

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 :

**DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION DE
TAHER –SECTEUR 3- A PARTIR DU BARRAGE
D'ELAGREM (W.JIJEL)**

PRESENTE PAR

M^r TAGUIA Oussama

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M^r : AZIB Makhlof	Professeur	Président
M^r : BENKACI Ali	M.C.B	Examinateur
M^{me} : MAZOUZI Sabra	M.A.A	Examinatrice
M^r : BOUZIANE Omar	M.A.B	Examinateur
M^{me} : SAIL Nadhira	M.A.A	Promotrice

septembre- 2017

REMERCIEMENTS

Avant tout propos, nous remercions « Dieu » le tout puissant qui nous a donné sagesse et santé pour faire ce modeste travail.

Je tiens à exprimer toute mes reconnaissances vers ma promotrice Mme SAÏL N. Je ne sais pas comment remercier ce Person autrement qu'en lui promettant d'agir comme lui avec des étudiants dans ma situation, si un jour l'occasion m'en est donnée.

Notre gratitude va particulièrement à tous nos enseignants de l'E.N.S.H.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à ma famille : Mes parents, mes frères et tous mes proches et amis, qui m'ont accompagné, aidé, soutenu et encouragé tout au long de la réalisation de ce mémoire.

TAGUIA Oussama.

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, pour son amour, son aide et son soutien pendant ma vie scolaire.

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

- *A mes frères Ala Eddine, Hamza, Djamel Eddine, Housseem Eddine, Ahmed, et les petites Soundes , Anes , Mouad et Baraa*
- *A toute ma famille Taguia*
- *A mes amis Lmelali, Dochma, Islam, et Si Lmaroki*
- *A tous mes enseignant de l'ENSH*
- *A mes amis de l'ENSH et de EPSTA*
-

Taguia

ملخص :

يندرج الهدف من إنجاز هذه الدراسة ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية، والذي يسعى إلى العمل على الرفع من المردودية الفلاحية لمنطقة الطاهير الواقعة بإقليم ولاية جيجل، وذلك باستعمال أفضل تقنيات السقي، وكذلك التسيير الأنجع للموارد المائية، وهذا لن يتحقق إلا بواسطة أنظمة سقي حديثة، والتي نذكر منها نظام السقي بالتقطير الجد متطور، نتيجة للتقدم العلمي والتكنولوجي الحديث المستعمل في هذا المجال، والذي يتميز بعدة إيجابيات خاصة الاقتصاد في استغلال المياه أين قدمت نتائج هامة في هذا الصدد.

Résumé :

L'objectif de notre mémoire rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irriguée de Taher W.JIJEL ; dont l'objectif est d'augmenter le rendement agricole. Pour cela, l'utilisation des meilleures systèmes d'irrigation, et l'une des solutions pour assurer une meilleure gestion des ressources en eau. Nous adaptons des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée goutte à goutte. Ces systèmes pressentent 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 in the irrigated perimeter of TAHER W.JIJEL, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation of water resources from the other part.

This can be done by the adoption of modern irrigation system, wich have proved their reliability, eg: localized irrigation, which is the most developed with the evolution of science and technology. These systems present many advantages like saving important water quantities.

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

CHAPITRE II : Les ressources en eau et en sol

RESSOURCEEAU	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
RESSOURCEENSOL	17
II.1)LAPEDOGENESE ET LATYPOLOGIE DES SOLS	17
II.2)LACLASSIFICATIONDES SOLS	17

SOMMAIRE

II.2.1) LESSOLSPEU EVOLUES	17
a) Profil type du groupe d'apport alluvial.....	18
b) Caractéristique physico-chimiques	18
b.1) Granulométrie	18
b.2) Matières organiques	18
b.2.1) Réaction du sol.....	18
b.2.2) Salinité	18
b.2.3) Complexe absorbant :	18
II.2.2) LESVERTISOLS	18
a.1) Caractéristique physico-chimiques.....	19
II.2.3) LES SOLS CALCIMAGNESIQUES	19
II.2.3.1. Profil type des sols calci-magnésiques	19
II-2-3-2- Caractéristique physico-chimiques	19
II-2-3-1- La texture.....	20
II-2-3-2- La structure.....	20
II-2-3-3- La perméabilité	20
II-2-3-4- La densité apparente da	20
II-3- CARACTERISTIQUES DE LA ZONE D'ETUDE	20
II-3-1- VOIES DE COMMUNICATION	20
II-3-2- OCCUPATION DES SOLS :	20
II-4- Etude des aptitudes culturales	22
Conclusion :	24

