111

SOMMAIRE

VIII,5,1,Devis estimatif et quantitatif des conduites	112
VIII,5,2 Devis estimatif et quantitatif des vannes	113
VIII,5,3Devis uantitati et uantitative de brise vent.....	113
VIII,6 Calcul des volumes de terrassement	113
VIII,6,1 Décapage de la couche de terre végétale ou goudron	113
VIII,6,2 calcul de la largeur de tranchée	114
VIII,6,3-calcul de la profondeur de tranchée	114
VIII,7 la conduite principale.....	115
VIII,7,1 Calcul du volume de déblai	115
VIII,7,2 Calcul du volume de lit de sable	115
VIII,7,3 Calcul du volume de remblai	115
VIII,7,4 Devis estimatif pour le terrassement.....	116
VIII,8,Devis estimatif total.....	116
VIII,9 Conclusion.....	116
Conclusion general.....	117

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I

Tableau I .1 : Coordonnées de la station météorologique.....	7
Tableau I . 2 : température moyenne mensuelle en °C	8
Tableau I .3 : Répartition saisonnière de précipitation en mm.....	9
Tableau I .4 : Humidité relative de l'air en (%).....	11
Tableau I .5 : valeurs moyennes mensuelles de l'ETP en mm selon la méthode de Penman-Monteith (2001-2011).....	12
Tableau I .6: Moyenne mensuelle de la force du vent	11
Tableau I .7 : Insolation moyenne mensuelle en heures / jours.....	14
Tableau I .8 : Répartition mensuelle de la gelée	15
Tableau I .9 : Répartition mensuelle de la grêle	16
Tableau I .10 : Répartition mensuelle de Sirocco	16
Tableau I.11 : Classification du climat selon De Martonne.....	17
Tableau I.12 : classification le type de climat selon Indice de Stewart	18

Chapitre II

Tableau II.1 : RESULTATS ANALYTIQUES DU PROFIL N° 1	21
Tableau II.2 : RESULTATS ANALYTIQUES DU PROFIL N° 2.....	23
Tableau II.3 :: caractéristiques porales des profiles.....	25
Tableau II.4 :: caractéristiques porales des profiles.....	25

Chapitre III

Tableau III-1 : caractéristique chimiques de l'eau d'irrigation.....	34
Tableau III -2: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	34
Tableau III-3: Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	35
Tableau III -4 : Coordonnées de la station météorologique	37
Tableau III -5 : Pluies moyennes mensuelles	37
Tableau III -6 : Test d'homogénéité de la série pluviométrique	39
Tableau III -7: Ajustement à la loi de Gauss.....	41
Tableau III -8: Ajustement des pluies annuelles à la loi-log normale.....	43
Tableau III -9: pluviométrie moyenne pour chaque mois en (mm).....	45

Chapitre IV

Tableau IV .1 : valeurs moyennes mensuelles de l'ETP en mm selon la méthode de Penman-Monteith (2001-2011).....	48
Tableau IV -2 : Calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm.....	49
Tableau IV.3: Occupation de sol	51

Tableau IV.4 : Cycle végétatif des cultures.....	52
Tableau IV .5 :Coefficients culturaux.....	54
Tableau IV -6 : Calcul des besoins en eau du Blé.....	55
Tableau IV -7 : Calcul des besoins en eau de l'orge	56
Tableau IV -8 : Calcul des besoins en eau de la tomate.....	56
Tableau IV -9 : Calcul des besoins en eau de la pomme de terre (de saison).....	57
Tableau IV -10 : Calcul des besoins en eau du le petits pois.....	57
Tableau IV -11 : Calcul des besoins en eau du melon.....	58
Tableau IV -12 : Calcul des besoins en eau de l'Orge en vert.....	58
Tableau IV -13 : Calcul des besoins en eau du sorgho.....	59
Tableau IV -14 : <i>Calcul des besoins en eau de l'avoine</i>	59
Tableau IV -15 : Calcul des besoins en eau de l'olivier.....	60
Tableau IV -16 : Calcul des besoins en eau de l'abricotier.....	60
Tableau IV -17 : Calcul des besoins en eau de la pommier.....	61
Tableau IV -18 : Récapitulatif des besoins bruts totaux des cultures.....	62
Tableau IV -19 : Récapitulatif des débits spécifique des cultures.....	63
Tableau IV.20 :Résultats des besoin brut.....	65

Chapitre V

Tableau V.1 : Les débits au niveau de chaque ilot	70
Tableau V.2 : Choix du diamètre de la borne.....	73
Tableau V.3 calculer les débits des bornes	74
Tableau V.4 : Calcul des diamètres des Conduite.....	79
Tableau V-5 : Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon.....	89

Chapitre VI

Tableau V. I. 1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage	96
---	----

Chapitre VII

Tableau VII.1 : Caractéristique de la conduite de la rampe.....	103
Tableau VII.2 : Caractéristiques de la conduite de la porte rampe	103
Tableau VII.3 : Caractéristique de la conduite secondaire.....	103
Tableau VII.4 : Caractéristique de la conduite d'approche.....	104
Tableau VII.5 : les pertes de la borne.....	105
Tableau VII.5 : Tableau de tous les résultats.....	105

Chapitre VIII

Tableau VIII,1 , Devis estimatif et quantitatif des conduites	112
Tableau VIII,2 Devis estimatif et quantitatif des vannes	113
Tableau VIII,3 Devis estimatif et quantitatif de brise vent.....	113
Tableau VIII,4 : calcul du volume de déblai	115
Tableau VIII,5 : Calcul du volume de sable	115
Tableau VIII,6 : Calcul du volume de remblai.....	116
Tableau VIII,7 : Devis estimatif pour le terrassement.....	116

LISTE DES FIGURES

Chapitre I

Figure I. 1 : Limites administratives de la wilaya de BATNA.....	3
Figure I. 2: Délimitation du périmètre à l'échelle 1/25000	5
Figure I .3 : répartition de la température.....	8
Figure I .4 : Répartition saisonnière des pluies %.....	10
Figure I.5 : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN.....	10
Figure I .6: L'évolution d'ETP durant les moins d'année.....	1
Figure I .7: L'évolution du vent durant les moins d'année.....	13
Figure I .8 : L'évolution de la gelée durant les moins d'année.....	15
Figure I .9: L'évolution du Sirocco durant les moins d'année.....	17
Figure I .10: situation de Batna dans le Climagramme d'EMBERGER.....	19

Chapitre II

Figure II.1: Carte présentative des zones homogène du périmètre à l'échelle : 1/25000...28

Chapitre III

Figure III .1: Schéma général du piquage de la conduite vers Barrage Koudiat Medaouar. 31	
Figure III .2: Schéma descriptif des équipements excitant avant de notre périmètre (source ANBT).....	32
Figure. III .3 : Diagramme de classification de l'eau d'irrigation	36
Figure III-4: Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss	42
Figure III-5: Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss.....	44

Chapitre VI

Figure. VI.1 : l'irrigation par aspersion.....	91
Figure. VI.2 : Système d'irrigation localisée.....	92
Figure. VI.3 : Système d'irrigation localisée.....	92
Figure VI.4: Dilueur d'engrais.....	93
Figure VI.5: Filtre à gravier.....	93
Figure VI.6: Goutteur.....	94
Figure VI.7 : Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte a goutte.....	95

CHAPITRE VII

Figure VII.1 : Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur	104
---	-----

CHAPITRE VIII

Figure VIII,1 : Le Bulldozer.....	110
Figure VIII,2: Pelle équipée en rétro.....	111
Figure VIII,3 : Le Chargeur.....	111
Figure VIII,4 : Schéma d'une tranchée.....	114

Introduction Générale

Le manque d'eau et l'accroissement des besoins en eau agriculture, conjugués aux conflits d'usage avec les autres secteurs, tels que l'industrie et la consommation en eau potable, nous amènent à constamment réfléchir sur les économies d'eau .Ceci passera forcément par une gestion efficace de l'irrigation ainsi que par la maîtrise de l'utilisation et choix des systèmes d'irrigation

Mais malheureusement la capitale "eau" reste mal exploitée et l'irrigation mal maîtrisée, à cause d'une part, de la subsistance des techniques concernent telle que les techniques gravitaires d'où il est un grand consommateur d'eau et de la méconnaissance des techniques plus économique d'autre part.

Le manque d'eau et l'accroissement des besoins en eau agriculture, conjugués aux conflits d'usage avec les autres secteurs, tels que l'industrie et la consommation en eau potable, nous amènent constamment réfléchir sur économies d'eau .Ceci passera forcément par une gestion efficace de l'irrigation ainsi que par la maîtrise de l'utilisation et choix des systèmes d'irrigation.

En théorie, le principe d'un réseau fonctionnant à la demande est que tout agriculteur peut disposer à toute heure de jour comme de nuit du débit auquel il souscrit. Chaque parcelle est alimentée par une prise que l'agriculteur peut l'ouvrir et la fermer quand il veut. L'agriculteur est seul maître de la date et de la durée des arrosages et peut donc conduire rationnellement son irrigation, c'est-à-dire donner les doses convenables en tenant compte de l'eau du sol, des plantes, des autres façons culturales et des conditions atmosphériques.

Dans le présent travail . Nous allons essayer de faire une étude d'un projet d'irrigation du périmètre Chemora secteur N° 03 sous secteur, N° 10 (1357,7 ha), wilaya de Batna.

Pour cela, nous avons subdivisé notre travail en trois parties dont :

- Une première partie : Etude du milieu physique ;
- Une deuxième partie : Aménagement hydro- agricole ;
- Une troisième partie : Etude de la technique et du réseau d'irrigation

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

I Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons les paramètres climatiques ainsi que les différentes caractéristiques physiques qui sont favorables à la mise en valeur en irrigation.

La zone d'étude concerne le périmètre de chemora, qui est situé dans la wilaya de Batna.

I.1 Présentation générale de la Wilaya de Batna :

I.1.1 Situation géographique et organisation administrative :

La wilaya de Batna se trouve dans la partie orientale de l'Algérie entre les 4° et 7° de longitude Est et 35° et 26° de latitude Nord.

D'une superficie 12 038 .76 km², le territoire de la wilaya de Batna s'inscrit presque entièrement dans l'ensemble physique constitué par la jonction de deux Atlas (tellien et saharien) ce qui représente la particularité physique principale de la wilaya et détermine de ce fait les caractères du climat et les conditions de la vie humaine

Administrativement la wilaya de Batna est composée de 21 daïra et 61 communes. Limitée au nord par les wilayas d'Oum El-Bouaghi, Mila et de Sétif, à l'Est par la wilaya de Khenchela, au Sud par la wilaya de Biskra et à l'Ouest par la wilaya de M'sila.

La ville de Batna est considérée historiquement comme étant la « capitale » des Aurès, elle est la 5^e plus importante ville du pays avec 302 585 habitants et la plus haute agglomération d'Algérie bien qu'elle ait été construite dans une cuvette entourée de montagnes
(DSA ;2013)



Figure I. 1 : Limites administratives de la wilaya de BATNA

I-2 Localisation et présentation de la région d'étude

I-2-1 Situation géographique :

La commune de « **CHEMORA** » se situe à 58 km au Nord-est de wilaya de Batna. Elle est limitée naturellement par :

Les plaines de la commune de bouhilet au Nord.

- La montagne de dharamran au sud.
- La montagne de merzeklal à l'est.
- La montagne de bouarif à l'ouest.

I-2-2 la Superficie :

La commune de chemora occupe une superficie de 26272ha, est considérée comme une surface agricole utile totale et 16098 ha.

I-2-3 Limite administratives en indiquant les communes limitrophes:

- La commune de Boulhilet et Zakarkouachia au nord.
- La commune de Timgad et Ouledfadal au sud.
- La commune d'Ain-zitoun et Remila à l'est.
- La commune de Boumia et el- Mader à l'ouest.

I-2-4. Relief :

La commune de chemora comporte trois principales unités topographiques :

1. La plaine :

Estimée à 42% de la surface totale, son altitude est inférieure à 900m.

2. Pied de montagne:

Cette unité est située entre la plaine et la montagne, elle est étroite au côté Nord-est. Son altitude est entre (900-1 000m), mais au côté Nord-Ouest, elle est plus large et son altitude est entre (1000 et 1200m)

3. La montagne :

Cette unité à une variation dans l'altitude entre les deux côtes Nord-Ouest et Nord –Est. La première à plus de 1200m, alors que la deuxième est entre (1000 et1200m).

I-2-5. La pente:

Elle a une grande importance puisque elle nous donne une idée sur la nature de la surface l'activité agricole est influencée par la pente, a partir de cette dernière on détermine les cultures en tenant compte du degré d'inclination.

La commune de chemora présente un paysage varie caractérise des terrains plats, les plaines représenté 42 % tandis que les terres accidents occupent 20%Surface total et cette valeur égale 26272ha

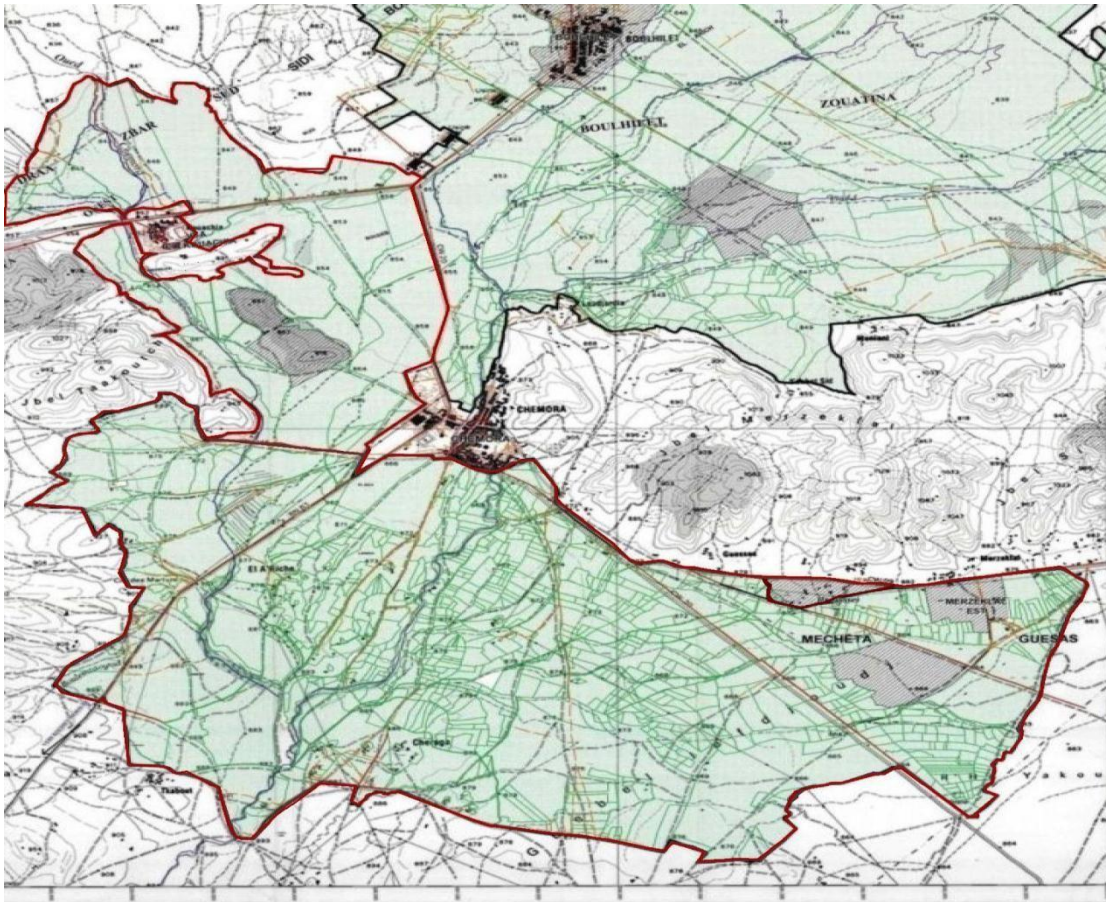
Production végétales :

- Céréales : 10200ha :blé dur :5000ha ,blé tendre 500ha, orge4500ha avoine200ha.
- Maraichages :52ha
- Fourragés : 199.5ha
- Jachéré :5096 .5ha(**subdivision agriculture de chemora ;**)

I.3 Présentation générale du périmètre

I.3.1 Situation géographique :

- Le futur périmètre se trouve à 50 km à l'Est du chef-lieu de la wilaya de Batna. Il appartient à la commune de Chemora.
- Le périmètre est limité :
 - - Au Nord par la **commune de Boulhilet**
 - - Au l'Est **Jbelmerzeklal**
 - - Au l'Ouest **Jbeltakoutch**
 - - Au Sud les **Monts de KoudiatTkabout.**



LEGENDE








	ZONES D'EXTENTIONS URBAINES
	Limite du périmètre à équiper
	Limite des Parcelles
	Route principale
	Piste
	Oued Permanent
	Agglomeration urbaine



Figure I. 2: Délimitation du périmètre à l'échelle 1/25000

I.3.2 Hydrologie :

Selon la répartition faite par l'ANRH, l'ensemble de la Wilaya de Batna est réparti sur 3 grands bassins versants :

- Le Bassin du Constantinois situé au Nord et nord Est, qui s'étend sur une superficie de 4037km² dans le territoire de la Wilaya.
- Le bassin versant du Hodna situé à l'Ouest, qui s'étend dans les limites de la Wilaya sur une surface de 4394km².
- Le Bassin des Aurès Nememcha, qui occupe la partie Sud et sud Est de la Wilaya sur une superficie de 5611km².

Tout le réseau hydrographique est étroitement lié aux précipitations ainsi qu'il est surmonté par une atmosphère à très fort pouvoir évaporant.

De tous ces Oueds, un seul oued pérenne c'est bien l'oued de chemora, sur sa partie haute un cours d'eau s'appelle Oued Taga ou Reboa qui est alimenté par les eaux de surface et un certain nombre de sources

I.3.3 Géologie régionale :

Le massif de l'Aurès constitue la partie orientale de la chaîne atlasique au Sud Est de Constantine, ce massif est délimité :

- Au Nord par le front du chevauchement du Sud Sétifien repérable par l'alignement des plis de Bélèzma, du Dj Sarif et du Guellif.
- Au Sud par la flexure saharienne, monoclinale à pendage Sud séparant la chaîne alpine au Nord, du domaine tabulaire saharien au Sud. À l'Ouest en absence de limites naturelles, on considère conventionnellement que l'Atlas oriental se termine à l'extrémité Nord Est de l'anticlinal de Djebel Ezerga, cette zone correspond à l'endroit où la flexure saharienne change de direction, passant d'une direction Est-Ouest à une direction Nord Est-Sud Ouest.
- À l'Est par les monts de Tébessa. Les sommets de l'Aurès correspondant à des crêtes anticlinales ouvertes dans le Cénomane, séparées par de longues vallées synclinales où sont conservés les sédiments tertiaires. Ces structures plurikilométriques montrent une orientation moyenne NE-SW et résultent pour l'essentiel d'une phase dite atlasique d'âge Lutétien-Burdigalien ou post Eocène inférieur, et anti-Oligocène. Vers le Sud, en direction de la flexure saharienne, on constate une diminution de l'altitude et de la dimension des plis ainsi qu'une inflexion de leur direction qui devient E/W.

I.3.4 L'Agriculture :

L'analyse du secteur agricole dans la wilaya de Batna est orientée selon deux principaux axes :

1°) L'étude spatiale du territoire agricole basée sur la classification, selon les trois zones homogènes définies au chapitre physique, mais en tenant compte cette fois-ci des aptitudes et des potentialités qu'offre chacune de ces zones à l'agriculture.

Les sous - zones seront aussi prises en considération puisqu'elles regroupent des surfaces d'occupation variables ainsi que des potentialités et des contraintes sectorielles au niveau de chaque zone.

2°) Le deuxième axe sera consacré à quelques aspects économiques de l'Agriculture (production, consommation, rendement) au niveau de la wilaya.

La présente étude par zone et sous - zone va nous permettre de définir globalement les facteurs favorables et contraignants au développement de l'Agriculture et de pouvoir dégager par la suite les orientations nécessaires pour une meilleure prise en charge du secteur.

I-4 Etude climatologique

L'étude climatologique se base sur l'observation et l'estimation de nombreuses variables représentatives du climat à long terme. L'étude climatologique préalable et représentative de la zone d'étude est fondamentale, vu son rôle prépondérant dans les projets d'irrigation.

En effet, le climat est un facteur essentiel qui conditionne le système des cultures ainsi que les besoins en eau d'irrigation.

L'influence du climat sur la végétation est importante, le développement de la plante est sous la dépendance étroite de la température qui agit sur la vitesse du déroulement des phases Végétatives, de l'eau, de l'ensoleillement.

I -4-1 Choix de la station de référence

Pour l'étude des facteurs climatiques, on se base sur les stations climatologiques les plus proches du périmètre, pour avoir une bonne précision des paramètres climatiques. Cependant, on doit noter que malheureusement peu de stations existent autour du périmètre.

Pour bien caractériser le climat de notre zone d'étude, nous avons exploité une série d'observations sur une période de référence de 10ans, relevée dans la station météorologique

Aéroport de Batna.

Tableau I .1 : Coordonnées de la station météorologique

Non de la station	code	X lam Km	Y lam Km	Altitude Mètre	Période D'observation
Batna	070502	858.4	277.55	859	1972-2011

Source ANRH

I-4-2 Les éléments climatiques

Température :

La température d'un lieu dépend avant tout de la situation de ce lieu sur la terre (son altitude); les zones climatiques sont déterminées en fonction de cette situation, comme il y a aussi une variation plus local qui dépend par exemple de la forme du relief; de l'exposition au soleil; de la couverture végétale ...etc. (**inthesedeM. Djamil 2008**).

Comme on peut dire que la température influe directement sur l'eau, la température élevée favorise l'évaporation et cela diminue le volume d'eau, et elle provoque aussi le changement de la qualité d'eau (Tableau 06).

Tableau I . 2 : température moyenne mensuelle en °C :

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
T _{MIN}	-0.1	0.3	2.9	5.1	10.2	14.5	16.9	17.2	14.13	10.1	4.9	1.5
T _{MAX}	12.1	13.8	17.5	20.7	26.5	32.1	36.0	35.0	28.9	24.1	16.8	12.5
T _{MOY}	5.5	6.8	10.1	12.6	18.1	23.2	26.2	25.9	21.7	16.9	10.7	6.9

(Station météorologique de Batna)(2002-2011).

T min : moyenne mensuelle des températures minimales.

T max: moyenne mensuelle des températures maximales.

T moy : température moyenne mensuelle.

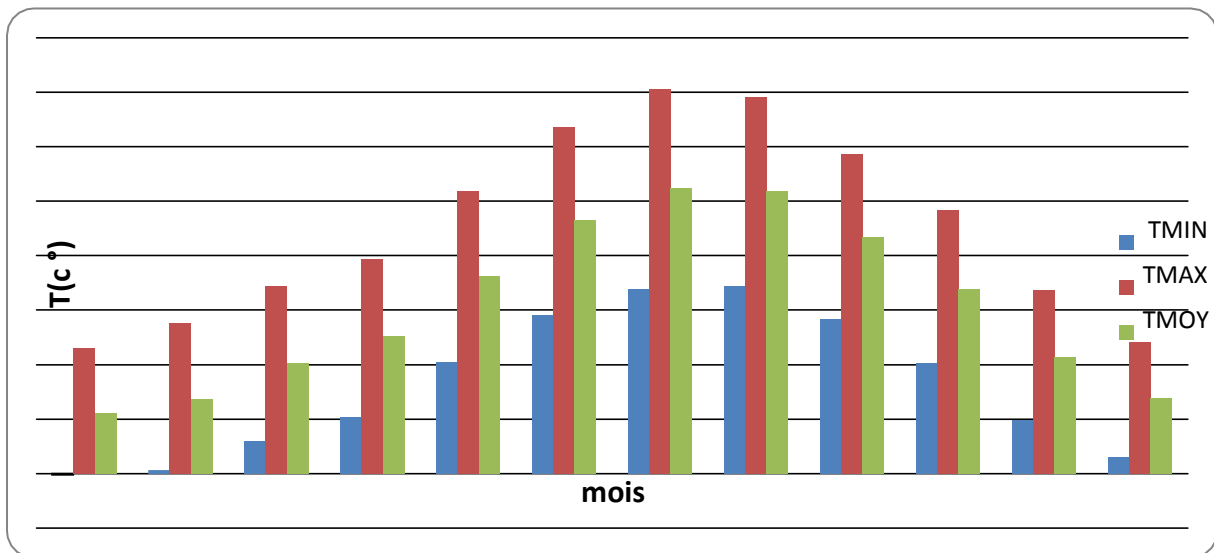


Figure I .3 : répartition de la température

L'analyse du tableau montre que :

La région se caractérise par une température moyenne annuelle de l'ordre de 15.4°C avec une température maximale enregistrée est de 35.2 C° en juillet. La minimale enregistrée en Janvier est de l'ordre de -0,1C°.

Précipitations :

Sont dénommées précipitations, toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, sous forme liquide (bruillard, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grêle) et les précipitations déposées ou occultes (rosée, gelée blanche, givre,...). Elles sont provoquées par un changement de température ou de pression. Les précipitations constituent l'unique « entrée » des principaux systèmes hydrologiques continentaux que sont les bassins versants. (Benoît. F ; 2001).

Tableau I .3 : Répartition saisonnière de précipitation en mm

saison	automne			hiver			printemps			été			La somme
Mois	s	o	n	d	j	f	m	a	m	j	j	a	
P_{MOY}	35.8	22.2	31.7	34.7	32.3	22.4	30.5	33.6	46.6	15.4	8.6	20.2	-
P_{MOY/SAISON}	89.7			89.4			110.7			44.2			334
%	26.86			26.77			33.14			13.23			100

(Station météorologique de Batna)(1972-2011).

Ce tableau N°03 nous montre une variabilité saisonnière du régime pluviométrique annuel dont la plus importante hauteur tombe en printemps.

La période pluvieuse débute en automne avec 89.7 m représentant 26.86%.passe par l'hiver avec 89.4mm représentant 26.77% et termine au printemps avec 110.7mm représentant 33.14% de la pluviométrie annuelle.

La période estivale est marquée par sa sécheresse avec 44,2 mm ce qui nécessite un apport d'eau complémentaire pendant cette saison.

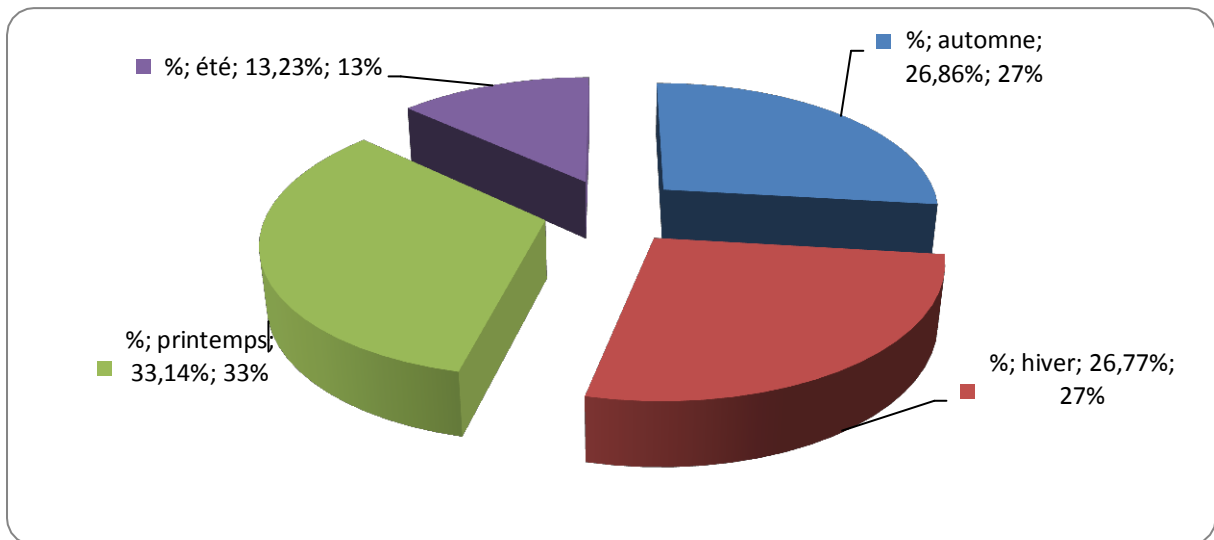


Figure I.4 : Répartition saisonnière des pluies %.

I-4-3 Diagramme ombrothermique de GAUSSEN :

L'indice de Gaussen s'applique surtout aux climats qui comportent une saison sèche assez accusée en considérant que celle-ci représente un facteur écologique défavorable à la végétation.

Il définit le mois sec par la comparaison entre le totale des précipitations en millimètres et le double de sa température moyenne en degrés centigrades. (A.Halimi, 1980).

