

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME DU PROJET :

**ETUDE DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DU
PERIMETRE D'IRRIGATION DE TAHER –SECTEUR2-
(W.JIJEL)**

PRESENTE PAR

M^r HADDADOU Tarek

Devant les membres du jury

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

Juin - 2016

Remerciements

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

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à

Ma promotrice M^{me} SADOUNE .S de m'avoir orienté et pour ces conseils judicieux, ses riches enseignements et sa constante disponibilité dans le but de mener à bien ce projet de fin d'études.

Madame AZIEZ. W de m'avoir enseigné le long de ma formation, m'a assisté, guidé et conseillé durant ce projet. Je lui exprime ici ma profonde reconnaissance.

Mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur de juger ce travail, je les remercie vivement.

Haddadou

Dédicace

A chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pose 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 aidé 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.

D'abord à ma très chère mère Rokaya, pour son amour, son aide et son soutien pendant ma vie scolaire.

A mon très cher père Mansour(Aziez), pour ces conseils, son soutien matériels et moral pour réaliser et finir ce travail

- *A mes frères Hichem, daradji, Razik, sadem, fouaz, et les petites jumeau karim et nour edin (les kubou)*
- *Ma sœur Saida*
- *A toute ma famille HADDADOU*
- *A mes amis de l'ENSH*
- *A tous mes enseignant de l'ENSH*

haddadou

SOMMAIRE

CHAPITRE I : Analyse des conditions naturelles du périmètre

Introduction	1
I-1-Situation et climat	1
I-1-1- Situation géographique	1
I-2- Climatologie	4
I-2-1- Pluviométrie	4
I-2-2- Température	5
I-2-3- Vent	6
I-2-4- Evaporation	7
I-2-5- Insolation	7
I-2-6- Humidité relative de l'air	8
I-2-7- Indices climatiques	8
I-2-7-1- Indice d'aridité de Martonne	8
I-2-7-2- Quotient pluviométrique d'Emberger	9
I-2-7-3- Climogramme de Gaussen	10
I.3. Les orages :	10
Conclusion	11

CHAPITRE II : Les ressources en eau et en sol

RESSOURCE EN EAU	12
Introduction	12
II.1) Ressources en eau souterraine :	12
II .2) ressources en eaux superficielles :	12
II.3) Evaluation de la qualité de l'eau d'irrigations :	13
II.4) Les limites admissibles :	14
II.4.1) La conductivité électrique :	14
II.4.2) Le SAR (Sodium Absorption Ration) :	14
RESSOURCE EN SOL	16
II.1) LA PEDOGENESE ET LA TYPOLOGIE DES SOLS	16
II.2) LA CLASSIFICATION DES SOLS	16
II.2.1) LES SOLS PEU EVOLUES	16

SOMMAIRE

a) Profil type du groupe d'apport alluvial	16
b) Caractéristique physico-chimiques	17
b.1) Granulométrie	17
b.2) Matières organiques	17
b.2.1) Réaction du sol.....	17
b.2.2) Salinité	17
b.2.3) Complexe absorbant :	17
II.2.2) LES VERTISOLS	17
a.1) Caractéristique physico-chimiques	18
II.2.3) LES SOLS CALICIMAGNESTIQUES	18
II.3.1.1. Profil type des sols calci-magnésiques	18
II.3.1.2. Caractéristique physico-chimiques	18
II-3-2-1- La texture.....	19
II-3-2-2- La structure.....	19
II-3-2-3- La perméabilité.....	19
II-3-2-4- La densité apparente da	19
II.4 Etude des aptitudes culturales.....	19
Conclusion :	21

CHAPITRE III : Etude agro socio économique

INTRODUCTION	23
III.1) BUT DE L'ENQUETE FONCIERE :	23
III.2) PRESENTATION DE L'AIRE DE L'ETUDE:	23
III.2.1) LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE :	23
III.2.2) CARACTERISTIQUES DE LA ZONE D'ETUDE	24
III.2.3) VOIES DE COMMUNICATION.....	24
III.2.4) OCCUPATION DES SOLS :	24
III.3) APPROCHE METHODOLOGIQUE DE L'ENQUETE :	26
III.3.1) DOCUMENTS DE BASE :	26

SOMMAIRE

III.3.2) UNITE D'ENQUETE :	26
III.3-3) Etat juridique des terres	26
III .4) Occupation du sol de secteur 2	27
III.5) CONCLUSION :	28

CHAPITRE IV : Etude hydrologique

Introduction :	29
IV.1) Choix de la station représentative de la zone d'étude :	29
IV.2) Homogénéisation de la série pluviométrique :	30
IV.3) Etude de l'échantillon et choix du type de loi :	33
IV-3-1) Traitement des données :	33
IV-3-2) Ajustement de la série pluviométrique :	33
IV-3-2-1) Ajustement à la loi de Gauss (loi Normale) :	33
IV-3-3) Test de validité d'un ajustement :	35
IV-3-3-1) Test d'adéquation de l'ajustement à la loi normale	36
IV-4) Détermination de l'année de calcul :	36
IV-5) Conclusion	37

CHAPITRE V : Besoins en eau

V-1)Introduction	38
V-2)Choix des cultures à mettre en place de la région d'études	38
V-3)Assolement –Rotation proposés	38
V-4) Modèle d'assolement	39
V-5) Besoin en eau du périmètre	40
V-5-1) L'évapotranspiration de référence (ET _o) :	40
V-5-2)La Formule de PENMAN et MONTHEIT modifiée	41
V-5-5-2) La réserve facilement utilisable (RFU)	44
V-6) Calcul hydraulique	51
V-6-1)Calcul du débit Spécifique	51
V-6-1)Calcul du Débit caractéristique	52
V-6-2)Calcul du Débit du réseau	52
V-6-3)Calcul duVolume nécessaire	52

SOMMAIRE

V-7) Conclusion.....	52
----------------------	----

CHAPITRE VI : Dimensionnement du réseau de distribution

VI.1. Introduction :	53
VI.2- Découpage du périmètre en ilots d'irrigation.....	53
VI.3) Rôle et fonction de la borne d'irrigation :	53
VI.4 -Calcul des débits des ilots.....	53
VI.5-Choix du type de borne :	55
VI.5.1-Choix de diamètre de la borne :	55
VI.5.2-Calcul des débits aux bornes :	56
VI.6-Pression demandée aux bornes d'irrigation :	57
VI.7-Calcul hydraulique des canalisations.....	57
VI.7.1- Caractéristiques de la conduite principale (CP) et le réseau de distribution :	57
VI.7.1.1 Choix du type de matériau	57
VI.7.1.2- Calcul des diamètres des conduites	58
VI.8- Dimensionnement du réservoir	64
VI.9- Dimensionnement de la conduite piquage vers réservoir	65
VI.10- Conclusion	65

CHAPITRE VII : Techniques et Modes d'irrigation

VII-1) Introduction :	66
VII-2) Les différentes techniques d'irrigation :	66
VII-2-1- L'irrigation de surface :	66
VII-2-1-1- Irrigation par ruissellement :	66
VII-2-1-2-Irrigation par submersion :	66
VII-2-1-3-L'irrigation mixte :	67
VII-2-2- L'irrigation par aspersion :	67
VII-2-3-L'irrigation localisée :	68
VII-3)Les avantages et les inconvénients des techniques d'arrosages.....	69
VII-3-1- Techniques d'irrigation de surface.....	69

SOMMAIRE

VII-3-2- Techniques d'irrigation sous pression.....	69
VII-3-3- L'irrigation localisée.....	70
VII-3-4- L'irrigation souterraine.....	70
VII-4) Choix des techniques d'irrigation :	70
VII-5) Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte	71
VII-5-1)Données générales :	71
VII-5-2)Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée.....	71
VII-5-2-1) Influence du taux de couverture du sol.....	71
VII-5-2-2) Fréquence des arrosages	73
VII-5-2-3) Durée d'arrosage par mois :	73
VII-5-2-4) Durée d'arrosage journalier :.....	74
VII-5-2-5) Nombre de poste :.....	74
VII-5-2-6) Surface du poste (théorique) :.....	74
VII-5-3)Calculs hydrauliques.....	74
VII-5-3-1) Conditions hydrauliques de base	74
VII-5-3-2) Le débit.....	75
VII-5-3-3) Le nombre d'arbres par rampe	75
VII-5-3-4) Nombre des goutteurs par rampe.....	75
VII-5-3-5) Le nombre des rampes.....	75
VII-5-3-6) Débit de la rampe	75
VII-5-3-7) Débit de la porte rampe	76
VII-5-4)Dimensionnement des canalisations du réseau.....	76
VII-5-5)Calcul du diamètre de la rampe et vérification des pertes de charges	76
VII-5-6)Calcul de diamètre de porte rampe et Vérification des pertes de charges	77
VII-5-7)Calcul de diamètre de la conduite d'approche (C. tertiaire).....	78
VII-5-8)La pression d'eau à la borne de distribution.....	78
VII-6)Conclusion	79

CHAPITRE VIII : Calcul technico-économique

VIII-1)Introduction	80
VIII-2)Calcul du volume des travaux	80

SOMMAIRE

VIII-2-1)Implantation des tracés des tranchées sur le terrain	80
VIII-2-2)Excavation des tranchées.....	80
VIII-2-2-1)Calcul de la largeur de la tranchée	81
VIII-2-2-2)Calcul du volume de déblai.....	81
VIII-2-2-3)Calcul du volume du lit de sable	82
VIII-2-2-4)Remblaiement des tranchées	82
VIII-2-2-5)Calcul du volume excédentaire	83
VIII-2-2-6)Le grillage avertisseur	83
VIII-2-2-7)Estimation de cout de pose de canalisation de l'adduction.....	84
VIII-3)Charge d'investissement :	84
VIII-3-1)Devis estimatif et quantitatif des bornes d'irrigation :	84
VIII-3-2)Devis estimatif et quantitatif des vannes et chambres des vannes :	85
VIII-3-3)Devis estimatif et quantitatif des cônes de réduction :.....	85
VIII-4)Conclusion	86

LISTE DES TABLEAU

CHAPITRE I

Tableau I.1 : Localisation des stations météorologiques.....	4
Tableau I.2 : Pluies moyennes annuelles à la station de Jijel.....	4
Tableau I.3 : Températures moyennes interannuelles à la station d’Achouat (1971-2004).....	5
Tableau I.4. Les valeurs moyennes mensuelles et saisonnières des vents (1990-2004)	6
Tableau I.5. L’évaporation moyenne et saisonnière (en mm) (1990-2004).....	7
Tableau I.6 : Valeurs moyennes mensuelles et saisonnières de la durée d’insolation en heure (1997-2004)	7
Tableau I.7 : Valeurs moyenne mensuelle et saisonnière de l’humidité relative (1971-2004) ...	8
Tableau I-8 : Les limites de climat d’après l’indice de Martonne.....	9
Tableau II-9 : Limite de climat d’après le quotient d’EMBERGER.....	10
Tableau I.10 : Valeurs moyennes mensuelles et saisonnières des orages	10

CHAPITRE II

Tableau. II.1. Caractéristiques du barrage d’ElAgrem.....	12
Tableau II.3 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique	14
Tableau II.4 : Classification des eaux en fonction du S.A.R.	15
Tableau II.5 : Les espèces culturales.....	20
Tableau II.6 : Degré d’aptitude culturale.	21

CHAPITRE III

Tableau III.1 : La répartition des superficies par cultures.....	25
Tableau III.2 : Distribution du foncier par classes	27
Tableau III.3 : Distribution du foncier par classes	27
Tableau III.4 : Occupation du sol.....	27

CHAPITRE IV

Tableau IV.1 : Pluies moyennes mensuelles observées à la station de Jijel (1984 – 2013).....	29
Tableau IV.2 : Le procédé de test d’homogénéité à la station de Jijel.....	31
Tableau IV.3 : Ajustement à la loi de Gauss (loi normale).....	34
Tableau IV.4 : Résultats du test de Khi 2, selon HYFRAN.....	36
Tableau IV.5 : Précipitation moyenne mensuelle de l’année de calcul.....	37

LISTE DES TABLEAU

CHAPITRE V

Tableau V-01 : cycle végétatif des cultures mises en place.....	39
Tableau V-02 : Assolement et rotation proposé.....	39
Tableau V-03 : Assolement et rotation proposé.....	39
Tableau V-4 : Résultat de calcul de l'Evapotranspiration de référence (ET ₀).....	42
Tableau V-5: Pluies efficaces pour chaque mois en mm.....	43
Tableau V -6 : Calcul des besoins en eau pour le Fraise.....	45
Tableau V -7 : Calcul des besoins en eau de l'olivier.....	46
Tableau V -8 : Calcul des besoins en eau du pêcher.....	47
Tableau V -9 : Calcul des besoins en eau du Tomate.....	48
Tableau V -10 : Calcul des besoins en eau du poivron.....	49
Tableau V -11 : Calcul des besoins en eau mensuels pour les différentes cultures.....	50
Tableau V-12 : Estimation des volumes d'eau d'irrigation.....	52

CHAPITRE VI

Tableau VI.1 : Les débits au niveau de chaque ilot	54
Tableau VI.2 : Choix du diamètre de la borne.	55
Tableau VI.3 : débit au niveau des bornes et des prises.....	56
Tableau VI.4 : Calcul des diamètres des Conduite et les vitesses.....	59
Tableau VI.5: Résultats de calculs (Altitudes des nœuds, demande, charge et pression).....	62
Tableau VI.6 : Les résultats de calculs (les débits et les pertes de charge).....	63
Tableau VI.7 : Evaluation du volume résiduel du réservoir.	65

CHAPITRE VII

Tableau VII-01 : Calculs des diamètres et pertes de charges des rampes :.....	78
Tableau VII-02 : Calcul de diamètre de la conduite tertiaire	78
Tableau VII-03 : Récapitulatif des calculs des diamètres et pertes de charges.....	78

LISTE DES TABLEAU

CHAPITRE VIII

Tableau VIII-01 : calcul du volume de déblai pour le réseau	81
Tableau VIII-02 : calcul du volume de sable pour le réseau.....	82
Tableau VIII-03 : calcul du volume de remblai	82
Tableau VIII-04 : calcul du volume excédentaire	83
Tableau VIII-05 : calcul la surface du grillage	83
Tableau VIII-06 : Estimation du coût de pose de canalisation de l'adduction.....	84
Tableau VIII-07 : Devis estimatif et quantitatif des conduites	84
Tableau VIII-08 : Devis estimatif et quantitatif des bornes d'irrigation.....	85
Tableau VIII-09 : Devis estimatif et quantitatif des vannes.....	85
Tableau VIII-10 : Devis estimatif et quantitatif de cône de réduction.....	85

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I

Figure .I.1 Carte de situation de la zone d'étude	1
Figure .I.2. Carte de Situation de la wilaya de Jijrl :	2
Figure .I.3.Carte de Situation de la zone d'étude :.....	3
Figure I-4 : Histogramme de la pluviométrie moyenne mensuelle en (mm) de la station de	5
Figure I-5 : Evolution des températures enregistrées au niveau de la station d'Achouat	6
Figure I-6 : La vitesse du vent moyenne mensuelle en m/s (Périodes : 1990-2004).	7
Figure I-7. Histogramme de l'humidité relative en % (Périodes : 1971-2004).....	8
Figure I.8 : Climogramme de Gaussen.....	10

CHAPITRE II

Figure II.1 : Image satellitaire du barrage d'El Agrem.....	13
Figure II.2.Diagramme de classification des eaux d'irrigation	15

CHAPITRE III

Figure III.1 : Extrait de la carte situation de la région du projet.	24
---	----

CHAPITRE IV

Figure IV.1 : Ajustement à la loi de Gauss	34
--	----

CHAPITRE VI

Figure VI-1 : Simulation du réseau de distribution (Epanet)	61
---	----

CHAPITRE VII

Figure VII.1. Partie essentielle d'une installation en aspersion classique	68
Figure VII.2. Partie essentielle d'une installation localisée	69

LISTE DES PIANs

Désignation	Numéro	Echelle
Plan du réseau d'irrigation	Plan 1	1/5000
Plan d'occupation du sol	Plan 2	1/5000
Plan de situation	Plan 3	1/5000
Profil en long de la conduite principale	Plans 4	1/1500
Plan de réseau goutte à goutte de l'ilot 15	Plan 5	1/500

ملخص:

إن الهدف من انجاز مذكرة نهاية الدراسة يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية لمنطقة الطاهير ولاية جيجل وذلك من اجل رفع المردودية الفلاحية لها وذلك باستعمال أفضل تقنيات السقي وتسيير أمثل للموارد المائية. وهذا لن يتأتى إلا بتبني أنظمة سقي حديثة والتي فرضت فعاليتها في الميدان كنظام السقي بالتقطير الاكثر تطورا في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي والتكنولوجي. ومن بين ما يتميز به هذا النظام من محاسن هو تحقيقه لاقتصاد معتبر للمياه.

Résumé :

L'objectif de notre mémoire rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués de la zone de Taher (W.Jijel) ; dont l'objectif est d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation , et une meilleure gestion des ressources en eau et cela par adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée la mieux développée avec l'évolution de la science et de la technologie. Ce système présente de multiples avantages, comme l'importante économie d'eau.

Abstract :

The aim of the present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management in a way to attain a high investment feed back, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation, water resources another part. This by achieved adoption of modern irrigation system because of its reliability, i.e: localized irrigation the most developed with the evolution of science and technology. These systems present many advantages like important quantities of water preservation.

INTRODUCTION GENERALE

Dans la plupart des pays méditerranéens, l'eau disponible pour l'agriculture est de plus en plus rare et chère.

L'Algérie a connu dernièrement un manque accru en ressources hydriques, de ce fait l'agriculture est désormais confrontée à une irrigation mal conduite qui présente un risque de causer de fortes pertes d'eau ainsi que le lessivage des principaux éléments nutritifs du sol qui peut réduire sa productivité.

La micro-irrigation est le niveau actuel de l'évolution de l'irrigation qui conviendrait à contrer la menace de pénurie d'eau et de pollution tout en augmentant les rendements agricoles. Elle ne s'applique pas à toutes les cultures, néanmoins elle permet une grande économie d'eau et de fertilisants.

Cependant la solution ne peut se trouver que dans un cadre collectif et participatif, entre les différents acteurs, sur le plan organisationnel et financier.

L'objectif de ce mémoire de fin d'étude, est d'étudier l'aménagement hydro agricole de périmètre d'irrigation de TAHER, dans le but d'assurer un bon recouvrement du périmètre par réseau d'irrigation d'une façon uniforme et économique, et assurer une qualité d'irrigation pour satisfaire le client c'est le plus important, et pour garantir un bon rendement de récolte sur court, moyen et long terme.

La première étape de notre travail, a consisté en une collecte des données sur le site de travail (situation géographique, climat, qualité de l'eau, qualité du sol...), puis on va calculer les besoins de notre zone d'étude ce qui nous permettra de dimensionner notre réseau d'irrigation avec des calculs hydrauliques et une étude technico-économique de notre projet.

CHAPITRE I
ANALYSE DES CONDITIONS
NATURELLES DU PERIMETRE

Introduction

Ce chapitre est une présentation générale du site d'étude (périmètre de taher), Du point de vue situation géographique et conditions climatiques. L'étude détaillée des principaux facteurs climatiques, vont nous permettre de déterminer le type de climat caractérisant la zone d'étude.

L'analyse des différents facteurs climatiques du périmètre est indispensable pour une conception d'un réseau d'irrigation, puisque ses réseaux sont à la base de divers calculs, tels que : le calcul des besoins en eau des cultures

I-1-Situation et climat

I-1-1- Situation géographique

Le périmètre d'irrigation à étudier de Taher se trouve dans la Wilaya de Jijel, il est situé exactement à l'Est du chef-lieu de la commune de Jijel, elle est limitée :

- Au Nord : la mer méditerranée. la commune de Sidi Abdelaziz
- Au Sud : la commune de Taher.
- A l'Est : Machtat el Tleta (Oued Nil).
- A l'Ouest : Machtat el Tleta (Oued Nil).