CHAPITRE III : Etude hydrologique

Introduction :	25
III.1) Choix de la station représentative de la zone d'étude :	25
III.2) Homogénéisation de la série pluviométrique :	26
III.3) Etude de l'échantillon et choix du type de loi :	29
III-3-1) Traitement des données :	29
III-3-2) Ajustement de la série pluviométrique :	29
III-3-2-1) Ajustement à la loi de Gauss (loi Normale) :	29

SOMMAIRE

III-3-2-2) Test de validité d'un ajustement :.....	31
III-3-2-3) Test d'adéquation de l'ajustement à la loi normale	31
III-3-2-4) Ajustement à loi de Galton (lognormale).....	32
III-3-2-5) Test de validité de l'ajustement	33
III-4) Détermination de l'année de calcul :	34
Conclusion	35

CHAPITRE IV : Besoins en eau

IV-1)Introduction	36
IV-2)Choix des cultures à mettre en place de la région d'études.....	36
IV-3)Assolement –Rotation proposés	36
IV-4) Modèle d'assolement.....	37
IV-5) Besoin en eau du périmètre	38
IV-5-1) L'évapotranspiration de référence (ETo) :	38
IV-5-2)La Formule de PENMAN et MONTHEIT modifiée.....	38
IV-5-5-2) La réserve facilement utilisable (RFU)	42
IV-6) Calcul hydraulique.....	49
IV-6-1) Calcul du débit Spécifique.....	49
IV-6-2)Calcul du Débit caractéristique	50
IV-6-3)Calcul du Débit du réseau	50
IV-6-4)Calcul du Volume nécessaire.....	50
Conclusion	50

CHAPITRE V : Dimensionnement du réseau de distribution

V.1. Introduction :.....	51
V.2- Découpage du périmètre en ilots d'irrigation.....	51
V.3) Rôle et fonction de la borne d'irrigation :	51
V.4 -Calcul des débits des ilots	51
V.5-Choix du type de borne :	53
V.5.1-Choix de diamètre de la borne :	53
V.5.2-Calcul des débits aux bornes :.....	54

SOMMAIRE

V.6-Pression demandée aux bornes d'irrigation	55
V.7-Calcul hydraulique des canalisations	55
V.7.1- Caractéristiques de la conduite principale (CP) et le réseau de distribution :.....	56
V.7.1.1 Choix du type de matériau.....	57
V.7.1.2- Calcul des diamètres des conduites	58
V.8- Dimensionnement du réservoir	64
V.9- Dimensionnement de la conduite piquage vers réservoir	64
Conclusion	65

CHAPITRE VI :Techniques et Modes d'irrigation

VI-1) Introduction :	66
VI-2) Les différentes techniques d'irrigation :	66
VI-2-1- L'irrigation de surface :	66
VI-2-1-1- Irrigation par ruissellement :	66
VI-2-1-2-Irrigation par submersion :	66
VI-2-1-3-L'irrigation mixte :	67
VI-2-2- L'irrigation par aspersion :	67
VI-2-3-L'irrigation localisée :	68
VI-3)Les avantages et les inconvénients des techniques d'arrosages	69
VI-3-1- Techniques d'irrigation de surface.....	69
VI-3-2- Techniques d'irrigation sous pression.....	69
VI-3-3- L'irrigation localisée.....	70
VI-3-4- L'irrigation souterraine	70
VI-4) Choix des techniques d'irrigation :	70
VI-5) Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte	71
VI-5-1)Données générales :	71
VI-5-2)Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	71
VI-5-2-1) Influence du taux de couverture du sol.....	71
VI-5-2-2) Fréquence des arrosages	73
VI-5-2-3) Durée d'arrosage par mois :	73
VI-5-2-4) Durée d'arrosage journalier :	74

SOMMAIRE

VI-5-2-5) Nombre de poste :.....	74
VI-5-2-6) Surface du poste (théorique) :	74
VI-5-3)Calculs hydrauliques.....	74
VI-5-3-1) Conditions hydrauliques de base.....	74
VI-5-3-2) Le débit	75
VI-5-3-3) Le nombre d'arbres par rampe	75
VI-5-3-4) Nombre des goutteurs par rampe	75
VI-5-3-5) Le nombre des rampes	75
VI-5-3-6) Débit de la rampe	75
VI-5-3-7) Débit de la porte rampe.....	76
VI-5-4)Dimensionnement des canalisations du réseau.	76
VI-5-5)Calcul du diamètre de la rampe et vérification des pertes de charges	76
VI-5-6)Calcul de diamètre de porte rampe et Vérification des pertes de charges	77
VI-5-7)Calcul de diamètre de la conduite d'approche (C. tertiaire)	78
VI-5-8)La pression d'eau à la borne de distribution	78
Conclusion	78