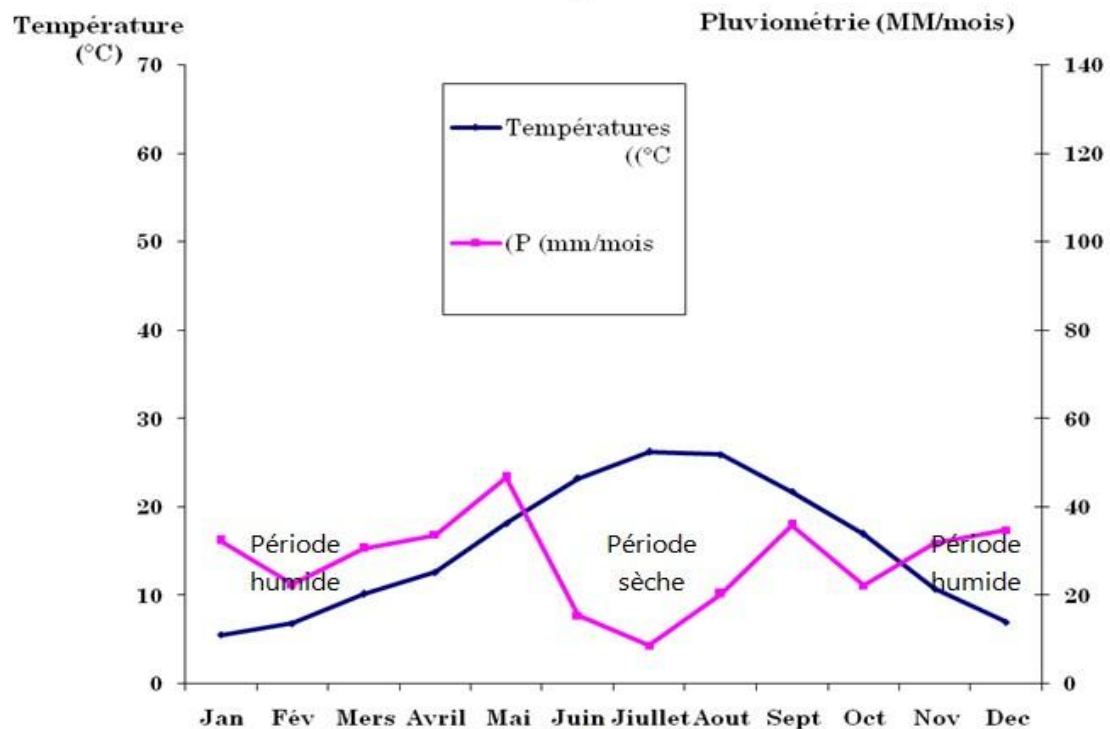


Figure I.5 : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN

(Station Météorologique de Batna 1972-2011).

A partir de ce diagramme on observe deux périodes différentes (sèche et humide) tel que :

- La période sèche lorsque $p < 2T$.
- La période humide lorsque $p > 2T$.

Période sèche :

Le diagramme de Gausson définit la période sèche qui s'étend dans la région d'étude de la fin de Mai jusqu'au début de Novembre donc dans cette période il faut apporter une dose d'irrigation

Le tracé du diagramme Ombrothermique de Gausson selon les données de la station de Batna (2002-2011) montre que la période sèche s'étale du mois de Mai jusqu'au mois de novembre, elle se caractérise par une température élevée de 26.2°C pendant le mois de juillet et de précipitation de 8.6mm pendant le mois de Juillet.

Période humide :

Cette période commence du début novembre jusqu'au fin mai, soit une durée de sept (07) mois, elle est caractérisée par des températures moyennes basses surtout au mois de Janvier, et des précipitations moyennement élevées pendant la saison de printemps.

I-4-4 L'humidité relative :

L'humidité relative est le pourcentage de vapeur d'eau dans l'air par rapport à celle qu'il pourrait contenir à la même température. Elle nous ressort une approche sur l'état hygrométrique de l'air (MAOYER .M et al 2002).

Tableau I .4 : Humidité relative de l'air en (%).

Mois	Humidité relative (%)	Saison
Septembre	56	Automne
Octobre	60	
Novembre	67	
Décembre	75	Hiver
Janvier	75	
Février	69	
Mars	62	Printemps
Avril	59	
Mai	55	
Juin	46	Eté
Juillet	39	
Août	43	
ANNEE	706	

(Station météorologique de Batna)(2002-2011).

L'analyse des résultats de l'humidité relative mensuelle dans la station de Batna fait ressortir un maximum en Décembre et janvier avec 75 % et un minimum de 39% en Juillet.

I -4-5 L'Evapotranspiration

Les évapotranspirations qui caractérisent la zone d'étude, ont été calculées à l'aide du logiciel „Cropwat“ qui a été élaboré par la faculté des sciences agronomiques de Lauvain (Belgique). (Cropwat version 5,7 FAO).

La méthode utilisée pour le calcul des ETo est la méthode de PenmanMonteith, prenant en considération les valeurs mensuelles moyennes de la température de l'air, de l'humidité de l'air, la vitesse du vent et la durée d'insolation.

Tableau I .5 : valeurs moyennes mensuelles de l'ETP en mm selon la méthode de Penman-Monteith (2001-2011)

Mois	T min C°	T Max C°	Humidité %	Vent m/s	Insolation heurs	ETP mm/jour	ETP mm/mois
Janvier	-0.1	11.5	75	4.6	177	1,44	44,76
Février	0.3	13.8	69	4.9	172	2,12	59,4
Mars	2.9	17.2	62	4.3	212	3,24	97,33
Avril	5.1	19.7	59	4.3	234	3.94	122,34
Mai	10.2	25.9	55	4.1	275	5,53	171,68
Juin	14.5	31.8	46	4.0	310	7,19	215,79
Juillet	16.9	35.2	39	4.2	349	8,25	255,94
Aout	17.2	34.5	43	3.8	323	7,83	235,17
Septembre	14.3	29.3	56	3.4	263	5,14	159,42
Octobre	10.1	24.1	60	3.7	225	3,7	111,17
Novembre	4.9	16.8	67	3.9	191	2,24	67,33
Décembre	1.5	12.0	75	4.4	174	1,49	44,86
Moyenne	16.2	271.2	828	49.56	242.08	48,17	1585,19

Station météo de Batna (2002-2011)

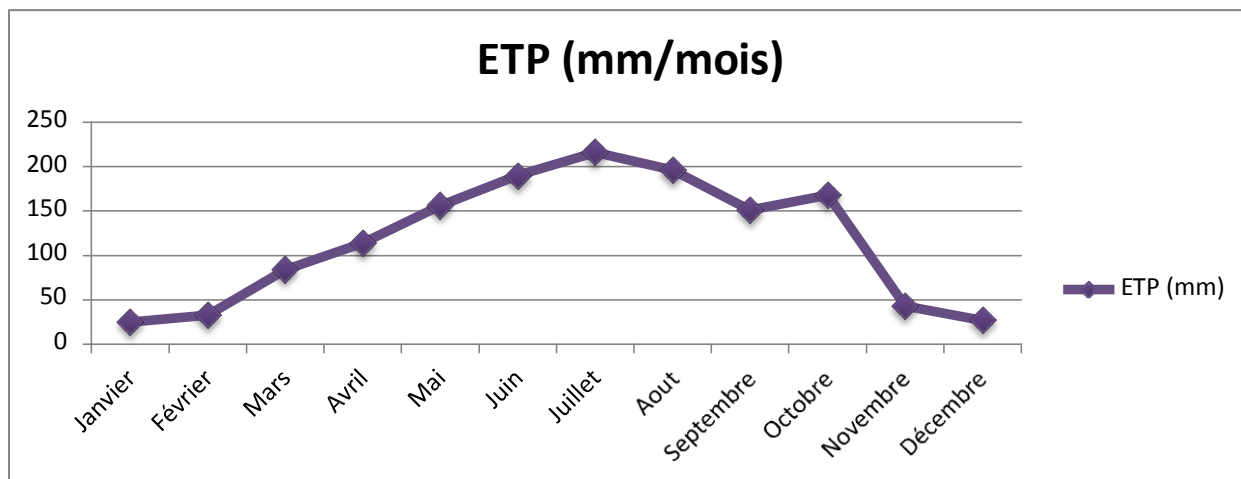


Figure I.6: L'évolution d'ETP durant les mois d'année

D'après le tableau ci-dessus nous remarquons que les valeurs d'ETP sont variées d'un mois à un autre durant la période de 10 ans. L'examen du tableau ci-dessus nous montre que la valeur mensuelle maximale de l'évaporation est enregistrée au mois de Juillet 216 mm et la valeur mensuelle minimale est enregistrée au mois de Janvier 25 m

I -4-6 Les vents :

Le vent peut exercer un effet mécanique nocif sur la végétation. En provoquant par exemple, la chute des fruits lourds. Il peut aussi provoquer la verse des céréales, surtout s'il est accompagné de pluie. Dans le domaine hydraulique agricole le choix de la technique d'irrigation se base sur la vitesse de vent.

Tableau I.6: Moyenne mensuelle de la force du vent :

mois	J	F	M	A	M	J	J t	A	S	O	N	D
V(m/s)	4.6	4.9	4.3	4.3	4.1	4.0	4.2	3.8	3.4	3.7	3.9	4.4

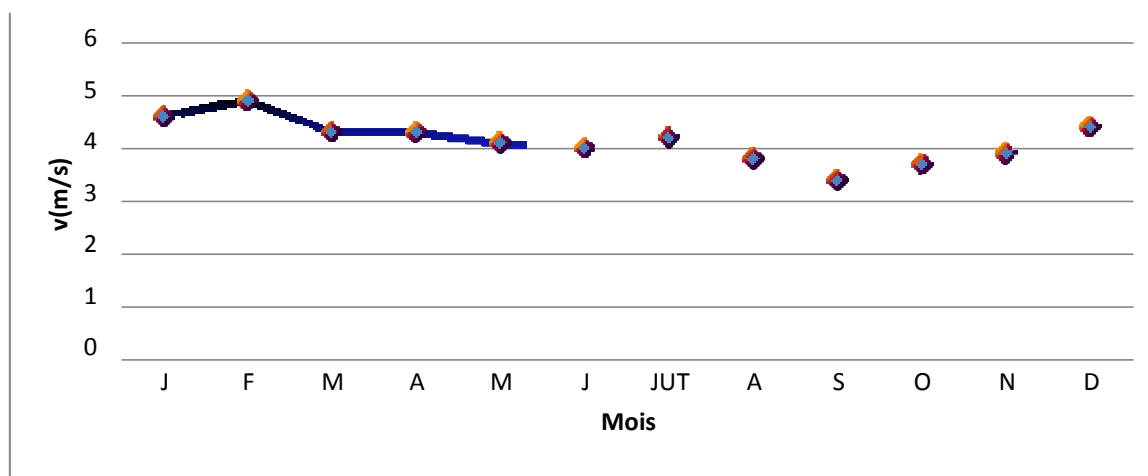


Figure I.7: L'évolution du vent durant les mois d'année

Le vent forme dans certains environnements un facteur écologique limitant, sous l'influence des vents violents, la végétation est limitée dans son développement. Le vent a tout d'abord une action indirecte :

- en dégradant ou en augmentant la température. suivant les cas.
- en augmentant la vitesse d'évaporation, il a donc un pouvoir desséchant (**inthesedeMadani. D ; 2008**).

On trouve qu'un maximum de vitesse des un est enregistré durant le mois février 4.9 m/set la vitesse minimale durant le mois septembre avec 3.4m/s.

I.4.7 L'insolation :

L'éclairement qui représente la puissance du rayonnement solaire dépend de la situation géographique de l'exposition et de la saison. Les données concernant l'insolation enregistrée à la station de Batna durant les années (2002-2011) ; Sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I .7 : Insolation moyenne mensuelle en heures / jours .

Mois	Insolation totale Par mois (h/mois)	Saison	Insolation par saison (h/mois)
Septembre	263	Automne	679
Octobre	225		
Novembre	191		
Décembre	174	Hiver	523
Janvier	177		
Février	172		
Mars	212	Printemps	721
Avril	234		
Mai	275		
Juin	310	Eté	982
Juillet	349		
Août	323		

(Station météorologique de Batna)(2002-2011).

La durée d'insolation varie irrégulièrement durant l'année. Elle augmente en été et atteint son maximum en juillet avec une moyenne mensuelle de 349 h/mois. Puis elle descend progressivement jusqu'à l'hiver où elle atteint une valeur minimale de 172h/mois en février.

I-5 Les Phénomènes Climatique Secondaires :

I-5-1 La gelée :

Les gelées sont fortement influencées par l'altitude et engendrées par les basses températures. Elles sont fréquentes en hiver et surtout au printemps. Elles provoquent de graves dégâts sur les jeunes plantes.

La période des gelées dans la zone d'étude s'étale de novembre à mai.

Les fréquences les plus élevées sont observées au cours des mois de Décembre et Janvier et février avec respectivement 12- 15-12 jours de gelée. Durant toute l'année on observe en moyenne 53 jours de gelée.

Tableau I .8 : Répartition mensuelle de la gelée :

mois	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	ANNEE
n.j,g	15	12	6	1	4	-	-	-	-	-	3	12	53

n.j.g : nombre de jours de gelée.

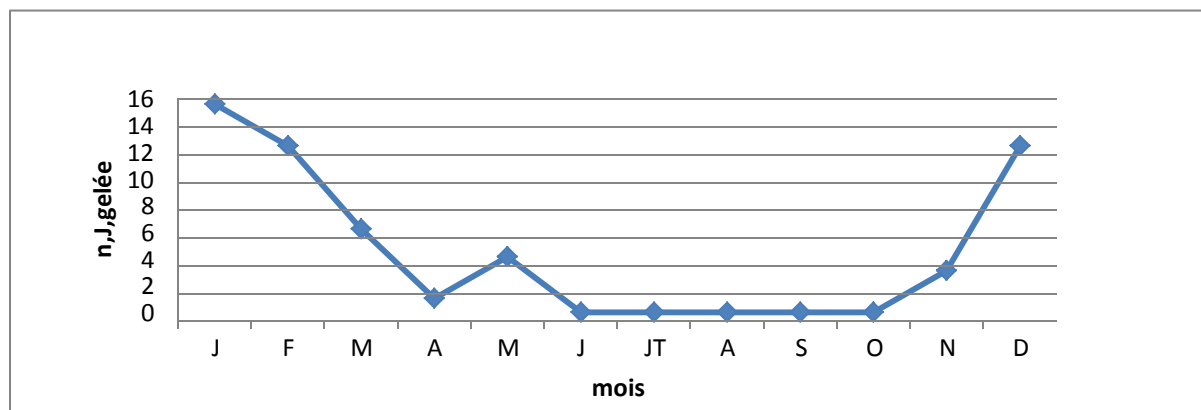


Figure I .8 : L'évolution de la gelée durant les mois d'année

D'après les données enregistrées dans le tableau il ressort que la commune de Batna à une tendance gélive tardive. En effet, les gelées se manifestent durant 5 mois (de Juin à Octobre).

Les gelées apparaissent au hiver (en Janvier, Février et Décembre) constituant une menace sérieuse pour les productions spéciales, notamment pour l'arboriculture.

I-5-2 la grêle :

Précipitation constitué de globules ou morceaux de glaces.les grêlons sont de formes très diverses, mais souvent sphériques dont le diamètre varie de quelques millimètres à une dizaine de centimètres.

Toutes les cultures sont plus ou moins sensibles à la grêle particulièrement les céréales.les arbres fruitiers, la vigne ...etc. (**Parcevaux , 1990**).

Le nombre de jours de grêle est de 9 jours/an. Avec un maximum au mois de septembre (2 jours). Donc on peut considérer que la grêle est peu fréquente dans notre zone d'étude.

Tableau I .9 : Répartition mensuelle de la grêle .

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	ANNEE
n.j,g	0	0	1	1	1	1	1	1	2	1	0	0	9

n.j.g : nombre de jours de grêle.

En agriculture, ce phénomène est seulement pris en considération par les dégâts qu'il provoque aux culture (rupture des feuilles, lésions foliaires, égrenage,...) en plus, elle à des effets indésirables sur les animaux d'élevage.

I-5-2 Sirocco :

Le sirocco peut être observé durant toute l'année à l'exception des mois novembre à février. Il s'agit d'un vent sec et chaud qui assèche le sol et fait augmenter l'évapotranspiration des plantes. Le nombre de jours moyens de sirocco enregistré est de 9 jours. Le sirocco commence à se faire sentir à partir de mois de Mars jusqu'au mois d'octobre. Durant la période Avril-Septembre on enregistre 83% des jours de sirocco de l'année. En période estivale (Juin-Août) le sirocco est plus fréquent. On observe durant cette période 53% des jours de sirocco de l'année.

Tableau I. 10 :Répartition mensuelle de Sirocco :

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	ANNEE
n.j.S	0	0	1	1	1	1	2	1	1	1	0	0	9

n.j.S : nombre de Sirocco

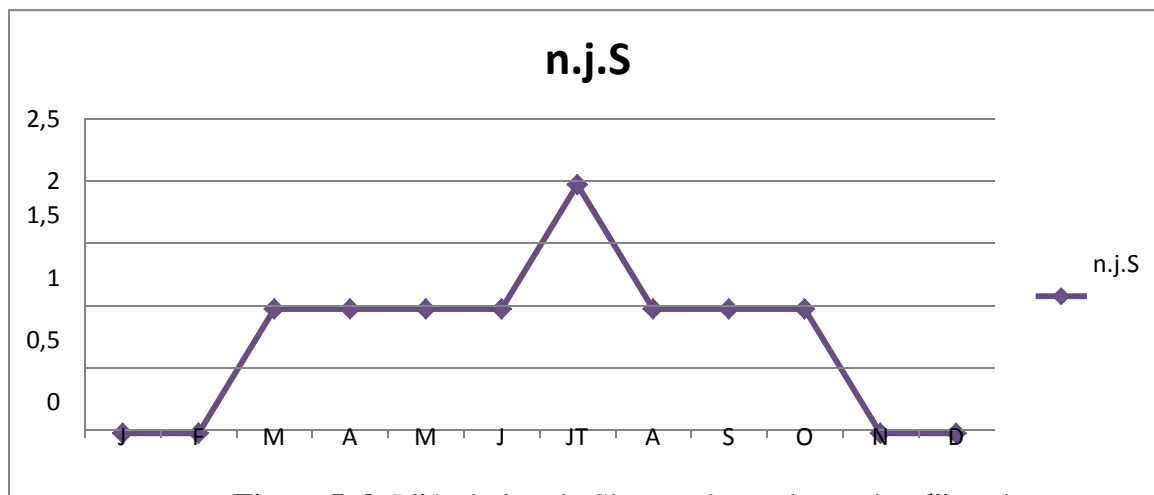


Figure I.9: L'évolution du Sirocco durant les mois d'une année

I-6 Indices agro-météorologiques

Ils permettent d'étudier et de classer le climat de la zone en fonction des paramètres climatiques tels que la température de l'air ou de la pluviométrie.

I.6.1 Indice d'aridité de De Martonne (1926):

L'indice d'aridité de De Martonne (**IA**) est utilisé pour évaluer la sécheresse, il s'exprime comme suit :

Avec P: précipitation annuelle en mm. $\Rightarrow P = 334\text{mm}$

T: température moyenne en ($^{\circ}\text{C}$). $\Rightarrow T = 12^{\circ}\text{C}$

Tableau I.11 : Classification du climat selon De Martonne

Valeur	Type de climat	Irrigation
$I_A < 5$	Désertique	Indispensable
$5 \leq I_A \leq 10$	Très sec	Indispensable
$10 \leq I_A \leq 20$	Sec	Souvent Indispensable
$20 \leq I_A \leq 30$	Relativement humide	Parfois utile
$30 \leq I_A$	Humide	Inutile

D'après la classification de De Martonne, l'indice **IA = 15.20**, ce qui implique que le climat est relativement sec, dans ce cas, l'irrigation est par fois utile, la zone du projet est située dans la limite entre la subhumide et le semi aride. Cependant, cet indice est influencé par les faibles températures hivernales de la région. De ce fait, cette classification doit être vérifiée et complétée par d'autres indices tels que le Quotient d'Emberger.

I.6.2 Climagramme d'Emberger :

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q) permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région donnée et de la situer dans le climagramme d'Emberger. C'est un quotient qui est fonction de la température moyenne maximale (M) du mois le plus chaud de la moyenne minimale (m) du mois le plus froid et de la pluviosité moyenne annuelle (P). Ce quotient est d'autant plus élevé que le climat de la région est humide.

Pour déterminer l'étage bioclimatique de la zone d'étude on applique la formule d'Emberger (1932) modifiée par Stewart en 1969 suivante :

$$Q = \frac{P}{M - m}$$

Q : Indice de Stewart.

P: Précipitation annuelle en mm (P=334mm).

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud. (M=35.2C°).

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid. (m=-0.1C°).

D'après le calcul. On obtient une valeur de "Q" est de **32.45** ; ce qui indiquant que notre région d'étude est dans l'étage bioclimatique semi-aride ; caractérisé par un été chaud et un hiver frais

Tableau I.12 : classification le type de climat selon Indice de Stewart :

Valeurs « Q »	Type de climat
Q > 100	Humide
100 > Q > 50	Tempéré
50 > Q > 25	Semi-aride
25 > Q > 10	Arid
10 > Q	Désertique

D'après le tableau le climat de cette région est semi – aride-froid

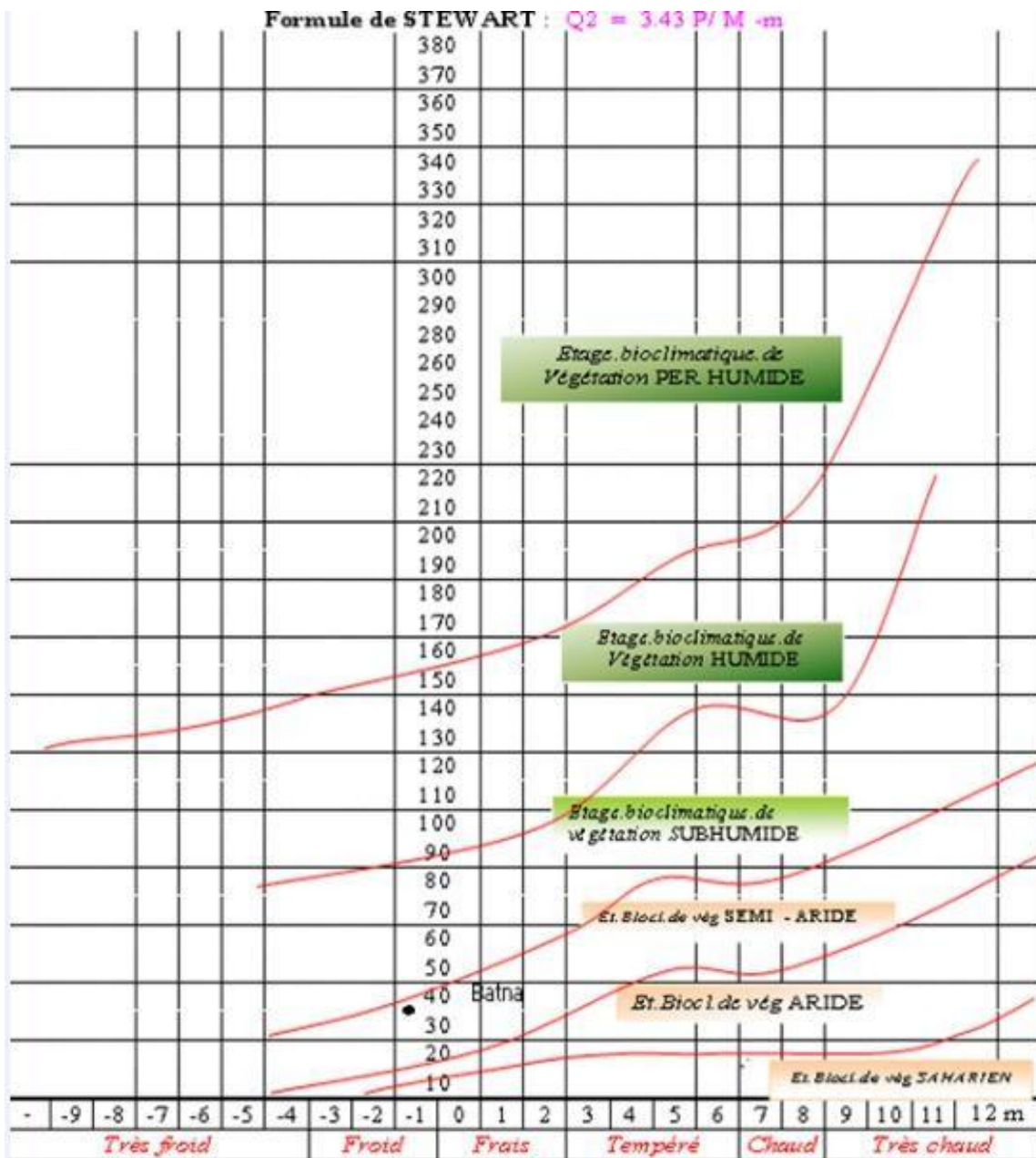


Figure I .10: situation de Batna dans le Climagramme d'EMBERGER.

I.7 Conclusion

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

De l'examen des données, il ressort que la région d'étude jouit d'un climat sec avec un régime pluviométrique variable en volume et en répartition dans le temps. L'année est caractérisée par un hiver froid et relativement pluvieux et un été sec.

Vu l'aridité de la zone d'étude, l'irrigation représente donc un facteur décisif pour l'obtention de rendements acceptables des différentes cultures.

CHAPITRE II : ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

II.1 Introduction

La vocation du sol la plus importante est la production végétale, le sol est la base essentielle de toute production agricole, il constitue pour la plante un support, une réserve d'eau et d'éléments nutritifs, son étude est donc indispensable lorsque on veut envisager le perfectionnement continu des techniques culturales pour obtenir le rendement maximal de la production agricole pour qu'une plante valorise mieux son potentiel génétique il faut que le milieu où elle pousse assure non seulement les meilleures conditions d'alimentation possible.

II.2 L'étude pédologique du périmètre à pour objectif :

- ❖ D'apprécier les potentialités des terres vis-à-vis de l'irrigation en mettant l'accent sur une hiérarchie d'aptitude des différentes zones et sur l'existence des contraintes éventuelles pour les projets de mise en valeur.
- ❖ De fournir des données fondamentales caractérisant les relations entre le sol et l'eau, qui conditionnent la conduite et l'organisation des carrossages.

Elle consiste à une connaissance approfondie sur le sol qui conduit à déterminer la qualité d'eau indispensable à l'irrigation

- ❖ De fournir un premier aperçu sur les choix judicieux des cultures convenables au périmètre à irriguer.

II.3 Les caractéristiques chimiques du sol

L'étude chimique du sol va nous montrer comment le sol retient les éléments minéraux et les met à la disposition de la plante grâce à des tests chimiques comportant le dosage de la fraction directement utilisable de la solution du sol et les réserves facilement mobilisables du complexe argilo-humique.

La méthode utilisée sur le terrain est celle de l'ouverture de tranchées de plus de 2 mètres de profondeur et de 1 mètre de large à l'aide de la pelle mécanique.

Tous les échantillons des profils sont envoyés au laboratoire de l'A.N.R.H de Constantine pour être analysés selon des méthodes bien adaptées.

Les points de prélèvement sont répartis dans l'ensemble de la parcelle. Comme si un découpage préalable avait été opéré. Chaque prise caractérise une zone qui présente une homogénéité supérieure à celle de la parcelle entière.

La réunion des prises effectuées selon le plan de prélèvement retenu constitue l'échantillon moyen.

- ◆ **Sol calcimagnésique** : Ce type de sols est localisé dans des zones surélevées et assez éloignées des cours d'eau. Ils reposent sur une croûte ou un encroûtement. Ils occupent une grande superficie.

Leur situation dans le paysage permet à ces sols de rester sains. Le drainage se fait naturellement.

II .3.1Description morphologique du profil n° 1 :

◆ Localisation : Boulhilet

◆ Topographie : plane

◆ Micro relief : uni plat

◆ Culture : Jachère

Coordonnées Lambert : X: 857.220 Km Y : 264.829Km

◆ **Classification :**

- Classe : Calcimagnésique
- Sous classe : Carbonaté
- Groupe : Brun calcaire
- Sous groupe: vertique h
- Famille : alluvion Colluvion fine calcaire
- Série : Profond
- Type : Texture argileuse

Description :

▪ 0-30 cm : Horizon de labour remanié sec brun clair 10YR5/6) texture **argileuse argileuse** -structure polyédrique fine poreux nombreux Débris de coquillages quelques nodules calcaires **Effervescence** à l'HCL.

▪ 30-60 cm : Sec - brun (10YR54/4) - texture **limono argileuse** - structure polyédrique fine à moyenne poreux quelques nodules et Débris de coquillages - apparition de fentes de retrait verticales **Effervescence** à l'HCL - Transition graduelle –

• 60-120 cm : Sec – brun 10YR5/6) - texture **limono argileuse** – structure grossière se débitant en polyèdres grossiers face de glissement et nodules de calcaires

Effervescence à l'HCL

Tableau II.1 : RESULTATS ANALYTIQUES DU PROFIL N° 1 :

Profondeur en cm	0-30	30-60	60-120
Granulométrie	LA	LA	LA
Argiles en %	37	17	17
Limons fins en %	48	68	75
Limons grossiers en%	03	03	02
Sables fins en%	06	06	02
Sables grossiers en%	01	01	01
Matières organiques			
Matières organiques en%	0.95	0.69	0.52
Carbone (C) %°	5.5	4.0	3
Azote (N) en%°	0.53	0.41	0.29
C/N	10.37	9.75	10.34

Réerves Minérales			
CaCo3 total en %	27.36	23.56	22.04
CaCo3 actif en %	11.5	11.1	11.7
P205 total à P%°	1.01	0.95	1.15
P205 assimilable (ppm)	112	127	124
K20 en%°	0.17	0.19	0.21
K20 assimilable ppm	255	230	260
Complexe Absorbant			
Ca meq/100 gr	35	32	28
Mg meq/1 OOgr	4.8	4.4	3.5
Na meq/100 gr	0.60	2.2	1.7
K meq/100gr	0.22	0.14	0.80
Complexe Absorbant			
CEC meq/100 gr	40	35.4	31.8
Solution du sol			
% Saturation	55	75	40
PH	7.6	7.6	8.1
CE mmhos/cm	1.0	3.4	4.2
Bilan Ionique			
Na+ meq/1	/	5.6	6.6
K+ meq/1	/	0.1	0.1
Ca++ meq/1	/	9.7	11.0
Mg++ meq/1	/	92.9	122.4
(HC03) meq/1	/	0.3	0.5
(S04) meq/1	/	67.5	67.4
(CL) meq/1	/	47.3	68.2

II .3.2 Caractéristiques physico chimiques :

Les sols de ce sous groupe présentent une conductivité toujours supérieur à 1 mmhos par centimètre en surface et augmente en profondeur pour atteindre 4.2mmhos/cm.

CE <4 mmhos/cm donc votre sol n'est pas sale d'après (**Raoul Calvet ;2003**).