Notre zone d'étude est comprise entre la longitude 5° 59' 21'' Ouest et 5° 59' 30'' Est et latitude 36° 47' 00'' Sud et 36° 47' 09'' Nord

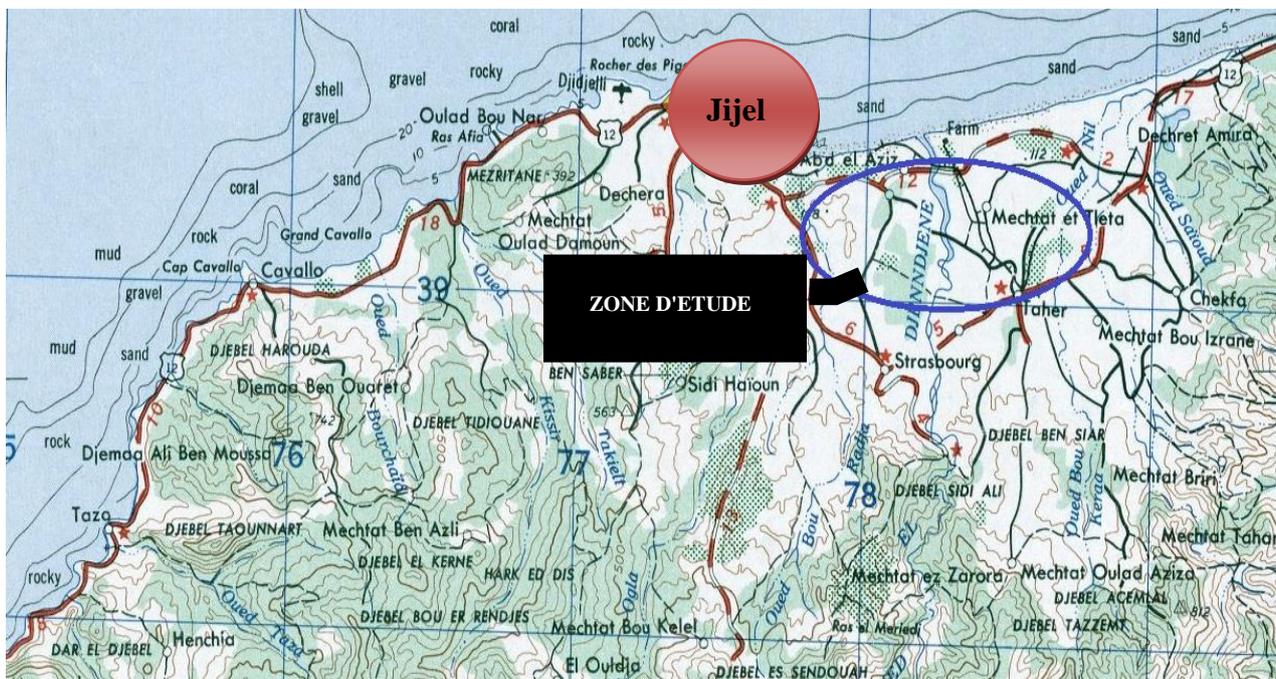


Figure .I.1 Carte de situation de la zone d'étude

Echelle : 1/250.000

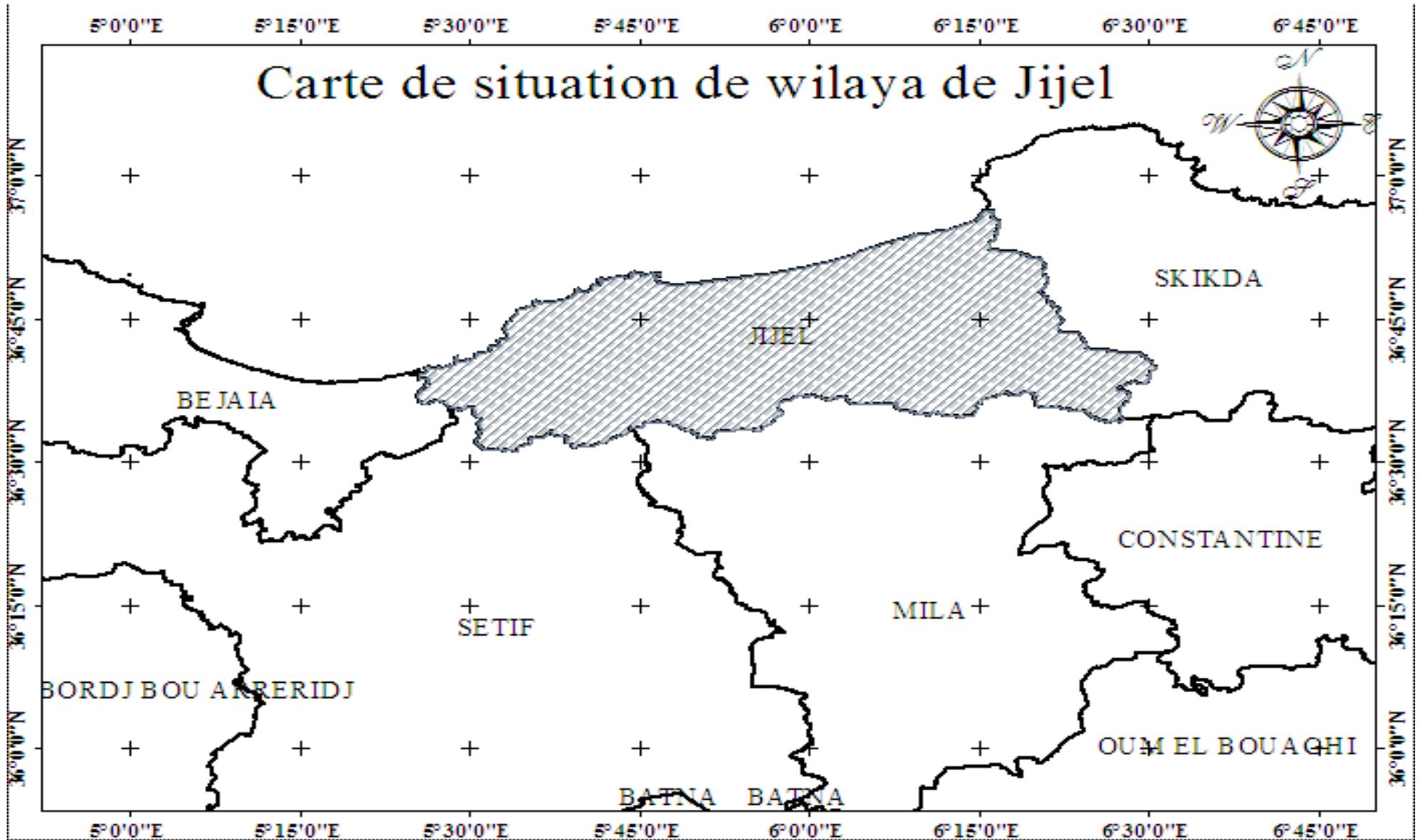


Figure I.2. Carte de Situation de la wilaya de Jijel :

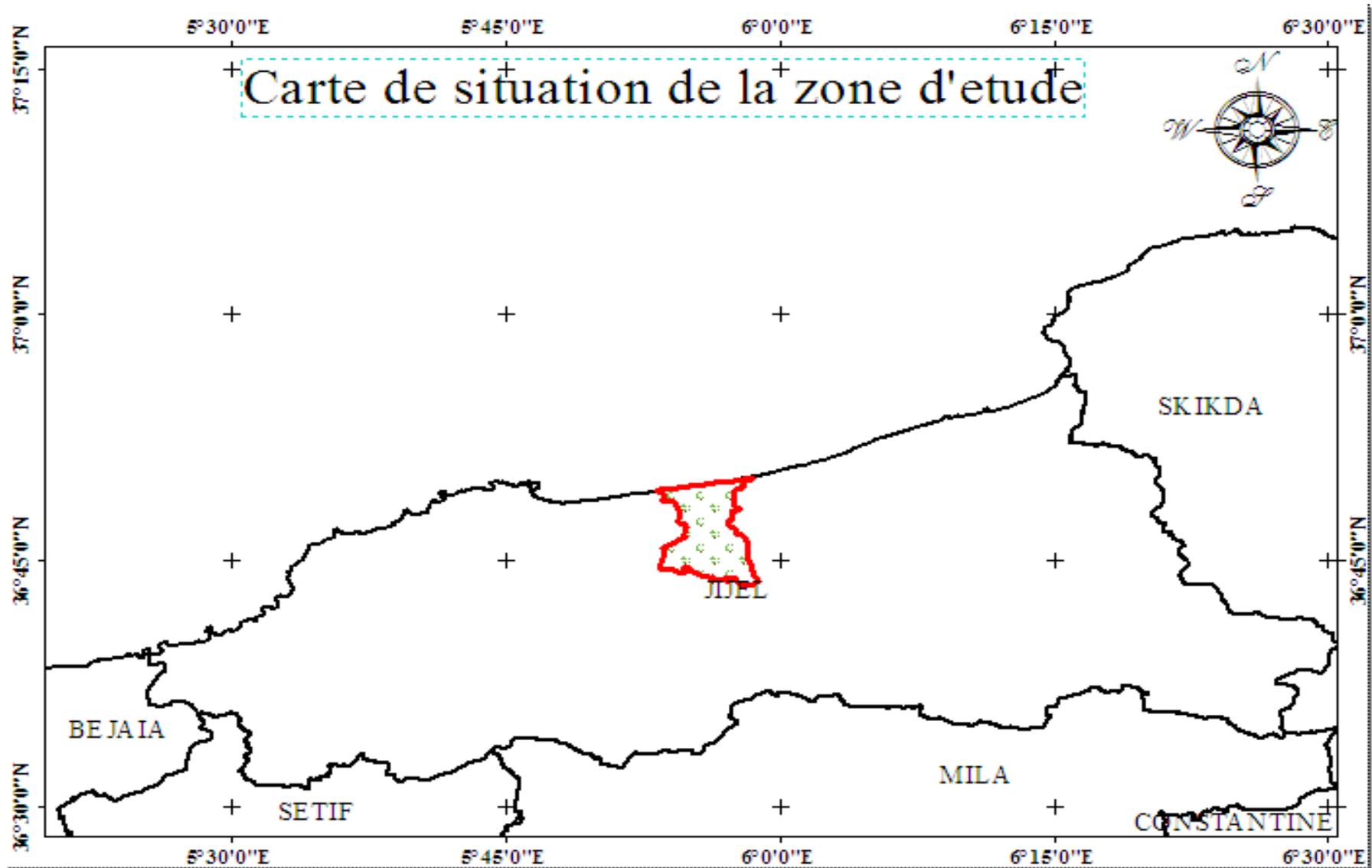


Figure .I.3. Carte de Situation de la zone d'étude :

I-2- Climatologie

L'analyse des conditions climatiques est nécessaire dans l'élaboration de notre étude, la connaissance des différents paramètres climatiques est en effet un des facteurs essentiels qui conditionnent la production végétale et qui est nécessaire pour évaluer le potentiel agricole de la région. L'objectif est d'obtenir des données observées, mesurées afin de mieux dimensionner les réseaux hydrauliques et évaluer les besoins en eaux des cultures pratiquées.

Les stations les plus proches et dont on dispose des données sont celles de : Achouat, Jijel. Leurs localisation dans l'espace par rapport à la zone d'étude, permet d'avoir une vision des éléments du climat de la région et pouvoir ainsi déterminer les paramètres les plus représentatifs.

Tableau I.1 : Localisation des stations météorologiques

Stations	Code	Longitude Greenwich (km)	Latitude Nord (km)	Altitude (m)	Pluviométrie Annuelle (mm)
Achouat	030303	786.3	394.0	4	966.56
Jijel	030301	774.1	396.15	5	947.9

Source : ANRH Alger

Dans ce qui suit, nous présentons ces paramètres sur la base des données obtenues au niveau de la station d'Achouat sauf pour les précipitations, nous avons utilisé les données de la station de Jijel (l'absence des données pour les précipitations au niveau de la station d'Achouat).

Les différents paramètres du climat sont les précipitations, la température, l'évaporation, l'humidité relative ...etc.

I-2-1- Pluviométrie

a) Pluviométries moyennes mensuelles :

Les pluviométries moyennes mensuelles sur une période d'observation de 30 ans (1984 à 2013) à la station de Jijel sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I.2 : Pluies moyennes annuelles à la station de Jijel

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Annuel
Moy(mm)	53.9	83.4	143.8	198.2	137.2	112.8	95.7	73.9	41.8	11.0	1.8	6.9	960.3

Source : ANRH Alger

- Saison pluvieuse de Novembre à Mars.
- Saison sèche de Juin, Juillet et Août.
- Saison moyenne de Septembre, Octobre, Avril et Mai.

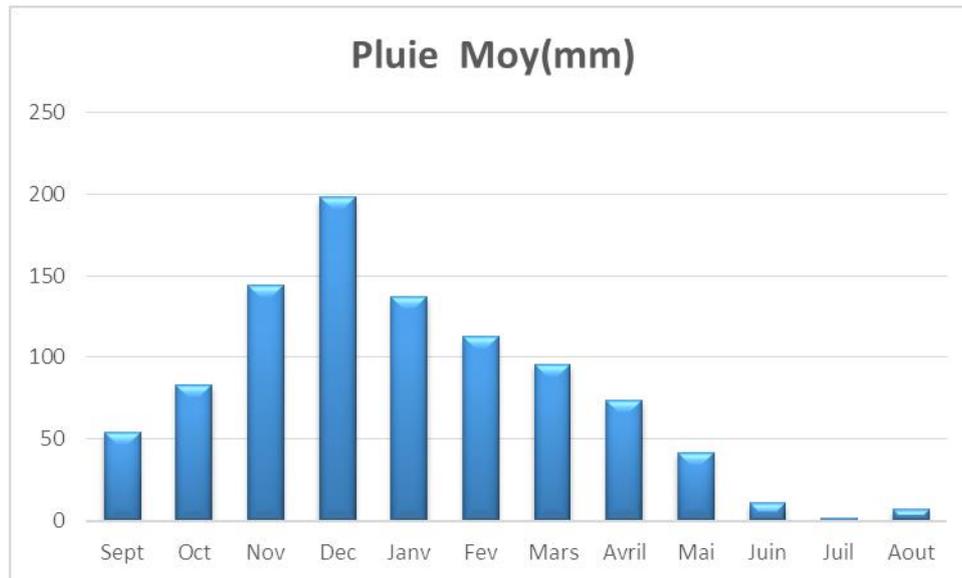


Figure I-4 : Histogramme de la pluviométrie moyenne mensuelle en (mm) de la station de Jijel (périodes : 1984-2013).

I-2-2- Température

Les températures extrêmes et moyennes sur une période d'observation de 33 ans (1971 à 2004) sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I.3 : Températures moyennes interannuelles à la station d'Achouat (1971-2004)

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
T _{max} (C°)	26.5	25.4	20.3	17.5	16.3	16.4	18.7	19.9	23.2	27.4	30.0	31.6
T _{min} (C°)	18.4	14.8	10.7	7.7	6.8	6.5	8.1	9.2	12.7	16.4	18.8	20.3
T _{moy} (C°)	22.5	20.1	15.5	12.6	11.6	11.5	13.4	14.6	18	21.9	24.4	27.3

Source : ONM

Avec :
$$T_{\text{moy}} = \frac{T_{\text{max}} + T_{\text{min}}}{2}$$

- La température maximale correspond au mois d'Août avec 31,6°C, c'est le mois le plus chaud.
- La température minimale correspond au mois de Février avec 6,5°C, c'est le mois le plus froid.

A partir du tableau I-3 on trace les graphes de température (fig1).

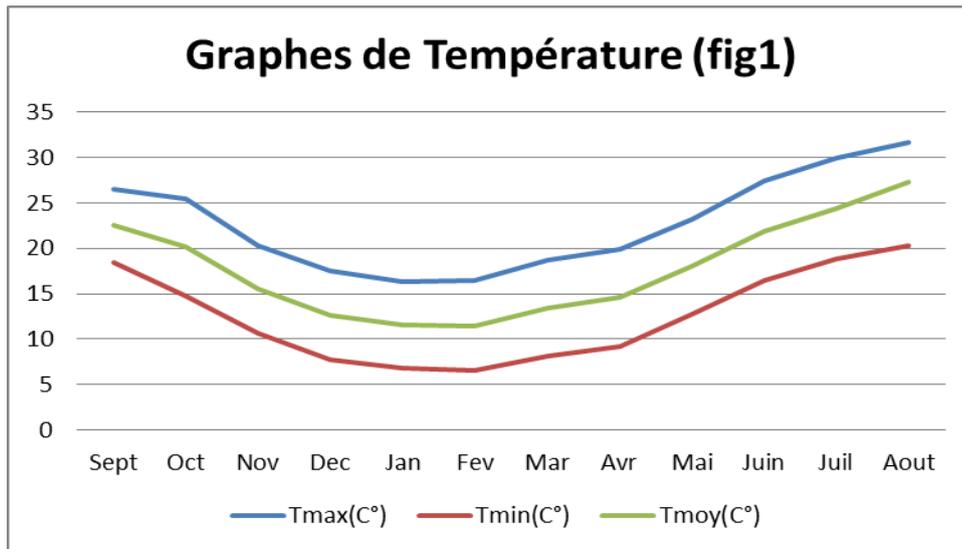


Figure I-5 : Evolution des températures enregistrées au niveau de la station d’Achouat (1971-2004)

I-2-3- Vent

Le vent constitue un facteur écologique important à des titres divers.

- Agent de transport.
- Facteur climatique.
- Facteur mécanique.

Son action : influe à la fois sur le sol (évaporation et érosion) et sur la plante (distribution), donc la connaissance de la direction des vents et leurs vitesses est importante.

Tableau I.4. Les valeurs moyennes mensuelles et saisonnières des vents (1990-2004)

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Vitesse du vent (m/s)	2.1	2.0	2.2	2.3	2.5	2.4	2.4	2.2	1.7	2.3	2.0	1.9
Moy saison	2.1			2.4			2.1			2.2		

Source : ONM

- La vitesse maximale est de 2,5 m/s, elle est observée au mois de Janvier.
- La vitesse minimale est de 1,7 m/s, elle est observée au mois de Mai.

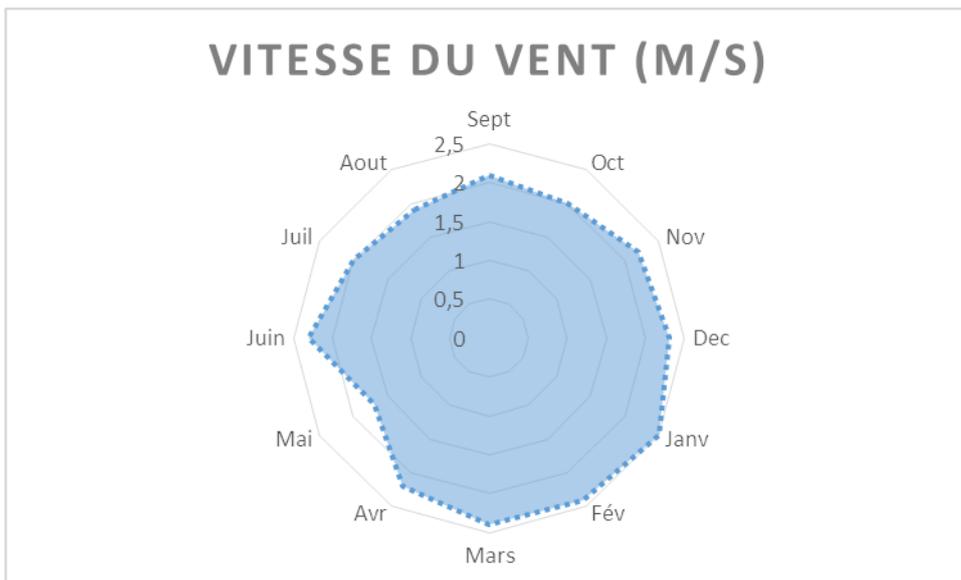


Figure I-6 : La vitesse du vent moyenne mensuelle en m/s (Périodes : 1990-2004).

I-2-4- Evaporation

L'évaporation se traduit par la transformation de l'eau liquide en vapeur d'eau, elle dépend généralement de la température ambiante et des mouvements de l'air. L'évaporation est mesurée par un bac cylindrique.

Tableau I.5. L'évaporation moyenne et saisonnière (en mm) (1990-2004)

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
L'évaporation	93.8	78.7	59.6	54.4	54.2	50.9	62.0	65.1	65.2	87.3	107.9	111.7
Moy saison	77.4			53.2			64.1			102.3		

Source : ONM.

L'évaporation est maximale dans le mois d'Aout, elle atteint 111,7 mm.

I-2-5- Insolation

L'insolation est la période durant laquelle le soleil brille sur le sol.

Tableau I.6 : Valeurs moyennes mensuelles et saisonnières de la durée d'insolation en heure (1997-2004)

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
durée d'insolation	246.1	210.4	197.3	141.6	159.4	184	226.8	246.8	250.9	303	338.3	307.5
Moy saison	197.9			161.7			241.5			316.3		

Source : ONM

I-2-6- Humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air est un élément de cycle hydrologique qui contrôle l'évaporation du sol et le couvert végétal.

Les données de l'humidité relative à la station d'Achouat sont reportées dans le tableau ci-après.

Tableau I.7 : Valeurs moyenne mensuelle et saisonnière de l'humidité relative (1971-2004)

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
H(%)	77.2	75.3	75.9	76.2	76.6	77.4	76.5	77.4	78.5	76.6	74.2	75
Moy saison	76.1			76.7			77.5			75.3		

Source : ONM

- Le mois le plus humide est le mois de Mai avec 78,5%
- Le mois le moins humide est le mois de Juillet avec 74,2%.

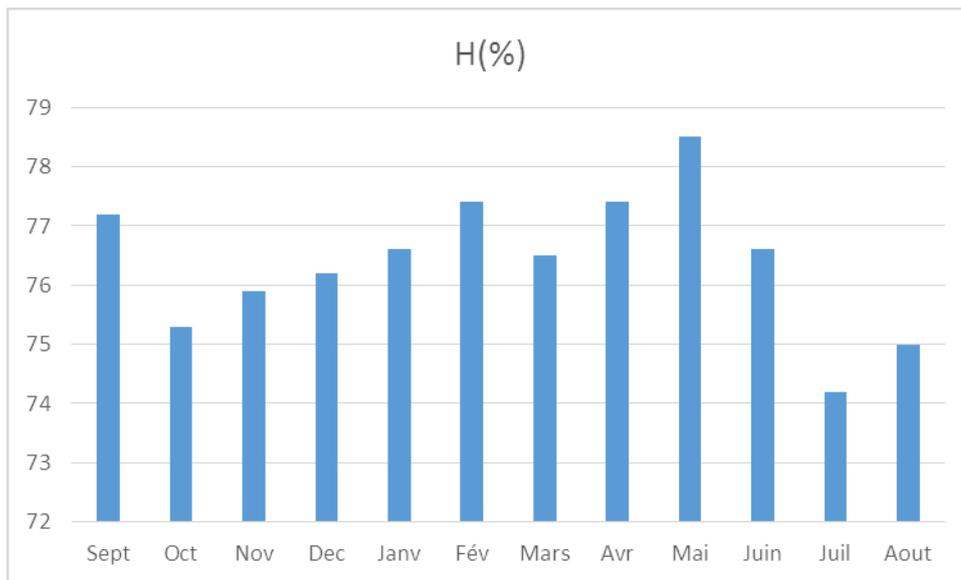


Figure I-7. Histogramme de l'humidité relative en % (Périodes : 1971-2004).