CHAPITRE VII :Calcul technico-économique

VII-1)Introduction	79
VII-2)Calcul du volume des travaux	79
VII-2-1)Implantation des tracés des tranchées sur le terrain	79
VII-2-2)Excavation des tranchées.....	79
VII-2-2-1)Calcul de la largeur de la tranchée	80
VII-2-2-2)Calcul du volume de déblai	80
VII-2-2-3)Calcul du volume du lit de sable.....	81
VII-2-2-4)Remblaiement des tranchées.....	81
VII-2-2-5)Calcul du volume excédentaire	82
VII-2-2-6)Le grillage avertisseur	82
VII-2-2-7)Estimation de cout de pose de canalisation de l'adduction	83
VII-3)Charge d'investissement :	83
VII-3-1)Devis estimatif et quantitatif des bornes d'irrigation :	83

SOMMAIRE

VII-3-2)Devis estimatif et quantitatif des vannes et chambres des vannes :.....	84
VII-3-3)Devis estimatif et quantitatif des cônes de réduction :.....	84
Conclusion	85

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 I-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’ElAgram.....	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 : La répartition des superficies par cultures.	20
Tableau II.6 : Distribution du foncier par classes.	21
Tableau II.7 : Distribution du foncier par classes	21
Tableau II.8 : Occupation du sol.....	22
Tableau II.9 : Les espèces culturales.	23
Tableau II.10 : Degré d’aptitude culturale.....	24

CHAPITRE III

Tableau III.1 : Pluies moyennes mensuelles observées à la station de Jijel (1984 - 2013)	25
Tableau III.2 : Le procédé de test d’homogénéité à la station de Jijel	27
Tableau III.3 : Ajustement à la loi de Gauss (loi normale).....	30
Tableau III.4 : Résultats du test de Khi 2, selon HYFRAN.....	32
Tableau III.5 : Ajustement à une loi de Galton.....	33

LISTE DES TABLEAU

Tableau III.6 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.....	34
--	----

CHAPITRE IV

Tableau IV-01 : cycle végétatif des cultures mises en place	37
Tableau IV-02 : Assolement et rotation proposé.	37
Tableau IV-03 : Assolement et rotation proposé	37
Tableau IV-4 : Résultat de calcul de l'Evapotranspiration de référence (ET_0).....	40
Tableau IV-5: Pluies efficaces pour chaque mois en mm.....	41
Tableau IV -6 : Calcul des besoins en eau pour le Fraise.....	43
Tableau IV -7 : Calcul des besoins en eau de l'olivier.....	44
Tableau IV -8 : Calcul des besoins en eau du pêcher.....	45
Tableau IV -9 : Calcul des besoins en eau du Tomate.....	46
Tableau IV -10 : Calcul des besoins en eau du poivron.....	47
Tableau IV -11 : Calcul des besoins en eau mensuels pour les différentes cultures.....	48
Tableau IV-12 : Estimation des volumes d'eau d'irrigation.....	50

CHAPITRE V

Tableau V.1 : Les débits au niveau de chaque ilot.....	52
Tableau V.2 : Choix du diamètre de la borne.	53
Tableau V.3 : débit au niveau des bornes et des prises	54
Tableau V.4 : Calcul des diamètres des Conduite et les vitesses	56
Tableau V.5: Résultats de calculs (Altitudes des nœuds, demande, charge et pression).	60
Tableau V.6 : Les résultats de calculs (les débits et les pertes de charge)	63
Tableau V.7 : Evaluation du volume résiduel du réservoir.	64

CHAPITRE VI

Tableau VI-01 : Calculs des diamètres et pertes de charges des rampes :	77
Tableau VI-02 : Calcul de diamètre de la conduite tertiaire	78
Tableau VI-03 : Récapitulatif des calculs des diamètres et pertes de charges.....	78

LISTE DES TABLEAU

CHAPITRE VII

Tableau VII-01 : calcul du volume de déblai pour le réseau	80
Tableau VII-02 : calcul du volume de sable pour le réseau.....	81
Tableau VII-03 : calcul du volume de remblai	81
Tableau VII-04 : calcul du volume excédentaire	82
Tableau VII-05 : calcul la surface du grillage.....	82
Tableau VII-06 : Estimation du coût de pose de canalisation de l'adduction.	83
Tableau VII-07 : Devis estimatif et quantitatif des conduites	83
Tableau VII-08 : Devis estimatif et quantitatif des bornes d'irrigation	84
Tableau VII-09 : Devis estimatif et quantitatif des vannes	84
Tableau VII-10 : Devis estimatif et quantitatif de cône de réduction	84