La structure est de type polyédrique fine dans l'horizon de surface et devient polyédrique moyenne à grossière à partir du deuxième horizon. Le rapport C/N est voisin de 09 (il varie de 9 à 10.37) ce qui correspond à une matière organique bien décomposée

II .3.3 Description morphologique du profil n° 2 :

- ◆ Localisation : chémora w batna
- ◆ Topographie : plane
- ◆ Micro relief : plat
- ◆ Culture : Jachère non travaillée

Coordonnées Lambert : X: 856.916 Km Y : 265.809Km

◆ Classification :

- Classe : Calcimagnésique
- Sous classe : Carbonaté
- Groupe : Brun calcaire
- Sous groupe:vertique
- Famille : alluvion Colluvion fine calcaire
- Série : sur alluvion Profond
- Type : Texture argileuse

Description :

- 0-30 cm : sec brun clair 10YR5/6) texture **équilibrée**, structure polyédrique fine arrondie poreux friable nombreux chevelu racinaire et Débris de coquillages fentes de retrait verticales –HCL ++-transition graduelle
- 30-50cm : frais - brun (10YR3/4) - texture **limono argileuse** - structure polyédrique moyenne à grossiers peu poreux peu friable nombreux chevelu racinaire et débris de coquilles face de glissement –HCL++- transition graduelle
- 60-120cm : frais – brun clair 10 YR 3/4 texture limono -argileuse structure polyédrique moyenne agrossiere- peu poreux -peu friable- quelque chevelus racinaire -quelque faces de glissement – debrits de coquilles- HCL++

Tableau II.2 : RESULTATS ANALYTIQUES DU PROFIL N° 2.

Profondeur en cm	0-30	30-60	60-120
Granulométrie	LA	LA	LA
Argiles en %	18	29	39
Limons fins en %	20	36	44
Limons grossiers en%	22	16	06
Sables fins en%	34	14	06
Sables grossiers en%	01	00	00

Matières organiques			
Matières organiques en%	9.80	13.93	13.07
Carbone (C) %°	5.70	8.10	7.60
Azote (N) en%°	0.40	0.63	0.64
C/N	14.25	12.85	11.87
Réserves Minérales			
CaCo3 total en %	21.40	21.20	22.80
CaCo3 actif en %	6.13	9.63	9.70
P205 total à P%°	1.78	1.64	1.43
P205 assimilable (ppm)	93.80	79.14	52.90
K20 en%°	0.17	0.19	0.21
K20 assimilable ppm	0.97	1.03	1.03
Complexe Absorbant			
Ca meq/100 gr	11.00	13.00	14.75
Mg meq/1 OOgr	3.65	5.42	6.77
Na meq/100 gr	0.42	0.55	0.42
K meq/100gr	1.09	0.98	1.41
CEC meq/100 gr	16.81	22.36	24.03
Solution du sol			
% Saturation	52	50	
PH	7.74	7.69	7.73
CE mmhos/cm	1.84	4.13	5.13
Bilan Ionique			
Na+ meq/1	5.6	4.6	/
K+ meq/1	0.2	0.2	/
Ca++ meq/1	37.7	32	/
Mg++ meq/1	13.8	10	/
(HC03) meq/1	1.6	3.6	/
(S04) meq/1	6.9	4	/
(CL) meq/1	42.7	44.6	/

II .4 Caractéristiques physico chimiques :

Les sols de ce sous-groupe présentent une conductivité toujours inférieure à 1,84mmhos par centimètre en surface et augmente en profondeur pour atteindre 5,5mmhos/cm. CE <4 mmhos/cm donc votre sol n'est pas sale d'après (**Raoul Calvet ;2003**).

La structure est de type polyédrique fine dans l'horizon de surface.et devient polyédrique moyenne à grossière à partir du deuxième horizon. Le rapport C/N est (il varie de 11,87à 14,25).Ce qui correspond à une matière organique bien décomposée.

• profils : 01

Tableau II.3 :: caractéristiques porales des profils

Horizon	Texture	Da	Dr	P%
0 - 30	A	1.73	2.20	21.26
30 - 60	LA	1.75	2.24	21.88
60 - 120	LA	1.73	2.28	24.12

• profils : 02

Tableau II.4 :: caractéristiques porales des profils

Horizon	Texture	Da	Dr	P%
0 - 30	A	1.56	2.19	24.66
30 - 60	LA	1.66	2.2	24.55
60 - 120	LA	1.7	2.24	24.11

A partir de la bibliographie les valeurs de la densité apparent du texture LA environ de 1,45 d'anc. Votre valeurs de la densité apparent est supérieur de 1,45 d'anc. Pour votre travail en prend 1,7(**Annexe 1**)

II .5 Aptitudes culturales :

Les cartes des aptitudes culturales en irrigué ont été établies pour les catégories de culture en fonction des caractéristiques des sols en tenant compte :

- La profondeur du sol utilisable par les cultures (PSU)
- La texture
- La structure
- La présence ou l'absence d'hydromorphie
- La salinité.(**source subdivision agricole de chemora**)

II .5.1 Culture céréalières :

Les sols les plus adaptés à ces types de cultures sont ceux ayant une profondeur de plus de 80 cm. une texture moyenne.une salure très faible. un taux de calcaire actif inférieur à 25 % et une structure favorable. d'où les sols peu évolués .les vertisols.les sols calcimagnésiques

Aptitude C₁₁ : sols bons pour : bersim. sorgho. maïs. fétuque. vesce avoine.ray gras. blé dur. blé tendre et orge et sols moyens pour luzerne

- Aptitude C₁₄:sols bons pour : sorgho. fétuque. ray gras. blé dur. blé tendre et orge et sols moyens pour : Luzerne. maïs. blé dur. blé tendre.
- Aptitude C_{21p} : Sols moyens pour bersim. sorgho. maïs. fétuque. vesce avoine. ray gras. blé dur et orge.
- Aptitude C₂₂: Sols moyens pour : fétuque. vesce avoine. ray gras. blé dur et orge.
- Aptitude C_{22 s} : Sols moyens pour : fétuque. ray gras. blé dur et orge.

II .6 Les zones homogènes

II .6.1 Définition :

Ce sont des zones ayant les mêmes aptitudes aux cultures irriguées et les mêmes problèmes d'aménagement. Elles sont classées selon leur intérêt pour la mise en valeur d'après un choix des spéculations envisagées et d'après l'importance des travaux d'aménagement à entreprendre.

II.6.2.méthodescartographique :

Les zones homogènes ont été délimitées sur la carte en faisant la synthèse de la carte des sols et de la carte des aptitudes culturales en irrigué la répartition des ces zones a été effectuée selon :

- Leur aptitude aux cultures en irrigué.
- Les problèmes que pose-leur en valeur.
- La nature des travaux et aménagements indispensables ou recommandés.

Chaque zone homogène correspond à l'orientation culturelle la mieux adaptée avec les travaux d'aménage à effectuer.

D'après l'importance des aptitudes culturales des sols à l'irrigation.les sols de la zone étudiée ont été répartis en 4 catégories.

Pour chacune d'elle. Nous avons proposé un mode ou une priorité de mise en valeur. compte tenu des aptitudes des sols aux cultures irriguées.des problèmes de mise en valeur et des travaux complémentaires d'aménagement. Dans le sous secteur 10 lorsque en projet la carte des profils pédologiques sur la cartes des zones homogènes en remarque ;

Les deux profils Sant situé dans un même zone d'anc. ilya un seul cas des zones homogènes

Description de-là catégorie :

Ce sont des sols profonds mais qui doivent être aménagés avant toute mise en valeur : labour profonds ou sous solage. Apports d'amendements organiques Leurs aptitudes culturales sont

Zones	Problèmes de mise en VALEUR	Aptitudes culturales	Travaux d'aménagement
II	Vertisolisation Texture fine Charge en éléments grossiers importante. Structure défavorable.	<ul style="list-style-type: none">- Bons pour les cultures céréalières et fourragères.- Bons à moyens pour les cultures maraîchères.- Inaptes pour les cultures arbustives	Amendements organiques et minéraux. Labour profond. Epierrage. Sous solage

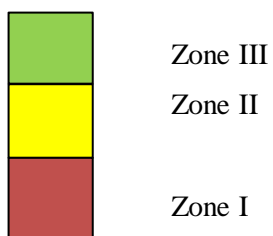
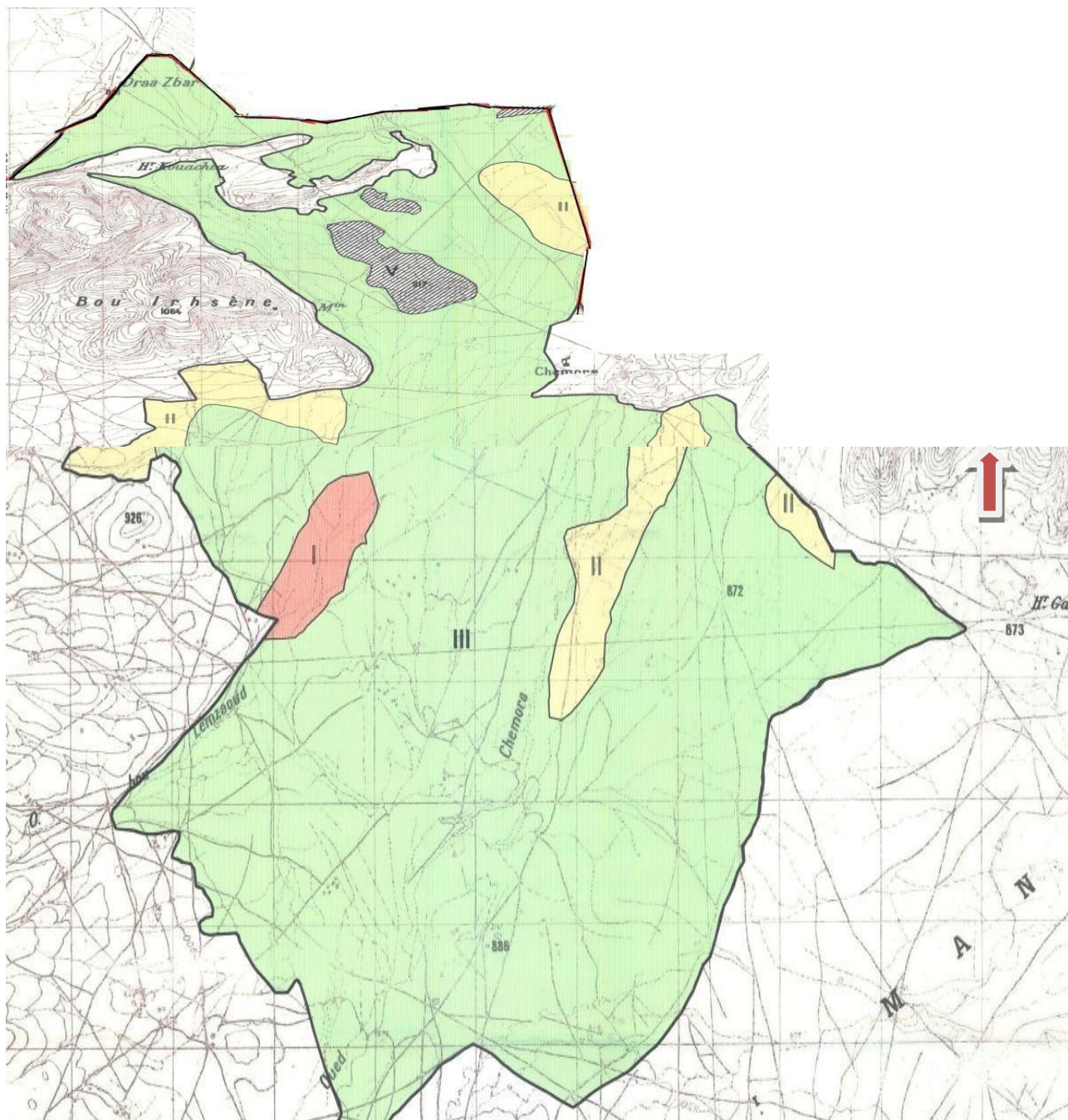


Figure II.1: Carte présentative des zones homogène du périmètre à l'échelle : 1/25000

II.7 Conclusion :

L'étude pédologique nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- Les sols de périmètre sont classés en trois classes : sols peu évolués, sols calcimagnésiques, et les vertisoles
- D'une manière générale les sols du périmètre présentent des structures variées une texture **argileuse** à **argileux limoneuse**, des taux de calcaire moyen
- Ce sont des sols moyennement pauvres en matières organiques.
- La conductivité électrique varie d'un profil à un autre.
- Leur moyenne du profil 1 = 4.2 mmho et deuxième profil = 4.03
- La densité apparente varie entre **1.56 et 1.75 (g/cm³)**.
- Pour améliorer la production agricole dans le périmètre, l'amendement organique et la fertilisation minérale sont des opérations qui restent recommandées voir nécessaires pour certaines unités pédologiques.

CHAPITRE III RESSOURCES EN EAU

III-1 Introduction :

La ressource en eau provient du système du barrage transfert de Bni Haroun est le barrage de bni Haroun dans la wilaya de Mila. A l'amont de ce dernier on retrouve le barrage de Bousiaba dans la wilaya de Jijel.

Le volume régularisé par le barrage de bni Haroun est de 504 millions de m³.

A partir d'une conduite de 2400 mm de diamètre qui véhicule un volume de 186.9 Hm³ vers le barrage réservoir de Koudiet Medaouar seront pratiqués deux piquages pour assurer l'alimentation en eau du périmètre. Le périmètre étant divisé en deux parties, 1697.5 ha et 5589 ha de superficie, chaque partie lui été assignée un piquage.

III-2 Alimentation en Ressources en eau du périmètre

En ce qui concerne notre périmètre, il sera alimenté par la conduite de transfert de barrage de bni Haroun vers le barrage de Koudiet Medouar.

III-2.1 Description du barrage de Beni Haroun

Le barrage de Béni Haroun est un complexe hydraulique stratégique en Algérie, il est situé dans la wilaya de Mila. Le barrage de 120 m de hauteur, est le plus important et le plus grand en Algérie avec une capacité de 960 millions de mètres cubes. Le barrage proprement dit est constitué d'une digue renforcée de 1,5 million de m³ de béton roulé compact.

Avec sa grande station de pompage, dont la puissance est de 180 MW, le barrage alimente en eau potable plusieurs régions limitrophes de la wilaya de Mila, notamment les wilayas de Jijel, Constantine, Oum el Bouaghi, Batna et Khenchela. Le barrage fournit également une quantité importante d'eau d'irrigation pour quelques centaines d'hectares d'exploitations agricoles dans les régions voisines.

Le site de drainage principal du bassin est alimenté par l'oued Rhumel et ses affluents et l'oued Boumerzoug et ses affluents. Les deux oueds se convergent à la ville de Constantine pour former de nouveau oued Rhumel qui se jette dans le barrage de Beni Haroun.

Cette entité hydrographique est composée de quatre (04) sous bassins versants.

Le bassin versant est limité naturellement par :

- Au Nord-Ouest et à l'Est le bassin des côtières Constantinois Est et Centre.
- Au Sud, le bassin des hauts plateaux constantinois.
- A l'Ouest les bassins de l'Algérois- Hodna- Soummam.
- A l'Est le bassin de la Seybouse.

Oued Rhumel :

Oued Rhumel est un ruisseau et se trouve à Mila, Algérie. L'élévation de terrain estimation ci-dessus niveau de la mer est de 127 mètres. Les variantes de l'orthographe pour Oued Rhumel ou dans d'autres langues: Oued Rhumal, Wadi Rummel, Oued Rummel, Oued Roummel, Oued Rhumel, Oued Rhumal, Oued Rhumel, Oued Roummel, Oued Rummel, Wadi Rummel.

Latitude: 36 ° 32'17.01 "

Longitude: 6 ° 15'59 "

Oued Boumerzoug :

Oued Boumerzoug est à côté de Oued Yakoub et est situé à Constantine, en Algérie. Oued Boumerzoug a une longueur de 10,99 km. Mais il est splittet de manière séparée

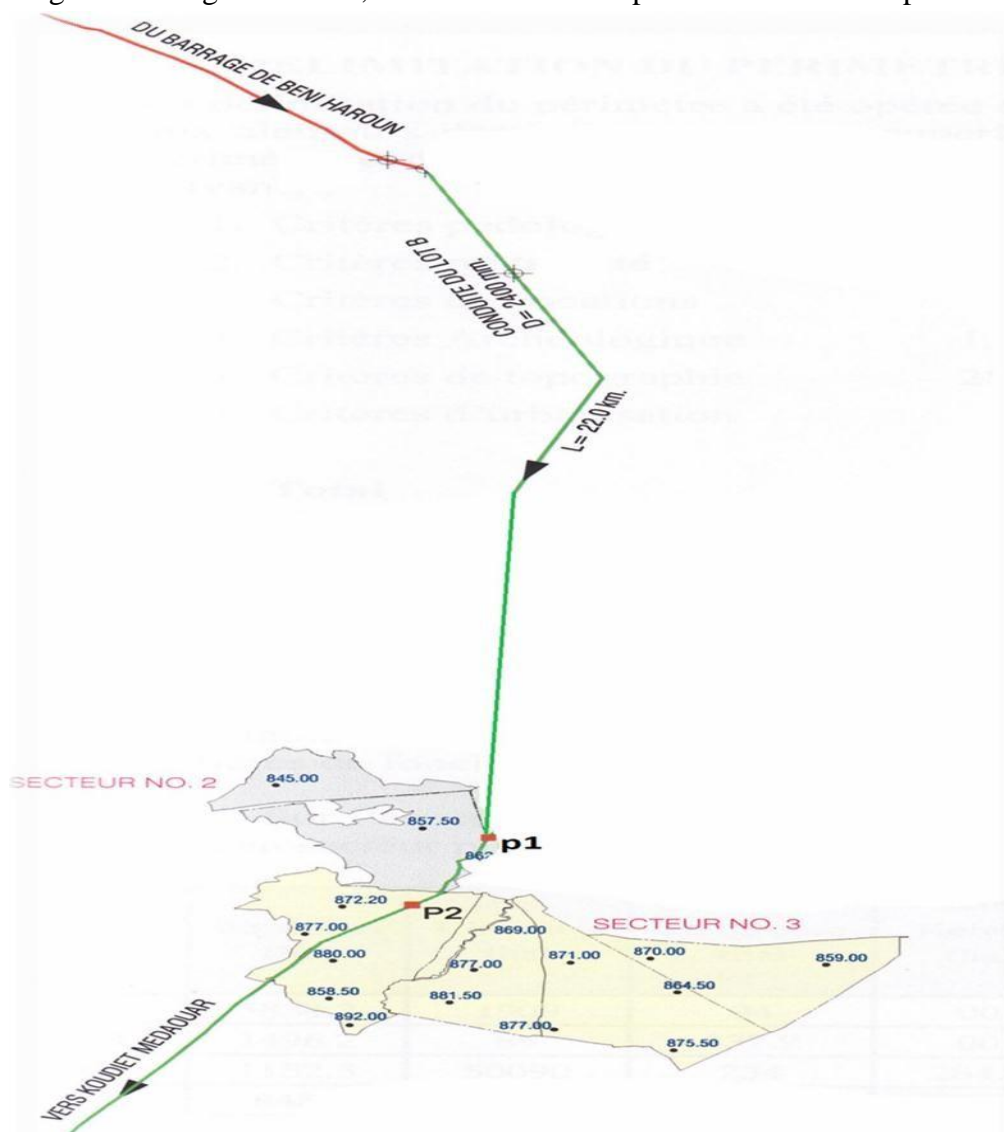


Figure III .1: Schéma général du piquage de la conduite vers Barrage Koudiat Medaouar

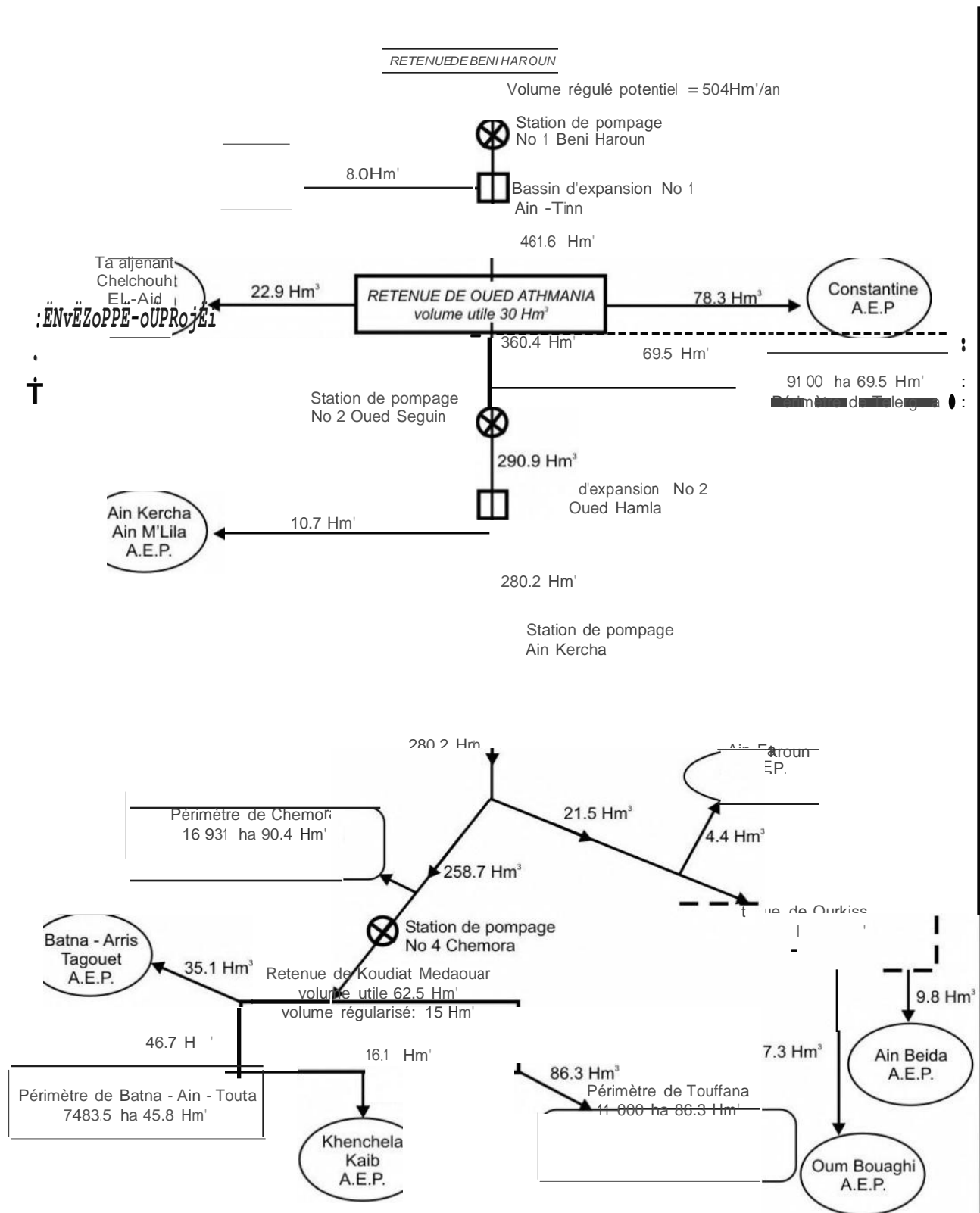


Figure III .2: Schéma descriptif des équipements excitant avant de notre périmètre (source ANBT)

III-2-2 Caractéristiques du barrage de Beni Haroun

Volume	986 hm
Hauteur sur fondation	118 m
Volume de béton	1.900.000 m
Coté de la crête	218.2 m
Longueur en crête	710 m
Largeur en crête	8 m
Surface inondée	3.900ha
Débit maximum	13.230 m
Débit maximal vidange demi-fond:	700m ³ /s

III-2-3 Barrage de Koudiet Medouar

Le barrage de Koudiet Medouar construit en 1994 sur l'oued Rebôa est situé à 7 km au Nord-Est de Timgad et à 35 km de Batna en Algérie. C'est un barrage réservoir qui mobilise les eaux superficielles de l'oued Rebôa, dont le bassin versant couvre une superficie de 59 000 km². Ses principales caractéristiques sont résumées comme suit :

III-2-3 Caractéristiques principales du barrage de Koudiet Medouar

Volume	87 millions de mètres
cote en crête	997,00m
longueur de la crête	2,27 km
hauteur maximale	48 m
cote de retenue nominale	992,50
superficie de la retenue (à 992,5)	6,7 km ²

III-3 Qualité de l'eau d'irrigation

La qualité chimique de l'eau de Barrage Beni Haroun a été étudiée sur des échantillons prélevés à la station de Grarem sur la période de 1984 à 2002. **Source : Station de Grarem (1984-2002)**

La classification des eaux d'après la qualité chimique a été établie selon le diagramme de classification des eaux d'irrigation de Riverside et, suivant deux Critères respectivement celui de :
1' La conductivité électrique (CE en mmho s/cm) 1' Le rapport d'absorption de sodium (SAR).

Les valeurs des paramètres principaux sont résumées dans le tableau ci-dessous:

Tableau **III-1** : caractéristique chimiques de l'eau d'irrigation

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MOY
Ca mg/l	140	144	149	149	154	154	152	136	157	146	163	133	148.08
Mg mg/l	42	51	35	40	47	42	61	50	49	66	46	49	49.66
Na mg/l	142	134	130	165	173	174	199	168	192	147	154	124	158.5
Conductivité mmhos/cm	1.54	1.58	1.55	1.72	1.79	1.94	2.06	1.93	1.95	1.70	1.64	1.52	1.74

Pour l'ensemble des paramètres analysés, on remarque que selon les normes de la FAO[3] pour la classification des eaux d'irrigation applicables dans la majorité des aménagements hydro- agricoles des régions arides et semi-arides, leurs valeurs moyennes correspondent à des valeurs de classes de restriction d'utilisation faibles à modérées; ne causant pas de préjudice aux cultures.

III.3.1 Les limites admissibles

La classification des eaux suivant la qualité chimique a été établi selon le diagramme de classification des eaux d'irrigation, en fonction de deux paramètres, celui de la conductivité électrique CE, et le rapport d'absorption du Sodium SAR.

A/La conductivité électrique

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm. On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique, selon la classification américaine :

Tableau **III -2**: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

	Conductivité électrique	
C1	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible
C2	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen
C3	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevé
C4	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevé

Remarque :

C1 : convient pour toutes les cultures

C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes

C3 : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes

C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

Notre eau d'irrigation ayant une conductivité électrique à 25 °C égale à 1.74 mmhos/cm fait partie de la classe C3 (risque élevé).

B/Le SAR (Sodium Absorption Ratio)

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculation. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions Na⁺ et celle en ions Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺. Quatre classes de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin.

$$S.A.R. = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} = \frac{7.17}{\sqrt{\frac{1.74}{2}}}$$

Tableau III-3: Classification des eaux en fonction du S.A.R

Classe	S.A.R.	Danger d'alcalinisation
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S4	$SAR > 26$	Risque très élevé

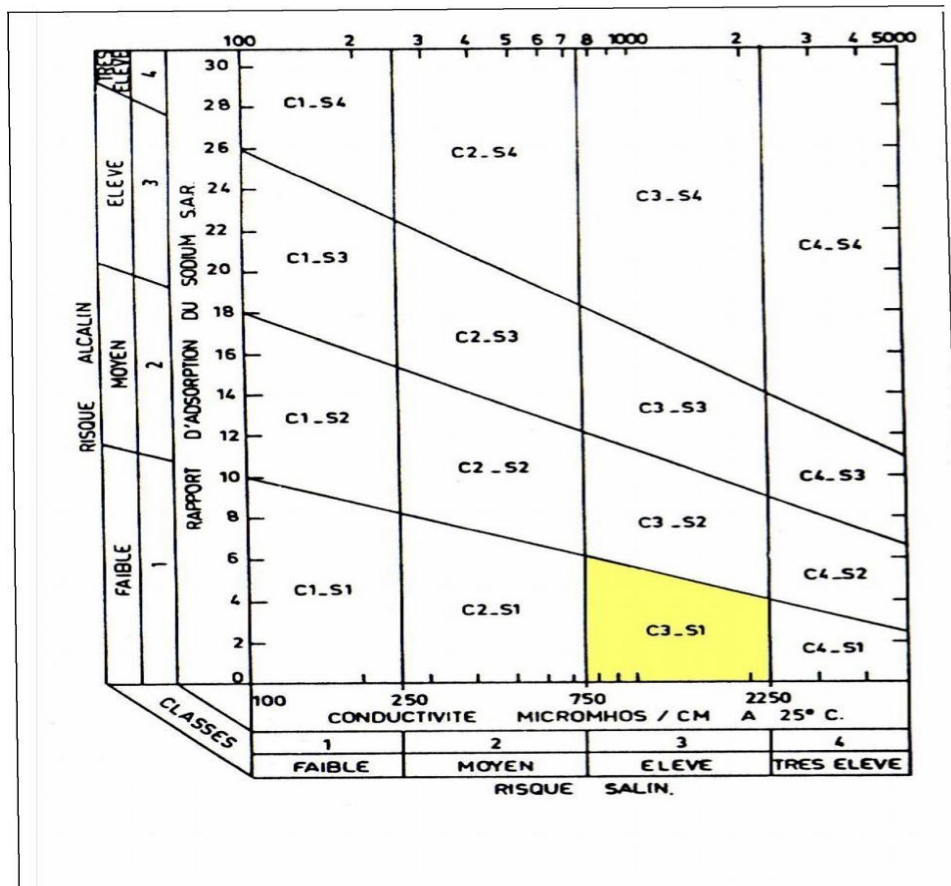


Figure. III.3 : Diagramme de classification de l'eau d'irrigation

En se référant au diagramme de classification des eaux d'irrigation (**Figure III -2**), on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité forte avec un risque d'alcalinité faible aussi, elle est classée donc (C3-S1), ce qui montre que la qualité des eaux est acceptable pour l'irrigation.

III.4 Étude Hydrologique

L'étude hydrologique est nécessaire dans les projets d'irrigation, elle permet de déterminer les pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro- agricole, tels que :

- ✓ Le calcul des besoins des cultures projetées dans le périmètre.
- ✓ Le dimensionnement du réseau de distribution.