I-2-7- Indices climatiques

I-2-7-1- Indice d'aridité de Martonne

C'est le degré de sécheresse du climat de la région, Il est calculé par la formule suivante :

$$I_A = \frac{P}{T + 10} \dots\dots\dots (1)$$

Avec :

- I_A : Indice climatique de Martonne.
- P : Précipitation moyenne annuelle (mm).
- T : Température moyenne annuelle (°C).

Donc :

$$I_A = \frac{960,3}{17,78 + 10} = 34,56 \quad I_A = 34,56.$$

Tableau I-8 : Les limites de climat d’après l’indice de Martonne

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

$I_A = 34,79$ mm donc $I_A > 30$ ce qui correspond d’après les valeurs du tableau au climat « humide ».

I-2-7-2- Quotient pluviométrique d’Emberger

Il permet de déterminer l’étage bioclimatique et la valeur du coefficient pluviométrique en utilisant la formule et le diagramme bioclimatique d’Emberger.

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

Avec :

Q : coefficient pluviométrique d’Emberger.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en Kelvin.

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en Kelvin.

$$M = 273 + 31,6 = 304,6 \text{ K}$$

$$m = 273 + 11,5 = 279,5 \text{ K}$$

D’où : $Q = 2000 \frac{960,3}{(304,6)^2 - (279,5)^2} = 131$

La région de Jijel suivant le climagramme d’EMBERGER, se trouve dans l’étage bioclimatique Humide ($Q > 100$).

Tableau II-9 : Limite de climat d’après le quotient d’EMBERGER

Valeur de Q	Type de climat
$Q > 100$	Humide
$100 > Q > 50$	Sub - humide
$50 > Q > 25$	Semi-humide
$25 > Q > 10$	Aride
$Q < 10$	Désertique

I-2-7-3- Climogramme de Gaussen

Le climogramme de Gaussen est une représentation graphique de variation de précipitation et de température en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période où l’irrigation est indispensable (période sèche).

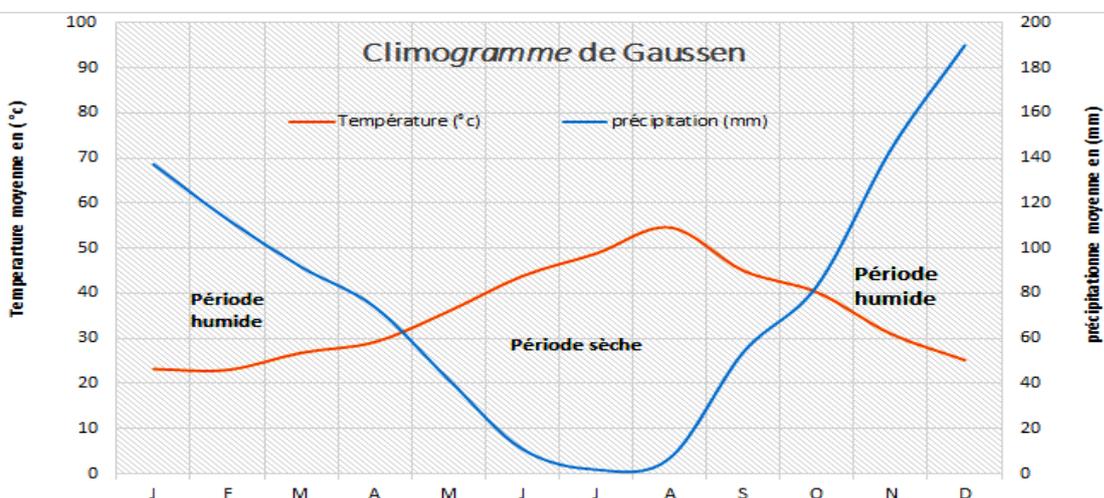


Figure I.8 : Climogramme de Gaussen

➤ **Discussion du diagramme**

D’après la courbe on distingue deux zones : une zone humide et une zone sèche.

La zone humide s’étale du mois de novembre jusqu’au mois d’Avril, alors que la zone sèche s’étale du mois de Mai jusqu’au mois d’octobre.

I.3. Les orages :

Tableau I.10 : Valeurs moyennes mensuelles et saisonnières des orages

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	aout
Orage	3.15	3.73	2.61	3.95	3.15	2.87	2.33	1.57	2.23	1.35	1.00	1.29
Moy saison	3.28			3.32			2.04			1.21		

Source : ONM

Le maximum des orages est observé au mois de décembre avec 3.95 jours/an et le minimum au mois de juin avec 1 jour/an.

Conclusion

D'après les analyses des conditions naturelles, nous pouvons conclure que :

- ✓ Le périmètre d'irrigation de Jijel présente une pluviométrie annuelle très importants de 960,3 mm
- ✓ Le climat est humide selon la méthode d'Emberger, l'irrigation est indispensable à partir du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre. La période pluvieuse se commence du mois d'Octobre pour se terminer le mois d'Avril, les mois les plus secs sont Juillet et Août.

CHAPITRE II
RESSOURCE EN EAU ET EN
SOL

RESSOURCE EN EAU

Introduction

Avant d'entamer une étude, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire à l'irrigation. Pour cela on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter notre zone d'étude.

II.1) Ressources en eau souterraine :

Les réserves en eau souterraines existantes sont constituées essentiellement par les réserves des nappes alluviales des oueds Nil, Djan Djan, Sayoud et boukraa. Seule la nappe d'oued Nil dégage un volume utilisable de 2.94 Mm³/an.

II .2) ressources en eaux superficielles :

En ce qui concerne notre zone d'étude elle sera alimentée à partir du barrage ElAgrem.

Ce barrage est situé dans la partie Sud-Est de la wilaya de Jijel est destiné à l'irrigation des plaines de Jijel est construit sur l'oued ElAgrem, affluent de l'oued Mancha qui se trouve à l'ouest du périmètre et qui permet de satisfaire la demande en eau avec un déficit annuel inférieur à 5% pendant 3 années sur 10.

Les principales caractéristiques du Barrage d'ElAgrem sont données dans le tableau suivant :

Tableau. II.1.Caractéristiques du barrage d'ElAgrem

Nom	ElAgrem
- Code du barrage	030303
- Nom de l'oued	Mancha
- Superficie du bassin versant (km ²)	39,2
- Capacité brute (hm ²)	34
- Capacité utile (hm ²)	31
- Cote de retenue normale (m)	139
-cote de retenue minimale (m)	108,5
- Hauteur de la digue (m)	30,5
-Pluviométrie interannuelle moy (mm)	1225
-Apport moyen utilisable (m ³)	18,5

Source : ANB



Figure II.1 : Image satellitaire du barrage d'El Agrem (échelle : 1/50000)

II.3) Evaluation de la qualité de l'eau d'irrigations :

Lorsqu'on veut réaliser un aménagement hydro-agricole il faut que l'eau exploitée pour l'irrigation accomplisse certaines conditions qui garantissant le bon développement des plantes, et permet d'éviter les impacts négatifs sur la santé publique, l'environnement et le système d'irrigation

La qualité de l'eau d'irrigation dépend des facteurs suivants :

- La concentration totale en sels dissous
- Le rapport de Sodium par rapport aux autres cations.
- La présence de Bore et d'autres éléments toxiques

Suivant l'analyse physico-chimique effectuée sur des échantillons prélevés à la station hydrométrique d'ElAgrem code (030303) les caractéristiques de l'eau d'irrigation sont donnés par le tableau suivant :

Tableau II.2 : Quelques caractéristiques physico-chimiques de l'eau du barrage d'ElAgrem

Code Station	Nom Station	Date prélèvement	Ca (mg/l)	Conductivité (µs/cm)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	pH	Résidu sec à 105 °C mg/l
030303	Bge El Agrem	06/01/2015	50.5	370	8	22	7	240
		02/02/2015	38	370	10	35	8	236
		03/03/2015	44.6	380	11	20	8	244

06/04/2015	44.5	370	14	17	8	250
05/05/2015	40.7	360	9	20	8	240
01/06/2015	41	370	12	23	8	252
08/07/2015	43.6	360	7	24	8	248
04/08/2015	48.1	380	14	26.4	8	264
01/09/2015	45.1	390	11	14	8	274
12/10/2015	43.8	390	12	26	8	260
10/11/2015	43.7	410	13	25	7	290
01/12/2015	43.5	400	13	23	7	260

Source : ANRH Alger

II.4) Les limites admissibles :

La classification des eaux suivant la qualité chimique a été établie 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

II.4.1) 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 :

Tableau II.3 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux
C ₁	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible
C ₂	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen
C ₃	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevée
C ₄	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevée

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

L'eau du barrage d'El Agrem prévue pour l'irrigation du périmètre étudié à une conductivité électrique moyenne CE = 0.38m.mhos/cm.

II.4.2) Le SAR (Sodium Absorption Ration) :

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⁺⁺.

$$S.A.R = \frac{Na+}{\sqrt{(Ca++Mg++)/2}} \dots\dots\dots(II.1).$$

D'où :

$$S.A.R = \frac{2.3}{\sqrt{(4.39 + 1.12)/2}}$$

S.A.R=1.39

Quatre classes de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin.

Tableau II.4 : Classification des eaux en fonction du S.A.R.

Classe	S.A.R	Danger d'alcalinisation
S ₁	SAR ≤ 10	Risque faible
S ₂	10 < SAR ≤ 18	Risque moyen
S ₃	18 < SAR ≤ 26	Risque élevé
S ₄	SAR > 26	Risque très élevé

On réfère au diagramme de classification des eaux d'irrigation (Fig.II.1.), on peut affirmer que l'eau du barrage d'El Agremest caractérisée par une salinité faible avec un degré d'alcalinité faible (C2, S1) se qui montre la bonne qualité de ces eaux.

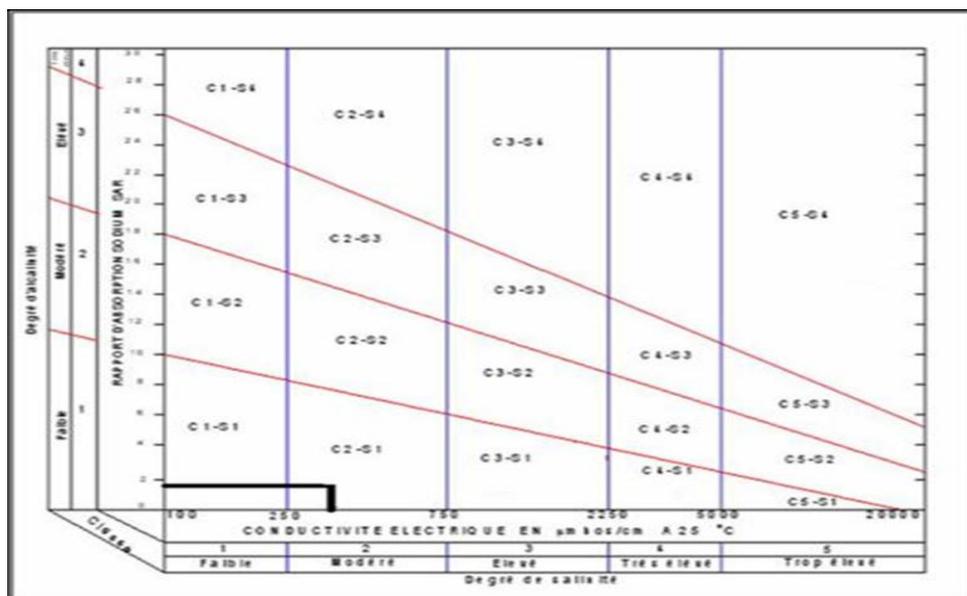


Fig.II.2.Diagramme de classification des eaux d'irrigation

RESSOURCE EN SOL

II.1) LA PEDOGENESE ET LA TYPOLOGIE DES SOLS

Les principaux traits pédologiques qui caractérisent notre zone d'étude sont les suivants :

- la Vertisolisation qui se caractérise par la présence de fortes teneurs en argile, généralement du type gonflant, et qui donne tendance vers une structuration fine en surface, celle-ci devient plus large en profondeur.
- La fertilisation qui confère au sol une couleur très accusée rouge à brun rougeâtre.

II.2) LA CLASSIFICATION DES SOLS

La prospection pédologique et l'analyse des échantillons au laboratoire, ont permis de reconnaître et différencier plusieurs types de sols répartis dans quatre (04) classes :

II.2.1) LES SOLS PEU EVOLUES

Ces sols n'ont subi qu'une faible évolution et gardent l'essentiel des caractéristiques des roches mères environnantes. Leur profil pédologiques est assez profond, homogène, et à texture généralement fine à moyennement fine. Néanmoins, des processus secondaires de pédogenèse se manifestent par endroit tel que, la vertisolisation, la salinisation et l'hydromorphie des horizons de profondeur et parfois de surface. Ces trois aspects, pouvant agir conjointement ou individuellement ; mais ils restent fortement liés à la lithologie des terrasses et des plaines alluviales.

a) Profil type du groupe d'apport alluvial

0-45 cm : horizon de couleur brun foncé à texture limoneuse et à structure grumeleuse. Le sol est assez compact et humide. On y trouve de petites racines et des concrétions blanches. L'effervescence HCl est faible et le passage graduel.

45-90 cm : de couleur brun foncé à texture limoneuse et à structure grumeleuse. Le sol est compact, moyennement tassé et humide. Il présente une poursuite moyenne, de petites racines et une faible effervescence HCl. Le passage graduel.

90-135 cm : de couleur brun foncé, à texture limoneuse, à structure grumeleuse. Le sol est compact, très humide et présente des concrétions blanches. L'effervescence HCl est faible.

b) Caractéristique physico-chimiques

b.1) Granulométrie

Les horizons de surface présentent en général une texture limoneuse. Les horizons intermédiaires sont de texture limoneuse, limono-sableuse, équilibrée et sableuse. Les horizons profonds sont à tendance limoneuse marquée à sablo-limoneuse.

b.2) Matières organiques

Les sols sont moyennement pourvus en surface (1.21% à 1.99%) et pauvres en profondeur (0.41% à 0.68 %).

b.2.1) Réaction du sol

Le pH de sols reste autour du neutre (6.10 à 7.82), sauf à exception dans certains endroits où il est acide (4.80 à 5.30).

b.2.2) Salinité

La salinité des sols évaluée à partir de la conductivité électrique reste très faible en général (0.18 à 1.67 m.mhos/cm) avec néanmoins un maximum de 2.67 m.mhos/cm pour le profil n°12 au niveau intermédiaire (50-90 cm).

b.2.3) Complexe absorbant :

Calcium : ces sols sont riches à moyennement pourvus en Ca^{++} (8 à 30 meq/100g).

Magnésium : la teneur est bonne en cet élément (2 à 7 meq).

Potassium : comprise entre 0.14 et 0.58 meq/100g. La teneur en K^+ reste faible.

Sodium : il n'y a pas de danger notable de salure (0.39 à 1.08).

II.2.2) LES VERTISOLS

Ces sols présentent un aspect de surface caractérisé par de grosses mottes et dont le profil est profond et de couleur foncée, les horizons sont peu différenciés et ne peuvent être distingués que par la structure arrondie en surface, polyédrique grossière élargie en profondeur. Les fentes de retrait sont perceptibles (quelques millimètres de diamètre) parfois ce sont les facettes lisses résultant des mouvements internes (rétraction et gonflement des argiles) qui sont les plus observés.

45-100 cm : de couleur brun foncé à texture limono-sableuse et à texture grumeleuse. Le sol est faiblement tassé et assez compact On y trouve encore de petites racines. L'effervescence HCl est faible et le passage graduel.

100-145 : de couleur brun foncé à texture limoneuse et à structure grumeleuse, moyennement tassée, compact, poreux mais très faible et à faible effervescence HCl.

a.1) Caractéristique physico-chimiques

a.1.1) Granulométrie

Dans l'ensemble, les profils analysés présentent des horizons de surface limoneux, des horizons intermédiaires limono-sableux et des horizons inférieurs limoneux à argileux.

a.1.2) Matières organiques

Ces sols présentent une teneur moyenne en matière organique au niveau des horizons de surface (1.24% à 1.87%) qui diminue en profondeur (0.8 % à 0.6 %>0).

a.1.3) Réaction du sol

La réaction du sol reste proche du neutre et va en surface comme en profondeur de très faiblement acide à très faiblement alcaline

a.1.4) Salinité

Le taux de salinité du sol est très faible en surface comme en profondeur (0.49 m.mhos/cm à 1.87m.mhos/cm) sauf pour le profil n°10(2.5 m.mhos/cm en surface et 3.89 m.mhos/cm en profondeur).

a.1.5) Complexe absorbant

Calcium : la teneur en Ca^{++} est moyenne tout au long des profils et varie entre 9 et 20 meq/100g.

Magnésium : la teneur en Mg^{++} est bonne en moyenne et varie entre 52 meq et 04 meq/100g.

Potassium : les teneurs observées sont très faibles et varient entre 0.12 et 0.71 meq.

Sodium : la teneur étant faibles (0.16 à 1.3meq) il n'y a pas de danger de salure.

II.2.3) LES SOLS CALICIMAGNESTIQUES

Cette classe est subdivisée en deux groupes les carbonatés et les saturés. Ces sols se caractérisent par un profil constitué d'un horizon A humifère et parfois caillouteux de texture moyenne à légère, d'un horizon intermédiaire riche en calcaire reposant sur une accumulation calcaire continue rarement dure.

II.3.1. Profil type des sols calci-magnésiques

0-30 cm : de couleur brun foncé, ce sol est à texture argileuse à structure grumeleuse, très tassé et compact, sec avec une porosité moyenne et présente de petites racines. L'effervescence HCl est faible et le passage graduel.

65-130 cm : horizons de couleur brun foncé à noir de texture argileuse et de structure grumeleuse. Il est très tassé, compact, humide avec une porosité moyenne. L'effervescence HCl est faible.

II.3.2. Caractéristique physico-chimiques

c.1. Granulométrie

Les profils analysés présentent en surface une texture à tendance limono-argileuse ; argilo-limoneuse dans les horizons intermédiaire et d'argileuse fin à sablo-limoneuse en profondeur.

c.2. Matières organiques

Les sols sont riches à moyennement pourvus en surface (1.5% à 2.7%) et pauvres à moyennement pourvus en profondeur (0.48% à 1.92%).

c.3. Réaction du sol

Le pH de ces sols est neutre à faiblement alcalin (7.02 à 8).

c.4. Salinité

La conductivité électrique reste faible (0.31 à 1.39 m.mhos/cm).

c.5. Complexe absorbant

Calcium : les sols sont riches en Calcium (20 à 33 meq/100g).

Magnésium : la teneur est bonne en magnésium (2 à 8 meq).

Potassium: la teneur en potassium reste faible (0.12 à 0.53 meq/100g).

Sodium : la teneur en sodium reste faible (0.43 à 1.79 meq/100 g). Donc, pas de danger de salure.

II-3-2-1- La texture

La texture d'un sol caractérise la dimension et la distribution des différents éléments qui le constituent, elle est déterminée par l'analyse d'échantillon du sol sur la terre fine obtenue après élimination par tamisage des graviers ou cailloux de taille supérieure à 2 mm.

L'analyse granulométrique est faite au laboratoire, en utilisant la pipette de Robinson basée sur la loi de stocks.

II-3-2-2- La structure

La structure d'un sol est définie par l'augmentation de ses constituants les uns par rapport aux autres.

Des sols de texture identique peuvent avoir des structures différentes, plus ou moins stables et plus ou moins favorables à la pénétration de l'eau, de l'air et des racines.

II-3-2-3- La perméabilité

La perméabilité du sol est définie par sa vitesse d'infiltration qui est la vitesse apparente de l'eau s'écoulant à travers un sol saturé, sous une pente motrice égale à l'unité c'est le coefficient K de la loi de Darcy.

Selon les différentes valeurs de K, on peut classer les sols comme suit :

Sols imperméables	$K < 10^{-6} \text{m/s}$
Sols peu perméables	$10^{-6} < K < 5.10^{-6}$.
Sols perméables	$5.10^{-6} < K < 5.10^{-5}$.
Sols très perméables	$K > 5.10^{-5}$

La perméabilité est déterminée au laboratoire d'après la quantité d'eau s'écoulant par unité de temps, en travaillant sous charge constante.

II-3-2-4- La densité apparente d_a

C'est le rapport entre le poids d'un volume donné du sol sec à l'étuve et le poids d'un égal volume d'eau, son évaluation est basée sur la texture du sol.

La densité apparente est déterminée au laboratoire $d_a=1.35$.

II.4 Etude des aptitudes culturales

L'étude des aptitudes culturales permet d'orienter les agriculteurs dans leurs choix des spéculations agricoles. Dans notre cas, cette étude a été faite d'après les analyses pédologiques et les enquêtes foncières faites sur le terrain.

II.4.1) Les différentes classes d'aptitude des sols à l'irrigation et au drainage :

Cette classification basée sur les paramètres suivants :

- ❖ Profondeur du sol.
- ❖ Texture.
- ❖ Salinité.
- ❖ Topographie.
- ❖ Perméabilité.
- ❖ Drainage.
- ❖ Calcaire actif.

Tableau II.5 : Les espèces culturales.