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I

Figure I.1. Carte de Situation de la zone d'étude :	2
Figure I.2. Carte de Situation de la wilaya de Jijel :	3
Figure I-3 : Histogramme de la pluviométrie moyenne mensuelle en (mm) de la station de.....	5
Figure I-4 : Evolution des températures enregistrées au niveau de la station d'Achouat	6
Figure I-5 : La vitesse du vent moyenne mensuelle en m/s (Périodes : 1990-2004).	7
Figure I-6. Histogramme de l'humidité relative en % (Périodes : 1971-2004).	8
Figure I.7 : 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.....	16

CHAPITRE III

Figure III.1 : Ajustement à la loi de Gauss	34
Figure III.2: Ajustement à la loi de Galton.....	33

CHAPITRE V

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

CHAPITRE VI

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	Plan 5	1/500

INTRODUCTION GENERALE

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

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'études, est d'étudier l'aménagement hydro agricole du périmètre d'irrigation de TAHER (Wilaya de Jijel), dans le but d'assurer un bon recouvrement du périmètre par réseau d'irrigation d'une façon uniforme et économique, d'assurer une qualité d'irrigation pour satisfaire le client et de 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 d'étude (situation géographique, climat, qualité de l'eau, qualité du sol...), puis nous avons procédé au calcul des besoins en eau des cultures de notre périmètre et à l'étude technico-économique de notre projet, ce qui nous permettra de bien dimensionner notre réseau d'irrigation en faisant les différents calculs hydrauliques.

CHAPITRE I
ANALYSE DES CONDITIONS
NATURELLES DU PERIMETRE

Introduction

La présentation générale du site d'étude (périmètre de Taher) et l'étude 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 adéquat, puisqu'ils sont la base de divers calculs, tels que : le calcul des besoins en eau des cultures

I-1-Situation du site et climat

I-1-1- Situation géographique

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

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

Notre zone d'étude est comprise entre les longitudes $5^{\circ} 59' 21''$ Est et $5^{\circ} 59' 30''$ Est et les latitudes $36^{\circ} 47' 00''$ Sud et $36^{\circ} 47' 09''$ Nord

– Reliefs :

On distingue deux zones naturelles homogènes :

- ✓ Les régions de piémonts et de montagnes.
- ✓ Les régions des plaines et de vallées.

Situées principalement au Nord, le long de la bande littorale. Elles occupent 18 % de la superficie totale de la wilaya et regroupent :

- Les petites plaines de Oued Adjoulet de Oued Z'hour ;
- Les vallées d'Oued El Nil et d'Oued Bou Siaba ;
- Les plaines et collines de Jijel et Taher.

I-2- Les reliefs :

L'altitude des reliefs du secteur d'étude varie de 5 à 50 m avec une partie négligeable qui dépasse les 50 m d'altitude.