III.5 Choix de la station de référence

Pour bien caractériser le climat de notre zone d'étude, nous avons exploité une série d'observations sur une période de référence de 10ans, relevée dans la station météorologique **Aéroport de Batna.**

Tableau III -4 : Coordonnées de la station météorologique

Non de la station	code	X lam Km	Y lam Km	Altitude Mètre	Période D'observation
Batna	070502	858.4	277.55	859	1972-2011

Tableau III -5 : Pluies moyennes mensuelles

Années	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avri	Mai	Juin	Juil.	Aout	Total
1972	60,5	64	6	41,5	40,5	33	83	33	14	30	0	25	430,5
1873	2,5	8	6	65	0,1	9	14,6	17	1	1	0	0	124,2
1974	2,9	24,8	11,3	4,5	15	32,9	42	15	58	0	0	0	206,4
1975	28,5	0	24	0	15,5	36	53	20,5	53	48	10	0	288,5
1976	16	8	18	11	8	0	10	25	22	16	0	23	157
1977	0	0	34	0	0	22,5	2	7	2	0	0	6	73,5
1978	0	13	0,8	0	3	37	16	30	0	6	6	0	111,8
1979	29	15	3	3	11	21	33	30	17	0	0	1	163
1980	15	0	22,4	39	8	27	12	7	0	22	0	6	158,4
1981	22	7	14,7	8,3	20,6	19,3	21,4	33,2	19,7	11	0	0	177,2
1982	8,2	38	31	2,9	0	4,7	1,9	0	0	0	0	0	86,7
1983	0,5	2,8	4,4	3,2	3,3	5,8	0,5	0,4	0	0	0	0,3	21,2
1984	1,4	6,6	1,5	70,9	62,9	19,3	21,7	1,9	15	0	0	0	201,2
1985	44,7	18,6	13,2	4,6	12,7	4,2	42,2	7,6	45	4,5	0	15,5	212,8
1986	48	7	6,2	23	12,5	21,6	18	0	5	12,6	12,5	0	166,4
1987	0	9,5	12,9	3,5	7,1	13,5	12,3	14	19,8	30	0	0,4	123
1988	18	7,3	21,3	46,1	7,3	17,3	24,7	21,8	23,8	24	7	40,5	259,1
1989	28,3	2,4	19,7	12,7	155,1	0	29,5	29,1	61,3	0	5,7	32	375,8
1990	30,6	0	25,5	40	9,7	17,4	86	14,5	43	25,4	22,4	4	318,5
1991	22,5	25	17,5	14,5	22,2	44	71	25,5	85	0	27,5	12	366,7
1992	13,2	4	35	68,8	34	24	7,5	0	31,1	8	12,2	35	272,8
1993	4	2,5	5,5	29	26,9	18,1	34,2	13	24,9	0	7,5	1,6	167,2

Années	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avri	Mai	Juin	Juil.	Aout	Total
1994	43,2	62,7	11,8	2,6	45,6	0	10,3	14,5	2,5	44	0	2	239,2
1995	28,7	9,5	0,1	12,5	101	129,9	40,5	69	12,9	19,3	0	1	424,4
1996	0	0	2	6,9	15,2	8	3	39	0	9,8	1	10,9	95,8
1997	87,4	24,2	63,7	7,3	3,2	9	23	6,8	19,1	26,5	0	0	270,2
1998	9	36,5	30,1	14	40,6	9,4	16,4	6,3	17,7	8	1,8	7	196,8
1999	17,9	5	57,8	55,8	11,6	12,2	2	2,5	15,3	64,2	0	19,5	263,8
2000	33	21,7	4,6	15,2	13,9	0	0	33,3	39,8	0	0	7,3	168,8
2001	33,3	13,5	24,9	3,7	0	2,3	6,8	27,9	18,2	0	0	48,3	178,9
2002	5,5	1	42	33,1	96,1	22,4	17,6	58,2	24,9	22,3	0	13,1	336,2
2003	26,5	89,5	0,4	10,8	25,3	1,6	16,5	4,9	91,1	5,5	0	0	272,1
2004	19	14,3	36,7	64	7,7	17,4	3,8	39	0	6	8	4,2	220,1
2005	11,6	2	7,6	26,5	15,6	27	6	46	22,9	0	0	4,7	169,9
2006	7	0	3	29,2	9,4	24	35,2	26,4	4	0	0	15	153,2
2007	41,8	0	18	1	1,5	3	23,2	13	40,2	7,3	0	9,7	158,7
2008	32,2	86,1	11,3	9,5	74,3	8	24,3	61,8	51,9	0	0	18,1	377,5
2009	48,1	0	1	3,2	21,7	9	6	27,5	7	0	0	0	123,5
2010	1,3	8,2	5,1	1,8	10,5	8,7	23,6	29,4	69,5	14,7	1,7	0	174,5
2011	12,6	75,2	1	17,1	9,1	16,2	7,2	33,4	33,5	5,1	0	10,9	221,3

Source ANRH

Remarque :

La répartition des précipitations est irrégulière et variable suivant les mois et les années. Ces pluies sont nettement faibles pour les mois de juin, juillet et août, maximales en hiver durant les mois de Février.

III -6 Homogénéité de la série pluviométrique

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon :

La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé suivant :

➤ On divise la série complète en deux sous séries : X et Y tel que : N_1 et N_2
Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_2 > N_1$.

➤ On constitue par la suite, la série X union Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. a ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

➤ Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95% (Touaibia, 2004) , si la relation ci-dessous est vérifiée .

Avec :

$$W_{MIN} < W_X < W_{MAX} \text{----- [4.1]}$$

$$W_X = |Rang|_X \text{----- [4.2]}$$

W_X : Somme des rangs de sous-série x.

Et :

$$W_{MIN} = \left[\left(\frac{N_1 + N_2 + 1}{2} * N_1 - 1 \right) - 1.96 * \left(\frac{N_1 * N_2 * (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{(1/2)} \right]$$

$$W_{Max} = [(N_1 + N_2 + 1) * N_1 - W_{MIN}]$$

Les résultats du test de Wilcoxon sont détaillés comme suit :

Tableau III -6 : Test d'homogénéité de la série pluviométrique

Rang	Séried'origine	Série X(mm)	Série Y(mm)	TRI(mm)	Xunion Y
1	430,5	430,5	366,7	21,2	X
2	124,2	124,2	272,8	73,5	X
3	206,4	206,4	167,2	86,7	X
4	288,5	288,5	239,2	95,8	Y
5	157	157	424,4	111,8	X
6	73,5	73,5	95,8	123	X
7	111,8	111,8	270,2	123,5	Y
8	163	163	196,8	124,2	X
9	158,4	158,4	263,8	153,2	Y
10	177,2	177,2	168,8	157	X
11	86,7	86,7	178,9	158,4	X
12	21,2	21,2	336,2	158,7	Y
13	201,2	201,2	272,1	163	X
14	212,8	212,8	220,1	166,4	X
15	166,4	166,4	169,9	167,2	Y
16	123	123	153,2	168,8	Y

Rang	Série d'origine	Série X(mm)	Série Y(mm)	TRI	XunionY
17	259,1	259,1	158,7	169,9	Y
18	375,8	375,8	377,5	174,5	Y
19	318,5	318,5	123,5	177,2	X
20	366,7		174,5	178,9	Y
21	272,8		221.3	196,8	Y
22	167,2			201,2	X
23	239,2			206,4	X
24	424,4			212,8	X
25	95,8			220,1	Y
26	270,2			221,3	Y
27	196,8			239,2	Y
28	263,8			259,1	X
29	168,8			263,8	Y
30	178,9			270,2	Y
31	336,2			272,1	Y
32	272,1			272,8	Y
33	220,1			288,5	X
34	169,9			318,5	X
35	153,2			336,2	Y
36	158,7			366,7	Y
37	377,5			375,8	X
38	123,5			377,5	Y
39	174,5			424,4	Y
40	221.3			430,5	X

Après les calculs on a : $W_x = 333$, $W_{min} = 308.02$; $W_{max} = 470.98$

Donc : $308.02 < W_x < 470.98$

D'après les calculs, on voit que la condition de Wilcoxon $W_{min} < W_x < W_{max}$ est vérifiée, donc le série des précipitations moyenne annuelle de la station BOULHILET est homogène.

III.7 Ajustement statistique des pluies

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

- ✓ Loi de Gauss ou loi normale
- ✓ Loi de Galton ou loi log-normale

III -7 -1 Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

Le procédé de calcul consiste à:

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale (par la formule de Hazen par exemple).
- Variable réduite de gauss : $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$ (3)
- Calcul des caractéristiques empirique de loi (\bar{X} ; δ ; C_v ; $C_{S=0}$).
- Le coefficient de variation : $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$ (4)

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

$$X_{P\%} = \bar{X} + \delta * U_{P\%} \quad \text{Avec:}$$

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

$U_{P\%}$: variable réduit de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

δ : Écart type

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN.

Tableau III -7: Ajustement à la loi de Gauss

T = 1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.99	437	29.7	379	495
50	0.98	411	27.2	358	464
20	0.95	371	23.6	325	418
10	0.90	336	20.8	295	377
5	0.80	294	17.9	259	329
2	0.50	212	15.3	182	242
1.25	0.2	131	17.9	95.9	166

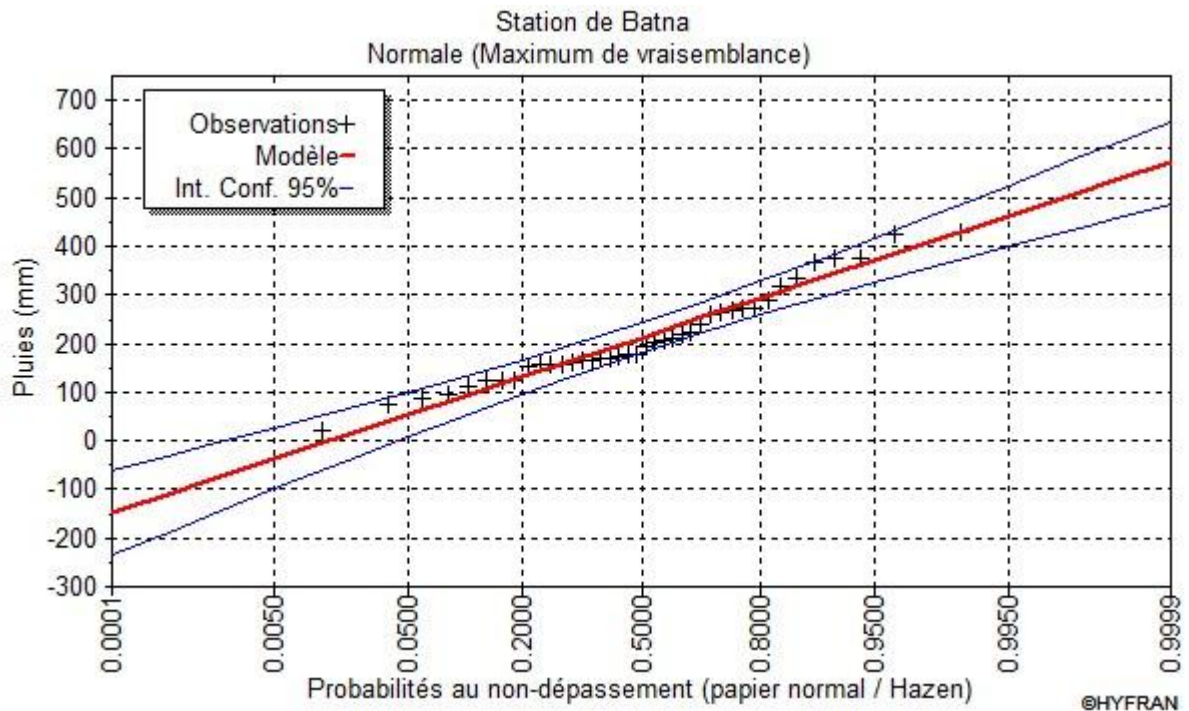


Figure III-4: Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss

III.8 Test de validité d'un ajustement

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

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

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

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

$f(X)$: étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique. La variable aléatoire χ^2 , dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l'expression suivante :

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i} \quad \lambda = K - 1 - P$$

Avec :

P : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition (P=2).

On cherche dans la table de Pearson la probabilité de dépassement correspondante au nombre de degré de liberté, définie ci-dessus par λ

D'après le logiciel HYFRAN, on obtient les résultats suivants:

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 13.20 \quad \gamma = 5$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 11.0705$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 13.20 > \chi^2_{\text{théorique}} = 11.0705$$

Donc l'ajustement est inacceptable

On refaire le travail avec la loi log-normal (GALTON)

Tableau III -8: Ajustement des pluies annuelles à la loi-log normale

T = 1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)			
T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
100	0.99	687	118	456 917
50	0.98	590	92.4	409 771
20	0.95	470	63.9	344 595
10	0.90	383	45.9	294 473
5	0.80	300	30.9	240 361
2	0.50	188	16.5	155 220
1.25	0.2	117	12.1	93.8 141

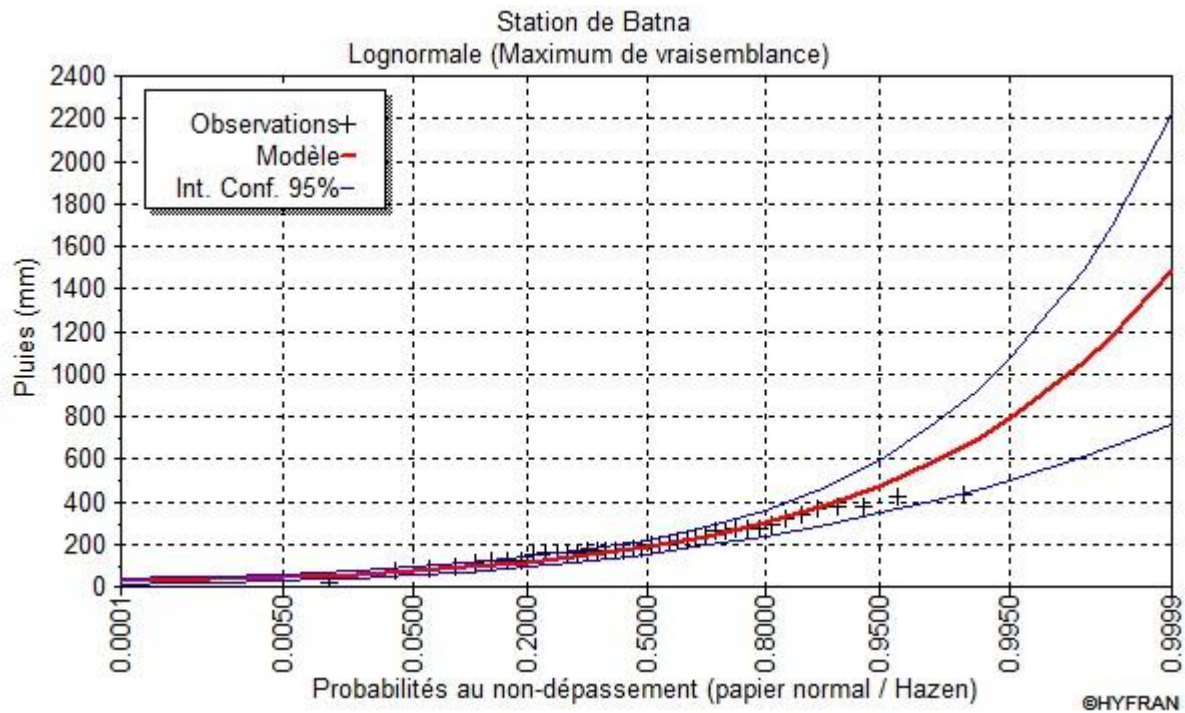


Figure III-5: Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss

➤ **Test de Khi carré pour la loi de Galton**

- ✓ On calcule $\chi^2_{\text{calculé}}$.
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté γ .
- ✓ On détermine $\chi^2_{\text{théorique}}$ 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 : $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$.

D'après le logiciel HYFRAN on a obtenu les résultats suivants:

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 8.40 \quad \gamma = 5$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 11.0705$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = \mathbf{8.40} < \chi^2_{\text{théorique}} \mathbf{11.0705}$$

D'après le test de Khi carré, la loi log-Normale s'ajuste mieux aux pluies annuelles par rapport à la loi normale. Les résultats de log normal

D'après le test de Khi carré, la loi log-Normale s'ajuste mieux aux pluies annuelles par rapport à la loi normale.

III.9 Détermination de l'année de calcul

Puisque la loi log-normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région.

L'estimation de l'année sèche de fréquence 80%; on utilise la formule suivante :

$$P_{sec80\%} = P_{moy \text{ de chaque mois}} \times \frac{1}{1 - 0.62^i}$$

Avec : i : mois

On déduire les résultats suivants :

$P_{théorique \ 80\%} = 117 \text{ mm.}$

$P_{théorique \ 50\%} = 188 \text{ mm.}$

$P_{moy80\%} = 0.62 P_{moy \text{ mensuelle}}$

Tableau III -9: pluviométrie moyenne pour chaque mois en (mm)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avri	Mai	Juin	juil.	Aou	sept	Oct	nov	déc.
P_{moy}	24,44	17,91	22	21,28	24,44	11,655	3,08	9,078	21,35	17,82	16,38	20,14
$P_{moy80\%}$	15,15	11,10	13,64	13,19	15,15	7,23	1,91	5,636	13,24	11,05	10,166	12,49

III.10 Conclusion

Le plateau de chemora qui est la zone du projet de notre étude recèle des potentialités hydriques importantes.

Dans ce chapitre, nous avons présenté les principales caractéristiques hydrologiques du périmètre d'étude et estimé les pluies mensuelles de l'année de calcul qui seront la base de dimensionnement de notre périmètre d'irrigation.

CHAPITRE IV : ETUDE DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

IV.1 Introduction

Les besoins quantitatifs en eau d'irrigation pour la production végétale doivent être prévus avec précision quand on identifie les futurs projets d'irrigation et analyse leur rentabilité.

il faut pouvoir s'orienter parmi les méthodes de précision dont l'application et le mode d'utilisation le plus rationnel des ressources en eau disponible pour l'irrigation

IV.2 Les besoins en eau d'une culture

Les besoins en eau d'irrigation représentent le volume et la fréquence des applications d'eau nécessaire pour compenser les déficits, en eau du sol pendant le cycle végétatif d'une culture donnée.

Pour calculer les besoins d'irrigation par période mensuelle il faut avoir en possession les variables qui composent le bilan hydrique au niveau du périmètre d'irrigation :

- Les besoins en eau maximum de chaque culture (ETM)
- Précipitation efficace (Pe)
- La fraction de réserve facilement utilisable du sol (x.RFU)
- La contribution effective de l'eau du sol apportée à la zone racinaire des plantes par la nappe phréatique

IV.2 -1 Evapotranspiration maximale ou de culture (ETM)

S'obtient en multipliant l'évapotranspiration standard par le coefficient cultural.

$$ETM = ETo * Kc$$

ETo : représente l'évapotranspiration standard (de référence)

Kc : le coefficient cultural.

L'évapotranspiration de référence (ETo) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence, de sorte que le taux d'évapotranspiration (mm /j) représente les conditions climatique locales.

Pour prédire l'évapotranspiration de référence on utilise des méthodes basées sur des variables climatiques, parmi les plus communiquement employées sont:

- Méthodes du lysimètre
- Méthodes des stations expérimentales
- Méthodes directes de l'évaporation
- Méthodes empiriques

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

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

Sur la base des résultats de plusieurs études, la consultation d'experts menée par la FAO sur les méthodologies d'estimation des Besoin en eau des cultures, a conduit à recommander la méthode de Penman Monteith modifiée comme méthode privilégiée d'estimation de ETo (Bulletin F.A.O, N° 30).

La formule de Penman est la meilleure manière d'estimation de l'ETP sous tous les climats. Son seul inconvénient est qu'elle nécessite un nombre important d'informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.

- La formule de Penman-Monteith modifiée se présente comme suit:

$$ETo = C \times [w \times Rn + (1 - w) \times F (u) \times (ea - ed)]$$

ETo : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm / jour.

w : facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

Rn : rayonnement net d'évaporation équivalente exprimé en mm/ j

F(u) : fonction liée au vent.

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

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

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

C : facteur de correction pour compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence a été effectué à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0, fondé sur la méthode de Mr Penman et Monteith.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les données climatiques mensuelles de la station météorologique: à savoir:

- Les températures moyennes en degré Celsius.
- L'humidité relative de l'air exprimé en (%)
- L'insolation journalière en heure, et la vitesse du vent en m /s

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ETo calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Les résultats trouvés sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau IV .1 : valeurs moyennes mensuelles de l'ETP en mm selon la méthode de Penman-Monteith (2001-2011)

Mois	T min C°	T Max C°	Humidité %	Vent m/s	Insolation heures	ETP mm/jour	ETP mm/mois
Janvier	-0.1	11.5	75	4.6	177	1,44	44,76
Février	0.3	13.8	69	4.9	172	2,12	59,4
Mars	2.9	17.2	62	4.3	212	3,24	97,33
Avril	5.1	19.7	59	4.3	234	3,94	122,34
Mai	10.2	25.9	55	4.1	275	5,53	171,68
Juin	14.5	31.8	46	4.0	310	7,19	215,79
Juillet	16.9	35.2	39	4.2	349	8,25	255,94
Aout	17.2	34.5	43	3.8	323	7,83	235,17
Septembre	14.3	29.3	56	3.4	263	5,14	159,42
Octobre	10.1	24.1	60	3.7	225	3,7	111,17
Novembre	4.9	16.8	67	3.9	191	2,24	67,33
Décembre	1.5	12.0	75	4.4	174	1,49	44,86
Moyenne	16.2	271.2	828	49.56	242.08	48,17	1585,19

Station météo de Batna (2002-2011)

D'après le tableau ci-dessus nous remarquons que les valeurs d'ETP sont variées d'un Mois à un autre durant la période de 10ans. L'examen du tableau ci-dessus nous montre que la valeur mensuelle maximale de l'évaporation est enregistrée au mois de Juillet 216 mm et la valeur mensuelle minimale est enregistrée au mois de Janvier 25 mm.

IV.2.2 Calcul des pluies efficaces

C'est la fraction des pluies totales réellement utilisée par la culture, elle dépend des caractéristiques du sol, et de l'intensité des pluies.

Plusieurs méthodes permettent de calculer ces pluies, mais ici nous retenons la méthode de pourcentage détaillée comme suit :

$$\text{Pluies efficaces (en mm/mois)} = A \times \text{Pluies totales (mm/mois)}$$

Avec :

A : coefficient estimé à 0,8. Les pluies efficaces sont données dans le tableau suivant :

Tableau IV -2 : Calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm.

Mois	Jan	fév	mars	avril	mai	Juin	juil.	aout	sept	Oct	nov	déc.
P_{sec80%}	15,15	11,10	13,64	13,19	15,15	7,23	1,91	5,64	13,24	11,05	10,17	12,49
P_{eff}	12,12	8,88	10,91	10,55	12,12	5,78	1,53	4,51	10,59	8,84	8,13	9,99

IV.2.2 Occupation des sols et choix des cultures

L'occupation future du périmètre est fonction du choix et de la répartition des cultures à y installer.

IV.2.2.1 Choix des cultures à mettre en place

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

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

Pour l'établissement du calendrier cultural adaptable aux diverses conditions régnant dans notre périmètre d'irrigation, nous avons tenu compte :

- De vocation agroalimentaire de la région.
- D'un aperçu sommaire sur les qualifications de la main d'œuvre actuelle dans la conduite des cultures envisagées.

De la disponibilité des moyens de la production.

- De la demande commerciale traduisant les profits des agriculteurs.

Les cultures retenues doivent présenter une combinaison harmonieuse entre elles afin de bien conditionner la réussite technique et financière de notre système de culture. **(in thèse de Aissaoui,1996)**

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

IV.2.2.2 Aptitude culturale

A-La céréaliculture

La superficie cultivée en céréales est la plus importante, elle occupe 43 % de la surface totale enquêtée et cultivée. Les agriculteurs pratiquent le plus souvent la culture de blé dur, soit environ 75% de la surface emblavée. Le reste de la superficie est cultivé en orge.

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

B- Cultures fourragères

Les cultures fourragères s'étendent sur une superficie de 298.72 Ha. Les fourrages verts plus nutritifs et plus énergétiques, tel que le bersim, luzerne, l'avoine, sorgho, maïs, ne sont pas pratiqués d'une part et d'autre part l'élevage bovin est quasiment absent dans les exploitations. Elles sont cultivées généralement au mois de Mars.

C- Arboriculture

L'occupation du sol par l'arboriculture de toutes espèces confondues est de 203.67 Ha. parmi les espèces fruitières rencontrées nous citons, l'oranger et le citronnier, ainsi que l'olivier pour les autres espèces. L'irrigation de l'arboriculture dans la zone d'étude est relativement faible.

D- Cultures maraîchères

Sur l'ensemble des exploitations enquêtées, 20% sont occupées par le maraichage, soit une superficie totale de 271.56 Ha. Ces cultures sont pratiquées généralement en plein champ. Les cultures maraîchères de plein champ pratiquées sont la pomme de terre de saison, le melon, la fléve, le petit pois, le chou-fleur, la carotte, le navet, la tomate, le piment, le poivron. L'importance de la culture de la pomme de terre est suivie par celle de la tomate qui très développée dans l'aire d'étude utilisée à double fins la consommation et l'industrie.

IV.2.2.3 Assolement et rotation des cultures :

Pour mieux valoriser et préserver les ressources du sol, nous avons pris en considération un assolement de cultures maraîchères/céréalières.

La répartition des cultures maraîchères dans le périmètre est détaillée comme suit

Surfaces occupées par les différentes cultures.

Tableau IV.3: Occupation de sol :

Type des cultures	Surface occupée (ha)
Céréales	583.85
Blé	437.89
Orge	145.69
Cultures maraichères	271.56
Tomate	81.47
pomme de terre	81.47
melon	54.31
petit pois	54.31
Fourrages	298.72
Orge en vert fourrager	119.5
avoine fourrager	59.72
sorgho fourrager	119.5
Arboriculture	203.67
pommier	50.92
abricotier	81.47
Olivier	71.28
surface totale	1357.7

Tableau IV.4 : Cycle végétatif des cultures

	Culture	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aout
Céréales	Blé				←							→	
	Orge				←							→	
Cultures maraichères	Tomate							←				→	
	Pomme de terre	←				→							←
	piment							←					→
	Petit pois				←					→			
Fourrages	Orge en vert												
	Sorgho fourrager							←				→	
	L'avoine	←											→
Arboriculture	Pommier	←											→
	Abricotier	←											→
	Olivier	←											→

IV.3 Détermination des Besoins en eau des cultures

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

$$B = ETP - (Pe_{ff} + RFU)$$

Avec :

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

E.T.P : évapotranspiration (mm /j)

Pe_{ff} : est la pluie efficace

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

$$RFU = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Da \cdot Z$$

Avec :

H_{cc} : humidité à la capacité au champ ;

H_{pf} : humidité au point de flétrissement ;

Y : degré de tarissement ;

Da : densité apparente ;

Z : profondeur d'enracinement mm ;

Les coefficients culturaux des cultures de notre périmètre sont détaillés comme suit

Tableau IV .5 :Coefficients culturaux

culture	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Orge / Blé	0.00	0.00	0.00	0.70	0.85	0.95	1.05	1.05	1.05	0.60	0.00	0.00
Tomates	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.80	1.05	0.75	0.00	0.00
Pomme de terre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.95	0.95	0.70	0.50	0.00	0.00
melon	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.75	0.75	1.05	1.05
Petit pois	1,2	1,4	1,4	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0,95
Orge en vert	0	0,75	0,85	1,05	0,9	0,75	0,6	0	0	0	0	0
vesce avoine	0,6	0.90	1.00	0,95	0,8	0,8	0	0	0	0	0	0
Sorgho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.75	0.95	1.00	1.00	0.00
Olivier	0.70	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75
pommier	0.7	0.8	0.8	0.8	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.7	0.7	0.7
Abricotier	0.70	0.8	0.8	0.8	0,85	0.85	0.9	0.9	0.75	0.7	0.7	0.7

IV.4 Détermination des besoins bruts

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

Tableau IV -6: Calcul des besoins en eau du Blé.

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ET0(mm/j)	Kc	Besoin bruts (mm)
Septembre	13,24	10,59	159,42	0	0
Octobre	11,05	8,84	111,17	0	0
Novembre	10,17	8,13	67,33	0	0
Décembre	12,49	9,99	44,86	0,7	0
Janvier	15,15	12,12	44,76	0,85	11,58
Février	11,1	8,88	59,4	0,95	36,93
Mars	13,64	10,91	97,33	1,05	99,95
Avril	13,19	10,55	122,34	1,05	132,75
Mai	15,15	12,12	171,68	1,05	216,92
Juin	7,23	5,78	215,79	0,6	165,67
Juillet	1,91	1,53	255,94	0	0
Août	5,64	4,51	235,17	0	0

Tableau IV -7: Calcul des besoins en eau de l'orge

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ET0(mm/j)	Kc	Besoin bruts (mm)
Septembre	13,24	10,59	159,42	0	0
Octobre	11,05	8,84	111,17	0	0
Novembre	10,17	8,13	67,33	0	0
Décembre	12,49	9,99	44,86	0.7	0
Janvier	15,15	12,12	44,76	0,85	11,58
Février	11,1	8,88	59,4	0,95	36,93
Mars	13,64	10,91	97,33	1.05	99,95
Avril	13,19	10,55	122,34	1.05	132,75
Mai	15,15	12,12	171,68	1.05	216,92
Juin	7,23	5,78	215,79	0.6	165,67
Juillet	1,91	1,53	255,94	0	0
Août	5,64	4,51	235,17	0	0

Tableau IV -8 : Calcul des besoins en eau de la tomate

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ET0(mm/j)	Kc	Besoin bruts (mm)
Septembre	13,24	10,59	159,42	0.00	0
Octobre	11,05	8,84	111,17	0.00	0
Novembre	10,17	8,13	67,33	0.00	0
Décembre	12,49	9,99	44,86	0.00	0
Janvier	15,15	12,12	44,76	0.00	0
Février	11,1	8,88	59,4	0.00	0
Mars	13,64	10,91	97,33	0.50	28,57
Avril	13,19	10,55	122,34	0.80	91,97
Mai	15,15	12,12	171,68	1.05	216,92
Juin	7,23	5,78	215,79	0.75	208,82
Juillet	1,91	1,53	255,94	0.00	0
Août	5,64	4,51	235,17	0.00	0

Tableau IV -9: Calcul des besoins en eau de la pomme de terre (de saison).