N°	Espèces : Arboriculture	N°	Espèces : Cultures maraichères	N°	Espèces : Céréales et fourrages	N°	Espèces : Cultures industrielles
1	agrumes	1	Artichaut	1	Luzerne	1	Betterave sucrière
2	Pêcher/Franc	2	Tomate	2	Bersim	2	coton
3	Pêcher/Amandier	3	Oignon	3	Sorgho	3	Tournesol
4	Pêcher/Prunier	4	Pomme de terre	4	Mais	4	Frais
5	Abricotier/Franc	5	Carotte	5	Fétuque	5	Tabac
6	Abricotier/Prunier	6	Navet	6	Vesce avoine		
9	Olivier	7	Chou-fleur	7	Ray gras		
10	pommier/Franc	8	Chou pommé	8	Blé dur		
11	pommier/Doucin	9	Epinard	9	Blé tendre		
12	pommier/Pa radja	10	Laitue	10	Orge		
13	Poirier/Franc	11	Ail				
14	Poirier/Cognassier	12	Aubergine				
15	Figuier	13	Pastèque				
		14	Melon				
		15	Piment poivron				
		16	Haricot vert				
		17	Concombre				
		18	Pois				

Tableau II.6 : Degré d'aptitude culturale.

TYPE DE SOL	cultures	Degré d'aptitude culturale	
		Bonne pour	Moyenne pour
les sols minéraux bruts et les sols Calcimagnésiques	Arboriculture :	2, 3, 4, 9,15	1, 5,6
	Cultures maraichères	1,2,3,4,7,8,9,10,11 12,13,14,15,16,17,18	5,6
	Céréales et fourrages	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10	
	Cultures industrielles	2, 3, 4	5,6
les sols peu évolués	Arboriculture	2, 3, 4, 9,15	
	Cultures maraichères	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 12,13,14,15,16,17,18	
	Céréales et fourrages	1, 2, 3, 4, 5, 6,7, 8, 9, 10	
	Cultures industrielles	1, 2, 3, 4,5	

Conclusion :

Le présent chapitre avait pour but de définir les ressources en eaux disponibles dans la zone d'étude.

Les évaluations effectuées dans ce cadre ont montré que le barrage El Agram (Jijel) est la seule source d'irrigation de notre périmètre avec un volume régularisé de 31 Mm³ /an.

La faible salinité ainsi le faible degré d'alcalinité de l'eau du barrage El Agram nous montre que cette eau est de bonne qualité, donc elle est utilisable dans les conditions normales pour l'irrigation.

L'analyse de la qualité des sols de la zone d'étude montre que les aptitudes culturales des sols varient d'une classe à l'autre. ne présentent pas de problèmes particuliers et peuvent recevoir toute la gamme des cultures possibles.

CHAPITRE III
ETUDE AGRO SOCIO
ECONOMIQUE

INTRODUCTION

L'étude de l'enquête foncière est un chapitre essentiel pour définir le secteur public réorganisé par des Exploitations Agricole Collective et Individuelle (EAC-EAI), et le secteur privé, et ferme pilote. Ainsi, l'occupation du sol et la répartition des superficies irriguées.

III.1) BUT DE L'ENQUETE FONCIERE :

Le but de ce dossier est de définir les éléments qui définissent l'exploitation ou la propriété agricole d'une façon générale. Dans ce cadre nous avons précisé pour toutes les exploitations de la zone d'étude :

- Les limites de l'exploitation ou de la propriété.
- Le plan parcellaire.
- L'occupation du sol.
- Le mode de faire valoir.
- Le type de bâti.
- Les points d'eau.

Les techniques d'irrigation et de drainage.

Le travail d'enquête sera l'assise principale à l'aménagiste pour la projection d'un réseau approprié à la réalité du terrain du fait de la signalisation dans le dossier de toutes les contraintes physiques ou autres pouvant répercuter négativement par la suite sur le système d'aménagement.

III.2) PRESENTATION DE L'AIRE DE L'ETUDE :

III.2.1) LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE :

La zone d'étude se situe à l'Est du chef-lieu de wilaya de Jijel, qui couvre une superficie totale d'environ **7000 ha**, voir figure III.1.

Les terrains agricoles entrant dans le cadre de ce projet se trouvent actuellement dans la wilaya de Jijel et les communes concernées par l'étude sont : Jijel, Taher, Kennar, Kaous, Chekfa et El Amir Abdelkader.

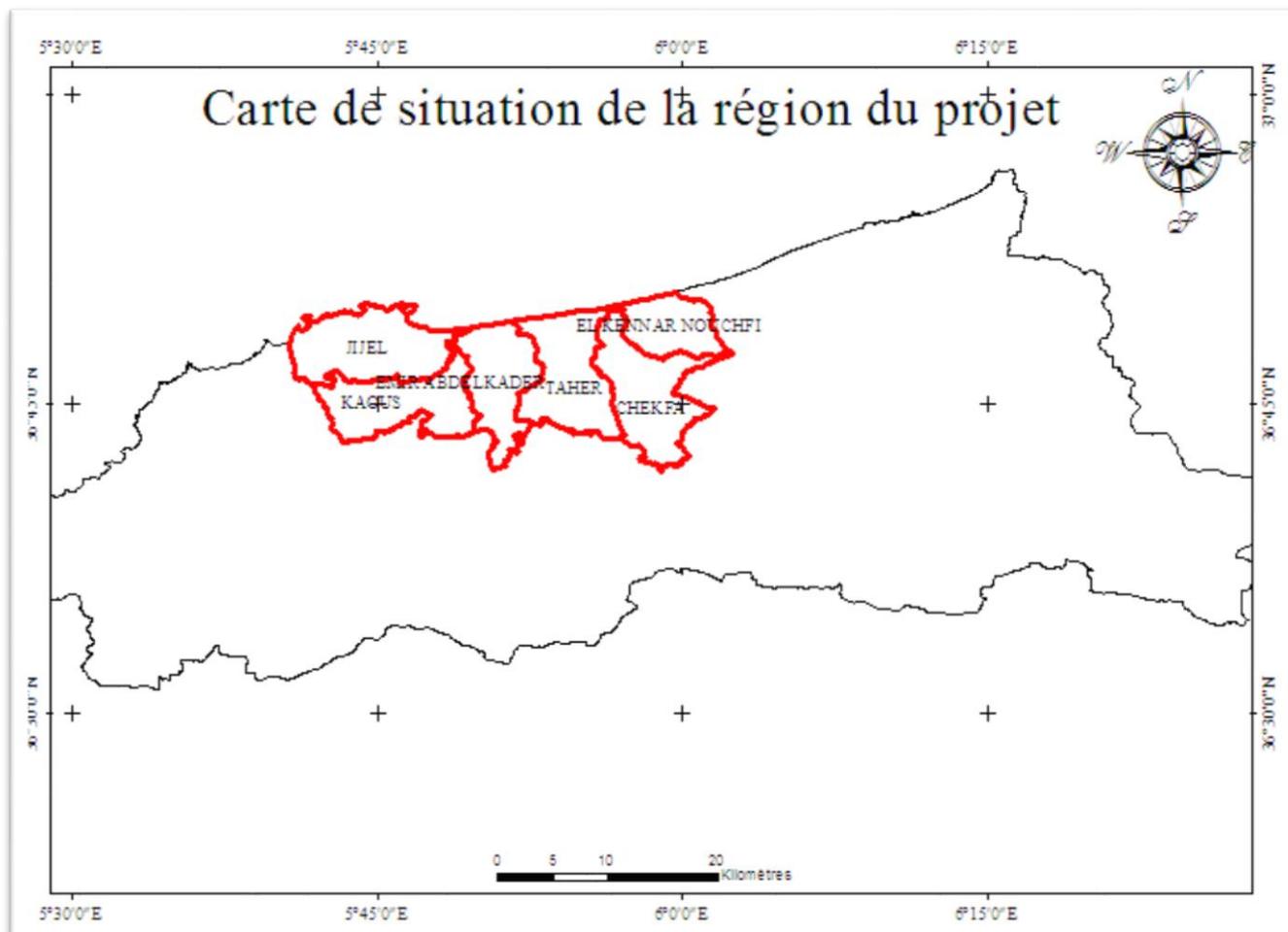


Figure III.1 : Extrait de la carte situation de la région du projet.

III.2.2) CARACTERISTIQUES DE LA ZONE D'ETUDE

Le périmètre est un peu dispersé à cause de nombreuses collines, zone occupée par différentes infrastructures et des terrains très accidentés.

L'altitude varie de 10 à 70 m avec une partie négligeable qui dépasse les 70 m d'altitude.

III.2.3) VOIES DE COMMUNICATION

Ce réseau routier est formé de plusieurs pistes et chemins de wilaya. Ces chemins goudronnés et ces pistes traversent la zone d'étude et permettent une liaison facile entre les exploitations et les routes à grande circulation.

III.2.4) OCCUPATION DES SOLS :

Les études préliminaires du périmètre, nous relevons une superficie totale analysée et qui est 7000 ha environ. Nous avons remarqué ce qui suit :

-Une partie de la superficie étudiée dans l'étude du sol est hors des limites de l'enquête foncière ;

-Une deuxième partie des 7000ha, rentre dans les zones urbaines et industrielles ;

- Une troisième partie étudiée dans l'enquête foncière et qui est caractérisés par des grandes pentes et des terrains accidentés, cette partie de superficie n'était pas en conciliation dans l'étude de sol, donc elle ne fait pas partie des cinq(05) zones d'aptitudes. Cette superficie est appelée « hors zones » ;

-Superficie totale enquête =6153 ha ;

-Superficie totale « hors zones »=1286 ha ;

-Superficie étudiée dans la suite d'étudier (délimitation)=6153 – 1286=4867 ha.

Le système de cultures assez varié marqué par la pratique importante des maraichages (41% de superficie) suivie des grandes cultures Arboriculture 17%, ensuite les cultures Fourrage et Céréales 19%, vigne 5% et enfin les cultures industrielles 3%.La répartition des superficies par cultures est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau III.1 : La répartition des superficies par cultures

Cultures	Surface occupée (ha)	Surface occupée (%)
Maraichage	2011	41.17
Arboriculture	855	17.5
Fourrage	740	15.15
Vigne	246	5.04
Céréales	207	4.24
Cultures Industrielles	112	2.29
Jachère	714	14.62
Total	4885	100

Source : ONID Jijel

III.3) APPROCHE METHODOLOGIQUE DE L'ENQUETE :**III.3.1) DOCUMENTS DE BASE :**

Les documents de base utilisée dans le cadre de cette enquête sont les photogrammétries au 1/5.000, les cartes d'état-major au 1/50.000 et au 1/25.000 achetées auprès de l'INC (Institut National de Cartographie) et l'autre faire par logiciel **ARC-GIC**.

III.3.2) UNITE D'ENQUETE :

L'unité de base de l'enquête est l'unité foncière. Elle représente une ou un ensemble de parcelles d'une exploitation publique (EAC - EAI) ou d'une propriété privée (individuel ou en indivision).

Une exploitation publique ou une propriété privée peut avoir une ou plusieurs unités foncières.

Le nombre d'unité foncière est l'équivalent du nombre de groupe de parcelles formant une même exploitation ou propriété.

Un groupe de parcelles est défini dès qu'une masse de terre appartenant à une propriété privée ou à une exploitation définie et séparée de son ensemble par une autre masse de terre d'une autre exploitation ou propriété.

Une parcelle de l'unité foncière, est définie par des limites physiques (route, oued, piste, brise vent, etc.) et par l'occupation du sol. Une est occupée par une seule culture.

III.3-3) Etat juridique des terres

La structure foncière de la zone d'étude montre la forme de la propriété, les classes suivantes sont la base des données :

- Exploitation Agricole collective (EAC) : terrain qui appartient à l'état et exploité en usufruit par une collectivité d'agriculteur ;
- Exploitation Agricole individuelle (EAI) : terrain qui appartient à l'état et exploité par un agriculteur individuel ;
- Terre publique : terre qui appartient à l'état est utilisée par des organismes ou industriel.
- Terre privée.

Tableau III.2 : Distribution du foncier par classes

Classes	Superficie (ha)	Superficie (%)
EAC	3419.5	70
EAI	73.28	1.5
Privé	757.17	15.5
Familiale	635.05	13

Source : ONID Jijel

Et pour le secteur 2, la structure foncière est résumée dans le tableau suivant :

Tableau III.3 : Distribution du foncier par classes

Classes	Superficie (ha)	Superficie (%)
EAC	96.78	37.83
EAI	36.55	14.28
Privé	122.43	47.86

Source : ONID Jijel

III .4) Occupation du sol de secteur 2**Tableau III.4 : Occupation du sol**

Cultures	superficie (ha)	Pourcentage (%)
Fraise	111,24	43.49
olivier	27,81	10.87
Poivron	23,15	9.05
Tomate	48,03	18.77
Pêcher	45,53	17.8
Total	255,76	100

Source : ONID Jijel

III.5) CONCLUSION :

L'analyse de l'étude foncière menée dans le cadre de ce projet, nous a permis de cerner la structure de la zone de projet, ainsi que ses différentes sources d'irrigation. La superficie enquêtée et le nombre d'unités foncières formées par le statut juridique, sont indiqués dans le tableau III.2 et III.3.

La technique d'irrigation la plus utilisée est la goutte à goutte pour l'irrigation des arboricultures. Certaines exploitations pratiquent l'irrigation par aspersion pour l'irrigation des cultures maraîchères.

CHAPITRE IV

ETUDE HYDROLOGIQUE

Introduction :

Cette partie a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies annuelles de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, tels que : le calcul des besoins des cultures projetés dans le périmètre, ainsi que le dimensionnement de réseau de distribution.

IV.1) Choix de la station représentative de la zone d'étude :

Notre choix repose sur la station pluviométrique de Jijel (voir chap01). Cela, étant lié à une série de facteurs tel que :

- Localisation géographique, celle-ci étant très proche au périmètre.
- Les relevés de la station s'étalent sur une période d'observation acceptable (30 ans d'observations).
- L'altitude de la station pluviométrique à une valeur proche de l'altitude moyenne de périmètre.

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

Tableau IV.1 : Pluies moyennes mensuelles observées à la station de Jijel (1984 – 2013)

Année	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Annuel (mm)
1984	1.5	61.4	75.3	129	260	166	52.5	67.4	51.1	1.3	0	12	877.3
1985	10.3	161	162	190	2.9	69.5	80.1	15.9	7.5	1.9	0	4.5	704.6
1986	74.2	90.6	104	106	146	382	92.9	64.2	64.2	6.8	0	0	1132
1987	60.3	198	21.6	503.1	276	80.5	303.1	11.4	48.1	11	2.8	0	1516
1988	44.6	32.5	138	98.2	159	175	137	50.9	4.3	6.3	11	3.3	859.5
1989	36.2	86.3	99.8	221	175	166	40	24.6	82.8	5.7	3	0.3	941.2
1990	25.3	24.5	128	50.3	81.9	131	27.9	70.6	34.2	17	0	0	590.9
1991	151	0.8	154	231	121	83.1	57.4	118	2.8	6.6	2	15	941.8
1992	62.9	16	152	61	107	92.2	64.6	96.3	65.7	1.4	4.8	4.3	728.9
1993	4.6	74.9	177	321	91.1	105	112	24.6	26.7	3.6	0	0.7	940.8
1994	36.7	227	100	39.6	132	54	176	171	75.2	25	2.8	0	1039
1995	7.4	91.2	47.6	329	85.8	77.4	49.6	95.6	54.4	2.8	0	0	841.1
1996	37.4	75.2	104	141	90.2	108	94.3	80	14.7	0	0	0	744

1997	71.9	117	7.5	337	149	33.2	119	60.3	3.6	13	0	17	928.2
1998	56.8	99.1	62.3	89.9	138	294	113	119	48.9	46	7	9.6	1084
1999	36.5	139	117	169	53.1	13.1	16	73.7	8.7	26	0	5	657
2000	135	69.3	163	102	46.5	120	92.1	108	100	1.2	0	29	964.8
2001	89.3	75	356	188	136	71.1	61.2	45.6	4.1	3.6	2.9	3	1036
2002	28.6	19	280	213	87.5	29.5	17.6	24.6	56.7	8.7	1.6	0.2	767.1
2003	9.9	106	97	107	240	79.4	13.1	63.3	53.1	0	0	2.9	772.7
2004	20.4	0.3	125	113	71.2	59.7	34.7	47.1	11.2	0.3	5.8	23	512.3
2005	25.3	46.4	260	354	349	119	37.2	114	40	0.6	1.5	0.3	1347
2006	61.2	69	88.1	234	131	63	79.5	124	84	33	1	10	976.5
2007	58	55	322	155	270	200	70	112	4	0	0.5	8	1254
2008	33	13.5	206	161	177	172	55	26.5	28	1.5	0	45	917.5
2009	31	74	25.5	344	5.5	95	263	80.1	14	39	4	1	975.8
2010	96.5	157	201	238	41.2	20.1	186	28	153	3.5	0	0	1123
2011	52	27.5	202	206	217	90.7	82.6	177	12.1	0	0	11	1077
2012	208	79.8	192	147	167	64.5	108	46.4	75.2	52	0.4	1	1140
2013	52.3	216	148	121	109	171	115	77.5	24.4	13	3.2	0	1050
Moy (mm)	53.9	83.4	143.8	198.2	137.2	112.8	95.7	73.9	41.8	11.0	1.8	6.9	960.3

Source : ANRH Alger

Dans ce tableau on a relevé les précipitations pendant la période (1984 – 2013), et on a remarqué que la répartition des précipitations est irrégulière et variable suivant les mois et les années. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver.

L'étude de la série s'effectue par le logiciel de l'hydrologie **HydroLab**, ainsi que son diagramme de dispersion et son traitement. Le logiciel fait son ajustement aux lois théoriques (log normale et normale)

IV.2) Homogénéisation de la série pluviométrique :

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

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de 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 $N_1 > N_2$

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

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

Avec :

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

$$W_x = |Rang|_x$$

W_x : Somme des rangs de sous séries

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

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

Tableau IV.2 : Le procédé de test d'homogénéité à la station de Jijel

Rang	P(mm)	Série X(mm)	Série Y(mm)	TRI (mm)	XUY (mm)
1	877.3	877.3	964.8	1516	X
2	704.6	704.6	1036	1347	Y
3	1132	1132	767.1	1254	Y
4	1516	1516	772.7	1140	Y
5	859.5	859.5	512.3	1132	X
6	941.2	941.2	1347	1123	Y
7	590.9	590.9	976.5	1084	X
8	941.8	941.8	1254	1077	Y
9	728.9	728.9	917.5	1050	Y
10	940.8	940.8	975.8	1039	X
11	1039	1039	1123	1036	Y
12	841.1	841.1	1077	976.5	Y
13	744	744	1140	975.8	Y

14	928.2	928.2	1050	964.8	Y
15	1084	1084		941.8	X
16	657	657		941.2	X
17	964.8			940.8	X
18	1036			928.2	X
19	767.1			917.5	Y
20	772.7			877.3	X
21	512.3			859.5	X
22	1347			841.1	X
23	976.5			772.7	Y
24	1254			767.1	Y
25	917.5			744	X
26	975.8			728.9	X
27	1123			704.6	X
28	1077			657	X
29	1140			590.9	X
30	1050			512.3	Y

On a :

$$N_1=14 ;$$

$$N_2=16;$$

$$u_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1,96.$$

Après les calculs on trouve :

$$W_y = 178;$$

$$W_{\min} = \left(\frac{(14+16+1)14-1}{2} \right) - 1.96 \left(\frac{14*16(14+16+1)}{12} \right)^{\frac{1}{2}} = 169.35 ;$$

$$W_{\max} = \left[(14+16+1).14 - 169.35 \right] = 264.65.$$

D'où :

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

La condition de Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de Jijel est homogène.

IV.3) Etude de l'échantillon et choix du type de loi :

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 sont les suivantes :

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

IV-3-1) Traitement des données :

La simulation des apports annuels avec le logiciel **HYFRAN** nous donne les résultats suivantes :

Station de Jijel

Statistiques de base

- Nombre d'observations : 30
- Minimum : 512
- Maximum : 1520
- Moyenne : 948
- Ecart-type : 218
- Médiane : 942
- Coefficient de variation (Cv) : 0,23
- Coefficient d'asymétrie (Cs) : 0,361
- Coefficient d'aplatissement (Ck) : 3,12

IV-3-2) Ajustement de la série pluviométrique :

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

IV-3-2-1) Ajustement à la loi de Gauss (loi Normale) :

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

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

Pour notre projet, il sera utile de connaître les variations annuelles des précipitations pour une période de retour de 5ans.

Pour les calculs, on a utilisé le **Logiciel Hyfran**. Les résultats obtenus sont dans le **Tableau IV.3** et la **Figure IV.1**.