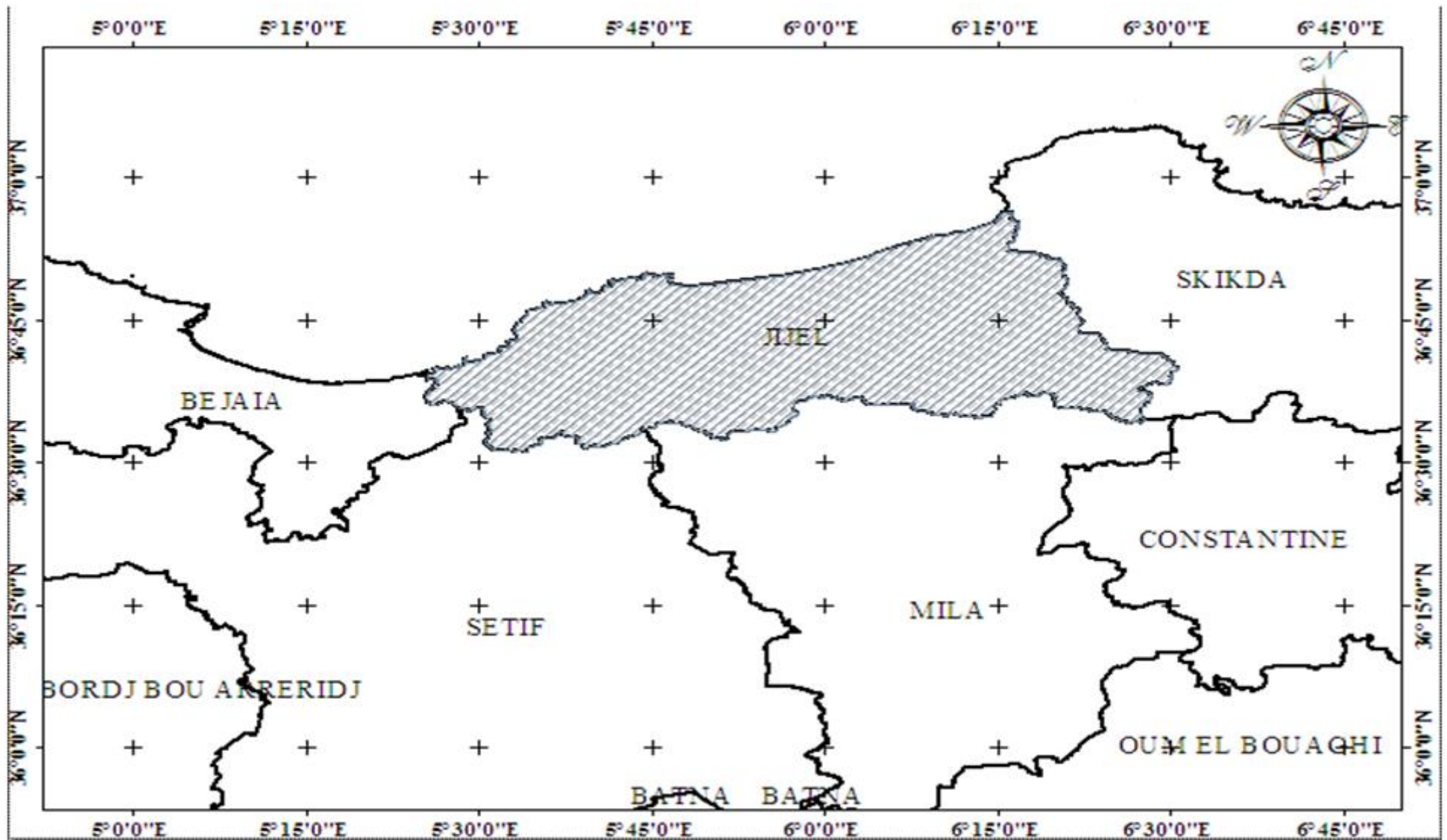


Figure J.1. Carte de Situation de la wilaya de Jijel : Echelle 1/200000

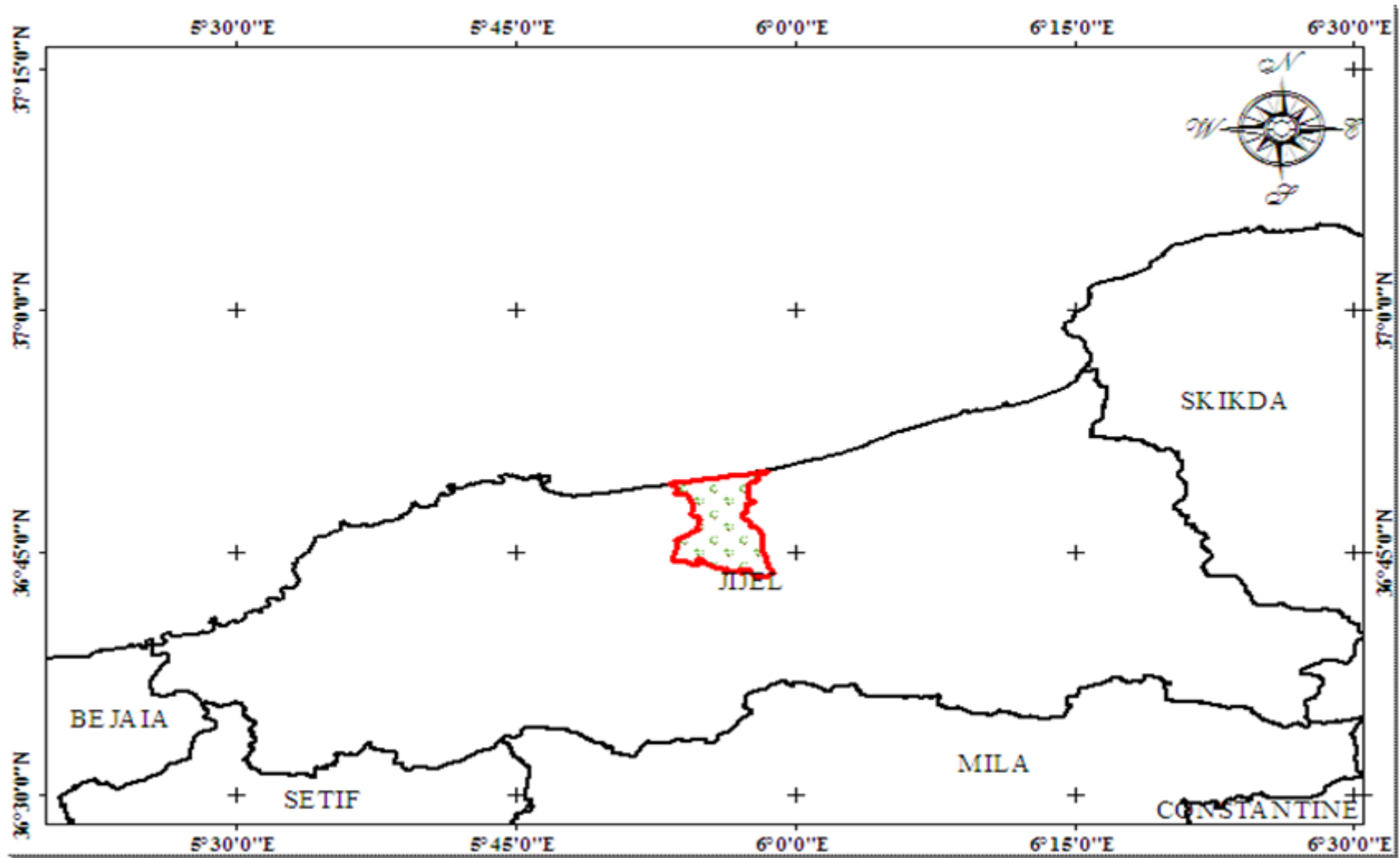


Figure I.2. Carte de Situation de la zone d'étude :Echelle 1/150000

I-3- 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 (km)	Latitude (km)	Altitude (m)	Pluviométrie Annuelle (mm)
Achouat	030303	786.3	394.0	741	966.56
Jijel	030301	774.1	396.15	724	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, faute d'absence des données de 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-3-1- Pluviométrie

a) Pluviométrie moyenne mensuelle:

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 mensuelles à la station de Jijel