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ET0(mm/j)	Kc	Besoin bruts (mm)
Septembre	13,24	10,59	159,42	0.00	0
Octobre	11,05	8,84	111,17	0.00	0
Novembre	10,17	8,13	67,33	0.00	0
Décembre	12,49	9,99	44,86	0.00	0
Janvier	15,15	12,12	44,76	0.00	0
Février	11,1	8,88	59,4	0.75	21,0853333
Mars	13,64	10,91	97,33	0.95	73,642
Avril	13,19	10,55	122,34	0.95	116,436
Mai	15,15	12,12	171,68	0.70	136,8
Juin	7,23	5,78	215,79	0.50	136,894667
Juillet	1,91	1,53	255,94	0.00	0
Août	5,64	4,51	235,17	0.00	0

Tableau IV -10: Calcul des besoins en eau du la petits pois.

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ET0(mm/j)	Kc	Besoin bruts (mm)
Septembre	13,24	10,59	159,42	0	0
Octobre	11,05	8,84	111,17	0	0
Novembre	10,17	8,13	67,33	0	0
Décembre	12,49	9,99	44,86	0,95	0
Janvier	15,15	12,12	44,76	1,2	32,47
Février	11,1	8,88	59,4	1,4	72,57
Mars	13,64	10,91	97,33	1,4	145,37
Avril	13,19	10,55	122,34	2,15	312,18
Mai	15,15	12,12	171,68	0	0
Juin	7,23	5,78	215,79	0	0
Juillet	1,91	1,53	255,94	0	0
Août	5,64	4,51	235,17	0	0

Tableau IV -11: Calcul des besoins en eau du melon.

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ET0(mm/j)	Kc	Besoin bruts (mm)
Septembre	13,24	10,59	159,42	1,45	0
Octobre	11,05	8,84	111,17	1	0
Novembre	10,17	8,13	67,33	0,85	0
Décembre	12,49	9,99	44,86	0	0
Janvier	15,15	12,12	44,76	0	0
Février	11,1	8,88	59,4	0	0
Mars	13,64	10,91	97,33	0	0
Avril	13,19	10,55	122,34	0	21,8
Mai	15,15	12,12	171,68	0	148,24
Juin	7,23	5,78	215,79	1,05	208,82
Juillet	1,91	1,53	255,94	1,05	356,06
Août	5,64	4,51	235,17	1,35	323,60

Tableau IV -12: Calcul des besoins en eau de l' Orge en vert

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ET0(mm/j)	Kc	Besoin bruts (mm)
Septembre	13,24	10,59	159,42	0	0
Octobre	11,05	8,84	111,17	0,75	0
Novembre	10,17	8,13	67,33	0,85	0
Décembre	12,49	9,99	44,86	1,05	0
Janvier	15,15	12,12	44,76	0,9	14,57
Février	11,1	8,88	59,4	0,75	7,75
Mars	13,64	10,91	97,33	0,6	41,55
Avril	13,19	10,55	122,34	0	0
Mai	15,15	12,12	171,68	0	0
Juin	7,23	5,78	215,79	0	0
Juillet	1,91	1,53	255,94	0	0
Août	5,64	4,51	235,17	0	0

Tableau IV -13: Calcul des besoins en eau du sorgho

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ET0(mm/j)	Kc	Besoin bruts (mm)
Septembre	13,24	10,59	159,42	0.00	0
Octobre	11,05	8,84	111,17	0.00	0
Novembre	10,17	8,13	67,33	0.00	0
Décembre	12,49	9,99	44,86	0.00	0
Janvier	15,15	12,12	44,76	0.00	0
Février	11,1	8,88	59,4	0.00	0
Mars	13,64	10,91	97,33	0.50	0
Avril	13,19	10,55	122,34	0.75	83,81
Mai	15,15	12,12	171,68	0.95	194,03
Juin	7,23	5,78	215,79	1.00	280,75
Juillet	1,91	1,53	255,94	1.00	339
Août	5,64	4,51	235,17	0.00	0

Tableau IV -14: Calcul des besoins en eau de l'avoine

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ET0(mm/j)	Kc	Besoin bruts (mm)
Septembre	13,24	10,59	159,42	0,6	0
Octobre	11,05	8,84	111,17	0.90	0
Novembre	10,17	8,13	67,33	1.00	0
Décembre	12,49	9,99	44,86	0,95	0
Janvier	15,15	12,12	44,76	0,8	8,6
Février	11,1	8,88	59,4	0,8	11,71
Mars	13,64	10,91	97,33	0	0
Avril	13,19	10,55	122,34	0	0
Mai	15,15	12,12	171,68	0	0
Juin	7,23	5,78	215,79	0	0
Juillet	1,91	1,53	255,94	0	0
Août	5,64	4,51	235,17	0	0

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

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ET0(mm/j)	Kc	Besoin bruts (mm)
Septembre	13,24	10,59	159,42	0.70	133,15
Octobre	11,05	8,84	111,17	0.65	63,13
Novembre	10,17	8,13	67,33	0.65	22,77
Décembre	12,49	9,99	44,86	0.65	0
Janvier	15,15	12,12	44,76	0.65	0
Février	11,1	8,88	59,4	0.65	0
Mars	13,64	10,91	97,33	0.65	0
Avril	13,19	10,55	122,34	0.65	67,50
Mai	15,15	12,12	171,68	0.75	148,25
Juin	7,23	5,78	215,79	0.75	208,82
Juillet	1,91	1,53	255,94	0.75	253,69
Août	5,64	4,51	235,17	0.75	229,54

Tableau IV -16: Calcul des besoins en eau de l'abricotier

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ET0(mm/j)	Kc	Besoin bruts (mm)
Septembre	13,24	10,59	159,42	0.70	133,15
Octobre	11,05	8,84	111,17	0.8	85,37
Novembre	10,17	8,13	67,33	0.8	0
Décembre	12,49	9,99	44,86	0.8	0
Janvier	15,15	12,12	44,76	0,85	0
Février	11,1	8,88	59,4	0.85	0
Mars	13,64	10,91	97,33	0.9	80,49
Avril	13,19	10,55	122,34	0.9	108,28
Mai	15,15	12,12	171,68	0.75	148,25
Juin	7,23	5,78	215,79	0.7	194,44
Juillet	1,91	1,53	255,94	0.7	236,63
Août	5,64	4,51	235,17	0.7	213,86

Tableau IV -17: Calcul des besoins en eau de la pommier

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ET0(mm/j)	Kc	Besoin bruts
Septembre	13,24	10,59	159,42	0.7	133,15
Octobre	11,05	8,84	111,17	0.8	85,37
Novembre	10,17	8,13	67,33	0.8	36,23
Décembre	12,49	9,99	44,86	0.8	0
Janvier	15,15	12,12	44,76	0.85	0
Février	11,1	8,88	59,4	0.85	0
Mars	13,64	10,91	97,33	0.85	0
Avril	13,19	10,55	122,34	0.85	100,12
Mai	15,15	12,12	171,68	0.85	171,14
Juin	7,23	5,78	215,79	0.7	194,44
Juillet	1,91	1,53	255,94	0.7	236,63
Août	5,64	4,51	235,17	0.7	213,86

IV.5 Calcul du débit caractéristique

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale, il est calculé :

$$\text{————— (l/s/ha)}$$

Bnet : besoin net du mois de pointe en mm/mois.

Ni : nombre des heures d'irrigation=24h

Nj : nombre de jours du mois de pointe =30 jours

Ei : Efficience d'irrigation≈75%

Tableau IV-18 : Récapitulatif des besoins bruts totaux des cultures

Désignation	Pourcentage d'occupation	Besoins mensuel (mm)												Total
		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	
Blé	437.89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,28	132,75	216,92	165,67	0,00	0,00	0,00	519,62
Orge	145.69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,28	132,75	216,92	165,67	0,00	0,00	0,00	519,62
Tomate	81.31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,57	91,97	216,92	208,82	0,00	0,00	546,28
P. terre	81.47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,09	73,64	116,44	136,80	136,89	0,00	0,00	484,86
Petit pois	54.31	0,00	0,00	0,00	0,00	32,47	72,57	145,37	312,18	0,00	0,00	0,00	0,00	562,59
melon	54.31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,80	148,24	208,83	356,06	323,60	1058,53
Orge en vert	119.5	0,00	0,00	0,00	0,00	14,57	7,75	41,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	63,87
Avoine	59.72	0,00	0,00	0,00	0,00	8,60	11,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,31
Sorgho	119.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	83,81	194,03	280,75	339,00	0,00	897,59
Abricotier	50.92	133,15	85,37	0,00	0,00	0,00	0,00	80,49	108,28	148,25	194,44	236,63	213,86	1200,47
Pommier	81.47	133,15	85,37	36,23	0,00	0,00	0,00	0,00	100,12	171,14	194,44	236,63	213,86	1170,94
Olivier	71.28	133,15	63,13	22,77	0,00	0,00	0,00	0,00	67,50	148,25	208,82	253,69	229,54	1126,85
Total	3857.7	399,45	233,87	59,00	0,00	55,64	121,68	635,12	1335,94	1494,97	1432,99	1422,01	980,86	8171,53

Tableau IV-19 : Récapitulatif des débits spécifique des cultures

Désignation	Débit spécifique(l/s/ha)												Max
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	
Blé	0	0	0	0	0	0	0,14	0,51	0,84	0,64	0	0	0,84
Orge	0	0	0	0	0	0	0,14	0,51	0,84	0,64	0	0	0,84
Tomate	0	0	0	0	0	0	0,11	0,35	0,84	0,81	0	0	0,84
P. terre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,34	0,45	0,53	0,97	0,00	0,00	0,97
Petit pois	0,92	0,67	0,35	0,33	0	0	0	0	0	0	0	1,13	1,13
melon	0,68	0	0	0	0	0	0	0,29	0,57	0,81	1,37	1,25	1,37
Orge en vert	0	0,30	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,30
Avoine	0,43	0,39	0,24	0,10	0	0,18	0	0	0	0	0	0	0,43
Sorgho	0	0	0	0	0	0	0	0,32	0,66	1,08	1,31	0	1,31
Abricotier	0,51	0,33	0,14	0	0	0	0	0,42	0,57	0,75	0,91	0,83	0,91
Pommier	0,51	0,33	0,14	0	0	0	0	0,39	0,66	0,75	0,91	0,83	0,91
Olivier	0,51	0,24	0,09	0	0	0	0	0,26	0,57	0,81	0,98	0,89	0,98

D'après le tableau IV.18, les besoins de pointe correspondent au mois de juillet, soient donc **1494,97mm/mois**

Le débit spécifique calculé est très important, il est de **7.69 l/s/ha**, ce débit dépasse les normes (1.5 l/s/ha), ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement.

Dans ce cas, on a deux méthodes pour estimer le débit spécifique :

- Prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures ;
- Prendre en considération le débit spécifique de la culture la plus exigeante ;

Dans notre cas, le débit spécifique est celui du melon, il est de : **Qs =1.37 l/s/ha**, est inférieur à 1,5 l/s/ha donc le choix de ce débit reste valable.

➔ Mais dans notre cas on prend la moyenne des débits max des cultures (la surface est très grande 1357.7 ha) donc :

$$\text{Moy}_{\text{débits}} = 0.96 \text{ l/s/ha}$$

IV.5.1 Evaluation du débit caractéristique

Le calcul des débits caractéristiques permet de définir le débit maximum que le système de desserte aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle, déterminé en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile, voir la formule suivante :

$$Q_{\text{car}} = q_s \cdot S$$

qs : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)

S : la superficie totales à irriguer = 1357.7 ha

$$Q_{\text{car}} = q_s \cdot S = 0.96 \cdot 1357.7 = 1299,69 \text{ l/s} = 1.3 \text{ m}^3/\text{s}$$

IV.6 Estimation des besoins en eau totaux du périmètre

La connaissance des volumes totaux d'irrigation est indispensable, elle permet de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage.

Étant donné, que nous avons pris en considération un assolement, nous avons calculé les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant, en plus des besoins de l'arboriculture (hors assolement).

Tableau IV.20 : Résultats des besoin brut

culture	Superficies en ha	Besoins en eau net (mm)	Besoins en eau brut (m ³ /ha)	Besoins brut totaux (m ³)
Cere	583.58			
Blé	437.89	519,62	5196,09	2275315.85
orge	145.69	519,62	5196,09	757018.35
marichaire	271.56			
tomate	81.47	546,28	6010,14	489646.1
Pomme de terre	81.47	650,46	5999,46	488776
Petits pois	51.31	562,59	5798,08	297499.5
melon	51.31	1058,53	12880,64	660905.64
forageres	298.72			
Orge vert	119.5	63,87	1876,09	224192.75
avoine	59.72	897,59	8747,05	522373.83
sorgho	119.5	20,31	203,09	24269.25
Arboriculture	203.67			
pommier	50.92	1126,85	15024.66	765055.68
abricotier	81.47	1200,47	16006.62	1304059.33
olivier	71.28	1170,94	15612.52	1112860.42
			total	8897703,45

D'après le tableau précédent, on remarque que le volume total des besoins en eau des cultures de notre périmètre est de 8897703.45m³.

Le volume régularisé du barrage de Beni haroun (580 Hm³) et le volume véhiculé par la conduite de transfert est de 186.9 Hm³ dépassent nettement les besoins en eau, ce qui représente un atout considérable pour le développement de l'irrigation dans le périmètre de chemora

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé les besoins en eau des cultures, ce qui nous a permis d'atteindre deux objectifs principaux :

- D'abord l'estimation du débit spécifique de notre périmètre, et cela vu les principales spéculations agricoles et les contraintes agronomiques, ce qui a permis de calculer le débit spécifique en tenant compte de la culture la plus exigeante. Pour l'élaboration des arrosages, il faudra suivre un planning quotidien des irrigations pour diminuer la demande en eau et satisfaire l'ensemble des besoins en eau des cultures.

- L'estimation des volumes d'eau d'irrigation nécessaires du périmètre. En définitif, il faudra prévoir une disponibilité annuelle brute d'environ 8655926.32m^3 d'eau d'irrigation, qui permettra aux agriculteurs de d'intensifier et de diversifier leurs cultures.

Chapitre V : Etude du système d'adduction

V.1 Introduction

Le périmètre de Chemora présente une superficie totale de 16000 hectares, est divisé en 3 secteurs, le secteur 3 de surface de 1357,8 ha, concerne notre étude, Actuellement, ce périmètre est cultivé en espèces céréalières, fourragés et arboricoles,

Le choix de la méthode d'irrigation dépend d'un grand nombre de facteurs techniques, économiques, et sociologiques

- Les facteurs techniques incluent :
- Le type de culture, le type de sol, la topographie et la qualité de l'eau,
- Les facteurs socio-économiques incluent :

La structure des exploitations, les coûts d'investissement, les frais de fonctionnement et d'entretien et les disponibilités en main d'œuvre,

Cependant, en règle générale, le choix définitif de la méthode d'irrigation au niveau de l'exploitation sera fait par chaque exploitant en tenant compte des facteurs technico- économiques.

V.2 Description des différents modes d'irrigation

Les principaux modes d'irrigation sont :

1. Irrigation de surface.
2. Irrigation par aspersion.
3. Irrigation par goutte goutte.

V.3 Choix du mode d'irrigation

La technique que nous choisirons, doit être plus au moins bien adaptée aux différents contextes agronomique et socio- économiques, caractérisant notre projet,

Il est prévu que le choix se fera principalement entre

- Irrigation de surface.
- Irrigation localisé (par asperseur et par goutte à goutte).

V.4 Schéma d'aménagement

V.41 présentation de la variante :

Pour l'élaboration d'un plan d'irrigation du périmètre de Chemora, nous avons établi deux variantes d'adduction : une irrigation directe à partir d'un piquage, la deuxième variante consiste à alimenter le périmètre avec pompage.

Variante : Irrigation directe à partir d'un piquage :

Le périmètre d'irrigation de Chemora sera desservi à partir d'un piquage P1 d'une conduite de transfert de Diamètre 2400 mm, Ce piquage va alimenter directement les bornes d'irrigation à partir d'une conduite principale.

L'implantation d'un brise charge sur le point de piquage « P1 » est indispensable afin de réduire la pression de 25 bars à 8 bars pour assurer une pression qui ne dépasse pas les huit (8) bars au niveau des conduites.

V.5 Les îlots d'irrigation

V.5.1. Définition :

L'îlot d'irrigation décrit l'unité hydro-agricole alimentée par des bornes d'irrigation (une ou plusieurs sa dépend de la surface des parcelles et des îlots), ces dernières doit être constituées d'une ou plusieurs prises (1 à 4) d'irrigation, en aval de Prise, la gestion est à la charge de l'exploitant.

Chaque borne aura pour rôle :

- laisser passer ou arrêter le débit,
- Régler ce débit, ou plus exactement le limiter au module,
- Régler la pression

V.5.2 Découpage du périmètre en îlots d'irrigation

Dans notre cas nous avons prend sous-secteur 10 avec le découpage réel des parcelles en respectant les limites de chaque exploitant privé, Le nombre de parcelle total est de 141 Parcelles d'une superficie de 1357,7Ha.

La position de chaque borne résulte d'un compromis entre l'intérêt économique qu'il y a à limiter le nombre de bornes et le désir d'une utilisation facile par l'agriculteur.

V.5.3 Trace du réseau d'irrigation :

Une fois établi le plan de bornage il s'agit de relier le plus économiquement possible les différentes bornes.

Le tracé défini à pour objectif de suivre quasi-systématiquement les limites séparant les parcelles d'exploitation sans pour autant gêner les travaux culturaux à l'intérieur, La méthode mise en œuvre pour la réalisation du tracé, comprend trois phases successives :

1^{er} phase: Trace par proximité :

Nous recherchons tout d'abord le tracé de longueur minimum ayant pour sommets les seules bornes du réseau, On utilise à cette fin une adaptation d'une simple loi de proximité (Algorithme de Sollin) qui permet de passer d'un sous réseau de "n- 1" borne à un réseau de " n " bornes par adjonction extérieure au sous réseau initial.

2^{eme} phase: Tracé à 120° :

Le "tracé à 120 degrés" améliore le tracé précédent en créant de nouveaux sommets du tracé, distincts des bornes.

3^{eme} phase: Tracé économique:

Il s'agit, après détermination des diamètres des canalisations, de corriger le tracé du réseau car nous avons intérêt à raccourcir la longueur des conduites de diamètre important, quitte à augmenter la longueur de celles de petit diamètre, Les angles aux points de jonction seront ainsi quelque peu modifiés.

Pour notre périmètre, le choix du tracé est basé sur les critères suivants :

- Choisir le plus court et le plus économique des tracés,
- Le tracé suit les limites des parcelles set les pistes d'exploitation.

V.5.4 Calcul des débits des ilots

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures, Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale, Ce débit a été évalué (chapitre 4) à :

$$q_s = 0,96 \text{ l/s/ha}$$

Le débit de chaque borne pouvant desservir un ilot est formulé comme suit :

$$Q_b = q_s, S$$

Telle que :

Q_b = Débit caractéristique de chaque ilot (l/s)

q_s = Débit spécifique moyen (l/s/ha)

S = Superficie de l'ilot (ha)

Tableau V.1 : Les débits au niveau de chaque ilot :

N° de l'ilot d'irrigation	Superficie (ha) de l'ilot	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle projetée	débit des parcelles l/S	débit brut de la borne L/S	
1	25,51	A785	1,24	1,19	3,27	
		A783	2,17	2,08		
		A781	2,15	2,07		
		A780	6,74	6,47	8,54	
		A766	0,82	0,79		
		A765	5,79	5,56	6,35	
		A764	1,53	1,47		
		A742	0,87	0,83	2,3	
		A741	3,47	3,33		
		A744	9,99	9,59	18,92	
		A743	6,26	6,00		
2	32,03	A748	4,00	3,84	6,09	
		A753	2,35	2,25		
		A746	1,42	1,36	13,09	
		A745	8,46	8,12		
		A749	3,76	3,61	20,42	
		A752	21,27	20,42		
		A756	4,41	4,23	9,84	
		A750	2,69	2,58		
A755	3,15	3,03				
3	30,84	A754	5,31	5,09	9,92	
		A757	1,54	1,48		
		A758	1,72	1,65		
		A779	1,77	1,70		
		A761	10,93	10,50	17,75	
		A760	2,56	2,45		
		A762	5,00	4,80	11,17	
		A763	7,25	6,96		
		A488	2,22	2,13		
		A487	2,17	2,08	8,75	
	A490	2,22	2,13			
	A489	6,90	6,62			
	14,12	14,12	A477	8,86	8,51	16,18
			A478	1,27	1,22	
			A479	6,72	6,45	
A480			1,91	1,84	5,62	
A481			3,46	3,32		
A482			0,48	0,46		
4	27,61	A485	1,45	1,39	5,86	
		A484	1,25	1,20		
		A486	3,41	3,27		
		A470 ₂	6,91	6,64	10,07	
		A468	3,57	3,43		
		A470 ₁	11,66	11,19	11,19	
		A451	8,52	8,18	15,5	
		A454	2,77	2,66		
A453	4,86	4,66				

N° de l'ilot d'irrigation	Superficie (ha) de la parcelle	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle projetée	débit des parcelles l/S	débit brut de la borne L/S		
5	30,25	A473	5,48	5,26	9,74		
		A471	4,66	4,48			
		A476	2,20	2,11			
				A475	4,84	4,65	10,17
				A474	3,55	3,41	
				A255	2,52	2,42	10,86
				A456	2,91	2,79	
				A455	5,89	5,65	
				A449	16,58	15,92	15,92
6	35,05	A248	5,02	4,82	15,42		
		A251 ₁	8,35	8,01			
		A249	2,70	2,59			
				A252	5,52	5,29	11,39
				A251 ₂	6,35	6,10	
				A472	13,30	12,77	12,77
				A464	1,99	1,91	3,98
				A467	2,15	2,07	
				A246	10,98	10,54	10,54
7	28,38	A463	1,22	1,17	8,61		
		A462	1,69	1,62			
		A460	6,06	5,82			
	47,92	A240	1,93	1,85	4,15		
		A239	1,09	1,05			
		A238	1,30	1,25			
				A241 ₁	8,18	7,86	7,86
				A241 ₂	11,87	11,39	11,39
				A464	1,99	1,91	5,28
				A467	2,15	2,07	
				A466	1,35	1,30	
				A459	5,27	5,06	5,06
				A461	4,21	4,04	11,08
				A237	7,33	7,04	
				A231	1,83	1,76	8,97
				A230	7,51	7,21	
				A219	8,14	7,81	11,56
				A220	1,66	1,59	
		A221	2,25	2,16			
8	30,2	A222	1,91	1,84	6,1		
		A223	4,44	4,26			
				A226	7,11	6,82	13,78
				A259	7,25	6,96	
				A244	1,87	1,79	8,98
				A245	7,49	7,19	
				A243	6,58	6,31	6,31
				A242	3,06	2,93	7,11
				A227	4,36	4,18	
		A263	4,50	4,32	4,32		

N° de l'ilot d'irrigation	Superficie (ha) de la parcelle	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle projetée	débit des parcelles l/S	débit brut de la borne L/S
9	39,55	A274	6,99	6,72	20,97
		A272	5,92	5,68	
		A273	8,92	8,57	
		A208	22,66	21,75	21,75
		A209	2,25	2,16	5,31
		A211	1,67	1,61	
		A256	1,61	1,54	
		A210	2,33	2,24	4,65
		A275	2,51	2,41	
		A258	4,18	4,01	4,01
A284	4,55	4,37	4,37		
10	31,98	A280	7,01	6,73	13,49
		A281	7,04	6,76	
		A288	3,55	3,41	3,41
		A285	4,82	4,63	7,15
		A287	2,62	2,52	
		A196	1,90	1,82	1,82
		A197	7,49	7,19	9,81
		A198	2,73	2,62	
		A291	0,98	0,94	2,45
		A293	1,58	1,51	
		A290	10,52	10,10	10,10
		A299	4,82	4,63	7,86
		A300	3,36	3,23	
11	119,08	A295	8,88	8,52	8,52
		A308	4,84	4,65	11,12
		A306	6,74	6,47	
		A270	20,73	19,90	19,9
		A269 ₁	14,47	13,89	13,89
		A791	29,15	27,99	27,99
		A179 ₂	24,12	23,16	23,16
		A178	24,18	23,22	23,22
		A194 ₁	23,04	22,12	22,12
		A194 ₂	27,35	26,26	26,26
A190	7,98	7,66	7,66		
12	84,25	A303	18,28	17,55	17,55
		A307	13,41	12,87	12,87
		A316	15,26	14,65	14,65
		A302	7,98	7,66	7,66
		A177	11,08	10,64	24,98
		A195	14,94	14,34	
		A189	39,93	38,33	38,33
		A319	3,97	3,81	14,01
A321	10,63	10,20			

N° de l'ilot d'irrigation	Superficie (ha) de l'ilot	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle projetée	débit des parcelles l/s	débit brut de la borne L/S
13	106,5	A172	64,83	62,24	62,24
		A171	48,61	46,67	46,67
		A317	28,11	26,98	26,98
		A318	29,70	28,51	28,51
		A174	49,04	47,08	47,08
		A307	13,73	13,18	13,18
		A316	15,26	14,65	14,65
		A269	16,22	15,58	15,58
		A306	12,78	12,27	12,27
		A268	10,71	10,28	13,83
		A266	3,70	3,55	

V.5-Choix du type de borne :

Le choix de la borne dépend de la surface :

- Pour les surfaces $S \leq 10ha$ on prend la Borne à deux prises
- Pour les surfaces $S \geq 15ha$ on prend la Borne à quatre prises

V.5.1-Choix de diamètre de la borne :

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

Tableau V,2 : Choix du diamètre de la borne,

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 8$ l/s	D= 65mm
$8 < Q < 20$ l/s	D= 100mm
$20 < Q < 25$ l/s	D= 150mm
$Q > 25$ l/s	D= 200mm

V.5.2-Calcul des débits aux bornes :

$$Q_b = q \times S$$

Avec :

q= débit spécifique (l/s/ha)

S=Superficie (ha)

Tableau V.2 calculer les débits des bornes :

N° de la borne	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle projetée	débit des prises/S	Débit de bornes	Di amètre de la borne
1	A785	1,24	1,19	3,27	65
	A783	2,17	2,08		
2	A781	2,15	2,07	8,54	65
	A780	6,74	6,47		
3	A766	0,82	0,79	6,35	65
	A765	5,79	5,56		
4	A764	1,53	1,47	2,3	65
	A742	0,87	0,83		
5	A741	3,47	3,33	18,92	100
	A744	9,99	9,59		
	A743	6,26	6,00		
6	A748	4,00	3,84	6,09	65
	A753	2,35	2,25		
7	A746	1,42	1,36	13,09	100
	A745	8,46	8,12		
	A749	3,76	3,61		
8	A752	21,27	20,42	20,42	100
9	A756	4,41	4,23	9,84	65
	A750	2,69	2,58		
	A755	3,15	3,03		
10	A754	5,31	5,09	9,92	65
	A757	1,54	1,48		
	A758	1,72	1,65		
	A779	1,77	1,70		
11	A761	10,93	10,50	17,75	100
	A760	2,56	2,45		
	A762	5,00	4,80		
12	A763	7,25	6,96	11,17	65
	A488	2,22	2,13		
	A487	2,17	2,08		
13	A490	2,22	2,13	8,75	65
14	A477	8,86	8,51		100
	A478	1,27	1,22		
	A479	6,72	6,45		
15	A480	1,91	1,84	5,62	65
	A481	3,46	3,32		
	A482	0,48	0,46		

N° de la borne	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle projetée	débit des prises/S	Débit de bornes	Diamètre de la borne
16	A485	1,45	1,39	5,86	65
	A484	1,25	1,20		
	A486	3,41	3,27		
17	A470 ₂	6,91	6,64	10,07	65
	A468	3,57	3,43		
18	A470 ₁	11,66	11,19	11,19	65
19	A451	8,52	8,18	15,5	100
	A454	2,77	2,66		
	A453	4,86	4,66		
20	A473	3,41	3,27	9,74	65
	A471	5,48	5,26		
21	A476	4,66	4,48	10,17	65
	A475	2,20	2,11		
	A474	4,84	4,65		
22	A255	3,55	3,41	10,86	65
	A456	2,52	2,42		
	A455	2,91	2,79		
23	A449	5,89	5,65	15,92	100
24	A248	16,58	15,92	15,42	100
	A251 ₁	5,02	4,82		
	A249	2,70	2,59		
25	A252	5,52	5,29	11,39	65
	A251 ₂	6,35	6,10		
26	A472	13,30	12,77	12,77	65
27	A464	1,99	1,91	3,98	65
	A467	2,15	2,07		
28	A246	10,98	10,54	10,54	65
29	A463	1,22	1,17	8,61	65
	A462	1,69	1,62		
	A460	6,06	5,82		

N° de la borne	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle	débit des prises/S	Débit de bornes	Diamètre de la borne
30	A240	1,93	1,85	4,6	65
	A239	1,09	1,05		
	A238	1,30	1,25		
31	A464	8,18	7,86	20,9	65
	A467	11,87	11,39		
	A466	1,99	1,91		
32	A459	5,27	5,06	5,06	65
33	A461	4,21	4,04	11,08	65
	A237	7,33	7,04		
34	A231	1,83	1,76	8,97	65
	A230	7,51	7,21		
35	A219	8,14	7,81	11,56	65
	A220	1,66	1,59		
	A221	2,25	2,16		
36	A222	1,91	1,84	6,1	65
	A223	4,44	4,26		
37	A226	7,11	6,82	13,78	100
	A259	7,25	6,96		
38	A244	1,87	1,79	8,98	65
	A245	7,49	7,19		
39	A243	6,58	6,31	6,31	65
40	A242	3,06	2,93	7,11	65
	A227	4,36	4,18		
41	A263	4,50	4,32	4,32	65
42	A274	6,99	6,72	20,97	100
	A272	5,92	5,68		
	A273	8,92	8,57		
43	A208	22,66	21,75	21,75	100
44	A209	2,25	2,16	5,31	65
	A211	1,67	1,61		
	A256	1,61	1,54		
45	A210	2,33	2,24	4,65	65
	A275	2,51	2,41		
46	A258	4,18	4,01	4,01	65
47	A284	4,55	4,37	4,37	65

N° de la borne	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle	débit des prises/S	Débit de bornes	Diamètre de la borne
48	A280	7,01	6,73	13,49	100
	A281	7,04	6,76		
49	A288	3,55	3,41	3,41	65
50	A285	4,82	4,63	7,15	65
	A287	2,62	2,52		
51	A196	1,90	1,82	1,82	65
52	A197	7,49	7,19	9,81	65
	A198	2,73	2,62		
53	A291	0,98	0,94	2,45	65
	A293	1,58	1,51		
54	A290	10,52	10,10	10,10	65
55	A299	4,82	4,63	7,86	65
	A300	3,36	3,23		
56	A295	8,88	8,52	8,52	65
57	A308	4,84	4,65	11,12	65
	A306	6,74	6,47		
58	A270	20,73	19,90	19,9	100
59	A269 ₁	14,47	13,89	13,89	100
60	A791	29,15	27,99	27,99	100
61	A179 ₂	24,12	23,16	23,16	100
62	A178	24,18	23,22	23,22	100
63	A194 ₁	23,04	22,12	22,12	100
64	A194 ₂	27,35	26,26	23,26	100
65	A190	7,98	7,66	7,66	65
66	A303	18,28	17,55	17,55	100
67	A307	13,41	12,87	12,87	100
68	A316	15,26	14,65	14,65	100
69	A302	7,98	7,66	7,66	65
70	A177	11,08	10,64	10,64	100
	A195	14,94	14,34		
71	A189	39,93	38,33	38,33	150
72	A319	3,97	3,81	14,01	100
73	A321	10,63	10,20		
74	A172	64,83	62,24	62,24	200
75	A171	48,61	46,67	46,67	200

N° de la borne	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle	débit des prises/S	Débit de bornes	Diamètre de la borne
76	A317	28,11	26,98	26,98	100
77	A318	29,70	28,51	28,51	100
78	A174	49,04	47,08	47,08	200
79	A307	13,73	13,18	13,18	100
80	A316	15,26	14,65	14,65	100
81	A269 ₂	16,22	15,58	15,58	100
82	A306	12,78	12,27	12,57	65
83	A268	10,71	10,28	13,83	100
	A266	3,70	3,55		

V.6-Pression demandée aux bornes d'irrigation :

L'expression ci-dessous, définit la pression affectée aux bornes d'irrigation pour un bon fonctionnement des appareils d'irrigation.

$$P_B = P_a + r.$$

Dans la quelle :

P_B : Pression à la borne.