Tableau. IV.3 : Ajustement à la loi de Gauss (loi normale)

T	Q	XT	ECART-TYPE	INTERVALLE DE CONFIANCE (95%)
10	0.9	1220	52.5	1120 – 1320
5	0.8	1130	45.1	1040 – 1210
2	0.5	946	38.6	870 – 1020

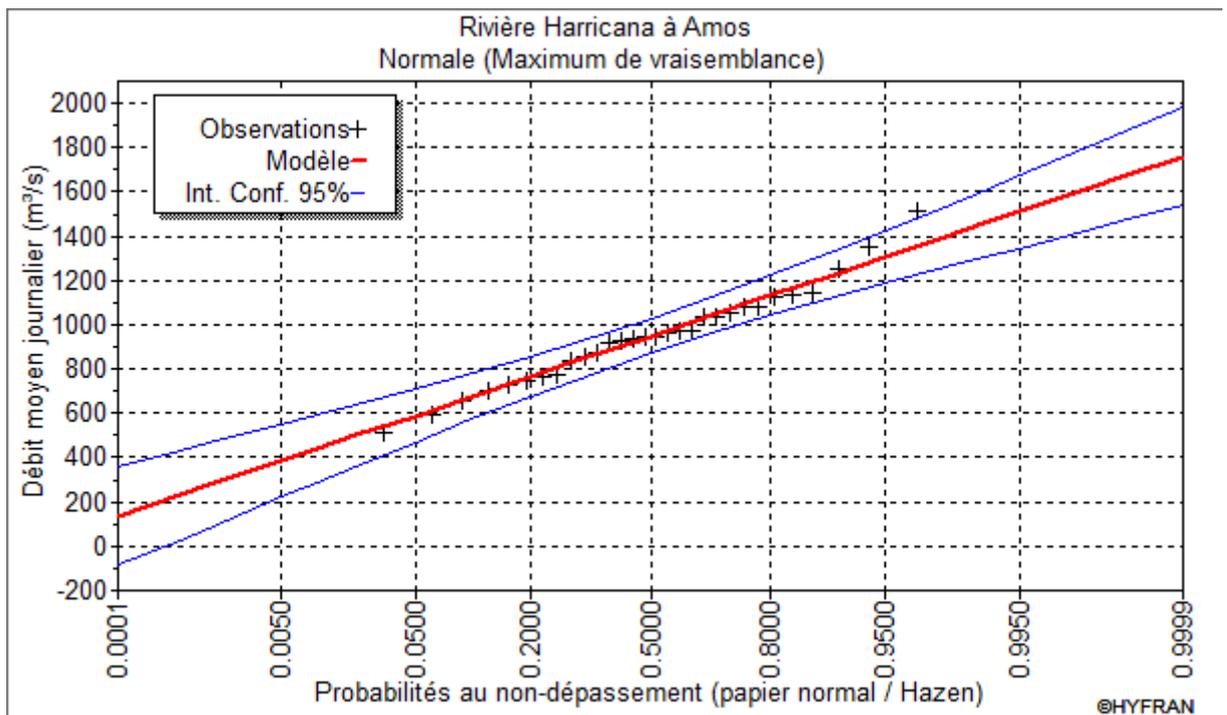


Figure IV.1 : Ajustement à la loi de Gauss

L'ajustement de la loi de GAUSS est bon ajustement don ci pas la peine faire l'autre ajustement de la loi Log Normal.

IV-3-3) 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 classe 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 :

$$x^2 \text{ calculée} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i} \dots\dots\dots [\text{IV -7}]$$

- n_i : nombre d'observations contenues dans la classe i.
- v_i : nombre d'observations théoriques calculés dans la classe i.
- $\gamma = k - 1 - m$

Avec :

- k : nombre de classes.
- γ : degré de liberté.
- m : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition Donc :
- $m=2$: pour la loi de Gauss

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

IV-3-3-1) Test d'adéquation de l'ajustement à la loi normale

Test d'adéquation : Loi Normale

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

Tableau n° IV- 4 : Résultats du test de Khi 2, selon HYFRAN

χ^2 calculé	4,54
Degrés de liberté	4

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

$$\chi^2 \text{ théorique} = 9.488$$

$$\chi^2 \text{ calculé} = 4,54 < \chi^2 \text{ théorique} = 9.488$$

Donc l'ajustement est à considérer.

IV-4) Détermination de l'année de calcul :

Puisque la Loi de GAUSS est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région Détermination de l'année de calcul a pour but de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante ; elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 20 %), (de l'année de calcul de P 20%)

Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 20 % on utilise la loi suivante :

$$P_{\text{moy}20\% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \cdot \frac{P_{\text{théorique (20\%) annuelle}}}{P_{\text{théorique(50\%) annuelle}}}$$

$$P_{\text{théorique}20\% \text{ annuelle}} = 750.34 \text{ mm} .$$

$$P_{\text{théorique}50\% \text{ annuelle}} = 923.16 \text{ mm} .$$

$$P_{\text{moy}20\%} = \frac{750.34}{923.16} \cdot P_{\text{moy.mensuelle}} = 0.81 P_{\text{moy.mensuelle}}$$

Les résultats de calcul sont donnés par le tableau suivant :

Tableau IV.5 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SPT	OCT	NOV	DEC
Pluie (mm)	137,2	112,8	95,7	73,9	41,8	11	1,8	6,9	53,9	83,4	143,8	198,2
P20%(mm)	111,13	91,36	77,51	59,85	33,85	8,91	1,45	5,58	43,65	67,55	116,47	160,54

IV-5) Conclusion

Quant à l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles, il faut signaler que le test de Khi carré a montré un ajustement meilleur avec la loi normale, A partir de cette loi, nous avons déterminé les pluies mensuelles de l'année de calcul nécessaire au dimensionnement de notre périmètre.

CHAPITRE V

BESOINS EN EAU

V-1) Introduction

Dans ce présent chapitre, on se propose de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base d'informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que : les conditions climatiques, cultures envisageables, potentialités des sols, l'eau disponible, fertilité des sols, pratique culturale et méthodes d'irrigation.

V-2) Choix des cultures à mettre en place de la région d'études

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.
- ✓ Les profondeurs des sols.

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

- ✓ **L'arboriculture** : Pécher, Abricotier, Pommier, Figuier, olivier.
- ✓ **Les cultures Maraîchage** : Carotte, Poivron, Tomate, Courgette,
- ✓ **Les cultures industrielles** : Betterave à sucre, coton, tabac, tomate industriel, Fraise.
- ✓ **La céréaliculture** : Blé, maïs, Orge vert.

V-3) Assolement –Rotation proposés

On appelle assolement la répartition des cultures dans l'espace, par opposition à la rotation qui est la succession des cultures sur une même sole pendant un nombre d'année correspondant au type d'assolement adopté.

Pour l'établissement des différents assolements –rotation nous avons tenu compte de plusieurs facteurs :

- ✓ La variation des profondeurs d'enracinement.
- ✓ L'équilibre du sol en éléments minéraux et en matière organique.
- ✓ La période de végétation et le procédé cultural.

Le cycle végétatif des différentes cultures est présenté dans le tableau dessous V.1

Culture	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
Pêcher												
Fraise												
Olivier												
Tomate												
Poivron												

Tableau V-01 : cycle végétatif des cultures mises en place

V-4) Modèle d’assolement

Nous donnons ci-après la composition de modèle qui nous semble les plus adaptés à la pédologie et aux surfaces d’exploitations du périmètre d’étude.

Cet assolement constitué de type des cultures fourragère et industrielles, et l’arboriculture (abricotier) en hors assolement.

Tableau V-02 : Assolement et rotation proposé.

N° Ilots	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JI	A	S
10-11-12-9	<p>Tomate</p> 											
1 -2	<p>Poivron</p> 											
19.....24 3.....7	<p>Fraise</p> 											
16-17-18	<p>Olivier</p> 											
8-13-14-15	<p>Pêcher</p> 											

Tableau V-03 : Assolement et rotation proposé

les ilots	Année 1	Année 2	Année 3
10-11-12-9	Tomate	Poivron	Tomate
1 -2	Poivron	Tomate	Poivron
19.....24 3.....7	Fraise	Fraise	Fraise
16-17-18	olivier	olivier	olivier
8-13-14-15	Pêcher	Pêcher	Pêcher

V-5) Besoin en eau du périmètre

Afin d'évaluer le volume d'eau nécessaire à l'irrigation du périmètre il est indispensable de quantifier les besoins de chaque culture composant l'assolement. Dans notre cas, le calcul sera fait pour les deux modèles choisis.

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

Pour déterminer l'évapotranspiration de la culture (ETc) on utilise l'évapotranspiration de référence (ETo) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence, de telle sorte que le taux d'évapotranspiration (**mm/j**) représente les conditions climatiques locales.

V-5-1) L'évapotranspiration de référence (ETo) :

C'est l'évapotranspiration maximale d'un gazon ras couvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue (Perrier, 1977).

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

- Méthodes de 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:

- Prinstley- Taylor
- Makkink
- Turk
- Hargreaves
- Blaney – Cridle
- Thornthwaite
- Penman et Monteith modifiée.

Sur la base des résultats de plusieurs études, notamment celle de Jensen (1990), la consultation d'experts menée par la FAO sur les méthodologies d'estimation des besoins en eau des cultures (Smith 1992), a conduit à recommander la méthode de Penman-Monteith modifiée comme méthode privilégiée d'estimation de ET_0 .

La formule de Penman est une des méthodes les plus fiables 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.

V-5-2) La Formule de PENMAN et MONTHEIT modifiée

Elle est détaillée comme suit :

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{c_{ste}}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \dots\dots\dots [V-1]$$

Avec :

- ET₀** : évapotranspiration de référence [mm jour⁻¹],
- R_n** : rayonnement net à la surface de la culture [MJ m⁻² jour⁻¹],
- G** : densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m⁻² jour⁻¹],
- T** : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [°C]
- u₂** : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s⁻¹],
- e_s** : pression de vapeur saturante [kPa],
- e_a** : pression de vapeur réelle [kPa],
- e_s-e_a** : déficit de pression de vapeur saturante [kPa],
- D** : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C⁻¹],
- g** : constante psychrométrique [kPa °C⁻¹].

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

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

Les résultats de l'évapotranspiration de référence calculés sont récapitulés dans le tableau V.4 :

Tableau V-4 : Résultat de calcul de l'Evapotranspiration de référence (ET₀)

Country	Algerie			Station	Achouat			
Altitude	5	m.	Latitude	36.40	°N	Longitude	5.50	°E
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sunshine	Radiation	ET ₀	
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m ² /day	mm/day	
January	6.8	16.3	77	216	5.1	8.8	1.58	
February	6.5	16.4	77	207	6.6	12.4	1.96	
March	8.1	18.1	77	207	7.3	16.2	2.62	
April	9.2	19.9	77	190	8.2	20.2	3.34	
May	12.7	23.2	79	148	8.1	21.6	3.86	
June	16.4	27.4	77	199	10.1	25.0	5.02	
July	18.8	30.0	74	173	10.9	25.8	5.48	
August	20.3	31.6	75	164	9.9	23.1	5.12	
September	18.4	26.5	77	181	8.2	18.3	3.67	
October	14.8	25.4	75	173	6.8	13.6	2.80	
November	10.7	20.3	76	190	6.6	10.7	1.90	
December	7.7	17.5	76	199	4.6	7.8	1.53	
Average	12.5	22.7	76	187	7.7	16.9	3.24	

➤ Commentaire du tableau

D'après le Tableau, on remarque que l'évapotranspiration de référence ET₀ est élevée dans la période d'été et atteint 5.48 (169.88 mm/mois) pour le mois de juillet, c'est-à-dire le besoin en eau des cultures augmentent dans cette période.

V-5-4) 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 Les pluies efficaces. Dans notre cas, nous nous sommes référés sur la méthode du pourcentage fixe, Détaillée comme suit :

Pluies efficaces en (mm/mois) = A × Pluies totales (mm/mois)

A : coefficient donnée, en général est compris entre 0,7 et 0,9. dans notre cas A=0,8.

Les pluies efficaces sont données dans le tableau suivant :

Il est à noter que dans le cas où la pluie efficace est inférieure à 5 mm, elle est automatiquement remise à zéro (P_{eff}=0).

Tableau V-5: Pluies efficaces pour chaque mois en mm

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
P (mm)	111,13	91,36	77,51	59,85	33,85	8,91	1,45	5,58	43,65	67,55	116,47	160,54	777.7
P eff (mm)	91.4	78	67.9	54.1	32	8.8	1.4	5.5	40.6	60.2	94.7	119.3	654

V-5-5) Calcul des besoins en eau des cultures

Les besoins en eau des cultures sont calculés par le bilan hydrique :

$$B = ETM - (P_{\text{eff}} + RFU) \dots \dots \dots [V-2]$$

Avec :

- ✓ B : Besoins en eau d'irrigation (mm).
- ✓ ETM : Evapotranspiration (max/jour).
- ✓ RFU : La réserve facilement utilisable (RFU).
- ✓ **Peff** : pluie efficace.

➔ L'irrigation est faite lorsque **B** (bilan hydrique) > 0

Les différents besoins des cultures pour l'assolement proposé sont calculés comme suit :

V-5-5-1) Evapotranspiration maximale ou de culture (ETM) :

C'est la valeur maximale de l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales, suivant un stade végétatif donné.

L'évapotranspiration maximale d'une culture est donnée par l'expression ci-dessous :

$$ETM = K_C * ET_0$$

Avec :

K_C : le coefficient cultural.

Les valeurs du coefficient cultural (K_C) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante ; de la force du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne minimale de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, à partir du bulletin FAO « irrigation et drainage » (voir l'annexe).

V-5-5-2) La réserve facilement utilisable (RFU)

La réserve utile est la quantité d'eau contenue dans la tranche de sol explorée par les racines, entre le point de ressuyage et le point de flétrissement. Mais les plantes ayant d'autant plus de mal à extraire l'eau que l'humidité s'approche du point de flétrissement, on nomme Réserve Facilement Utilisable (RFU), la quantité d'eau égale à 1/3 ou 2/3 de la resserve utile :

$$\boxed{\text{RFU} = Y (\text{Hcc} - \text{Hpf}).\text{Da}.\text{Z}} \dots\dots\dots [\text{V-3}]$$

Avec :

- ✓ **Y** : degré de tarissement.
- ✓ **Da** : densité apparente.
- ✓ **Z** : profondeur d'enracinement mm.
- ✓ **Hcc** : humidité à la capacité au champ, dans notre cas, on prend (27%).
- ✓ **Hpf** : humidité au point de flétrissement, dans notre cas, on prend (16%).

Lorsque les besoins en eau des cultures tout au long de leur phase de croissance sont connus, il reste à estimer les quantités d'eau d'irrigation à fournir au niveau de la parcelle. Pour ce faire, il est nécessaire d'en connaître les données pédologiques.

L'irrigation est faite lorsque B > 0.

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

Tableau V -6 : Calcul des besoins en eau pour le Fraise.

mois	P_eff (mm)	ETo(mm)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
Janvier	91,4	47,40	0,50	23,70	1	126	63,00	0,00	0,00	0,00
Février	78	58,80	0,60	35,28	1	126	63,00	0,00	0,00	0,00
Mars	67,9	78,60	0,70	55,02	1	126	42,00	0,00	0,00	0,00
Avril	54,1	100,20	0,80	80,16	1	126	0,00	26,06	347,47	0,13
Mai	32	115,80	0,90	104,22	1	126	0,00	72,22	962,93	0,37
Juin	8,8	150,60	0,70	105,42	1	126	0,00	96,62	1288,27	0,50
Juillet	1,4	164,40	0,60	98,64	1	126	0,00	97,24	1296,53	0,50
Août	5,5	153,60	0,50	76,80	1	126	0,00	71,30	950,67	0,37
Septembre	40,6	110,10	0,40	44,04	1	126	0,00	3,44	45,87	0,02
Octobre	60,2	84,00	0,40	33,60	1	126	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	94,7	57,00	0,40	22,80	1	126	19,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	119,3	45,90	0,50	22,95	1	126	63,00	0,00	0,00	0,00

Tableau V -7 : Calcul des besoins en eau de l'olivier

mois	P_eff (mm)	ETo(mm)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
Janvier	91,4	47,40	0,65	30,81	1,2	151,2	75,60	0,00	0,00	0,00
Février	78	58,80	0,65	38,22	1,2	151,2	75,60	0,00	0,00	0,00
Mars	67,9	78,60	0,65	51,09	1,2	151,2	50,40	0,00	0,00	0,00
Avril	54,1	100,20	0,65	65,13	1,2	151,2	0,00	11,03	147,07	0,06
Mai	32	115,80	0,65	75,27	1,2	151,2	0,00	43,27	576,93	0,22
Juin	8,8	150,60	0,75	112,95	1,2	151,2	0,00	104,15	1388,67	0,54
Juillet	1,4	164,40	0,75	123,30	1,2	151,2	0,00	121,90	1625,33	0,63
Août	5,5	153,60	0,90	138,24	1,2	151,2	0,00	132,74	1769,87	0,68
Septembre	40,6	110,10	0,90	99,09	1,2	151,2	0,00	58,49	779,87	0,30
Octobre	60,2	84,00	0,90	75,60	1,2	151,2	0,00	15,40	205,33	0,08
Novembre	94,7	57,00	0,90	51,30	1,2	151,2	19,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	119,3	45,90	0,70	32,13	1,2	151,2	75,60	0,00	0,00	0,00

Tableau V -8 : Calcul des besoins en eau du pêcheur.

mois	P_eff (mm)	ETo(mm)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
Janvier	91,4	47,40	0,85	40,29	1,2	151,2	75,60	0,00	0,00	0,00
Février	78	58,80	0,85	49,98	1,2	151,2	75,60	0,00	0,00	0,00
Mars	67,9	78,60	0,90	70,74	1,2	151,2	50,40	0,00	0,00	0,00
Avril	54,1	100,20	0,90	90,18	1,2	151,2	0,00	36,08	481,07	0,19
Mai	32	115,80	0,75	86,85	1,2	151,2	0,00	54,85	731,33	0,28
Juin	8,8	150,60	0,70	105,42	1,2	151,2	0,00	96,62	1288,27	0,50
Juillet	1,4	164,40	0,70	115,08	1,2	151,2	0,00	113,68	1515,73	0,58
Août	5,5	153,60	0,70	107,52	1,2	151,2	0,00	102,02	1360,27	0,52
Septembre	40,6	110,10	0,70	77,07	1,2	151,2	0,00	36,47	486,27	0,19
Octobre	60,2	84,00	0,80	67,20	1,2	151,2	0,00	7,00	93,33	0,04
Novembre	94,7	57,00	0,80	45,60	1,2	151,2	19,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	119,3	45,90	0,80	36,72	1,2	151,2	75,60	0,00	0,00	0,00

Tableau V -9 : Calcul des besoins en eau du Tomate.

mois	P_eff (mm)	ETo(mm)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
Janvier	91,4	47,40								
Février	78	58,80								
Mars	67,9	78,60								
Avril	54,1	100,20	0,50	50,10	0,9	113,4	0,00	0,00	0,00	0,00
Mai	32	115,80	0,85	98,43	1,2	151,2	0,00	66,43	885,73	0,34
Juin	8,8	150,60	1,15	173,19	1,2	151,2	0,00	164,39	2191,87	0,85
Juillet	1,4	164,40	0,96	157,82	1,2	151,2	0,00	156,42	2085,65	0,80
Août	5,5	153,60								
Septembre	40,6	110,10								
Octobre	60,2	84,00								
Novembre	94,7	57,00								
Décembre	119,3	45,90								

Tableau V -10 : Calcul des besoins en eau du poivron.

mois	P eff	ETo(mm)	KC	ETM	Z	RFU_THEO	RFU_REEL	B	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
Janvier	91,4	47,40								
Février	78	58,80								
Mars	67,9	78,60								
Avril	54,1	100,20	0,8	80,16	0,7	88,2	0,00	26,06	347,47	0,13
Mai	32	115,80	0,85	98,43	0,7	88,2	0,00	66,43	885,73	0,34
Juin	8,8	150,60	0,95	143,07	0,7	88,2	0,00	134,27	1790,27	0,69
Juillet	1,4	164,40	0,95	156,18	0,7	88,2	0,00	154,78	2063,73	0,80
Août	5,5	153,60								
Septembre	40,6	110,10								
Octobre	60,2	84,00								
Novembre	94,7	57,00								
Décembre	119,3	45,90								

Tableau V -11 : Calcul des besoins en eau mensuels pour les différentes cultures.

mois	Fraise	Olivier	Pêcher	Tomate	Poivron	Somme.B_net(mm)	efficence	somme.B_brut (m3)
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00
Février	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00
Mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00
Avril	26,06	11,03	36,08	0,00	26,06	99,23	0,75	1323,07
Mai	72,22	43,27	54,85	66,43	66,43	303,20	0,75	4042,67
Juin	96,62	104,15	96,62	164,39	134,27	596,05	0,75	7947,33
Juillet	97,24	121,90	113,68	156,42	154,78	644,02	0,75	8586,99
Août	71,30	132,74	102,02	0,00	0,00	306,06	0,75	4080,80
Septembre	3,44	58,49	36,47	0,00	0,00	98,40	0,75	1312,00
Octobre	0,00	15,40	7,00	0,00	0,00	22,40	0,75	298,67
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00
Somme	366,88	486,98	446,72	387,24	381,54	2069,36		27591,52

V-6) Calcul hydraulique :

V-6-1) Calcul du débit Spécifique

Les débits spécifiques sont définis d’après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale .La dose d’arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 22 heures sur 24 afin d’assurer les besoins de la consommation mensuelle. Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante :

$$q = \frac{B_m}{T \times t \times 3,6 \times K} \text{ (l/s/ha)} \dots\dots\dots [V-4]$$

- ✓ **B_m** : Besoin mensuel maximum net, exprimé en **m³/ha**.
- ✓ **T** : Temps d’irrigation par jour =**22h/j**.
- ✓ **t** : Nombre de jours du mois d’irrigation, exprimée en jour ; **égal à 26 J**.
- ✓ **K** : Coefficient d’efficience globale du système d’irrigation **≈ 0.75**

Besoin max mensuel =644.02mm

Qsp= (besoin max*10*1000*)/ (3600*Nbre de jour*Nbre heure*efficience.....[V-5]

Qsp= 4 .17 (l/s /ha) > 1.5 (l/s/ha)

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

Pour y remédier, on choisit :

- ✓ Le débit spécifique de la culture la plus exigeante :

Cultures	Fraise	Olivier	Pêcher	Tomate	Poivron
besoin max	97,24	132,74	113,68	164,39	154,78

- ✓ dans notre cas, est celui du **Tomate** la plus exigeante, il est égal à :

Qsp = 164.39 (l/s /ha)

Qsp= (besoin max*10*1000*)/ (3600*Nbre de jour*Nbre heure*efficience).