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Moy. Annuelle
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 d'Alger

- Saison pluvieuse de Novembre à Mars.
- Saison sèche de Juin au mois d'Août.
- Saison moyenne qui concerne les mois de Septembre, Octobre, Avril et Mai.

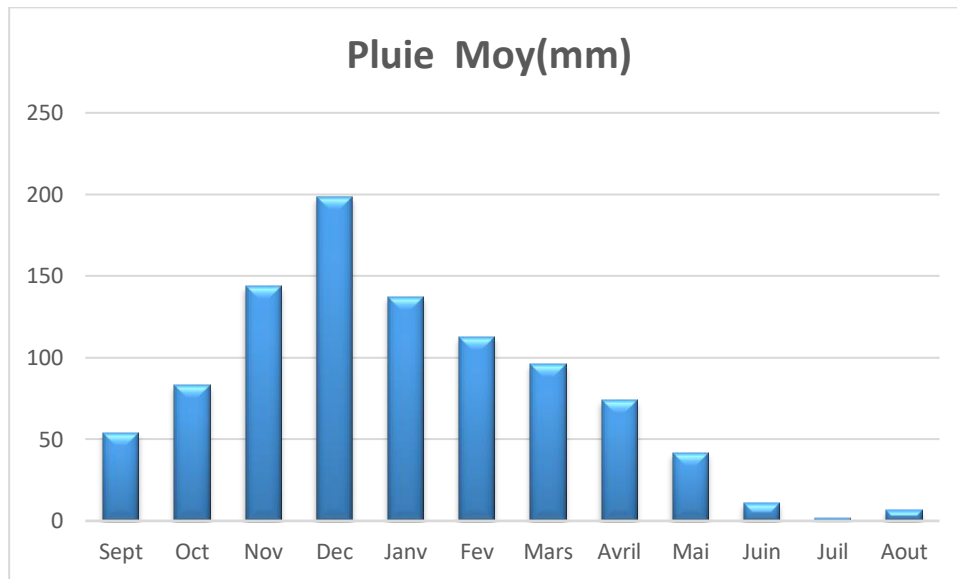


Figure I-3 : Histogramme de la pluviométrie moyenne mensuelle (Station de Jijel : 1984-2013).

I-3-2- 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 mensuelles 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 : $T_{moy} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2}$

- 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).