P_a : Pression pour le fonctionnement de l'asperseur simple

r : Marge de sécurité $\approx 1bar$.

La pression disponible à l'amont des bornes du réseau collectif est généralement de l'ordre de **3,5 à 4,5 bars**, correspondant à une irrigation par aspersion à moyenne pression.

V.7 Matériaux de construction des canalisations

V.7.1 Choix du matériau des conduites

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique,

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC, le PEHD et Béton précontraint,

V.7.2 Avantages des canalisations en PEHD

- Ils supportent des pressions élevées.
- Une résistance aux contraintes (choc, écrasement, déplacement du terrain).
- Ils offrent une bonne flexibilité.
- Disponible sur le marché.

Dans notre étude, Nous utiliserons les conduites en PEHD pour les conduites dont le diamètre est inférieur à 400 mm, et la fonte pour les conduites dont le diamètre est supérieur ou égal à 500 mm.

V.7.3 Conduite en fonte

Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux forces internes et à la corrosion .
- Très rigides et solides.

V.8 Calcul des diamètres des conduites

Le diamètre de la conduite principal et du réseau de distribution sera en premier lieu approché par la formule de Bonin étant donné que le système est alimenté par pompage:

$$\sqrt{\quad}$$

Avec :

D : Diamètre de la conduite calculée (m)

Q : Débit dans la conduite (m³/s),

Tableau V,4 : Calcul des diamètres des Conduite

N° du point	N° du tronçon	Longueur tronçon L(m)	Longueur tronçon (km)	Débit (l/s)	Débit (m ³ /s)
P				1299,69	1,300
	P-N1	1921,76	1,92	1299,69	1,300
N1				1299,69	1,300
	N1-N2	208,75	0,21	1299,69	1,300
N2				1299,69	1,300
	N2-1	58,56	0,06	3,27	0,003
1				3,27	0,003
	N2-N3	226,55	0,23	1296,42	1,296
N3				1296,42	1,292
	N3-2	103,21	0,10	8,54	0,009
2				8,54	0,009
	N3-N4	301,42	0,30	1287,88	1,2872
N4				1287,88	1,2872
	N4-3	115,79	0,12	6,35	0,006
3				6,35	0,006
	N4-N5	98,50	0,10	1281,53	1,288
N5				1281,53	1,288
	N5-N6	157,62	0,16	21,22	0,021
N6				21,22	0,021
	N6-4	78,39	0,08	18,92	0,019
4				18,92	0,019
	N6-5	214,20	0,21	2,3	0,002
5				2,3	0,002
	N5-N7	372,52	0,37	1260,31	1,26
N7				1260,31	1,26
	N7-N8	564,67	0,56	49,44	0,049

N° du point	N° du tronçon	Longueur tronçon L(m)	Longueur tronçon (km)	Débit (l/s)	Débit (m3/s)
N8				45,85	0,046
	N8-6	31,40	0,03	13,09	0,013
6				13,09	0,013
	N8-N9	174,21	0,17	32,49	0,032
N9				32,49	0,032
	N9-7	222,75	0,22	20,42	0,020
7				20,42	0,020
	N9-N10	107,04	0,11	12,07	0,012
N10				12,07	0,012
	N10-8	43,22	0,04	2,59	0,003
8				2,59	0,003
	N10-9	205,50	0,21	9,48	0,009
9				9,48	0,009
	N7-N11	290,78	0,29	1210,87	1,21
N11				1210,87	1,21
	N11-10	70,92	0,07	6,09	0,006
10				6,09	0,006
	N11-N12	498,10	0,50	1204,78	1,204
N12				1204,78	1,204
	N12-N13	428,11	0,43	58,78	0,059
N13				58,78	0,059
	N13-11	86,63	0,09	9,92	0,010
11				9,92	0,010
	N13-N14	540,54	0,54	48,86	0,049
N14				48,86	0,049
	N14-12	123,67	0,12	17,75	0,018
12				17,75	0,018
	N14-N15	241,91	0,24	31,36	0,031
N15				31,36	0,031
	N15-13	83,07	0,08	11,19	0,011
13				11,19	0,011
	N15-N16	249,87	0,25	20,16	0,020
N16				20,16	0,020
	N16-14	37,78	0,04	8,75	0,009
14				8,75	0,009
	N16-15	359,43	0,36	11,19	0,011
15				11,19	0,011
	N12-N17	210,83	0,21	1146	1,146
N17				1146	1,146
	N17-N18	230,79	0,23	136,97	0,137

N° du point	N° du tronçon	Longueur tronçon L(m)	Longueur tronçon (km)	Débit (l/s)	Débit (m3/s)
N18				136,97	0,137
	N18-16	79,58	0,08	10,17	0,010
16				10,17	0,010
	N18-N19	220,53	0,22	126,8	0,127
N19				126,8	0,127
	N19-17	101,50	0,10	16,18	0,016
17				16,18	0,016
	N19-N20	329,09	0,33	110,62	0,111
N20				110,62	0,111
	N20-18	168,89	0,17	5,62	0,006
18				5,62	0,006
	N20-N22	115,15	0,12	105	0,105
N22				105	0,105
	N22-19	42,11	0,04	15,6	0,016
19				15,6	0,016
	N22-N23	283,76	0,28	89,4	0,089
N23				89,4	0,089
	N23-20	335,97	0,34	10,07	0,010
20				10,07	0,010
	N23-N35	80,08	0,08	79,33	0,079
N35				79,33	0,079
	N35-21	431,80	0,43	15,50	0,016
21				15,50	0,016
	N35-N36	245,28	0,25	63,83	0,064
N36				63,83	0,064
	N36-22	53,32	0,05	10,87	0,011
22				10,87	0,011
	N36-N24	369,00	0,37	52,96	0,053
N24				52,96	0,053
	N24-23	239,56	0,24	10,53	0,011
23				10,53	0,011
	N24-N25	111,54	0,11	42,43	0,042
N25				42,43	0,042
	N25-24	190,62	0,19	15,93	0,016
24				15,63	0,016
	N25-N26	148,02	0,15	26,5	0,027
N26				26,5	0,027
	N26-25	164,94	0,16	15,42	0,015

N° du point	N° du tronçon	Longueur tronçon L(m)	Longueur tronçon (km)	Débit (l/s)	Débit (m3/s)
25				15,42	0,015
	N26-26	297,83	0,30	11,38	0,011
26				11,38	0,011
	N17-N28	220,66	0,22	1009,03	1,009
N28				1009,03	1,009
	N28-88	387,65	0,39	17,77	0,018
88				17,77	0,018
	N28-N30	299,54	0,30	991,26	0,99
N30				991,26	0,99
	N30-N31	525,74	0,53	50,94	0,051
N31				50,94	0,051
	N31-27	96,31	0,10	8,60	0,009
27				8,60	0,009
	N31-N32	206,59	0,21	42,34	0,042
N32				42,37	0,042
	N32-28	54,36	0,05	5,07	0,005
28				5,07	0,005
	N32-N33	363,06	0,36	37,29	0,037
N33				37,29	0,037
	N33-29	26,41	0,03	9,6	0,010
29				9,6	0,010
	N33-N34	115,14	0,12	27,96	0,028
N34				27,69	0,028
	N34-30	60,52	0,06	11,9	0,012
30				11,9	0,012
	N34-31	275,15	0,28	15,45	0,015
31				15,45	0,015
	N30-N48	209,45	0,21	940,32	0,94
N48				940,32	0,94
	N48-32	71,48	0,07	7,77	0,008
32				7,77	0,008
	N48-N35	205,07	0,21	932,55	0,93
N35				932,55	0,93
	N35-N37	213,58	0,21	20,05	0,020
N37				20,05	0,020
	N37-33	45,2827582	0,04528276	9,34	0,009
33				9,34	0,009
	N37-34	304,514185	0,30451419	11,08	0,011
34				11,08	0,011

N° du point	N° du tronçon	Longueur tronçon L(m)	Longueur tronçon (km)	Débit (l/s)	Débit (m3/s)
	N35-N38	142,784614	0,14278461	912,5	0.912
N38				912,5	0.912
	N38-N39	481,777607	0,48177761	81,36	0,081
N39				81,36	0,081
	N39-35	71,0499284	0,07104993	12,15	0,012
35				12,15	0,012
	N39-N40	158,78765	0,15878765	69,80	0,070
N40				69,80	0,070
	N40-36	40,6289435	0,04062894	2,22	0,002
36				2,22	0,002
	N40-N41	104,717171	0,10471717	67,58	0,068
N41				67,58	0,068
	N41-37	82,7288476	0,08272885	6,39	0,006
37				6,39	0,006
	N41-N42	218,665887	0,21866589	61,19	0,061
N42				61,19	0,061
	N42-38	129,17823	0,12917823	13,78	0,014
38				13,787	0,014
	N42-N43	185,898974	0,18589897	47,42	0,047
N43				47,42	0,047
	N43-39	67,9431584	0,06794316	7,43	0,007
39				7,43	0,007
	N43-N44	63,4161506	0,06341615	40,31	0,040
N44				40,31	0,040
	N44-40	175,995352	0,17599535	6,32	0,006
40				6,32	0,006
	N44-N45	379,69802	0,37969802	33,82	0,034
N48				33,82	0,034
	N45-40	86,8627538	0,08686275	9,36	0,009
40				9,36	0,009
	N45-N46	139,27	0,139	24,51	0,025
N46				24,51	0,025
	N46-41	54,24	0,054	4,32	0,004
41				4,32	0,004
	N46-42	477,88	0,478	20,21	0,020
42				20,21	0,020
	N38-N49	503,56	0,504	831,14	0.831
N49				831,14	0.831
	N49-43	177.01	0,177	21,76	0,022
43				21,76	0,022

N° du point	N° du tronçon	Longueur tronçon L(m)	Longueur tronçon (km)	Débit (l/s)	Débit (m3/s)
	N49-N50	194,79	0,195	809,38	0.809
N50				809,38	0.809
	N50-N51	153,63	0,154	58,5	0,059
N51				58,5	0,059
	N51-44	196,08	0,196	4,63	0,005
44				4,63	0,005
	N51-N52	246,18	0,246	54,32	0,054
N52				54,32	0,054
	N52-45	155,45	0,155	9,81	0,010
45				9,81	0,010
	N52-N53	110,75	0,111	44,56	0,045
N53				44,565	0,045
	N53-46	80,04	0,080	5,3	0,005
46				5,3	0,005
	N53-N54	212,93	0,213	39,28	0,039
N54				39,28	0,039
	N54-47	110,13	0,110	4,647	0,005
47				4,64	0,005
	N54-N55	172,76	0,173	34,65	0,035
N55				34,65	0,035
	N55-48	168,20	0,168	4,65	0,005
48				4,65	0,005
	N55-N56	175,77	0,176	10,56	0,011
N56				10,56	0,011
	N56-49	26,97	0,027	3,41	0,003
49				3,41	0,003
	N56-50	130,09	0,130	7,14	0,007
50				7,14	0,007
	N55-N57	108,15	0,108	19,62	0,020
N57				19,62	0,020
	N57-51	154,95	0,155	4,01	0,004
51				4,01	0,004
	N57-52	137,51	0,138	13,49	0,013
52				13,49	0,013
	N50-N58	412,17	0,412	750,88	0.750
N58				750,88	0.750
	N58-N69	581,09	0,581	173,42	0,173
N69				173,42	0,173
	N69-N70	309,47	0,309	51,13	0,051

N° du point	N° du tronçon	Longueur tronçon L(m)	Longueur tronçon (km)	Débit (l/s)	Débit (m3/s)
N70				51,13	0,051
	N70-53	169,14	0,169	27,42	0,027
53				27,42	0,027
	N70-54	412,79	0,413	23,16	0,023
54				23,16	0,023
	N69-N59	191,09	0,191	122,29	0,122
N59				122,29	0,122
	N59-55	48,90	0,049	5,88	0,006
55				5,88	0,006
	N59-N60	204,76	0,205	116,38	0,116
N60				116,38	0,116
	N60-N61	301,53	0,302	14,68	0,015
N61				14,68	0,015
	N61-56	61,37	0,061	8,70	0,009
56				8,70	0,009
	N61-57	38,04	0,038	5,97	0,006
57				5,97	0,006
	N60-N62	154,91	0,155	101,70	0,102
N62				101,70	0,102
	N62-58	33,69	0,034	2,45	0,002
58				2,45	0,002
	N62-N63	187,98	0,188	99,25	0,099
N63				99,25	0,099
	N63-59	222,55	0,223	8,52	0,009
59				8,52	0,009
	N63-N64	200,93	0,201	90,72	0,091
N64				90,72	0,091
	N64-60	52,66	0,053	5,51	0,006
60				5,51	0,006
	N64-N65	137,88	0,138	85,21	0,085
N65				85,21	0,085
	N65-61	109,56	0,110	7,86	0,008
61				7,86	0,008
	N65-N66	159,21	0,159	77,36	0,077
N66				77,36	0,077
	N66-N67	204,58	0,205	23,46	0,023
N67				23,46	0,023
	N67-62	129,52	0,130	11,11	0,011
62				11,11	0,011
	N67-63	352,61	0,353	12,35	0,012

N° du point	N° du tronçon	Longueur tronçon L(m)	Longueur tronçon (km)	Débit (l/s)	Débit (m3/s)
63				12,35	0,012
	N67-N68	507,66	0,508	53,88	0,054
N68				53,88	0,054
	N68-64	93,91	0,094	12,35	0,012
64				12,35	0,012
	N68-N69	904,26	0,904	31,84	0,032
N69				31,84	0,032
	N69-65	125,02	0,125	12,32	0,012
65				12,32	0,012
	N69-66	505,26	0,505	19,53	0,020
66				19,53	0,020
	N58-N71	288,00	0,288	577,46	0,577
N71				577,46	0,577
	N71-67	209,17	0,209	22,13	0,022
67				22,13	0,022
	N71-N72	454,46	0,454	555,33	0,555
N72				555,33	0,555
	N72-68	171,67	0,172	26,26	0,026
68				26,26	0,026
	N72-N73	457,11	0,457	529,07	0,529
N73				529,07	0,529
	N73-68	208,66	0,209	7,65	0,01
68				7,65	0,01
	N73-N74	718,21	0,718	521,42	0,521
N74				521,42	0,521
	N74-69	91,91	0,092	13,60	0,01
69				13,60	0,01
	N74-N75	302,95	0,303	507,82	0,507
N75				507,82	0,507
	N75-N76	864,86	0,865	33,86	0,03
N76				33,86	0,03
	N76-70	124,37	0,124	23,23	0,02
70				23,23	0,02
	N76-71	1205,79	1,206	10,77	0,01
71				10,77	0,01
	N75-N77	208,08	0,208	473,96	0,474
N77				473,96	0,474
	N77-72	305,35	0,305	38,33	0,04
72				38,33	0,04

N° du point	N° du tronçon	Longueur tronçon L(m)	Longueur tronçon (km)	Débit (l/s)	Débit (m3/s)
	N77-N78	952,44	0,952	436,63	0.436
N78				436,63	0.436
	N78-73	497,48	0,497	13,18	0,01
73				13,18	0,01
	N78-N79	1211,98	1,212	422,45	0.422
N79				422,45	0.422
	N79-74	286,22	0,286	62,23	0,06
74				62,23	0,06
	N79-75	194,69	0,195	46,66	0,05
75				46,66	0,05
	N79-N80	546,26	0,546	360,22	0.36
N80				360,22	0.36
	N80-76	128,75	0,129	15,13	0,02
76				15,13	0,02
	N80-N81	401,10	0,401	345,09	0.345
N81				345,09	0.345
	N81-77	595,32	0,595	26,91	0,027
77				26,91	0,027
	N81-N82	193,55	0,194	318,18	0,318
N82				318,18	0,318
	N82-N83	531,55	0,532	75,59	0,076
N83				75,59	0,076
	N83-78	269,74	0,270	28,51	0,029
78				28,51	0,029
	N83-79	564,02	0,564	47,08	0,047
79				47,08	0,047
	N82-N84	666,69	0,667	242,59	0,243
N84				242,59	0,243
	N84-80	437,52	0,438	17,54	0,018
80				17,54	0,018
	N84-N85	218,02	0,218	90,91	0,091
N85				120,91	0,121
	N85-81	83,13	0,083	24,14	0,024
81				24,14	0,024
	N85-N86	266,21	0,266	49,77	0,050
N86				49,77	0,050
	N86-82	410,27	0,410	23,71	0,024
82				23,71	0,024
	N86-83	425,68	0,426	34,06	0,034

N° du point	N° du tronçon	Longueur tronçon L(m)	Longueur tronçon (km)	Débit (l/s)	Débit (m3/s)
83				34,06	0,034
	N84-N87	608,82	0,608	68,45	0,068
N87				68,45	0,068
	N87-84	119,34	0,119	17,72	0,018
84				17,72	0,018
	N87-N88	358,98	0,359	50,73	0,051
N88				50,73	0,051
	N88-85	95,22	0,0952	19,59	0,020
85				19,59	0,020
	N88-N89	570,77	0,57	31,15	0,031
N89				31,14	0,031
	N89-86	95,22	0,095	15,29	0,015
86				15,27	0,015
	N89-87	808,33	0,808	15,35	0,013
87				15,35	0,013

V.8 Calcul des diamètres

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

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000$$

Avec : Q : débit, exprimé en m³/s ;

D: diamètre exprimé en mm.

V : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.2 m/s

V.9 Calcul des pertes de charge

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de LECHAPT et CALMON,

Qui est donnée par la formule suivante :

$$h_{pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C$$

Avec : h_{pu} : 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 :

$$J = L \times Q^M / D^N$$

Tableau V-5 : Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon

K (mm)	L	M	N
0,1	1,15	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,6	1,975	5,25

Dans notre cas, les conduites seront en fonte si leur diamètre est supérieur ou égal à 400mm et en PEHD dans le cas contraire.

Pour une conduite en fonte/PEHD, on a les caractéristiques suivantes :

La rugosité équivalente $K=0.1$ mm, donc

$L=1.15$ $M=1.89$ $N=5.01$

Nous avons estimé la vitesse dans la conduite égale à 1.2 m/s.

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V réelle(m/s)	Perte de charge total Δ Ht (m)	Perte de charge total Δ Ht (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)
P-N1	1508,22	1,51	1299,69	1,3	1174,45	1200	1,150	1,454	1,60	869,7	947,40	77,700
N1-N2	164,62	0,21	1299,69	1,3	1174,45	1200	1,150	0,159	0,175	870,34	947,23	76,89
N2-1	46,18	0,06	3,27	0,003	56,42	63	0,963	1,219	1,34	870	945,88	75,88
N2-N3	178,66	0,23	1296,42	1,296	1172,65	1200	1,146	0,173	0,191	870,75	947,21	76,46
N3-2	81,39	0,1	8,54	0,009	97,72	110	0,948	0,993	1,09	870,60	946,12	75,52
N3-N4	237,70	0,3	1287,88	1,2872	1168,66	1200	1,139	0,223	0,245	872,35	946,96	74,61
N4-3	91,31	0,12	6,35	0,006	79,79	90	0,944	1,513	1,66	872,00	945,30	73,30
N4-N5	77,68	0,1	1281,53	1,288	1169,02	1200	1,139	0,074	0,082	871,9	946,88	74,98
N5-N6	124,30	0,16	21,22	0,021	149,27	160	1,045	1,206	1,33	870,90	945,56	74,66
N6-4	61,82	0,08	18,92	0,019	141,98	160	0,945	0,499	0,549	870,7	945,01	74,31
N6-5	168,92	0,21	2,3	0,002	46,07	63	0,642	1,982	2,18	870,5	943,38	72,88
N5-N7	293,77	0,37	1260,31	1,26	1156,24	1200	1,115	0,264	0,291	872,5	946,59	74,09
N7-N8	445,30	0,56	49,44	0,049	228,01	250	0,999	2,237	2,461	870,5	944,13	73,63
N8-6	24,76	0,03	13,09	0,013	117,45	125	1,060	0,315	0,35	870,5	943,79	73,29
N8-N9	137,38	0,17	32,49	0,032	184,26	200	1,019	0,928	1,021	870,6	943,11	72,51
N9-7	175,66	0,22	20,42	0,02	145,67	250	0,408	0,162	0,18	870,50	942,93	72,43
N9-N10	84,41	0,11	12,07	0,012	112,84	125	0,978	0,991	1,090	870,5	942,02	71,52
N10-8	34,08	0,04	2,59	0,003	56,42	63	0,963	0,812	0,89	870,6	941,13	70,53
N10-9	162,06	0,21	9,48	0,009	97,72	110	0,948	2,085	2,29	870,37	939,73	69,36

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V réelle(m/s)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)
N11-10	55,93	0,07	6,09	0,006	79,79	90	0,944	0,883	0,971	872,5	945,41	72,91
N11-N12	392,80	0,5	1204,78	1,204	1 130,26	1 200	1,065	0,328	0,360	872,13	946,02	73,89
N12-N13	337,61	0,43	58,78	0,059	250,20	250	1,203	2,440	2,684	869,87	943,3	73,47
N13-11	68,32	0,09	9,92	0,01	103,01	110	1,053	1,090	1,199	869,5	942,14	72,64
N13-N14	426,27	0,54	48,86	0,049	228,01	250	0,999	2,157	2,373	868,73	941,0	72,23
N14-12	97,53	0,12	17,75	0,018	138,20	160	0,896	0,676	0,743	869,26	940,2	70,96
N14-N15	190,77	0,24	31,36	0,031	181,36	200	0,987	1,234	1,358	868,57	939,6	71,04
N15-13	65,51	0,08	11,19	0,011	108,03	110	1,158	1,160	1,277	868,5	938,3	69,83
N15-N16	197,05	0,25	20,16	0,02	145,67	160	0,995	1,718	1,89	868,5	937,72	69,22
N16-14	29,79	0,04	8,75	0,009	97,72	110	0,948	0,397	0,44	868,5	937,28	68,78
N16-15	283,45	0,36	11,19	0,011	108,03	110	1,158	5,222	5,74	868,5	931,97	63,47
N12-N17	166,26	0,21	1146	1,146	1 102,70	1 200	1,014	0,125	0,14	872,9	945,88	72,98
N17-N18	182,00	0,23	136,97	0,137	381,26	400	1,091	0,609	0,67	871,37	945,21	73,84
N18-16	62,76	0,08	10,17	0,01	103,01	110	1,053	0,969	1,07	871,5	944,15	72,65
N18-N19	173,91	0,22	126,8	0,127	367,08	400	1,011	0,505	0,56	870	944,66	74,66
N19-17	80,04	0,1	16,18	0,016	130,29	160	0,796	0,451	0,50	869,5	944,16	74,66
N19-N20	259,52	0,33	110,62	0,111	343,18	400	0,884	0,587	0,65	869	944,01	75,01
N20-18	133,19	0,17	5,62	0,006	79,79	90	0,944	2,143	2,36	869,5	941,65	72,15
N20-N22	90,81	0,12	105	0,105	333,78	400	0,836	0,192	0,21	869,35	943,80	74,45
N22-19	33,21	0,04	15,6	0,016	120,20	160	0,796	0,180	0,20	869,5	942,60	74,10

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V réelle(m/s)	Perte de charge total Δ Ht (m)	Perte de charge total Δ Ht (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)
N22-N23	223,77	0,28	89,4	0,089	307,30	315	1,143	1,086	1,194	869,1	942,61	73,51
N23-20	264,95	0,34	10,07	0,01	103,01	110	1,053	4,119	4,53	868,5	938,08	69,576
N23-N35	63,15	0,08	79,33	0,079	289,52	315	1,014	0,248	0,272	869	942,33	73,33
N35-21	340,52	0,43	15,5	0,016	130,29	160	0,796	1,938	2,13	868	940,20	72,20
N35-N36	193,43	0,25	63,83	0,064	260,59	315	0,822	0,520	0,572	868,5	941,76	73,26
N36-22	42,05	0,05	10,87	0,011	108,03	110	1,158	0,725	0,80	868,50	940,96	72,46
N36-N24	290,99	0,37	52,96	0,053	237,14	250	1,080	1,714	1,886	867,5	939,88	72,38
N24-23	188,92	0,24	10,53	0,011	108,03	110	1,158	3,481	3,83	867,80	936,05	68,25
N24-N25	87,96	0,11	42,43	0,042	211,10	215	1,157	0,699	0,769	867,16	939,11	71,95
N25-24	150,32	0,19	15,93	0,016	130,29	160	0,796	0,856	0,94	868,88	938,17	69,29
N25-N26	116,73	0,15	26,5	0,027	169,26	200	0,860	0,594	0,654	866,8	938,45	71,65
N26-25	130,07	0,16	15,42	0,015	126,16	160	0,746	0,638	0,70	867,14	937,75	70,61
N26-26	234,87	0,3	11,38	0,011	108,03	110	1,158	4,352	4,787	865,7	933,67	67,97
N17-N28	174,01	0,22	1009,03	1,009	1 034,69	1 200	0,893	0,103	0,114	873	945,77	72,77
N28-88	305,70	0,39	17,77	0,018	138,20	160	0,896	2,196	2,42	871,5	943,35	71,85
N28-N30	236,22	0,3	991,26	0,99	1 024,90	1 200	0,876	0,136	0,149	873,5	945,62	72,12
N30-N31	414,60	0,53	50,94	0,051	232,62	250	1,039	2,284	2,51	871,08	940,84	69,76
N31-27	75,95	0,1	8,6	0,009	97,72	110	0,948	0,993	1,092	871,75	939,75	68,00
N31-N32	162,92	0,21	42,34	0,042	211,10	250	0,856	0,627	0,69	870,41	940,15	69,74
N32-28	42,87	0,05	5,07	0,005	72,84	90	0,786	0,447	0,49	870,3	939,66	68,26

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V réelle(m/s)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)
N32-N33	286,31	0,36	37,29	0,037	198,14	200	1,178	2,587	2,845	870	937,3	67,31
N33-29	20,83	0,03	9,6	0,01	103,01	110	1,053	0,363	0,400	870,46	936,91	66,45
N33-N34	90,80	0,12	27,96	0,028	172,36	200	0,892	0,509	0,560	869,67	936,7	67,08
N34-30	47,73	0,06	11,9	0,012	112,84	125	0,978	0,541	0,595	869,5	936,15	66,65
N34-31	216,98	0,28	15,45	0,015	126,16	160	0,746	1,117	1,229	869,7	935,5	65,82
N30-N48	165,17	0,21	940,32	0,94	998,68	1000	1,197	0,215	0,236	873,9	945,4	71,48
N48-32	56,37	0,07	7,77	0,008	92,13	110	0,842	0,556	0,612	873,67	944,8	71,10
N48-N35	161,72	0,21	932,55	0,93	993,36	1000	1,185	0,211	0,232	874	945,2	71,15
N35-N37	168,43	0,21	20,05	0,02	145,67	160	0,995	1,443	1,59	873	943,56	70,56
N37-33	35,71	0,04528276	9,34	0,009	97,72	110	0,948	0,450	0,49	873,1	943,07	69,97
N37-34	240,14	0,30451419	11,08	0,011	108,03	110	1,158	4,417	4,86	872,3	938,71	66,41
N35-N38	112,6	0,14278461	912,5	0,912	983,70	1 000	1,162	0,138	0,15	874	943,41	69,41
N38-N39	379,93	0,48177761	81,36	0,081	293,16	315	1,040	1,563	1,72	871,84	943,43	71,59
N39-35	56,03	0,07104993	12,15	0,012	112,84	125	0,978	0,640	0,70	872,2	942,73	70,53
N39-N40	125,22	0,15878765	69,8	0,07	272,53	315	0,899	0,391	0,43	871,14	943,00	71,86
N40-36	32,04	0,04062894	2,22	0,002	46,07	63	0,642	0,384	0,42	871	942,58	71,58
N40-N41	82,58	0,10471717	67,58	0,068	268,61	315	0,873	0,244	0,27	870,74	942,73	71,99
N41-37	65,24	0,08272885	6,39	0,006	79,79	90	0,944	1,043	1,15	871,24	941,59	70,35
N41-N42	172,44	0,21866589	61,19	0,061	254,41	315	0,783	0,415	0,46	869,48	942,28	72,80
N42-38	101,87	0,12917823	13,78	0,014	121,88	125	1,141	1,558	1,71	869,5	940,56	71,06