Q_{sp} = 1.06 (l/s /ha)

V-6-2) Calcul du Débit caractéristique

$$Q_{\text{car}} = q_{\text{sp}} * \text{surface}$$

- ✓ Surface totale = **255.76 ha.**
- ✓ Q caractéristique = **271.11 l/s.**

V-6-3) Calcul du Débit du réseau

$$Q \text{ de réseau} = Q_{\text{car}} * 3600/1000$$

Donc le débit (Q) de réseau égale **994.667 m³/h.**

V-6-4) Calcul du Volume nécessaire

Tableau V-12 : Estimation des volumes d'eau d'irrigation

Cultures	superficie (ha)	Somme.B_net (mm)	somme.B_brut (m3)	les volumes des besoins en eau m ³
Fraise	112,24	366,88	4891,73	549048,15
olivier	28,81	486,98	6493,07	187065,25
Poivron	19,15	381,54	5087,2	122855,88
Tomate	48,93	387,24	5163,2	252635,38
Pêcher	46,53	446,72	5956,27	277145,09
Total	255,76	2069,36	27591,46667	1388749,7

Le volume nécessaire pour les cultures durant toute leur période végétative est de 1388749,7 m³ (1.39Mm³) par an. La surface cultivée pour cet assolement est de 255,76 ha.

V-7) Conclusion

Cette étude a pour but principal de déterminer le régime d'irrigation conditionnant les besoins en eau des cultures ainsi que le volume nécessaire pour le mois de pointe et pour l'ensemble de l'année. Le barrage d'El Agram à une capacité utile de 31 Mm³, donc elle satisfait les besoins en eau annuels de notre périmètre estimé de 1,39Mm³.

CHAPITRE VI

DIMENSIONNEMENT DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION

VI.1. Introduction :

La conception d'un réseau de distribution dans un périmètre d'irrigation doit être faite en tenant compte de plusieurs contraintes :

- Topographiques
- hydrauliques
- organisationnelles
- technico-économique

VI.2- Découpage du périmètre en ilots d'irrigation

Le terme « îlot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une borne d'irrigation. Cette borne comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément, en particulier lorsqu'elle se trouve en limite de plusieurs exploitants.

VI.3) Rôle et fonction de la borne d'irrigation :

Les rôles de la borne sont :

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

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.

Choix du tracé

Pour le choix du tracé de la conduite d'adduction, il est indispensable de :

- de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes ;
- Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible ;
- Éviter le phénomène de cavitation qui peut engendrer les éclatements et vibration de la canalisation au cours de la phase de surpression ;
- Éviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, oueds, etc.).

VI.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 5) à :

$$q_s = 1.06 \text{ l/s/ha}$$

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

$$Q_b = q_s \cdot S \dots\dots\dots(1)$$

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

q_s = Débit spécifique moyen (l/s/ha)

S = Superficie de l'ilot (ha)

Les résultats du calcul du débit de chaque îlot d'irrigation sont présentés dans le (tableau V-1)

Tableau VI.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	débit des prises L/S	débit brut de la borne L/S
1	11,61	1a	5,76	6,10	12,31
		1b	5,84	6,19	
2	7,54		7,54	7,99	7,99
3	6,88		6,88	7,29	7,29
4	4,94		4,94	5,23	5,23
5	15,77	B5	15,77	16,71	8.35
		B'5			8.35
6	14,17	6a	8,45	8,95	15,02
		6b	5,7	6,04	
7	12,05		12,05	12,77	12,77
8	10,1	8a	5,98	6,33	10,70
		8b	4,11	4,35	
9	7,94	9a	5,82	6,16	8,42
		9b	2,13	2,25	
10	13,77	10a	7,15	7,57	14,59
		10b	6,59	6,98	
11	15,22	11a	6,53	6,92	16,13
		11b	8,68	9,20	
12	12,1	12a	3,84	4,07	12,82
		12b	9,18	9,73	
13	13,74	B13	8,79	9,32	7.28
		B'13	4,94	5,23	7.28
14	14,67		14,67	15,55	15,55
15	8,02		8,02	8,50	8,50
16	13,9	16a	8,66	9,18	14,73
		16b	5,21	5,52	
17	7,85	17a	4,18	4,43	8,32
		17b	3,66	3,88	
18	7,06	18a	3,6	3,81	7,48
		18b	3,46	3,67	

19	15,23	19a	4,7	4,98	16,14
		19b	3,81	4,04	
		19c	4,59	4,86	
		19d	2,12	2,25	
20	7,25	20a	4,11	4,36	7,68
		20b	3,14	3,33	
21	14,29	21a	4,16	4,41	15,14
		21b	3,95	4,18	
		21c	3,23	3,42	
		21d	2,94	3,12	
22	9,76	22a	5,86	6,21	10,34
		22b	3,9	4,13	
23	5,1		5,1	5,40	5,40
24	6,8	24a	3,94	4,17	7,20
		24b	2,85	3,02	

VI.5-Choix du type de borne :

Le choix de la borne dépend de la surface, généralement en on admet:

- Pour les les ilots $N_{\text{parcelles}}=2$, et dont la surface <15 ha, on prend la Borne à 2 prises (borne de type A2).
- Pour les les ilots $N_{\text{parcelles}}=4-8$, et dont la surface <15 ha, on prend la Borne à 4 prises (borne de type A4).
- Pour les les ilots $N_{\text{parcelles}}=2$, et dont la surface >15 ha, on prend la Borne à 2 prises (borne de type B).
- Pour de grande ilot on prévoit des bornes de type C.

VI.5.1-Choix de diamètre de la borne :

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

Tableau VI.2 : Choix du diamètre de la borne.

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

VI.5.2-Calcul des débits aux bornes :

$$Q_b = q \times S \dots\dots\dots(2)$$

Avec : q = débit spécifique (l/s/ha)

S =Superficie (ha)

Tableau VI.3 : débit au niveau des bornes et des prises

N° de l'ilot d'irrigation	Superficie (ha) de l'ilot	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle	débit des prises L/S	débit brut de la borne L/S	Q des prises (mm)	Diamètre de la borne mm	Type de borne
1	11,61	1a	5,76	6,10	12,31	65	100	A2
		1b	5,84	6,19		65		
2	7,54		7,54	7,99	7,99	65	65	A2
3	6,88		6,88	7,29	7,29	65	65	A2
4	4,94		4,94	5,23	5,23	65	65	A2
5	15,77	B5	15,77	8.35	8.35	65	100	2xA2
		B'5		8.35				
6	14,17	6a	8,45	8,95	15,02	65	100	A2
		6b	5,7	6,04		65		
7	12,05		12,05	12,77	12,77	65	100	A2
8	10,1	8a	5,98	6,33	10,70	65	65	A2
		8b	4,11	4,35		65		
9	7,94	9a	5,82	6,16	8,41	65	65	A2
		9b	2,13	2,25		65		
10	13,77	10a	7,15	7,57	14,59	65	100	A2
		10b	6,59	6,98		65		
11	15,22	11a	6,53	6,92	16,13	65	100	A2
		11b	8,68	9,20		65		
12	12,1	12a	3,84	4,07	12,82	65	100	A2
		12b	9,18	9,73		65		
13	13,74	B13	8,79	9,31	7,28	65	100	2xA2
		B'13	4,94	5,23		7,28		
14	14,67		14,67	15,55	15,55	65	100	A2
15	8,02		8,02	8,50	8,50	65	65	A2
16	13,9	16a	8,66	9,17	14,73	65	100	A2
		16b	5,21	5,52		65		
17	7,85	17a	4,18	4,43	8,32	65	65	A2
		17b	3,66	3,87		65		
18	7,06	18a	3,6	3,81	7,48	65	65	A2
		18b	3,46	3,66		65		
19	15,23	19a	4,7	4,98	16,14	65	100	A4
		19b	3,81	4,03		65		
		19c	4,59	4,86		65		
		19d	2,12	2,24		65		
20	7,25	20a	4,11	4,35	7,68	65	65	A2
		20b	3,14	3,32		65		

21	14,29	21a	4,16	4,41	15,14	65	100	A4
		21b	3,95	4,18		65		
		21c	3,23	3,42		65		
		21d	2,94	3,11		65		
22	9,76	22a	5,86	6,21	10,34	65	65	A2
		22b	3,9	4,13		65		
23	5,1		5,1	5,40	5,40	65	65	A2
24	6,8	24a	3,94	4,17	7,20	65	65	A2
		24b	2,85	3,02		65		

VI.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 $\approx 1\text{bar}$.

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.

VI.7-Calcul hydraulique des canalisations

VI.7.1- Caractéristiques de la conduite principale (CP) et le réseau de distribution :

VI.7.1.1 Choix du type de matériau

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

a) Conduite en fonte

Présentent plusieurs avantages :

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

L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds, et sont relativement chers.

a) Conduite 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 400 mm

VI.7.1.2- Calcul des diamètres des conduites

En premier lieu, on commence les calculs par la précision des nœuds de tous les tronçons, le débit de chaque tronçon et les débits cumulés.

A la suite on procède aux différents calculs : la vitesse, les diamètres, les longueurs et les pertes de charges linéaires et totales.

✓ Concernant les côtes du terrain naturel, sont présentés au plan topographique de la zone d'étude.

Ayant ainsi déterminé les débits de canalisations à transmettre pour chaque îlots, pour suit on fait la détermination des diamètres, pour cela on utilise la formule suivante :

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\Pi * V}} \dots\dots\dots(3)$$

Au début, on va fixer la vitesse en **1.15m/s**, dans ce cas on a déterminé le calcul du diamètre. Il faut normalise les résultats en fonction de la dimension commerciale des conduites, puis on vérifie la nouvelle vitesse :

$$V = \frac{4 * Q}{\Pi * D^2} \dots\dots\dots(4)$$

Avec :

D : Diamètre de la conduite calculée (m)

Q : Débit dans la conduite (m3/s).

En générale la vitesse admissible est entre (0,5-2) m/s.

Dans notre étude, on prend une vitesse moyenne dans la conduite égale à 1.5 m/s.

Tableau VI.4 : Calcul des diamètres des Conduite et les vitesses

NB	Tronçon	Langueur(m)	Débit de la borne (L/s)	Débit du tronçon (L/s)	Q de Tronçon(m3/s)	Diamètre calculé (mm)	Diamètre normalisé (mm)	Matériaux	Vitesse
B24	B24-B23	283,08	7,20	7,20	0,01	101,41	110,00	PEHD	0,74
B23	B23-22	93,18	5,40	12,42	0,01	134,89	160,00	PEHD	0,62
B22	B22-B19	281,08	10,43	22,85	0,02	182,96	200,00	PEHD	0,73
B19	B19-B20	255,28	16,14	38,99	0,04	239,00	250,00	PEHD	0,79
B20	B20-N11	34,63	7,68	46,67	0,05	261,48	315,00	PEHD	0,60
B21	N11-B21	138,32	15,14	15,14	0,02	148,93	160,00	PEHD	0,75
	N11-N10	477,55		61,81	0,06	300,91	315,00	PEHD	0,79
B'13	B'13-N10	35,53	7,28	7,28	0,01	103,27	110,00	PEHD	0,77
	N10-N8	40,37		69,09	0,07	318,14	315,00	PEHD	0,89
B18	B18-B17	190,37	7,48	7,48	0,01	104,68	110,00	PEHD	0,79
B17	B17-B16	163,39	8,32	15,80	0,02	152,14	160,00	PEHD	0,79
B16	B16-N8	274,36	14,73	30,53	0,03	211,48	200,00	PEHD	0,97
B15	B15-N9	195,12	8,50	8,50	0,01	111,59	110,00	PEHD	0,89
B14	B14-N9	254,00	15,55	15,55	0,02	150,93	160,00	PEHD	0,77
	N9-N8	36,51		24,05	0,02	187,70	200,00	PEHD	0,77
	N8-N7	262,82		54,58	0,05	282,77	315,00	PEHD	0,70
B13	B13-N7	35,53	7,28	7,28	0,01	103,27	110,00	PEHD	0,77
	N7-N6	209,62		61,86	0,06	301,04	315,00	PEHD	0,79
B12	B12-B11	392,88	12,82	12,82	0,01	137,04	160,00	PEHD	0,64
B11	B11-B10	256,32	16,13	28,95	0,03	205,94	200,00	PEHD	0,92
B10	B10-B9	255,78	14,50	43,45	0,04	252,30	250,00	PEHD	0,89
B9	B9-N6	148,20	8,41	51,86	0,05	275,63	315,00	PEHD	0,67
	N6-N5	145,48		113,72	0,11	408,16	400,00	PEHD	0,91
B'5	B'5-B8	211,09	8,35	8,35	0,01	110,60	110,00	PEHD	0,88
B8	B8-N5	43,00	10,70	19,05	0,02	167,06	160,00	PEHD	0,95
	N5-N4	258,05		132,77	0,13	441,03	500,00	PVC	0,68
B7	B7-B6	233,51	12,77	12,77	0,01	136,78	160,00	PEHD	0,64
B6	B6-N4	89,30	15,02	27,79	0,03	201,77	200,00	PEHD	0,89
	N4-N3	112,17		160,56	0,16	484,99	500,00	PVC	0,82
B5	B5-B3	38,57	8,35	8,35	0,01	110,60	110,00	PEHD	0,88
B3	B3-B4	38,57	7,29	15,64	0,02	151,37	160,00	PEHD	0,78
B4	B4-N3	140,68	5,23	20,87	0,02	174,85	200,00	PEHD	0,66
	N3-N2	313,09		181,43	0,18	515,55	500,00	PVC	0,92
B2	B2-N2	231,81	7,99	7,99	0,01	108,19	110,00	PEHD	0,84
	N2-N1	247,02		189,42	0,19	526,78	630	PVC	0,61
B1	B1-N1	180,35	12,31	12,31	0,01	134,29	160	PEHD	0,61
	N1-R	1963		261,73	0,20	543,62	630	PVC	0,65

Après détermination du diamètre, on utilise le logiciel EPANET pour déterminer les pressions et les pertes de charge au niveau de la conduite principale et le réseau de distribution. Le calcul des pertes de charge ont été effectués selon la formule de Hazan-Williams :

$$Hf = 10.675 \cdot L \left(\frac{Q}{C_{hw}} \right)^{1.852} \frac{1}{D^{4.87}} \dots\dots\dots(4)$$

Chw : est le coefficient de perte de charge qui dépend du type de matériau il varie entre 130 et 150 pour le PEHD et la fonte.

Selon les pressions des bornes, les diamètres des canalisations seront modifiés si la pression n'est pas suffisante.

Les résultats des calculs sont présentés dans la figure et les tableaux ci-dessous :

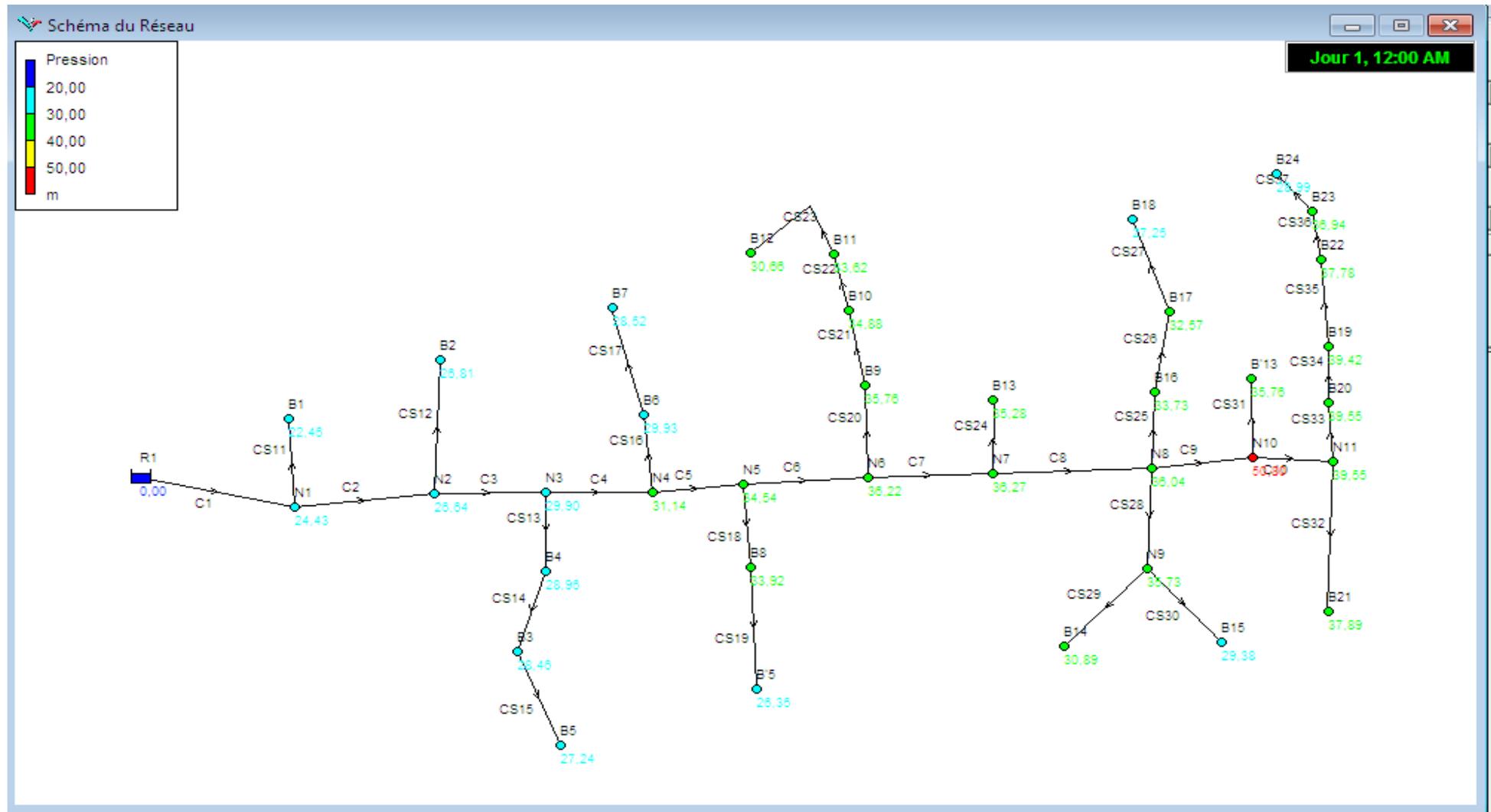


Figure VI-1 : Simulation du réseau de distribution (Epanet)

Tableau VI.5: Résultats de calculs (Altitudes des nœuds, demande, charge totale et pression).

ID Nœud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud B1	34,7	12,31	57,16	22,46
Noeud B2	31,3	7,99	58,11	26,81
Noeud B3	27,8	7,29	56,26	28,46
Noeud B4	27,7	5,23	56,66	28,96
Noeud B5	27,6	8,35	54,84	27,24
Noeud B6	26,4	15,02	56,33	29,93
Noeud B7	26,17	12,77	54,69	28,52
Noeud B8	22	10,7	55,92	33,92
Noeud B9	19,8	8,41	55,56	35,76
Noeud B10	19,4	14,5	54,28	34,88
Noeud B11	18,4	16,3	52,02	33,62
Noeud B12	18,6	12,82	49,26	30,66
Noeud B13	17,2	7,28	52,48	35,28
Noeud B14	17,1	15,55	47,99	30,89
Noeud B15	13,8	8,5	43,18	29,38
Noeud B16	14,46	14,73	48,19	33,73
Noeud B17	13,87	8,32	46,44	32,57
Noeud B18	13,55	7,48	40,80	27,25
Noeud B19	9,1	16,14	48,52	39,42
Noeud B20	10	7,68	49,55	39,55
Noeud B21	10,3	15,4	48,19	37,89
Noeud B22	9,2	10,43	46,98	37,78
Noeud B23	9,4	5,4	46,34	36,94
Noeud B24	9,6	7,2	38,59	28,99
Noeud N1	33,9	0	58,33	24,43
Noeud N2	31,5	0	58,14	26,64
Noeud N3	27,4	0	57,30	29,90
Noeud N4	25,9	0	57,04	31,14
Noeud N5	22,05	0	56,59	34,54
Noeud B'5	21,8	8,35	48,15	26,35
Noeud N6	19,6	0	55,82	36,22
Noeud N7	17,2	0	53,47	36,27
Noeud N8	14,8	0	50,84	36,04
Noeud N9	14,9	0	50,63	35,73
Noeud N10	0	0	50,80	50,80
Noeud B'13	14,05	7,28	49,81	35,76
Noeud N11	10,05	0	49,60	39,55
Bâche R1	60	Sans Valeur	60,00	0,00

Tableau VI.6 : Les résultats de calculs (les débits et les pertes de charge)

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Pert. Charge Unit. m/km
Tuyau C1	1963	630	271,43	0,83
Tuyau C2	247,02	630	259,12	0,76
Tuyau C3	313,09	500	251,13	2,70
Tuyau C4	112,17	500	230,26	2,27
Tuyau C5	258,05	500	202,47	1,76
Tuyau C6	145,48	400	183,42	5,30
Tuyau C7	209,62	315	131,39	11,20
Tuyau C8	262,82	315	124,11	9,99
Tuyau C9	14,05	315	69,53	3,14
Tuyau C10	477,55	315	62,25	2,52
Tuyau CS11	180,35	160	12,31	6,50
Tuyau CS12	110	231,81	7,99	0,27
Tuyau CS13	140,68	200	20,87	4,53
Tuyau CS14	38,57	160	15,64	10,48
Tuyau CS15	38,57	110	8,35	36,82
Tuyau CS16	89,3	200	27,79	8,02
Tuyau CS17	233,51	160	12,77	6,99
Tuyau CS18	43	160	19,05	15,55
Tuyau CS19	211,09	110	8,35	36,82
Tuyau CS20	148,2	315	52,03	1,76
Tuyau CS21	255,78	250	43,62	4,98
Tuyau CS22	256,35	200	29,12	8,81
Tuyau CS23	392,88	160	12,82	7,05
Tuyau CS24	35,53	110	7,28	28,00
Tuyau CS25	274,36	200	30,53	9,68
Tuyau CS26	163,39	160	15,80	10,70
Tuyau CS27	190,73	110	7,48	29,56
Tuyau CS28	36,52	200	24,05	6,01
Tuyau CS29	254	160	15,55	10,36
Tuyau CS30	195,12	110	8,50	38,16
Tuyau CS31	35,53	110	7,28	28,00
Tuyau CS32	138,32	160	15,40	10,16
Tuyau CS33	34,63	315	46,85	1,43
Tuyau CS34	255,28	250	39,17	4,02
Tuyau CS35	281,08	200	23,03	5,51
Tuyau CS36	93,18	160	12,60	6,81
Tuyau CS37	283,08	110	7,20	27,39

VI.8- Dimensionnement du réservoir**a) Volume du réservoir**

Notre réservoir est situé à Djibale Bougazouine à une altitude de 60 m. Le réservoir est reçoit l'eau refoulé par la station de pompage qui se fonctionne 20h/24h.