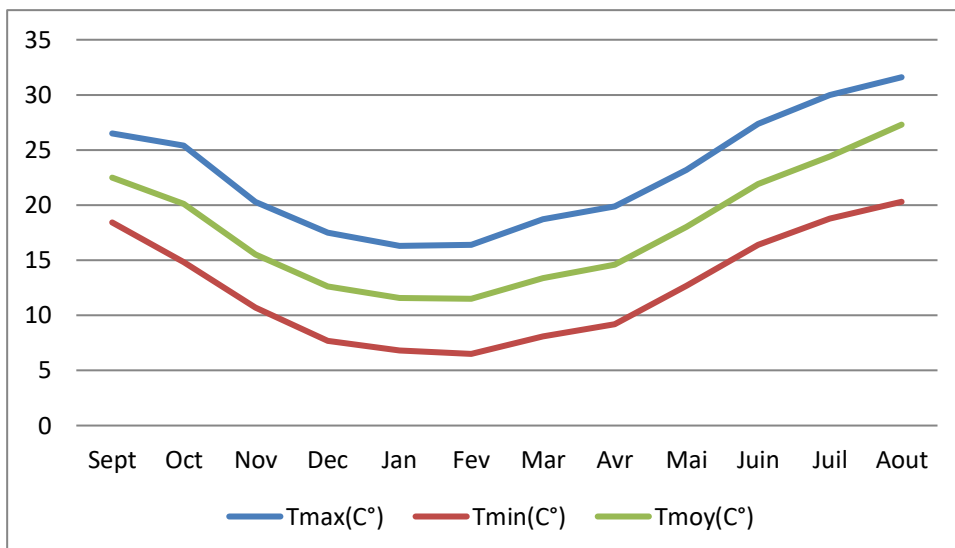


Figure I-4 : Evolution des températures enregistrées au niveau de la station d’Achouat (1971-2004)

I-3-3- 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. 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.

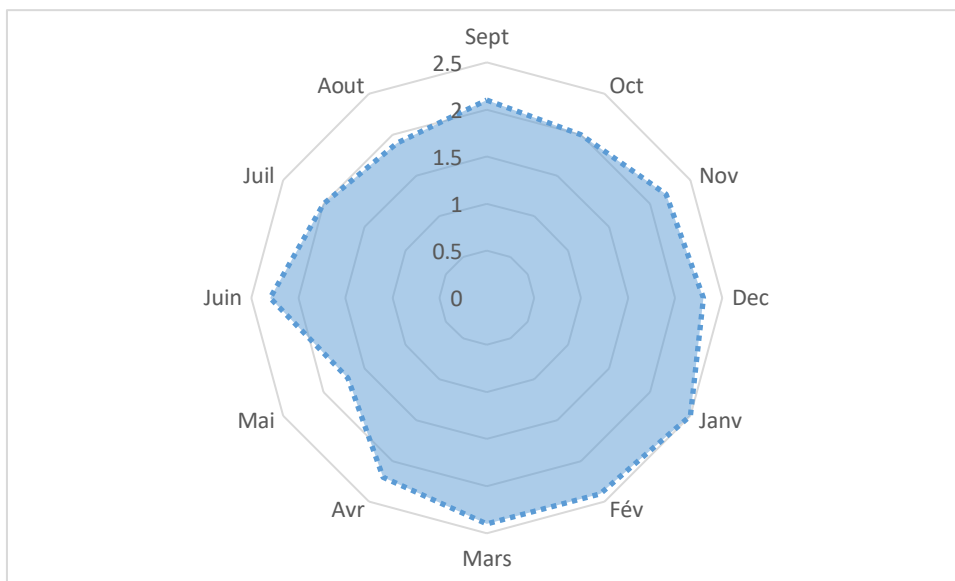


Figure I-5 : La vitesse du vent moyenne mensuelle (M/S) (Période : 1990-2004).

I-3-4- 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 (1990-2004)

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
L'évaporation (mm)	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 saisonnière	77.4			53.2			64.1			102.3		

Source : ONM.

L'évaporation est maximale au mois d'Aout et atteint 111,7 mm.

I-3-5- 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 saisonnière	197.9			161.7			241.5			316.3		

Source : ONM

I-3-6- 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% d’humidité relative ;
- Le mois le moins humide est le mois de Juillet avec 74,2% d’humidité relative.