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V réelle(m/s)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)
N42-N43	146,6	0,18589897	47,42	0,047	223,31	250	0,958	0,686	0,755	869,25	941,52	72,27
N43-39	53,58	0,06794316	7,43	0,007	86,18	90	1,101	1,146	1,26	869,5	940,26	70,761
N43-N44	50,01	0,06341615	40,31	0,04	206,01	250	0,815	0,173	0,190	869,12	941,33	72,21
N44-40	138,79	0,17599535	6,32	0,006	79,79	90	0,944	2,219	2,44	868,9	938,89	69,99
N44-N45	299,43	0,37969802	33,82	0,034	189,93	200	1,083	2,325	2,558	868,5	938,77	70,27
N45-40	68,5	0,08686275	9,36	0,009	97,72	110	0,948	0,862	0,95	868,25	937,83	69,58
N45-N46	109,83	0,139	24,51	0,025	162,87	200	0,796	0,476	0,524	868,18	938,25	70,07
N46-41	42,77	0,054	4,32	0,004	65,15	75	0,906	0,789	0,87	868,72	937,38	68,66
N46-42	376,86	0,478	20,21	0,02	145,67	160	0,995	3,284	3,613	868	934,64	66,64
N38-N49	397,11	0,504	831,14	0,831	939,00	1 000	1,059	0,408	0,45	875,38	942,96	67,58
N49-43	139,59	0,177	21,76	0,022	152,78	160	1,095	1,456	1,602	874,6	941,36	66,76
N49-N50	153,61	0,195	809,38	0,809	926,49	1 000	1,031	0,150	0,17	876,5	942,80	66,30
N50-N51	121,15	0,154	58,5	0,059	250,20	250	1,203	0,874	0,961	876,25	941,84	65,59
N51-44	154,63	0,196	4,63	0,005	72,84	75	1,132	4,365	4,801	877,3	937,04	59,74
N51-N52	194,14	0,246	54,32	0,054	239,37	250	1,101	1,181	1,30	876	940,54	64,54
N52-45	122,59	0,155	9,81	0,01	103,01	110	1,053	1,878	2,066	876,75	938,47	61,72
N52-N53	87,34	0,111	44,56	0,045	218,51	250	0,917	0,377	0,42	875,70	940,12	64,42
N53-46	63,12	0,08	5,3	0,005	72,84	75	1,132	1,781	1,960	875	938,16	63,16
N53-N54	167,92	0,213	39,28	0,039	203,42	250	0,795	0,553	0,61	874,25	939,51	65,26
N54-47	86,85	0,11	4,647	0,005	72,84	75	1,132	2,450	2,69	874	936,82	63,22

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V réelle(m/s)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piezometrique (m)	Pression au point P(m)
N54-N55	136,24	0,173	34,65	0,035	192,71	200	1,115	1,119	1,231	872,75	938,3	65,53
N55-48	132,64	0,168	4,65	0,005	72,84	75	1,132	3,741	4,115	873,3	934,17	60,87
N55-N56	138,61	0,176	10,56	0,011	108,03	110	1,158	2,553	2,808	872,66	935,5	62,82
N56-49	21,27	0,027	3,41	0,003	56,42	63	0,963	0,548	0,603	872,4	934,87	62,47
N56-50	102,59	0,13	7,14	0,007	86,18	110	0,737	0,803	0,883	873,4	934,6	61,19
N55-N57	85,29	0,108	19,62	0,02	145,67	160	0,995	0,742	0,816	871,75	937,5	65,72
N57-51	122,19	0,155	4,01	0,004	65,15	75	0,906	2,264	2,490	871,75	935,0	63,23
N57-52	108,44	0,138	13,49	0,013	117,45	125	1,060	1,447	1,591	870	935,9	65,88
N50-N58	325,04	0,412	750,88	0,75	892,06	900	1,180	0,466	0,51	878,1	942,29	64,19
N58-N69	458,25	0,581	173,42	0,173	428,44	500	0,882	0,782	0,86	876,5	941,43	64,93
N69-N70	244,05	0,309	51,13	0,051	232,62	250	1,039	1,331	1,46	878,5	939,96	61,46
N70-53	133,38	0,169	27,42	0,027	169,26	200	0,860	0,669	0,74	878	939,22	61,22
N70-54	325,53	0,413	23,16	0,023	156,22	160	1,145	3,695	4,07	881,26	935,90	54,64
N69-N59	150,69	0,191	122,29	0,122	359,79	400	0,971	0,406	0,45	875,6	940,98	65,38
N59-55	38,56	0,049	5,88	0,006	79,79	90	0,944	0,618	0,68	875,37	940,30	64,93
N59-N60	161,47	0,205	116,38	0,116	350,83	400	0,924	0,396	0,44	874,4	940,54	66,14
N60-N61	237,79	0,302	14,68	0,015	126,16	160	0,746	1,205	1,33	874,75	939,22	64,47
N61-56	48,40	0,061	8,7	0,009	97,72	110	0,948	0,606	0,67	874,5	938,55	64,05
N61-57	30,00	0,038	5,97	0,006	79,79	90	0,944	0,479	0,53	875,3	938,69	63,39
N60-N62	122,16	0,155	101,7	0,102	328,98	400	0,912	0,235	0,26	875,5	940,28	64,72

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V réelle(m/s)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piezometrique (m)	Pression au point P(m)
N62-58	26,57	0,034	2,45	0,002	46,07	63	0,642	0,321	0,35	872,5	939,93	67,43
N62-N63	148,24	0,188	99,25	0,099	324,10	400	0,788	0,269	0,30	872,13	939,99	67,86
N63-59	175,50	0,223	8,52	0,009	97,72	110	0,948	2,214	2,44	870,75	937,55	66,80
N63-N64	158,45	0,201	90,72	0,091	310,73	315	1,168	0,813	0,89	871,2	939,09	67,89
N64-60	41,53	0,053	5,51	0,006	79,79	90	0,944	0,668	0,74	871,25	938,36	67,11
N64-N65	108,73	0,138	85,21	0,085	300,31	315	1,091	0,491	0,54	870,34	938,55	68,21
N65-61	86,40	0,11	7,86	0,008	92,13	110	0,842	0,874	0,96	871,25	937,59	66,34
N65-N66	125,55	0,159	77,36	0,077	285,83	315	0,989	0,469	0,52	869,5	938,04	68,54
N66-N67	161,33	0,205	23,46	0,023	156,22	160	1,145	1,834	2,02	869,25	936,02	66,77
N67-62	102,14	0,13	11,11	0,011	108,03	110	1,158	1,886	2,07	869,35	933,95	64,60
N67-63	278,07	0,353	12,35	0,012	112,84	125	0,978	3,181	3,50	867,24	932,52	65,28
N67-N68	400,34	0,508	53,88	0,054	239,37	250	1,101	2,438	2,68	867,7	933,34	65,64
N68-64	74,06	0,094	12,35	0,012	112,84	125	0,978	0,847	0,93	867,11	932,41	65,30
N68-N69	713,10	0,904	31,84	0,032	184,26	200	1,019	4,937	5,43	865	927,91	62,91
N69-65	98,59	0,125	12,32	0,012	112,84	125	0,978	1,127	1,24	864,65	926,67	62,02
N69-66	398,45	0,505	19,53	0,02	145,67	160	0,995	3,470	3,82	865,2	924,09	58,89
N58-N71	227,12	0,288	577,46	0,577	782,44	800	1,148	0,358	0,39	879,13	941,89	62,76
N71-67	164,95	0,209	22,13	0,022	152,78	160	1,095	1,719	1,89	878,25	940,00	61,75
N71-N72	358,39	0,454	555,33	0,555	767,38	800	1,105	0,525	0,58	882	941,31	59,31
N72-68	135,38	0,172	26,26	0,026	166,09	200	0,922	0,634	0,70	881,6	940,62	59,22

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V réelle(m/s)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piezometrique (m)	Pression au point P(m)
N72-N73	360,48	0,457	529,07	0,529	749,19	800	1,053	0,482	0,53	888,5	940,78	52,28
N73-68	164,55	0,209	7,65	0,01	103,01	110	1,053	2,532	2,79	887	938,00	51,00
N73-N74	566,38	0,718	521,42	0,521	743,50	800	1,037	0,736	0,81	892,78	939,97	47,19
N74-69	72,48	0,092	13,6	0,01	103,01	110	1,053	1,115	1,23	890,1	938,75	48,65
N74-N75	238,91	0,303	507,82	0,507	733,45	800	1,009	0,295	0,32	889,76	939,65	49,89
N75-N76	682,03	0,865	33,86	0,03	178,41	200	0,955	4,181	4,60	878,4	935,05	56,65
N76-70	98,08	0,124	23,23	0,02	145,67	160	0,995	0,852	0,94	878,35	934,11	55,76
N76-71	950,89	1,206	10,77	0,01	103,01	110	1,053	14,611	16,07	877,75	918,98	41,23
N75-N77	164,09	0,208	473,96	0,474	709,18	800	0,943	0,178	0,20	892,5	939,45	46,95
N77-72	240,80	0,305	38,33	0,04	206,01	250	0,815	0,830	0,91	887	938,54	51,54
N77-N78	751,09	0,952	436,63	0,436	680,15	700	1,133	1,362	1,50	891,5	937,95	46,45
N78-73	392,31	0,497	13,18	0,01	103,01	110	1,053	6,021	6,62	884,25	931,33	47,08
N78-N79	955,77	1,212	422,45	0,422	669,15	700	1,097	1,630	1,79	877,5	936,16	58,66
N79-74	225,71	0,286	62,23	0,06	252,31	250	1,223	1,675	1,84	877,25	934,32	57,07
N79-75	153,53	0,195	46,66	0,05	230,33	250	1,019	0,809	0,89	878,75	935,27	56,52
N79-N80	430,78	0,546	360,22	0,36	618,04	700	0,936	0,544	0,60	871,16	935,56	64,40
N80-76	101,53	0,129	15,13	0,02	145,67	160	0,995	0,886	0,97	873	934,59	61,59
N80-N81	316,31	0,401	345,09	0,345	605,03	700	0,897	0,368	0,41	870,25	934,18	63,93
N81-77	469,47	0,595	26,91	0,027	169,26	200	0,999	2,357	2,59	869,65	931,59	61,01

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V réelle(m/s)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piezometrique (m)	Pression au point P(m)
N81-N82	152,63	0,194	318,18	0,318	580,87	600	1,125	0,331	0,36	871,5	933,82	62,32
N82-N83	419,18	0,532	75,59	0,076	283,97	315,00	0,976	1,530	1,68	865,1	932,14	67,04
N83-78	212,72	0,27	28,51	0,029	175,41	200,00	0,924	1,224	1,35	863,5	930,79	67,29
N83-79	444,79	0,564	47,08	0,047	223,31	250,00	0,958	2,082	2,29	865,25	929,85	64,60
N82-N84	525,75	0,667	242,59	0,243	507,77	600,00		0,684	0,75	865,75	933,07	
N84-80	345,03	0,438	17,54	0,018	138,20	160,00	0,896	2,466	2,71	869,25	930,35	61,10
N84-N85	171,93	0,218	90,91	0,091	310,73	315,00	1,168	0,881	0,97	864	932,10	68,10
N85-81	65,56	0,083	24,14	0,024	159,58	160,00	1,194	0,805	0,89	864	931,21	67,21
N85-N86	209,93	0,266	49,77	0,05	230,33	250,00	1,019	1,104	1,21	863,75	930,88	67,13
N86-82	323,54	0,41	23,71	0,024	159,58	160,00	1,194	3,976	4,37	863,9	926,51	62,61
N86-83	335,69	0,426	34,06	0,034	189,93	200,00	1,083	2,609	2,87	864	928,01	64,01
N84-N87	480,12	0,608	68,45	0,068	268,61	315,00	0,873	1,417	1,56	865	931,51	66,51
N87-84	94,11	0,119	17,72	0,018	138,20	160,00	0,896	0,670	0,74	864,9	930,77	65,87
N87-N88	283,09	0,359	50,73	0,051	232,62	250,00	1,039	1,547	1,70	864	929,81	65,81
N88-85	75,09	0,0952	19,59	0,02	145,67	160,00	0,995	0,654	0,72	864,1	929,09	64,99
N88-N89	450,11	0,57	31,15	0,031	181,36	200,00	0,987	2,931	3,22	863,82	926,58	62,76
N89-86	75,09	0,095	15,29	0,015	126,16	160,00	0,746	0,379	0,42	863,75	926,17	62,42
N89-87	637,45	0,808	15,35	0,013	117,45	125,00	1,000	0,332	0,32	864,3	917,26	52,00

V.10 conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordé la variante d'aménagement du système d'adduction et les calculs des bornes et les diamètres de notre réseau, ainsi que vérifier les pression et les vitesses pour alimenter de l'eau pour chaque exploitant agricole

Chapitre VI : Etude des techniques d'irrigation

VI. Introduction

L'humidité du sol à l'état naturel est souvent insuffisante, et pour garantir un rendement optimum des cultures, on a recours à l'irrigation. Il existe plusieurs techniques ou modes d'irrigation. Dans ce chapitre on va étudier ces différentes techniques puis on va choisir la technique qui correspond avec les caractéristiques de notre périmètre.

VI.1 L'irrigation de surface

Cette technique nécessite un gros volume d'eau par unité de surface, le procédé repose sur la distribution de l'eau en utilisant la pente topographique. Elle est subdivisée en :

VI.1.2 L'irrigation par ruissellement

Cette méthode consiste à faire couler l'eau sur la surface du sol qui s'y infiltre verticalement. On laisse l'eau s'écouler le temps qu'il faut pour le sol puisse s'humecter jusqu'à la profondeur de la couche active.

VI.1.2.1 l'irrigation par submersion

Elle se pratique en recouvrant le sol avec une couche d'eau épaisse qui séjournera le temps nécessaire par laquelle s'infiltre à la profondeur utile. Cette profondeur est fonction des besoins nécessaire pour la croissance des plantes.

Cette méthode reste valable dans le cas des terrains perméable et de pente inférieur à 2 %.

L'eau coule dans les fossés, rigoles ou raies et s'infiltre latéralement dans le sol jusqu'aux racines des plantes.

a) Les avantages de l'irrigation de surface

- Les investissements pour l'équipement sont peu élevés ;
- Pas de dépense pour la mise sous pression de l'eau ;
- possibilité de lessivage sans risques d'érosion ;

b) les inconvénients

- Pertes importantes d'eau ;
- Temps d'irrigation important ;
- Nécessité de nivellement du terrain.
- Main d'œuvre importante.

VI.2.1 l'irrigation par aspersion

L'eau est acheminée aux cultures sous forme de pluie artificielle, grâce au différents asperseurs alimentés en eau sous pression.



I. Figure. VI.1 : l'irrigation par aspersion

a) Les avantages

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer
- Provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie
- Economie d'eau
- Favorise les conditions ambiantes
- Possibilité d'automatisation du système d'irrigation
- Nécessite moins de mains d'œuvres

b) les inconvénients

- Coût élevé (prix d'achat du matériel très important) ;
- Tassement du sol ;
- Favorise le développement des mauvaises herbes ;
- Le déplacement des conduites après arrosage peut être difficile ;
- L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante ;
- En cas d'utilisation des eaux salées, il y'aura danger pour le feuillage.

V.2.2 l'irrigation localisée (goutte à goutte)

L'irrigation localisée apporte l'eau nécessaire directement au pied des végétaux. Ce sont des systèmes très utilisés en maraichage, en arboriculture et en horticulture. Le plus connu de ces principes est sans doute le «goutte à goutte », d'autres systèmes existent également tels que les tubes poreux alignés sur le sol ou mini-asperseurs. Ces derniers sont utilisés notamment en arboriculture (Mekki, 1988). L'eau est acheminée aux cultures au moyen de tuyaux munis de goutteurs et s'écoule par ceux-ci sous forme de gouttes avec un faible débit.



Figure. VI.2 : Système d'irrigation localisée



Figure. VI.3 : Système d'irrigation localisée

V.2.3 Composition d'une installation goutte à goutte

1-Point de fourniture d'eau :

Une crépine filtrante peut être nécessaire si la ressource en eau, constituée par un petit barrage (lac collinaire) ou un cours d'eau, contient de la matière organique ou des particules en suspension, mais non si elle est relativement propre (Veschambre & Vaysse, 1980).

2- L'unité de tête :

Cette unité est reliée au point de fourniture d'eau elle permet de réguler la pression et le débit, de filtrer l'eau et d'y introduire des éléments fertilisants. Parfois, des régulateurs de pression et des filtres secondaires sont placés en tête des porte-rampes ou même des rampes.

Pour introduire des éléments fertilisants, on utilise le plus souvent un réservoir que l'on remplit d'engrais solubles, azote en particulier : c'est un petit récipient sous pression avec une entrée et une sortie.

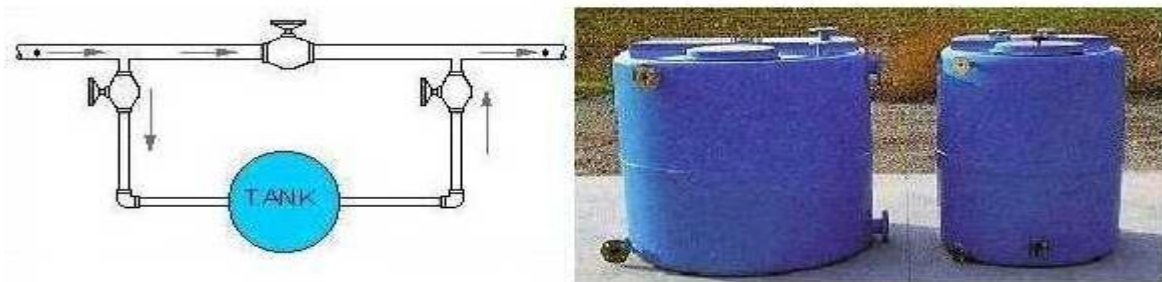


Figure VI.4:Dilueur d'engrais

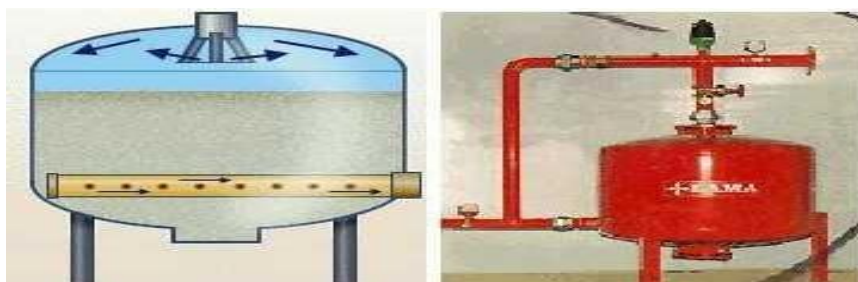


Figure VI.5:Filtre à gravier

3- Conduites et rampes

- La conduite principale :

C'est la conduite qui relie au point de fourniture d'eau les divers porte-rampes. Elle peut être en amiante ciment, en PVC rigide ou en acier galvanisé comme en irrigation par aspersion. Pour les petites installations, du polyéthylène haute densité peut également être utilisé.

- Le porte-rampes :

C'est la conduite qui alimente les rampes d'un seul côté ou des deux côtés. Ils peuvent être soit en polyéthylène moyenne densité (PE), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).

- Les rampes :

Ce sont les conduites qui généralement en PEBD (polyéthylène basse densité), et sont équipés de distributeurs. Les distributeurs y sont fixés avec un espacement prédéterminé.

- Les distributeurs :

Les distributeurs constituent la partie essentielle de l'installation. C'est à partir d'eux que l'eau sort, à la pression atmosphérique, en débits faibles et réguliers (quelques l/h). Il existe de nombreux types différents, des ajutages ou des mini diffuseurs dont le débit est un peu plus important (quelques dizaines de l/h).

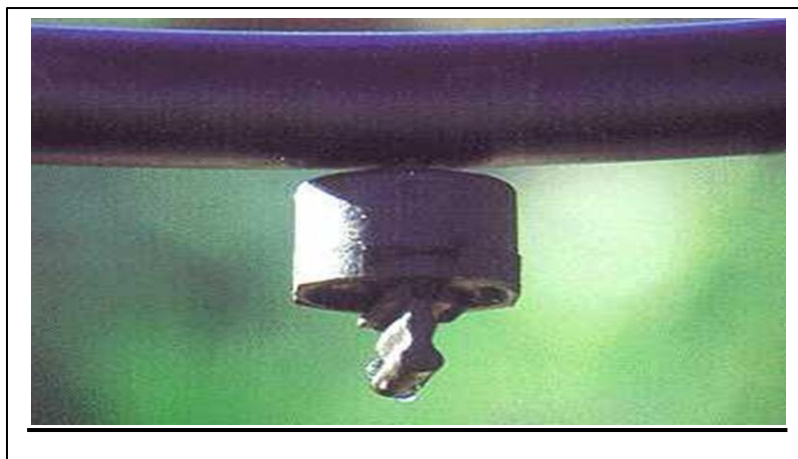


Figure VI.6: Goutteur

V.2.4 Différents types de distributeurs

Goutteurs: les plus utilisés ont des débits de 2 l/h pour les cultures maraîchères et de 4 l/h pour les cultures pérennes. Ils sont placés en dérivation, en ligne ou intégrés dans les rampes.

Gaines: destinée aux cultures maraîchères, peut être utilisée pour les vergers; elles assurent conjointement un rôle de transport et de distributeur.

Tubes poreux: la paroi à structure poreuse laisse passer l'eau, ils sont généralement enterrés.

Mini diffuseurs: ils sont toujours placés en dérivation, fixés directement sur la rampe, fonctionnent comme de petits asperseurs statiques ne couvrant qu'une partie de la surface du sol au voisinage des cultures.

Qualité de l'eau:

C'est un élément essentiel dont vont dépendre les risques de colmatage des distributeurs. Les eaux de mauvaise qualité (trop chargées) sont généralement des eaux de surface (rivière, canaux lacs, bassins) riches en impuretés sous forme minérale ou organique. Si les éléments les plus gros sont retenus par une filtration efficace, les éléments très fins par contre traversent les filtres et se déposent à l'intérieur des distributeurs entraînant peu à peu une diminution de leur débit.

Dans ce cas, on utilisera essentiellement des goutteurs en ligne à cheminement long non uniforme, ayant un débit de 4 l/h.

f.1.b-Nature du sol:

La nature du sol permet de choisir entre mini diffuseurs et goutteurs. Dans certains sols très filtrants, sableux ou caillouteux comportant une nature grossière, pour lesquels la diffusion latérale de l'eau est faible, ainsi que dans certains sols argileux comportant des argiles gonflantes dont la dessiccation entraîne la formation de fentes retraites.

Pour tous les autres types de sol, des goutteurs de 2 ou 4l/h conviennent, d'autant que les investissements nécessaires sont dans ce cas plus faibles.

f.1.c-Nature des cultures:

Pour les cultures pérennes, telles que les arbres fruitiers, vignes, ou l'installation est fixe les distributeurs en ligne ou en dérivation sur la rampe peuvent être envisagés.

Par contre, dans le cas des cultures annuelles ou les rampes doivent être enroulées ou déroulées lors de la mise en place de la culture et pour la récolte, on évitera les goutteurs en dérivation faisant saillie sur la rampe, au bénéfice des goutteurs en ligne, des goutteurs intégrés dans la rampe, des gaines souples.

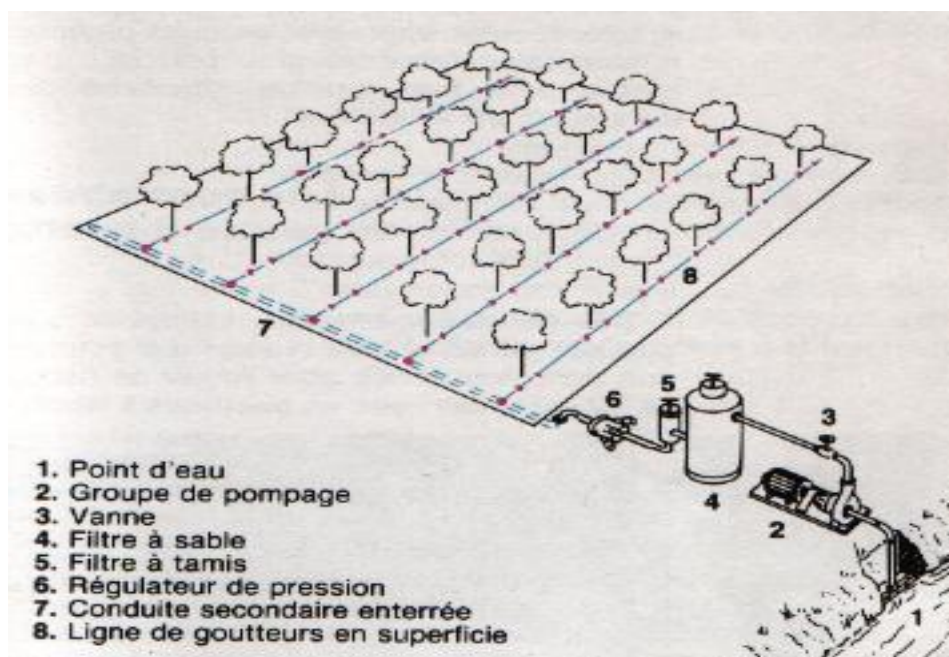


Figure VI.7 : Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte a goutte

a) Les Avantages de la technique du goutte à goutte

- Meilleur développement des cultures dû a l’humidification permanent de la couche active de sol ;
- Economie d’eau et de la main d’œuvres (système fixe) ;
- Réduction des mauvaises herbes ;
- Réduction de l’évaporation ;
- Economie d’engrais ;
- Possibilité d’automatisation ;

b) Les inconvénients du goutte à goutte

- Coût très élevé du matériel ;
- Risque d’obstruction des goutteurs ;
- Nécessité d’une main d’œuvres spécialisés ;
- Apte seulement pour les cultures en ligne (arboricoles et maraîchères).

V.4 Choix de la technique d’arrosage :

Pour pouvoir choisir la technique d’irrigation convenable , il est nécessaire de savoir les contraintes de chaque type d’arrosage (Boulifa, 2011).

Une analyse multicritères du choix des techniques d’arrosage basée sur les différents contraintes , résume le choix adéquat pour le zone considérée.

Tableau V. 1 : Analyse multicritères de choix de technique d’arrosage

Contraintes	Irrigation de surface		Irrigation par Aspersion	Irrigation localisée
	Par Rigole	Par Planche		
• Contraintes naturelle	+	+	++	++
▪ Evaporation	+++	+++	++	+++
▪ Vent	++	++	++	+++
▪ Texture (limono-argileuse)	++	++	+++	++
▪ Perméabilité (moy)	+++	+++	+++	+++
▪ Pente (<0.5%)	+++	+++	+++	+++
▪ Qualité d’eau d’irrigation (bonne)	+++	+++	+++	+++
• Contraintes agronomique				
▪ Maraîchage	+++	++	++	+++
▪ céréales	x	x	+++	x
▪ arbres	+++	+	x	+++
• C. technique				
▪ Personnel qualifié	+++	+++	+++	+++
• économie d’eau	x	x	++	+++

Remarque :

x: Déconseillé ; +: Adapté avec réserve;

+ + : Adapté ; + + + : Très Adapté

VI.5 Conclusion

L'irrigation est grande consommatrice d'eau. Elle est nécessaire pour compenser les pertes des plantes et du sol.

Pour éviter d'utiliser trop d'eau, les quantités correctement calculées et nécessaires aux cultures doivent donc être soigneusement estimées.

Pour le cas de notre étude, nous sommes basés sur les techniques d'irrigation modernes telles que le goutte à goutte qui sera utilisées dans notre périmètre.

CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE

VII.1 INTRODUCTION :

Le présent chapitre fera l'objet de dimensionnement du réseau d'irrigation goutte a goutte des cultures proposées dans le périmètre étudié. Le problème qui se pose est comment répartir l'eau disponible, donc il faut dimensionner tous les diamètres ainsi que les longueurs et les débits qui passent par ces conduites de réseau d'irrigation.