Pour dimensionner ce réservoir on utilise la formule suivante :

$$V_r = \frac{a * Q_{\max,j}}{100} \dots\dots\dots (4)$$

Avec :

V_r : capacité en (m³).

a : fraction horaire du débit maximum journalier (%).

$Q_{\max j}$: La consommation maximale journalière (m³/j).

$$Q_{\text{départ}} = 261,73 \text{ (l/s)} = 22613,47 \text{ (m}^3\text{/j)}$$

$$\text{Donc } Q_{\max j} = 22613,47 \text{ (m}^3\text{/j)}$$

$$Q_{\text{arrivée}} = Q_{\max j} / 20 = 1130,67 \text{ (m}^3\text{/h)} = 314,07 \text{ (l/s)}$$

Calcul la fraction horaire a :

Tableau VI.7 : Evaluation du volume résiduel du réservoir.

Heure	Arrivée au R	Départ vers le réseau	Surplus	Déficit	Résidus
	%	%	%	%	%
0-1	5	4,17	0,83	--	3,32
1-2	5	4,17	0,83	--	4,15
2-3	5	4,17	0,83	--	4,98
3-4	5	4,17	0,83	--	5,81
4-5	5	4,17	0,83	--	6,64
5-6	5	4,17	0,83	--	7,47
6-7	5	4,17	0,83	--	8,3
7-8	5	4,17	0,83	--	9,13
8-9	5	4,17	0,83	--	9,96
9-10	5	4,17	0,83	--	10,79
10-11	5	4,17	0,83	--	11,62
11-12	5	4,17	0,83	--	12,45
12-13	5	4,17	0,83	--	13,28
13-14	5	4,17	0,83	--	14,11
14-15	5	4,17	0,83	--	14,94
15-16	5	4,17	0,83	--	15,77
16-17	5	4,17	0,83	--	16,6
17-18	0	4,17	--	4,17	12,43
18-19	0	4,17	--	4,17	8,26
19-20	0	4,17	--	4,17	4,17
20-21	0	4,17	--	4,17	0

21-22	5	4,17	0,83	--	0,83
22-23	5	4,17	0,83	--	1,66
23-24	5	4,17	0,83	--	2,49
Total	100%	100%	16,6	16,7	--

D'après le tableau a=16,6%

Donc $V_r = 16,7 * 22613,47 / 100 = 3776,45 \text{ m}^3$

La capacité normalisée sera $V_r = 4000 \text{ m}^3$

b) La dimension du réservoir

On prend :

- Une hauteur de 6 mètres.
- La géométrie de ce réservoir est rectangulaire.
- La longueur est 25m.
- La largeur est 26m.

VI.9- Dimensionnement de la conduite piquage vers réservoir

Le piquage a partir de conduite de refoulement donc le calcul faire par la loi

$$D = \sqrt{Q_{\text{arrivée}}}$$

D : diamètre.

$Q_{\text{arrivée}}$: débit.

$Q_{\text{arrivée}} = 1130,67 (\text{m}^3/\text{h}) = 0,314 (\text{m}^3/\text{s})$

$$D = \sqrt{0,314} = 0,560 \text{ m}$$

Donc D=560mm on prend un diamètre normalisée D=630mm.

VI.10- Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié le système d'adduction du périmètre de Taher, qui est découpé en 24 îlots d'irrigation, avec une superficie totale de 255,76 ha. Cette phase de calcul nous a permis :

De calculer les débits de chaque ilot du réseau d'adduction et de projeter le réseau de distribution, du réservoir vers les bornes d'irrigation à travers un système de canalisation en PEHD.

De s'assurer des pressions des bornes, qui sont nécessaires à toute projection d'un réseau d'irrigation, ce qui permettra une intensification de l'irrigation dans ce périmètre par les méthodes modernes telles que le système goutte à goutte.

CHAPITRE VII

TECHNIQUES ET MODES D'IRRIGATION

Chapitre VII : Techniques et Modes d'irrigation

VII-1) Introduction :

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de rafraîchir le sol et l'atmosphère, par ce moyen réalise les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes.

Mais quelle que soit l'origine de l'eau et son mode de transport (canaux ou conduites), le problème le plus délicat est le choix de la méthode pour de répartition de cette eau sur le sol de façon que les plantes en tirent le maximum de profit.

VII-2) Les différentes techniques d'irrigation :

Les techniques d'irrigations peuvent être rangées en trois (03) classes, soit :

- L'irrigation de surface
- L'irrigation par aspersion
- L'irrigation localisée

VII-2-1- L'irrigation de surface :

L'irrigation de surface regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la répartition de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration, et capillarité).

En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissellement, submersion ou technique mixte.

VII-2-1-1- Irrigation par ruissellement :

a) – Les planches de ruissellement :

On divise la surface à irriguer en bandes rectangulaires prise dans le sens de la plus grande pente.

b) – L'arrosage à la raie :

Consiste à amener l'eau à la plante, par une série plus au moins dense (espacement d'environ 0,75 à 1 m.) de petits fossés à ciel ouvert à pente faible mais régulière.

VII-2-1-2-Irrigation par submersion :

Dans la pratique de la submersion, l'eau est apportée et répandue aussi vite que possible sur l'ensemble de la parcelle à irriguer avant la phase d'infiltration proprement dite. La pratique de la submersion, nécessite l'aménagement du terrain en bassins de submersion, avec des petites digues de 30 à 40 cm. de hauteur et une revanche minimum de 10 cm.

L'irrigation par submersion est une technique d'arrosage appliquée de préférence en terrain presque plat (moins de 0,1 % de pente).

L'uniformité de l'arrosage est directement liée à trois (03) facteurs :

- 1) Faible perméabilité (terrain très peu ou moyennement perméable)
- 2) Qualité du nivellement.
- 3) Fort débit d'apport.

VII-2-1-3-L'irrigation mixte : Il s'agit d'un ruissellement suivi d'une submersion.

Les dispositions générales de ce mode d'irrigation sont identiques à celles que nous avons vu, mais lorsque l'eau atteint le niveau voulu dans le bassin, on continue à les alimenter en prenant soin d'évacuer les surplus.

VII-2-2- L'irrigation par aspersion :

En irrigation par aspersion, l'eau parvient aux cultures d'une façon qui imite la chute naturelle de la pluie, grâce à l'utilisation de divers appareils de projection, alimentés sous pression.

Pour cette technique d'irrigation aucun nivellement de la surface n'est nécessaire. Cependant, la pente générale du sol ne doit pas en principe dépasser 10% pour les machines à irriguer.

Tous les types de sols peuvent convenir : on peut obtenir la même efficacité d'arrosage sur les sols les plus sableux que sur les sols les plus argileux, grâce à la large gamme des intensités pluviométriques (I) offertes par les différents matériels

($I < 4$ mm /h pour sols peu perméables, jusqu'à $I < 50$ mm /h pour sols perméables).

Cette technique d'irrigation présente une excellente efficacité située entre 55 - 85 %, essentiellement en fonction de la maîtrise technique des irrigants.

L'irrigation par aspersion est utilisée pour l'arrosage des cultures les plus diverses : fourragères, maraîchères, céréales, vergers, vigne, etc....

Les techniques d'arrosage appliquées en irrigation par aspersion dépendent du matériel utilisé. Elles se divisent en deux grandes catégories :

- L'aspersion simple (rampes perforées, asperseurs, canons)
- Les machines à irriguer (rampes frontales, pivots, enrouleurs, etc.)

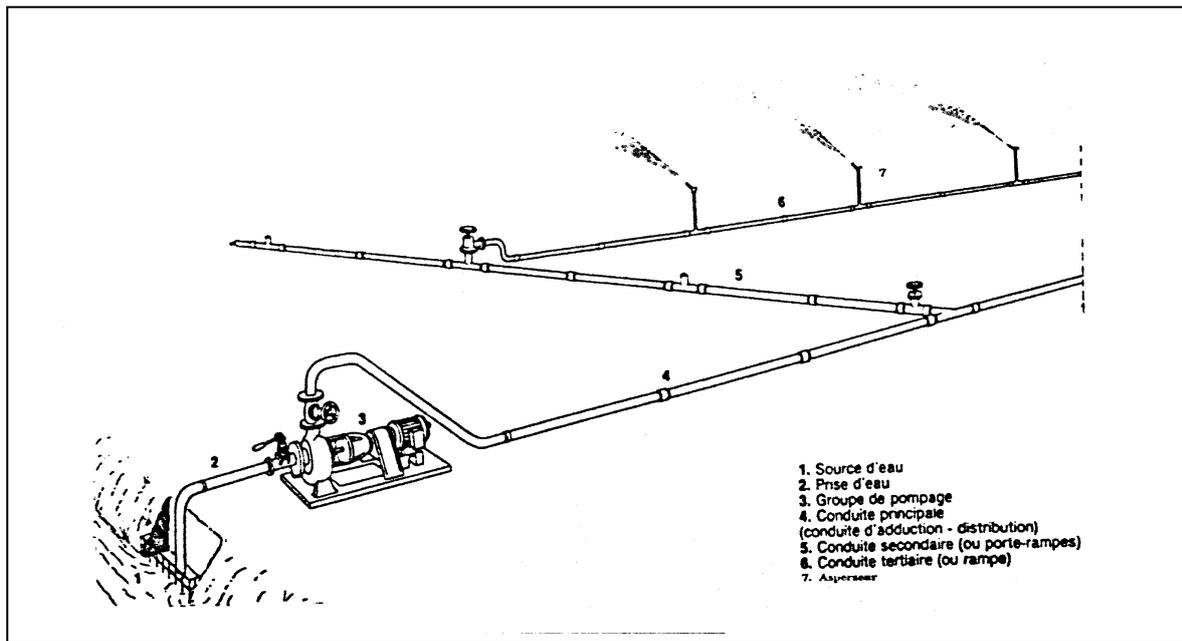


Fig.VII.1. Partie essentielle d'une installation en aspersion classique

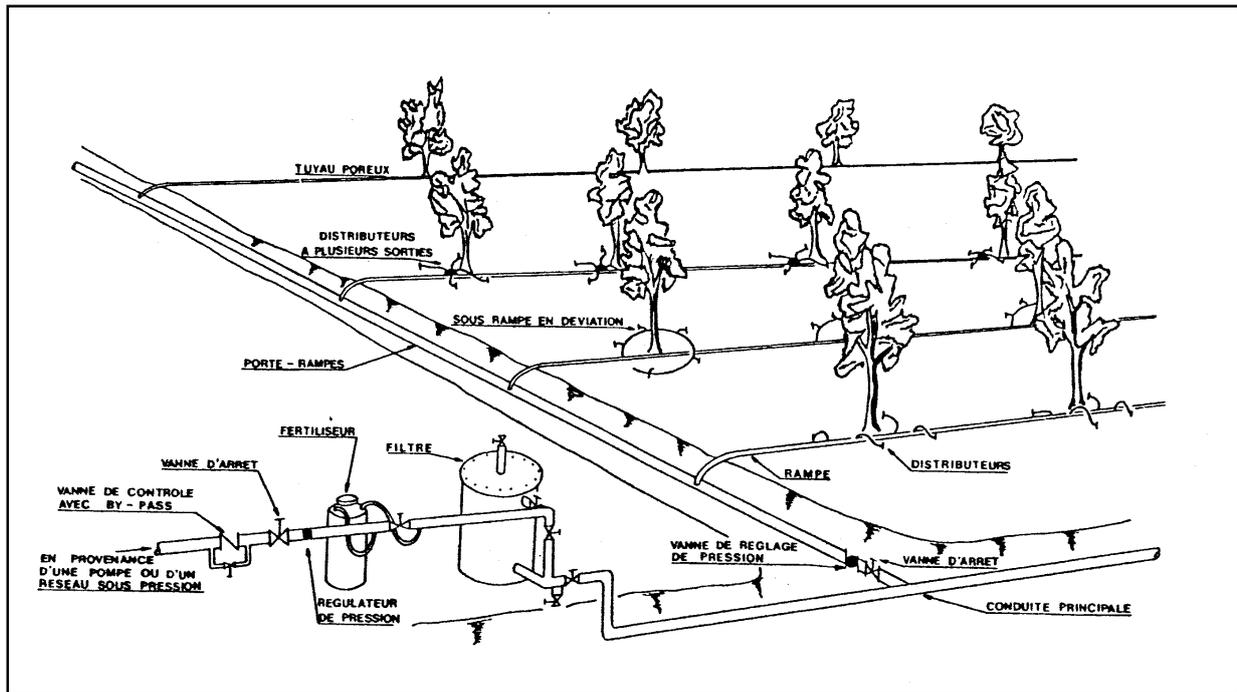
VII-2-3-L'irrigation localisée : L'irrigation localisée ou micro-irrigation, est une méthode qui regroupe plusieurs systèmes de distribution de l'eau à la parcelle. Elle se caractérise par :

- La mise en place sur la parcelle d'un réseau de canalisation.
- Une discontinuité des points d'apport permettant de n'irriguer que les zones utiles à la plante.
- Des débits faibles généralement inférieurs à 100 l/h.
- Une distribution fréquente pour maintenir un certain volume d'eau à un niveau voisin de la capacité au champ.

Selon le type de distribution utilisé, l'eau se localise par points (goûteurs, gaines), par lignes (tubes poreux) ou par surface plus au moins grandes (muni diffuseurs, micro-aspenseurs).

L'efficacité de l'irrigation localisée est excellente. Elle est située entre 70% à 95%.

L'irrigation localisée est surtout pratiquée en cultures maraîchères ou fruitières.



FigVII.2. Partie essentielle d'une installation localisée

VII-3) Les avantages et les inconvénients des techniques d'arrosages

VII-3-1- Techniques d'irrigation de surface

✓ **Avantage :**

- ◇ Coût d'investissement relativement faible,
- ◇ Besoins en énergie faibles ou nuls,
- ◇ Insensibilité au vent,
- ◇ Bonne adaptation aux eaux usées,

Inconvénients :

- ◇ Besoins importants en main d'œuvre,
- ◇ Inadaptation aux sols très filtrants,
- ◇ Pertes d'eau importante c'est-à-dire efficacité d'arrosage faible.

VII-3-2- Techniques d'irrigation sous pression

✓ **Avantage :**

- ◇ Absence de nivellement préalable,
- ◇ Bonne adaptation à tous les types de sol,
- ◇ Possibilité de mélanger facilement des engrais
- ◇ Possibilité de contrôle précis des doses appliquées et Possibilité d'automatisation

✓ **Inconvénients :**

- ◇ Coût d'investissement élevé,
- ◇ Dépense énergétique élevée,
- ◇ Difficultés d'utilisation et efficacité réduite en régions ventées,

- ◇ Mouillage des feuilles favorisant les maladies cryptogamiques chez certaines espèces végétales,

VII-3-3- L'irrigation localisée

✓ **Avantage :**

- ◇ Excellent rendement des cultures
- ◇ Excellente efficacité d'arrosage à la parcelle,
- ◇ Très faible besoin de main d'œuvre.
- ◇ Insensibilité au vent.
- ◇ Ne mouille pas le feuillage ce qui est favorable du point de vue phytosanitaire.

✓ **Inconvénients :**

- ◇ Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation,
- ◇ Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur ajoutée.
- ◇ Fonctionne avec du matériel délicat à durée de vie relativement faible.

VII-3-4- L'irrigation souterraine

✓ **Avantage :**

- ◇ Absence de matériel en surface, d'où aucune gêne pour l'exploitation,
- ◇ Très faible coût d'investissement et de fonctionnement sur des parcelles préalablement équipées en drainage souterrain,
- ◇ Ne mouille pas le feuillage,

✓ **Inconvénients :**

◇ Technique utilisable seulement dans certaines conditions pédologiques sur des parcelles justiciables d'un drainage souterrain,

◇ Maîtrise incomplète et aléatoire de l'alimentation hydrique des cultures qui fait réserver cette technique aux productions à faible valeur ajoutée.

VII-4) Choix des techniques d'irrigation :

Plusieurs facteurs entrent en considération pour le choix des techniques d'irrigation et en particulier :

- ✓ Topographie (pente du terrain à irriguer, relief, géométrie de la parcelle)
- ✓ Ressource en eau (quantité, qualité, débit dont on dispose)
- ✓ Nature du sol (perméabilité)
- ✓ Nature des cultures
- ✓ Facteurs économiques
- ✓ Rentabilité de l'opération

VII-5) Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte

VII-5-1) 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.

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°15 alimenté par la borne N°15 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 2.9 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 8.02 hectares.

Culture : Pêches

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m

Caractéristique du goutteur :

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

Caractéristiques des conditions climatiques

- Besoins en eau de pointe= 113,98 mm/mois (Juillet)

Caractéristiques des conditions de travail

- Temps maximum journaliers de travail : 22 heures

Détermination des données de bases

- Surface totale à irriguée $s(t) = 8.02$ ha

VII-5-2) Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

VII-5-2-1) Influence du taux de couverture du sol

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une dose 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 ($C_s = 60\%$) par les plantes adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après :

❖ KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0,85}$$

❖ La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0,5(1 - C_s)$$

❖ La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0,1 + C_s$$

Pour notre cas, on considère un taux de couverture égale 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 prendra un coefficient Kr = 0.80

Irrigation traditionnelle demanderait pour le mois de pointe besoins nets journaliers de pointe est 3,98 mm/jour (tableau des besoins en eau). En irrigation localisée les besoins se réduisent a

$$B_{jl} = 3.98 * 0,8 = \mathbf{2,94 \text{ mm}}$$

Dose pratique (Dose nette) :

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 (gravitaire ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur (Ollier & Poirée, 1981).

La dose (RFU) étant définie par la hauteur d'eau P :

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

Tel que :

- Hcc : humidité a la capacité au champ
- Hpf : humidité au point de flétrissement
- Y : degré d'extraction de l'eau du sol
- Z : profondeur d'enracinement en
- Da : est la densité apparente du sol (Da=1.35)
- RFU_{th} = 151.2 mm

- P : Pourcentage du sol humidifié

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r}$$

P : Volume du sol humidifié

N : Nombre de point de distribution par arbre

S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre

S_h : Largeur de la bande humidifiée

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre

S_a : espacement des arbres sur les rangs

$H_{cc}(\%)$	$H_{pf}(\%)$	Y	Z(mm)	D_a	n	$S_{pd}(m)$	$S_h(m)$	$S_r(m)$	$S_a(m)$
27	13	2/3	1200	1.35	2	2	1	4	4

- ✓ On obtient **P = 25%**

Donc Dose pratique (Dose nette) :

$$D_p = 37,9 \text{ mm}$$

VII-5-2-2) Fréquence des arrosages

La fréquence d'arrosage est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{B_{jl}} = \frac{37,9}{2,94} = 12,89 \text{ jours}$$

- ✓ Donc on prend une fréquence d'arrosage de **Fr = 12 jours.**

Après détermination de la fréquence d'arrosage, on recalcule :

- La dose réelle

$$D_r = F_r \times B_{jl}$$

$$D_r = 12 \times 2,94 = 35,28$$

- La dose brute

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_u \cdot \text{eff}} = \frac{35,28}{0,9 \cdot 0,9} = 43,55 \text{ mm}$$

VII-5-2-3) Durée d'arrosage par mois :

$$\theta = \frac{D_r \cdot S_a \cdot S_r}{n \cdot q_g} = \frac{43,55 \cdot 2 \cdot 4}{2 \cdot 4} = 43,55 \text{ heures/mois}$$

- S_r et S_d espacement entre rang et distributeur, n et Q_g nombre et débit du goutteur

VII-5-2-4) Durée d'arrosage journalier :

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} = \frac{43.55}{12} = 3.63 = 4 \text{ heures/jour}$$

VII-5-2-5) Nombre de poste :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{22}{4} = 5,5 \text{ postes}$$

On prend 4 postes

VII-5-2-6) Surface du poste (théorique) :

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = \frac{8.02}{4} = 2 \text{ ha}$$

VII-5-3) Calculs hydrauliques

VII-5-3-1) Conditions hydrauliques de base

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\%$$

La variation maximale de la pression

$$q = K \times H^x$$

Avec $x=0.5$ (caractéristique du gutteur)

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = n \frac{\Delta H}{H(n)}$$

Avec :

q(g) : débit nominal du goutteur

H(n) : pression nominal

$$0.1 = 0.5 \frac{\Delta H(\text{max.})}{10}$$

$$\Delta H(\text{max.}) = 1/0.5 = 2 \text{ m.c.e}$$

La répartition de la perte de charge est :

Perte de charge singulière :

$$\text{On a: } \Delta H = p.c.s + p.c.l$$

Avec

$$p.c.s = 10\% * \Delta H = 0.2 \text{ m}$$

Perte de charge linéaire :

$$p.c.l = \Delta H - p.c.s = 1.8 \text{ m}$$

1/3 sur les porte- rampes P.d.c (pr) = 0,6 m c e ;

2/3 sur les rampes P.d.c (r) = 1,2 m c e.

VII-5-3-2)Le débit

$$Q_r = Q_g \times N_r$$

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r$$

Avec : **Q_r** : Débit de rampe

Q_g : Débit du goutteur

Ng/r : Nombre des goutteurs par rampe

N_r : Nombre des rampes

Q_{pr} : Débit de porte rampe

Longueur du terrain = 130 m

Largeur du terrain = 120 m

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

La longueur de la rampe : 60 m < 75m

La longueur de la porte rampe : 130 m

La longueur de la conduite secondaire : 65m

VII-5-3-3)Le nombre d'arbres par rampe

N arbres = $L_r/E_r = 60/4 = 15$ arbres par rampe

VII-5-3-4)Nombre des goutteurs par rampe

$N = N_{\text{arbres}} * n = 15 * 2 = 30$ goutteurs

VII-5-3-5)Le nombre des rampes

$N_r = L_{pr}/E_r = 130/4 = 32$ rampes

VII-5-3-6)Débit de la rampe

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$Q_r = 4 * 30 = 120$ l/h

VII-5-3-7) Débit de la porte rampe

$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r \cdot 2 = 120 \cdot 32 \cdot 2 = 7680$ l/h (on multiplie par 2 puis ce que la porte rampe coupe la surface du terrain au milieu de la parcelle)

VII-5-3-8) Nombre de porte rampe

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

VII-5-3-9) Débit de la conduite tertiaire

$Q_{csl} = Q_{pr} \cdot N_{pr} = 7680 \cdot 1 = 7680$ l/h

VII-5-4) Dimensionnement des canalisations 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 portes rampes est calculé d'après les formules suivantes :

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

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

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

VII-5-5) Calcul du diamètre de la rampe et vérification des pertes de charges**VII-5-5-1) Calcul du diamètre des rampes**

$$D(\text{mm}) = \left(\frac{pdc_r \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} \cdot L(r)} \right)^{-\frac{1}{4.75}} = \left(\frac{1.2 \times 2.75}{0.478 \times 120^{1.75} \cdot 60} \right)^{-\frac{1}{4.75}} = 9.18 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé de 12 mm

VII-5-5-2) Vérification des pertes de charges

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour un $D = 16 \text{ mm}$

Perte de charge selon Hazen-williams

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852}$$

Ou : L : la longueur de la rampe 60 ;

Q: débit 120 (l/h) = $3.33 \times 10^{-5} \text{ (m}^3/\text{s)}$;

D : diamètre intérieur de la canalisation 0.012 m ;

$C_w = 140$ PEBD,

$\Delta H_{\text{rampe}} = 0.78 \text{ m}$: On voit que la perte de charge totale ne dépasse pas la limite imposée par la règle de Christiansen, 1.2 mce (hr max).

On prend $D = 14 \text{ mm}$.

VII-5-6) Calcul de diamètre de porte rampe et Vérification des pertes de charges

VII-5-6-1) calcul de diamètre

On applique le même procédé que les rampes, d'où :

$$D(\text{mm}) = \left(\frac{0.6 \times 2.75}{0.478 \times 7680^{1.75} \cdot 130} \right)^{\frac{-1}{4.75}} = 57.97 \text{ mm}$$

On arrondit à 63 mm

VII-5-6-2) Vérification des pertes de charges

On recalcule les pertes de charges pour un $D = 63 \text{ mm}$

Perte de charge selon hazen-williams

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852}$$

Ou : L : la longueur de la porte rampe = 130m ;

Q : débit 7680 (l/h) = $2.13 \times 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{s)}$;

D : diamètre intérieur de porte rampe 0,063m ;

Avec : $C_w = 140$ PEBD, $L = 130 \text{ m}$,

$\Delta H_{\text{rampe}} = 1.01\text{m}$

Les pertes de charges totales dans le réseau sont de 1.79 m, sont inférieures à 1.8 m.

On voit que la perte de charge totale ne dépasse pas la limite imposée par la règle de Christiansen.

Tableau VII-01 : Calculs des diamètres et pertes de charges des rampes :

	Surface (Ha)	Lr (m)	Qr (l/h)	Dcal (mm)	Dn (mm)	hr(m) P. charge
Rampe	2	60	120	9,78	12	0.78
P/rampe	2	130	7680	57.67	63	1.01

VII-5-7) Calcul de diamètre de la conduite d'approche (C. tertiaire)

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.05 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi V}} \text{ avec : } Q : \text{débit de la conduite considérée (m}^3/\text{s)} ;$$

V : vitesse d'écoulement (m/s).

Tableau VII-02 : Calcul de diamètre de la conduite tertiaire

Surface ha	L(m)	Q (m ³ /s)	v supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
2	65	0.002	1.05	50,87	63	0.64	0.52

VII-5-8) La pression d'eau à la borne de distribution

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

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

Tableau VII-03 : Récapitulatif des calculs des diamètres et pertes de charges

	La rampe	Porte rampe	Conduite tertiaire
Longueur(m)	60	130	65
Diamètre(m)	12	63	63
Débit (m ³ /s)	3,33 10 ⁻⁵	2,13 10 ⁻³	2,13 10 ⁻³
Pertes de charge(m)	0.78	1,01	0.52

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 à la pression nominale plus la somme des pertes de charges.

$$\Delta h = 12,31 = 1.23 \text{ bars.}$$

VII-5-9) Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement de l'irrigation à la parcelle, effectué par le système goutte à goutte, qui fait pour le pêches, est un système le plus efficient.

Le dimensionnement prend en considération des facteurs agronomiques et hydrauliques.

Enfin, on doit noter que le pilotage d'irrigation est nécessaire pour une bonne gestion d'un réseau d'irrigation et une utilisation rationnelle de l'eau.

CHAPITRE VIII

Calcul technico-économique

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

VIII-1) Introduction

L'aménagement d'un périmètre d'irrigation doit faire l'objet d'une étude économique détaillée afin de connaître l'aspect financier (gain et pertes) de ce projet. L'estimation économique du projet nous permettra d'évaluer le coût d'aménagement, en fonction des différentes charges intervenant dans le projet, à savoir les charges d'investissement et d'exploitation.

VIII-2) Calcul du volume des travaux

L'organisation d'un chantier consiste à déterminer et coordonner la mise en œuvre des moyens nécessaires pour accomplir les travaux d'exécution dans les meilleures conditions possibles et les plus brefs délais.

Les étapes des différents travaux de réalisation pour un réseau d'irrigation sont :

- Implantation des tracés des tranchées sur le terrain ;
- Excavation des tranchées ;
- Pose des conduites ;
- Epreuve de joint et de canalisation ;
- Remblaiement des tranchées.

VIII-2-1) Implantation des tracés des tranchées sur le terrain

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacés de 50 m. On effectue ce travail en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés où des bornes. La direction des axes et leurs extrémités sont ainsi bien déterminées.

VIII-2-2) Excavation des tranchées

Selon les caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement, la profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint 2.00 m pour :

- Garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs ;
- Ne pas gêner le travail de la terre (exploitation) ;
- Protéger la canalisation contre le gel.

L'excavation des tranchées s'effectue par tronçons successifs en commençant par les points hauts pour assurer un écoulement naturel des eaux d'infiltrations.

L'excavation nécessite donc la détermination de plusieurs paramètres tels que :

La profondeur de la tranchée (H), Le largeur de la tranchée (b).

VIII-2-2-1) Calcul de la largeur de la tranchée

Le largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite, on laisse $a=30\text{cm}$ d'espace de chaque côté de la conduite.

$$b = D + 2a.$$

b : largeur de la tranchée (m) ;

D : diamètre de la conduite (m) ;

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

La tranchée doit être suffisamment large pour y permettre un travail aisé des ouvriers, tout en respectant les valeurs minimales autorisées, au fond, entre blindage, en respectant la règle suivante :

$$DN \leq 200 \Rightarrow \text{largeur de la tranchée} = DN + 2 \times 20 \text{ cm}$$

$$DN > 200 \Rightarrow \text{largeur de la tranchée} = DN + 2 \times 30 \text{ cm.}$$

VIII-2-2-2) Calcul du volume de déblai

$$V_d = L \cdot b \cdot H$$

V_d : Volume des déblais de la tranchée en (m³) ;

L : Longueur de la tranchée en (m) ;

H : profondeur de la tranchée (m).

Tableau VIII-01 : calcul du volume de déblai pour le réseau

Ø (mm)	Profondeur	Longueur	largeur de la tranchée	Volume
	(m)	(m)	(m)	(m ³)
630	1,53	1963	1,23	3694,1697
500	1,4	683,31	1,1	1052,2974
400	1,3	145,48	1	189,124
315	1,215	1173,19	0,915	1304,264653
250	1,15	510,28	0,85	498,7987
200	1,1	1076,08	0,8	946,9504
160	1,06	1301,18	0,76	1048,230608
110	1,01	1218,43	0,71	873,736153
			volume total	9607,571614

Donc le volume total du déblai est : $V_d = 9607,57 \text{ m}^3$

VIII-2-2-3) Calcul du volume du lit de sable

$$V_s = L.b .e$$

V_s : volume du sable en (m³) ;

e : épaisseur du sable, $e = 10$ cm

Tableau VIII-02 : calcul du volume de sable pour le réseau

Ø (mm)	Longueur	largeur de la tranchée	Volume
	(m)	(m)	(m ³)
630	1963	1,23	241,449
500	683,31	1,1	75,1641
400	145,48	1	14,548
315	1173,19	0,915	107,34689
250	510,28	0,85	43,3738
200	1076,08	0,8	86,0864
160	1301,18	0,76	98,88968
110	1218,43	0,71	86,50853
		volume total	753,3664

Donc le volume du sable : $V_s = 753,37$ m³.

VIII-2-2-4) Remblaiement des tranchées

$$V_r = V_d - [V_{cdt} + V_s]$$

Avec : V_r : Volume du remblai en (m³) ;

V_d : Volume du déblai en (m³) ;

V_{cdt} : Volume occupée par la conduite (m³) ;

V_s : Volume du lit de sable (m³).

Tableau VIII-03 : calcul du volume de remblai

Ø (mm)	Longueur	V Sable	V Déblai	V Conduite	V Remblai
	(m)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
630,00	1963,00	241,45	3694,17	1920,44	1532,28
500,00	683,31	75,16	1052,30	421,07	556,06
400,00	145,48	14,55	189,12	57,37	117,20
315,00	1173,19	107,35	1304,26	286,94	909,98
250,00	510,28	43,37	498,80	78,61	376,81
200,00	1076,08	86,09	946,95	106,10	754,77
160,00	1301,18	98,89	1048,23	421,07	528,27
110,00	1218,43	86,51	873,74	57,37	729,85
				Total	5505,22

Donc le volume total du remblai est : $V_r = 5505.22$ m³

VIII-2-2-5) Calcul du volume excédentaire

$$V_{exc} = V_d - V_r$$

Tableau VIII-04 : calcul du volume excédentaire

Ø (mm)	Longueur	Volume d	volume r	volume excédentaire
	(m)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
630,00	1963,00	3694,17	1532,28	2161,89
500,00	683,31	1052,30	556,06	496,24
400,00	145,48	189,12	117,20	71,92
315,00	1173,19	1304,26	909,98	394,29
250,00	510,28	498,80	376,81	121,99
200,00	1076,08	946,95	754,77	192,18
160,00	1301,18	1048,23	528,27	519,96
110,00	1218,43	873,74	729,85	143,88
			Total	4102,35

Donc le volume excédentaire total est : $V_{exc} = 4102.35 \text{ m}^3$

VIII-2-2-6) Le grillage avertisseur

Un grillage avertisseur de couleur bleu doit être posé à **30 cm** au-dessus de la génératrice supérieure des conduites d'irrigation, en couvrant et en dépassant le diamètre de **30 cm** de part et d'autre.

Tableau VIII-05 : calcul la surface du grillage

Ø (mm)	Longueur	largeur de la tranchée	Surface de grillage
	(m)	(m)	(m ²)
630	1963	1,23	2414,49
500	683,31	1,1	751,641
400	145,48	1	145,48
315	1173,19	0,915	1073,46885
250	510,28	0,85	433,738
200	1076,08	0,8	860,864
160	1301,18	0,76	988,8968
110	1218,43	0,71	865,0853
		Total	7533,66395

La surface totale du grillage avertisseur est : **7533.66 m²**.

VIII-2-2-7) Estimation de cout de pose de canalisation de l'adduction**Tableau VIII-06 : Estimation du coût de pose de canalisation de l'adduction.**

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA	TVA (17%)	Montant
déblai en terrain	m3	9607,57	400	3843028	0,17	4496342,8
lit de sable	m3	753,37	1000	753370	0,17	881442,9
remblaiement de la tranchée	m3	55055,22	450	24774849	0,17	28986573
Le grillage avertisseur	m2	7533,66	35	263678,1	0,17	308503,38
volume excédentaire	m3	4102,35	200	820470	0,17	959949,9
					TOTAL(DA)	35632812
					TTC	

VIII-3) Charge d'investissement :

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

- Taux d'actualisation : 0,8 à 10 %
- Durée d'amortissement répartie comme suit :
 - 30 ans pour les conduites.
 - 15 ans pour les équipements hydromécaniques et électriques.
 - 40 ans pour les ouvrages de génie civil.

Devis estimatif et quantitatif des pièces spéciales**VIII-3-1) Devis estimatif et quantitatif des bornes d'irrigation :**

Le coût des bornes d'irrigation et les différentes tâches de leurs implantations sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau VIII-07 : Devis estimatif et quantitatif des conduites

Ø (mm)	Longueur(m)	prix(DA)	Prix total(DA)	Prix total(DA)
630,00	1963,00	22513,76	44194510,88	51707577,73
500,00	683,31	8596,51	5874081,25	6872675,06
400,00	145,48	6504,89	946331,40	1107207,735
315,00	1173,19	4114,29	4826843,89	5647407,346
250,00	510,28	3183,04	1624241,65	1900362,732
200,00	1076,08	2595,38	2792836,51	3267618,717
160,00	1301,18	1718,86	2236546,25	2616759,118
110,00	1218,43	721,62	879243,46	1028714,844
			Total TTC	74148323,28

Tableau VIII-08 : Devis estimatif et quantitatif des bornes d'irrigation

Désignation	Unité	Quantité	prix unitaire DA	prix total DA
Borne type A (2 prise)	U	23	18500	425500
Borne type A (4 prise)	U	2	21000	42000
Total				467500

VIII-3-2) Devis estimatif et quantitatif des vannes et chambres des vannes :**Tableau VIII-09 : Devis estimatif et quantitatif des vannes**

Vannes				
Désignation	Unité	Quantité	prix unitaire (DA)	prix total (DA)
Vanne D=110mm	U	3	13150	39450
Vanne D=160mm	U	3	14000	42000
Vanne D=200mm	U	4	18000	72000
Vanne D=315mm	U	2	24000	48000
Vanne D=630mm	U	1	42800	42800
Total				244250

VIII-3-3) Devis estimatif et quantitatif des cônes de réduction :**Tableau VIII-10 : Devis estimatif et quantitatif de cône de réduction**

cône de réduction				
Désignation	Unité	Quantité	prix unitaire (DA)	prix total (DA)
cône de réduction PEHD diamètre 630-500 mm	U	1	35421,63	35421,63
cône de réduction PEHD diamètre 500-400 mm	U	1	31412,31	31412,31
cône de réduction PEHD diamètre 400-315 mm	U	1	28245,76	28245,76
cône de réduction PEHD diamètre 315-250 mm	U	1	25654,22	25654,22
cône de réduction PEHD diamètre 250-200 mm	U	2	19764,43	39528.86
cône de réduction PEHD diamètre 200-160 mm	U	6	15367,13	92202.78
cône de réduction PEHD diamètre 160-110 mm	U	4	12635,00	50540
Total(DA)				303005.56

VIII-4) Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons calculé le devis estimatif et quantitatif de notre projet d'irrigation pour le périmètre de Ain Smara, avec un coût total d'environ **110 795 890.6 DA**

Ce coût prend en considération les équipements qui sont relativement onéreux. Cependant, l'aménagement du périmètre est très rentable à long terme.

CONCLUSION GENERALE

Le secteur agricole en Algérie qui est caractérisé par son système de production qui est insuffisant même pour la population locale, dû à la pénurie de l'eau, qui s'accroît lors des années à pluviosité déficitaire, a nécessité des mesures administratives relatives aux quotas d'eau et en suite, le développement de l'utilisation économique de l'eau à l'aide des technologies modernes.

L'irrigation a toujours occupé une place prépondérante dans le tissu agricole, et social à l'Algérie. Cette irrigation connaît des sérieux problèmes, liés essentiellement à la rareté des ressources en eau, et à la détérioration des ouvrages hydrauliques agricoles. Pour ceci l'amélioration de l'irrigation est devenue une nécessité urgente, cette amélioration ne peut être réussie que par un schéma collectif et participatif des différents acteurs.

A la lumière des données collectées, et à l'aide des différents acteurs on a collecté les données de la zone d'étude, la détermination des besoins en eau d'irrigation se fait à partir de la détermination de l'évapotranspiration par la méthode de Penman.

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat humide.

L'étude hydrologique nous a permis de choisir la série pluviométrique annuelle qu'on doit prendre pour le calcul. Et l'analyse de l'eau d'irrigation indique que l'eau utilisée à une salinité faible avec un risque d'alcalinité faible.

Suivant les facteurs qui caractérisent la région, nous avons choisi les cultures adaptées avec les données climatiques.

À la fin de ce travail on a arrivé à :

- Projeter une conduite d'adduction gravitaire de diamètre DN630 sur une longueur de 1963m transportant un débit de 1.06 m³/s.
- Dimensionner un réservoir de distribution d'eau d'irrigation de volume 4000 m³.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] L.S.BAHBOUH, 2003 : Cours et travaux pratiques d'agro-pédologie, 3^{ème} Année ENSH, Blida ;
- [2] B. TOUAIBIA . (2004). (Cours d'Hydrologie 3ème Année et Régularisation des débits 4ème année).
- [3] Bulletin N°30 FAO Calcul des besoins en eau des cultures
- [4] Bulletin DE FAO N° 24 Les besoins en eau des cultures, 1975 (A C* E F)
- [5] Darghale Zakarya : dimensionnement d'un réseau d'irrigation du perimetre ain smara (141.5ha) à partir de la step de la nouvelle ville ali mendjeli (w.constantine)
- [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] Ollier, Ch, Poirée, M (1983). Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosage, Paris. 500P.
- [8] Jean Robert Tiercelin, Traité de l'irrigation (Technique et documentation 1998).
- [9] M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation)
- [10] Moussaoui R. 2013 : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par système goutte à goutte d'un périmètre destiné à la culture maraichère, Hassi Khalifa (W. El Oued). 2013.

ANNEXES

Annexe 1

7

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL K_c EN FONCTION DU STADE DE CROISSANCE DE DIFFERENTES CULTURES ANNUELLES

Tableau n° 3

cultures annuelles	POURCENTAGE DE LA PERIODE DE CROISSANCE									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Betterave à sucre	0,45	0,50	0,70	0,90	1,05	1,15	1,25	1,25	1,15	1,10
Coton	0,20	0,30	0,40	0,60	0,90	1,00	1,00	0,90	0,700	0,60
Haricots	0,50	0,65	0,80	1,00	1,10	1,15	1,10	0,95	,80	0,70
* Mais Grains	0,45	0,55	0,65	0,80	1,00	1,05	1,05	1,02	0,95	0,85
Mais Fourrage	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	1,02	1,10	1,10	1,05	0,85
Maralchage	0,35	0,50	0,65	0,75	0,80	0,82	0,80	0,75	0,65	0,50
Melons	0,45	0,55	0,60	0,70	0,80	0,82	0,80	0,75	0,72	0,70
Pomme de terre	0,35	0,45	0,60	0,85	1,10	1,25	1,35	1,35	1,35	1,25
Sorgho grain	0,30	0,50	0,70	0,50	1,10	1,05	0,95	0,80	0,70	0,60
Tomates	0,45	0,45	0,55	0,65	0,85	1,00	1,02	0,95	0,85	0,75

Annexe 2

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL Kc POUR LES CULTURES PERENNES

Tableau n° 5

CULTURES PERENNES	MOIS (Hemisphere Nord)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Agrumes	0.64	0.66	0.88	0.70	0.71	0.72	0.72	0.78	0.85	0.67	0.66	0.65
Arbres fruitiers à feuilles caduques	0.17	0.25	0.40	0.65	0.68	0.95	0.90	0.80	0.56	0.30	0.20	0.15
Arbres fruitiers avec couchages	0.65	0.75	0.85	0.95	1.10	1.15	1.10	1.05	0.85	0.90	0.80	0.60
Avocats	0.25	0.40	0.60	0.70	0.77	0.82	0.77	0.79	0.62	0.52	0.42	0.32
Luzerne	0.60	0.75	0.85	1.00	1.10	1.15	1.10	1.05	1.00	0.30	0.80	0.65
Prairies	0.50	0.60	0.75	0.85	0.90	0.92	0.92	0.90	0.86	0.80	0.65	0.55
Noyers	0.10	0.15	0.20	0.45	0.70	0.95	1.00	0.85	0.65	0.65	0.30	0.15
Vigne	0.20	0.25	0.30	0.50	0.70	0.80	0.80	0.75	0.65	0.50	0.35	0.20



Annexe 3

Caractéristiques hydriques de quelques sols

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm/m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPF	disponible HCC-HPF	
Sableuse	9 (6 à 12)*	4 (2 à 6)*	5 (4 à 6)*	85 (70 à 100)*
Sablo-limoneuse	14 (10 à 18)	6 (4 à 8)	8 (6 à 10)	120 (90 à 150)
Limoneuse	22 (18 à 26)	10 (8 à 12)	12 (10 à 14)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilo-limoneuse	31 (27 à 35)	15 (13 à 17)	16 (14 à 18)	210 (180 à 230)
Argileuse	35 (31 à 39)	17 (15 à 19)	18 (16 à 20)	230 (220 à 250)