VII.2. Données générales

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail

Culture : pommier

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe 236,63mm

Caractéristique du goutteur :

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

VII.3. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

VII.3.1. Influence du taux de couverture du sol

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc à l'ombre du feuillage, la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite

On applique alors à L'ETM un coefficient de réduction : K_r

K_r dépend du taux de couverture du sol ($C_s = 60\%$ pour le pommier) pour les plantes adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après :

• KELLER et KARMELI (1974) :

— La formule de Freeman et Garzoli :

() La formule de Decroix (CTGREF) :

Pour notre cas on considère un taux de couverture égal à 60% (pour les arbres adultes) donc :

Kr = 0.71 selon Keller et Karmeli
 Kr = 0.80 selon Freeman et Garzoli
 Kr = 0.70 selon Decroix (CTGREF)

On prend un coefficient Kr = 0.80

$$B_{ji} = B_j * K_r \quad \text{telle que} \quad \frac{B_{ji}}{K_r} = \frac{7.88}{0.8} = 7.88 \text{ mm/j}$$

$$B_{ji} = 7.88 * 0.8 = 6.3 \text{ mm/j}$$

A) Pour le pommier

A.1. Dose nette (dose pratique)

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire. La différence par rapport aux autres systèmes (goute à goutte ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur h :

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

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot D_a \cdot Z$$

Tel que : H_{cc} : humidité à la capacité au champ (35%)

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

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

D_a : densité apparente du sol (D_a=1.6)

Z : profondeur d'enracinement en (1200 mm)

$$\rightarrow D_p = (35 - 17) / 100 \cdot 1200 \cdot 2/3 \cdot 1.6 = 230,40 \text{ mm}$$

P : Pourcentage du sol humidifié, il est calculé comme suit :

P : Volume du sol humidifié ;

n : Nombre des points de distribution par arbre (égal à 2) ;

S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (2m)

S_h : Largeur de la bande humidifiée (1m)

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

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

$$P = 25\%$$

Donc la dose nette corrigée devient:

$$D_p = 230,4 * 0,25 = 57,6 \text{ mm}$$

A.2 Calcul de la dose brute :

$$\frac{D_p}{K_r} = \frac{57,6}{0,8} = 71,10$$

Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%

Eff : efficience du réseau d'irrigation Eff=90%

A.3.Fréquence des arrosages :

La fréquence des arrosages se calcule à partir des besoins en eau journaliers de la culture et de la dose nette apportée à chaque arrosage. La fréquence d'arrosage (intervalle entre 2 arrosages) est donnée par la formule suivante :

_____ — Donc on prend un intervalle de **9 jours**.

On recalcule la nouvelle dose réelle :

$$Dr = 9 * 6.3 = \mathbf{56.7mm}$$

Et la dose brute :

$$\text{_____} \text{ — } 70,11$$

A.4.Durée d'arrosage par mois

_____ —

A.5.Durée d'arrosage journalier :

$$\text{_____} \text{ — } \mathbf{15,58}$$

A.6.Nombre de poste : Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

_____ —

A.7.Surface de la parcelle :

_____ —

A.8.Calculs hydrauliques

A.8.1.Conditions hydrauliques

La variation maximale du débit entre goutteur ne doit pas dépasser 10% selon la règle de Christiansen

La variation maximale de la pression

$q = K.H$ avec $x=0.5$ (caractéristique du gutteur)

$\frac{q}{()} \frac{H}{()}$ Telle que : $q(g)$: débit nominal du goutteur

$H(n)$ pression nominal

$$\text{—} \left(\frac{q}{q(g)} \right) \Delta H(\max) = 1/0.5 = \mathbf{2mce.}$$

A.8.2.Le débit :

$$Q_r = Q_g * N_r \quad Q_{pr} = Q_r \cdot N_r$$

Avec:

Q_r : Débit de rampe

Q_g : Débit des goutteur

N_g/r : Nombre des goutteurs par rampe

N_r : Nombre des rampes

Q_{pr} : Débit de porte rampe

On divise notre parcelle d'étude en 4 petits parcelles a cause de :

1. Les pertes charges des conduites
2. Les contraintes de la conduite
3. Les conditions de travaille

Alors on aura

La longueur de la rampe (L_r) : 130 m

La longueur de la porte rampe (L_{pr}): 207.5m

La longueur de la conduite secondaire (L_s) : 130 m

A.8.1.1.Le nombre d'arbres par rampe:

$$N_{arbres} = L_r / E_r = 137.5 / 4 = 32$$

Alors on prend 32arbres

A.8.1.2.Nombre de goutteurs par rampe

$$N_g = N_{arbres} * n = 34 * 2 = 64 \text{ goutteurs}$$

A.8.1.3.Le nombre de rampes:

$$N_r = L_{pr} / E_r = 207.5 / 4 = 51 \text{ rampes}$$

A.8.1.4.Débit de la rampe:

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 64 * 4 = 256 \text{ l/h}$$

A.8.1.5.Débit de la porte rampe:

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 256 * 64 = 13056 \text{ l/h}$$

A.8.1.6.Débit de la conduite secondaire

Etant donné que nous avons 1 porte rampe :

$$Q_{cs1} = Q_{pr} * N_{pr} = 13506 * 1 = 13056 \text{ l/h.}$$

A.9. Dimensionnement des différentes parties du réseau :

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

le diamètre de rampes ainsi que des porte rampes est calculé d'après les formule suivante :

$$\left(\frac{Q(r)}{L(r)} \right) \left[\frac{P_{dc}(r)}{Q(r)} \right] =$$

$$\left(\frac{Q(r)}{L(r)} \right) \left[\frac{P_{dc}(r)}{Q(r)} \right] \quad \text{Avec :}$$

- $P_{dc}(r)$: 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
- $\varnothing r(\text{cal})$: le diamètre de rampes
- $\varnothing pr(\text{cal})$: le diamètre de porte rampe

A.10 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

—

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

—

Où : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

A.11. Calculs hydrauliques de la rampe :

Tableau VII.1 Caractéristique de la conduite de la rampe

culture	Surface ha	Lr(m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse m/s	hcal(m)
pommier	2.96	130	64	256	1.2	14.30	20	0.24	0.000071

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 1.2 mce (hr max).

A.12. Calculs hydrauliques du porte rampe :

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

culture	Surface ha	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
pommier	2.96	207.5	51	13056	0.6	70.23	75	0.77	0.007

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 0.6 mce (hpr max).

D'après les deux tableaux précédents, on voit que les pertes de charges totales n'ont pas dépassé la limite imposée par la règle de Christiansen.

A.13. Calcul des diamètres de la conduite secondaire :

La conduite secondaire alimente les deux parcelles d'pommiers ayant des surfaces respectivement de 4.45 et 4.48 ha. Les deux 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 :

$$D = \sqrt{\frac{Q}{V}}$$

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

A.13.1. Calcul de caractéristique de conduites secondaires :

Tableau VII.3 Caractéristique de la conduite secondaire

culture	Surface ha	L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Pommier	2.96	130	13056	1.05	66.31	75	0.38	0.00055

A.14. Calcul du diamètre de la conduite principale à la sortie de la borne

Tableau VII.4 : Caractéristique de la conduite d'approche

L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	h cal(m)
15	56032	1.05	66.31	75	0.38	0.0066

A.15. La pression d'eau à la borne de distribution

La pression d'eau que doit fournir la borne de distribution a 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 gouteur le plus défavorable (éloigné ou élevé).

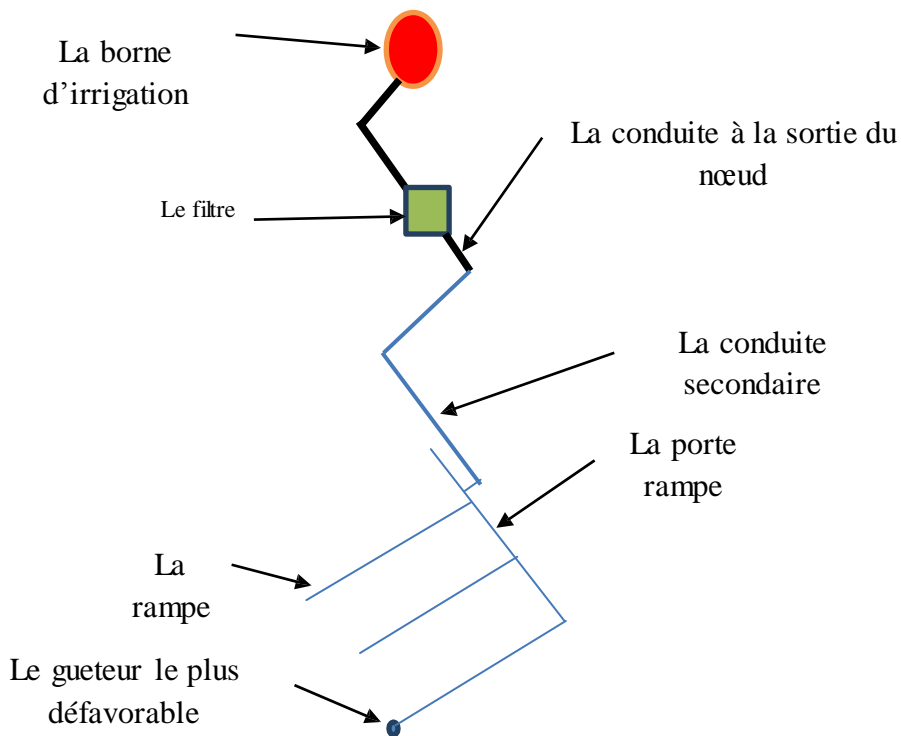


Figure VII.1 :Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur

Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable :

Tableau VII.5

	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire	Conduite de sortie
Longueur(m)	130	207.5	130	12
Diamètre(m)	25	75	75	75
Débit (m ³ /s)	0.000071	0.0036	0.0036	0.0036
Pertes de charge(m)	0.08	0.007	0.00055	0.0066

A partir du tableau 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.

$$\Delta h = 10 + 0.08 + 0.007 + 0.00055 + 0.0066 = 10.81 \text{ m.}$$

VII.4. Tableau de tous les résultats:

Tableau VII.6 tous les résultats de dimensionnement

Culture	Pommier
Parcelle	A190
Borne numéro	68
Pression de la borne	51
Surface ha	11.59
ETM	236.63
Profondeur de racine m	1.2
RU_CAL mm	230.4
DOSE Pratique mm	57.6
Dose brute	70.1
Fréquence des arrosages	9
Espacement rang	4
Espacement arbre	4
Durée arrosage heures	140.23
Durée arrosage journalière heures	16
Temps de travail	20
Nombre de poste	1

Culture	Pommier
Surface poste irrigué	11.59
Nombre de goutteurs	2
Q goutteurs l/s	4 l/s
Dose besoins journalière mm	7.88
DIMENSIONNEMENT	
Largeur parcelle m	277.83m
Longueur Rampe m	130
Longueur porte rampe m	207.5
Longueur Cdt secondaire m	130
Longueur Cdt principale à la sortie de la borne m	12
Nbre arbre rampe	32
Nbre Goutteur rampe	64
Nbre rampe	51
Q débit rampe l/h	256
Nbre porte rampe	1
Q porte rampe l/h	13056
Q débit Cdt secondaire l/h	13056
Perte charge rampe	
Diam Rampe cal mm	14.30
Diam normalisé mm	20
Vitesse (m/s) m/s	0.22
Perte charge Di normalisé m	0.088
Perte charge prote Rampe	
Diam prote Rampe cal mm	70.23
Diam normalisé mm	90
Vitesse m/s	0.18
Perte charge Di normalisé m	0.007
Conduite secondaire	
Diam calculé mm	66.31
Diam Normalisé mm	90
Vitesse normalisé m/s	0.38
Perte de charge totale m	0.072
Conduite Borne	
Diam calculé mm	66.31
Diam Normalisé mm	90
Vitesse normalisé m/s	0.38
Perte de charge totale m	0.00055

VII.5 Conclusion

Dans ce chapitre, on a dimensionner les différentes parties du réseau localise (goutteur, rampe, porte-rampe, conduite secondaire et conduite principale),

Chapitre VIII : Organisation du chantier

VIII,1 Introduction

L'organisation de chantier consiste à la détermination, la coordination et à la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais,

VIII,2 Les actions reçues par les conduites:

Les conduites enterrées sont soumises à des actions qui sont les suivantes :

- La pression verticale due au remblai
- La pression résultant des charges roulantes
- La pression résultant des charges permanentes de surface
- La pression hydrostatique extérieure due à la présence éventuelle d'une nappe phréatique
- Le poids propre de l'eau véhiculée
- Le tassement différentiel du terrain
- Les chocs lors de la mise en œuvre
- Action des racines des arbres

VIII,3 Exécution des travaux

Les principales étapes à exécuter pour la pose des canalisations sont :

- Vérification, manutention des conduites
- Décapage de la couche du goudron (si elle existe)
- Emplacement des jalons des piquets
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards
- Aménagement du lit de pose
- La mise en place des canalisations en tranchée
- Assemblage des tuyaux
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints
- Remblai des tranchées

VIII,4 Choix des engins de terrassement

Il est important de choisir pour chaque type de travaux, l'engin et le matériel, les mieux adaptés, de manière à obtenir un meilleur rendement, Pour notre cas on a envisagé de choisir les engins suivants :

VIII,4,1 Bulldozer

Grâce à sa puissance qui est caractérisée par celle du tracteur et qui varie de 25 à 400 ch, ainsi que par la longueur de sa lame qui varie de 1,8 à 6m le bulldozer permet de préparer les terrains à excaver, et d'éliminer les obstacles,



Figure VIII,1 : Le Bulldozer

VIII,4,2 Pelle équipée en rétro

On opte pour un excavateur à godet de $0,5m^3$, pelle équipée en rétro, vu ses avantages adaptés à la coupe transversale de la tranchée et qui se présente par les opérations suivantes

- Peut excaver dans la direction de la machine
- Creuser au-dessous de la surface d'appui
- Creuser à une profondeur importante
- Creuser rapidement et avec précision les tranchées à talus verticaux



Figure VIII,2: Pelle équipée en rétro

VIII,4,3 Les chargeurs

Ce sont des tracteurs sur lesquels montent à l'avant deux bras articulés, actionnés par des vérins et portent un godet,

Si les travaux ne sont pas très importants, on utilise le rétro chargeur,



Figure VIII,3 : Le Chargeur

VIII,5,Charge d'investissement :

Les coûts d'investissements sont ramenés à des annuités sur la base des hypothèses suivantes :

- Taux d'actualisation : 0,8à10 %
- Durée d'amortissement répartie comme suit :
 - 30 ans pour les conduites
 - 15 ans pour les équipements hydromécaniques

VIII,5,1,Devis estimatif et quantitatif des conduites

Tableau VIII,1, Devis estimatif et quantitatif des conduites

Conduites	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
TubeØ20 PEBD	m/l	4160	34,01	141481,6
TubeØ63 PEHD	m/l	273,71	420,14	114996,519
TubeØ75 PEHD	m/l	404,8	560,32	226817,536
TubeØ90 PEHD	m/l	519,24	632,3	328315,452
TubeØ110 PEHD	m/l	3198,58	990,56	3168385,4
TubeØ125 PEBD	m/l	992,76	1132,24	1124042,58
TubeØ160 PEBD	m/l	3528,25	1361,17	4802548,05
TubeØ200 PEHD	m/l	3550,23	2932,06	10409487,4
TubeØ250 PEHD	m/l	4225,75	3519,72	14873456,8
TubeØ315 PEBD	m/l	2420,81	4508,21	10913519,9
TubeØ400 PEHD	m/l	899,07	6007,06	5400767,43
TubeØ500 PEHD	m/l	458,25	7054,95	3232930,84
TubeØ630 FENTE	m/l	525,75	8117,61	4267833,46
TubeØ700 FENTE	m/l	2425,95	10589,52	25689646
TubeØ800 FENTE	m/l	1348,98	22456	30292694,9
TubeØ900 FENTE	m/l	329,24	26728	8799926,72
TubeØ1000 FENTE	m/l	990,21	32548	32229355,1
TubeØ1200 FENTE	m/l	3107,46	39647	123201467
Total 1				279217672

VIII,5,2 Devis estimatif et quantitatif des vannes :

Tableau VIII,2 Devis estimatif et quantitatif des vannes

Vannes				
Désignation	Unité	Quantité	prix unitaire (DA)	prix total (DA)
Vanne D=63mm	U	2,0	2500	5000
Vanne D=90mm	U	1,0	5000	5000
Vanne D=125mm	U	2,0	12000	24000
Vanne D=160mm	U	4,0	14000	56000
Vanne D=200mm	U	9,0	15000	135000
Vanne D=630mm	U	5,0	30000	150000
Total 2				375000

VIII,5,3 Devis estimatif et quantitatif de brise vent :

le brise-vent à prévoir, est composé d'une rangée d'arbre d'espèces indigènes à croissance rapide, avec un intervalle entre les arbres de 1,5m, dont la réalisation d'un réseau de brise-vent périphérique est de longueur 8570 m avec un nombre d'arbres d'environ 5713,

Tableau VIII,3 Devis estimatif et quantitatif de brise vent

Brise vent				
Désignation	Unité	Quantité	prix unitaire (DA)	prix total (DA)
Arbre	U	6528,00	50,00	324600,00
implantation	U	6528,00	120,00	783360,00
Total 3				1107960,00

VIII,6 Calcul des volumes de terrassement

VIII,6,1 Décapage de la couche de terre végétale ou goudron

Avant d'entamer l'excavation des tranchées, on doit tout d'abord commencer par l'opération de décapage des terres végétales sur des faibles profondeurs,

Le volume de la couche à décaper est :

$$V = B \cdot h \cdot L \text{ (m}^3\text{)}$$

Avec :

B : largeur de la couche végétale (m)

h : hauteur de la couche (h=0,1m)

L : longueur totale des tranchées (m)

VIII,5,2 calcul de la largeur de tranchée

La largeur du fond de tranchée est obtenue par la formule :

$$b = (L * 2) + \emptyset$$

Où :

b : Largeur de la tranchée (m);

\emptyset : Diamètre de la conduite (m),

L : la distance entre la conduite et le fruit de talus = 0,5m

VIII,6,3-calcul de la profondeur de tranchée

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

La profondeur de la tranchée est :

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- Profondeur de la tranchée « H »
- Largeur de la tranchée « b »

$$H = e + \emptyset + h \quad (\text{m})$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée, (m)

e : hauteur de lit de pose, (m)

\emptyset : diamètre de la conduite, (m)

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite,

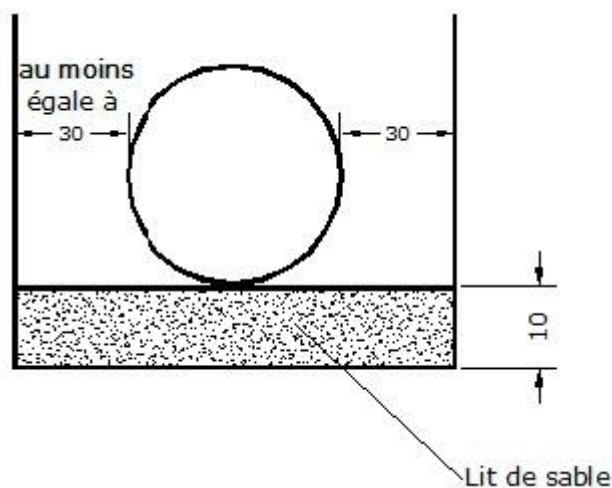


Figure VIII,4 : Schéma d'une tranchée

VIII,7 la conduite principale

VIII,7,1 Calcul du volume de déblai

D'après la figure IX-1 la surface à calculer est la surface rectangulaire

$$S = b * H$$

$$b = 0,3 * (N-1) + (0,5 * 2) + (\emptyset * N) \quad N = \text{nombre de conduite} = 1$$

$$\text{Donc } b = 1 + \emptyset$$

$$\text{Et } H = 0,9 + \emptyset \text{ m}$$

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau VIII,4

Tableau VIII,4: calcul du volume de déblai

Diamètre (mm)	longueur de la conduite (m)	largeur d'une tranchée b :(m)	Hauteur de La tranchée(m)	Volume de déblai (m ³)
1200	3107,46	2.2	2.1	26959,059

VIII,7,2 Calcul du volume de lit de sable

Ce lit correspond à une couche de sable de 10 cm 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 :

$$V = e * b * L$$

Tableau VIII,5 : Calcul du volume de sable

Hauteur (m)	Longueur(m)	Largeur(m)	Volume (m ³)
0,10	3107.46	2.2	683.47

VIII,7,3 Calcul du volume de remblai

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai qu'occupent la conduite et le lit de sable :

$$V_r = V_d - (V + V_s)$$

V_r : Volume du remblai compacté (m³) ;

V_d : Volume du déblai (m³) ;

V_s : Volume du sable

V : Volume occuper par la conduite (m³) ; $V = L * \frac{\pi * \emptyset^2}{4}$

L : Longueur de la conduite

\emptyset : Diamètre de la conduite,

Donc les volumes des travaux pour la conduite sont tablés dans le tableau N°6,

Tableau VIII,6: Calcul du volume de remblai

Diamètre (mm)	Déblai (m ³)	Conduite (m ³)	Sable (m ³)	Remblai (m ³)
1200	26959,059	3512.67	683.47	22762.919

VIII,7,3 Devis estimatif pour le terrassement**Tableau VIII,7 :** Devis estimatif pour le terrassement

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
déblai en terrain	m ³	26959,059	300	8087717.7
lit de sable	m ³	1762,03	800	1409624
remblaiement de la tranchée	m ³	22762.919	200	4552583.8
Total 4				14049925.5

VIII,8,Devis estimatif total

$$D = \text{total 01} + \text{total 02} + \text{totale03} + \text{totale04} = 294750557.5\text{DA}$$

VIII,9 Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons obtenus on a déterminé le coût de la projection des réseaux, avec un coût total d'enivrent **294750557.5DA**

Conclusion générale

Dans ce mémoire nous avons dimensionné le réseau d'irrigation du périmètre Chmora à partir d'un picage d'une conduite de transfert de barrage Beni Haroun vers barrage de Koudiat Meddouar.

Pour atteindre cet objectif nous avons commencé par la présentation de la zone d'étude ainsi une étude climatique pour dégager toutes les caractéristiques du milieu et nous avons conclu que le climat de la zone d'étude est de type semi-aride.

Par la suite nous avons abordé l'étude agro-pédologie qui a pour but de dégager les propriétés physico-chimique du sol ainsi l'aptitude culturale du notre périmètre en question, ainsi nous avons abordé la problématique liée à la disponibilité de l'eau et la qualité de l'eau et nous avons conclu que la qualité de l'eau destinée à l'irrigation est acceptable. L'étude hydrologique nous permet de choisir la série pluviométrique annuelle qu'on doit prendre pour le calcul des besoins en eau des cultures.

La détermination des besoins en eau d'irrigation se fait sur la base du bilan hydrique et la détermination de l'évapotranspiration potentielle se fait par la méthode modifiée de Penman Monteith. Après avoir calculé les besoins en eau unitaire et le volume d'eau nécessaire à l'irrigation nous avons calculé le débit spécifique qui entre dans le dimensionnement du réseau d'irrigation.

Le dimensionnement du réseau de distribution se fait sur la base de l'équation de continuité ainsi la vérification des vitesses et des pressions de service se fait à l'aide du EXCEL.

A la fin nous avons abordé le dimensionnement à la parcelle en tenu compte que la technique d'irrigation la plus approprié dans notre cas est l'irrigation localisé (goute à goutte).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Touaibia, B. 2001-2002 : Cours de l'hydrologie ENSH, Guerouaou (Blida).
- [2] L.S.BAHBOUH, 2003 : Cours et travaux pratiques d'agro-pédologie, 3^{ème} Année ENSH, Blida .
- [3] M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U.Alger.
- [4] MESSAHEL MEKKI, 2005 : Cours d'irrigation et drainage, 5^{ème} Année, ENSH. Blida.
- [5] AOUATA IBRAHIM,2014 : Etude de permettre d'irrigation D'AIN KERCHA partie ouest wilaya D'OUM BOUAGHI
- [6] T.BENDADA (2013) : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre Tlaghma- Secteur Sud- (Wilaya de Mila) d'une superficie de 358 ha. À partir du barrage réservoir.
- [7] DEBA MOHAMED (2013) : mise en valeur du périmètre irriguée de tazoult a partir du barrage de KOUDIAT EL MEDOUAR WILAYA DE BATNA

ANNEXES

ANNEXE1 :

Classe de texture	Humidité % a la capacité au champ cc	Humidité % au point de flétrissement PF	Eau utile%	Densité apparente Da	Réserve utile Ru
S SL	8	3	5	1.35	0.70
SA	12	5	7	1.40	1.00
LIS	19	10	9	1.50	1.35
LS	15	7	8	1.50	1.20
LmS	10	9	10	1.45	1.45
LSA	20	9	11	1.45	1.60
LAS	22	11	11	1.50	1.65
LI	24	12	12	1.45	1.75
Lm	17	8	9	1.45	1.30
LA	23	10	13	1.35	1.75
AS	27	13	14	1.40	1.95
A	33	22	11	1.55	1.70
AL	37	25	12	1.45	1.75
	32	19	13	1.40	1.80

ANNEXE1 :

culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Jun	juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Bersim	1,01									0,65	0,95	1
Maïs -grain				0,5	1,15	1,15	0,6					
vesce avoine	1,10	1,20	1,00						0,60	0,90	1,00	1,10
Orge / Blé	1	1,05	1,15	1,15	0,2						0,7	0,85
Sorgho					0,8	1	1,15	0,75				
Piment /poivron						1,05	1,05	1,35	1,45	1	0,85	
Petit pois	1,2	1,4	1,4	2,15								0,95
carotte									0,8	1	1,1	0,75
Oignon	0,9	0,85								0,7	1,1	1,1
Pomme de terre			0,75	1,1	1,2	0,75						
ail					1	1,05	1,05	0,85				
Navet									0,8	1	1,1	0,75
Choux									0,75	1,05	1,05	0,9
melon				0,7	0,75	0,75	1,05	1,05	0,9			
laitue								0,8	1	0,9		
Haricot vert	0,75	0,8	1,1	0,95	0,7							
Figuier					0,8	1,05	1,15	1,1	0,85			
Tomates			0,40	0,70	1,05	1,05	0,60					

Coefficient cultural Kc

ANNEXE3 :

Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures

culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Bersim	0.25									0.05	0.1	0.15
Mais grain				0.10	0.20	0.30	0.40	0.50				
vesce avoine	0.08	0.10	0.10						0,03	0.04	0.05	0.06
Orge / Blé	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7						0.3	0.3
Sorgho					0.20	0.40	0.50	0.60				
Piment poivron						0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
Petit pois	0.7	0.8	1.0	1.2								0.5
carotte									0.10	0.20	0.25	0.30
Oignon vert									0.3	0.4	0.5	0.6
Oignon sec	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6						
Pomme de terre			0.1	0.25	0.35	0.40						
ail					0.10	0.20	0.30	0.35				
Navet									0.10	0.20	0.25	0.30
Choux									0.20	0.25	0.30	0.40
Melon				0.05	0.07	0.09	0.10	0.15	0.20			
tomate			200	700	1000	1000						
Haricot vert	0.10	0.15	0.20	0.25	0,3							
Figuier					0.85	1.15	1.25	1.25	1.2			

ANNEXE4:

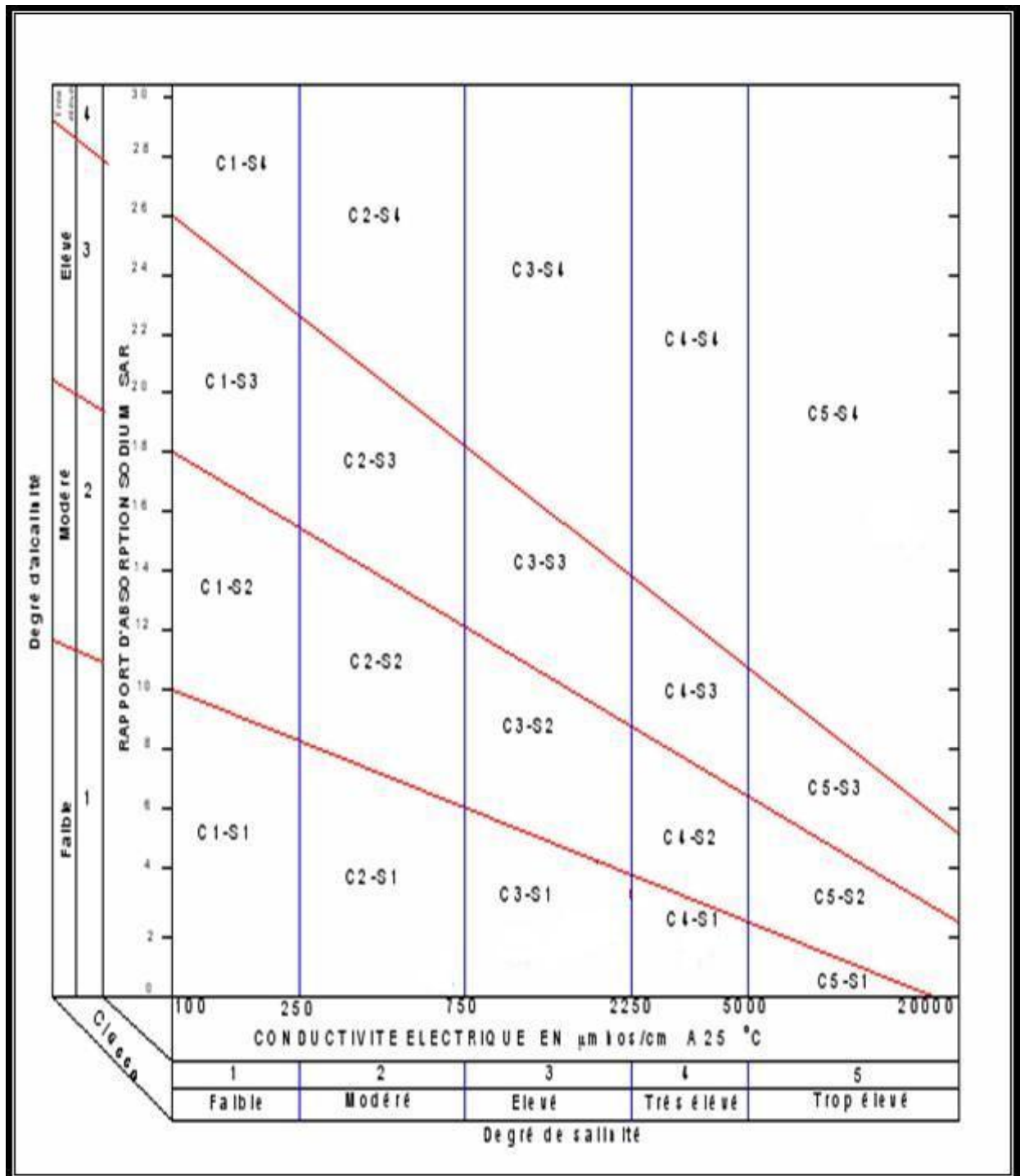


Diagramme bioclimatique d'EMBERGER