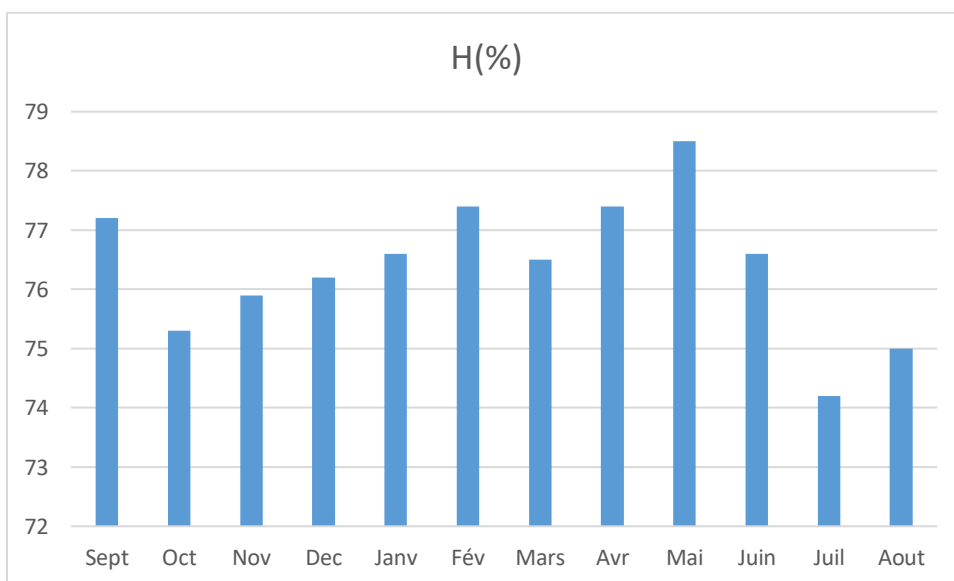


Figure I-6. Histogramme de l’humidité relative en % (Période: 1971-2004).

I-3-7- Indices climatiques

I-3-7-1- 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

$I_A = 34,56$ mm donc $I_A > 30$ ce qui correspond d'après les valeurs du tableau au climat « humide ».

I-3-7-2- 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.

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

$$m = 273 + 6,5 = 279,5 \text{ K}$$

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

Selon le climagramme d'EMBERGER, la région de Jijel 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-3-7-3- Climogramme de Gaussen

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

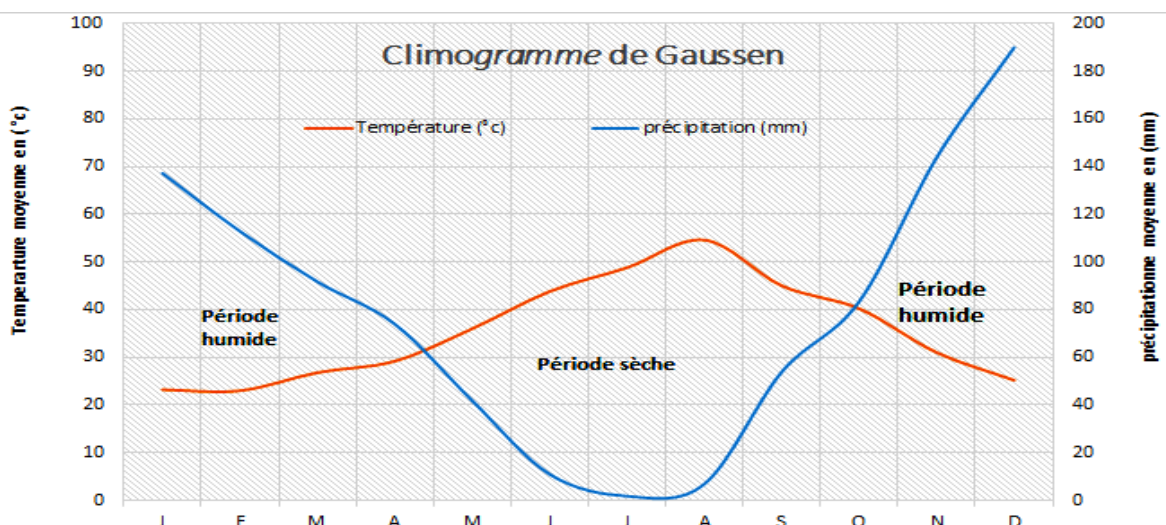


Figure I.7: Climogramme de Gaussen

➤ **Discussion**

D’après la courbe on distingue deux périodes: une période humide et une période sèche. La période humide s’étale du mois de novembre jusqu’au mois d’Avril, alors que la période 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 jour/an	3	4	3	4	3	3	2	2	2	1	1.00	1
Moy saisonnière	3			3			2			1		

Source : ONM

Le maximum des orages est observé au mois de décembre avec 4 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 importante 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 commence du mois d'Octobre pour se terminer au 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 situé dans la partie Sud-Est de la wilaya de Jijel est destiné à l'irrigation des plaines de Jijel et 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 ³)	34
- Capacité utile (hm ³)	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 : ANBT



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 données dans 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 ($\mu\text{s/cm}$)	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 établi selon le diagramme de classification des eaux d'irrigation, en fonction de deux paramètres, celui de la conductivité électrique CE, et le rapport d'absorption du Sodium SAR

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 a une conductivité électrique moyenne CE = 0.38m.mhos/cm.

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

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculation. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions Na⁺ et celle en ions Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺.

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

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

D'après le diagramme de classification des eaux d'irrigation (Fig.II.1.), on peut affirmer que l'eau du barrage d'El Agrem est caractérisée par une salinité faible avec un degré d'alcalinité faible (C2, S1), ce qui montre la bonne qualité de ces eaux.

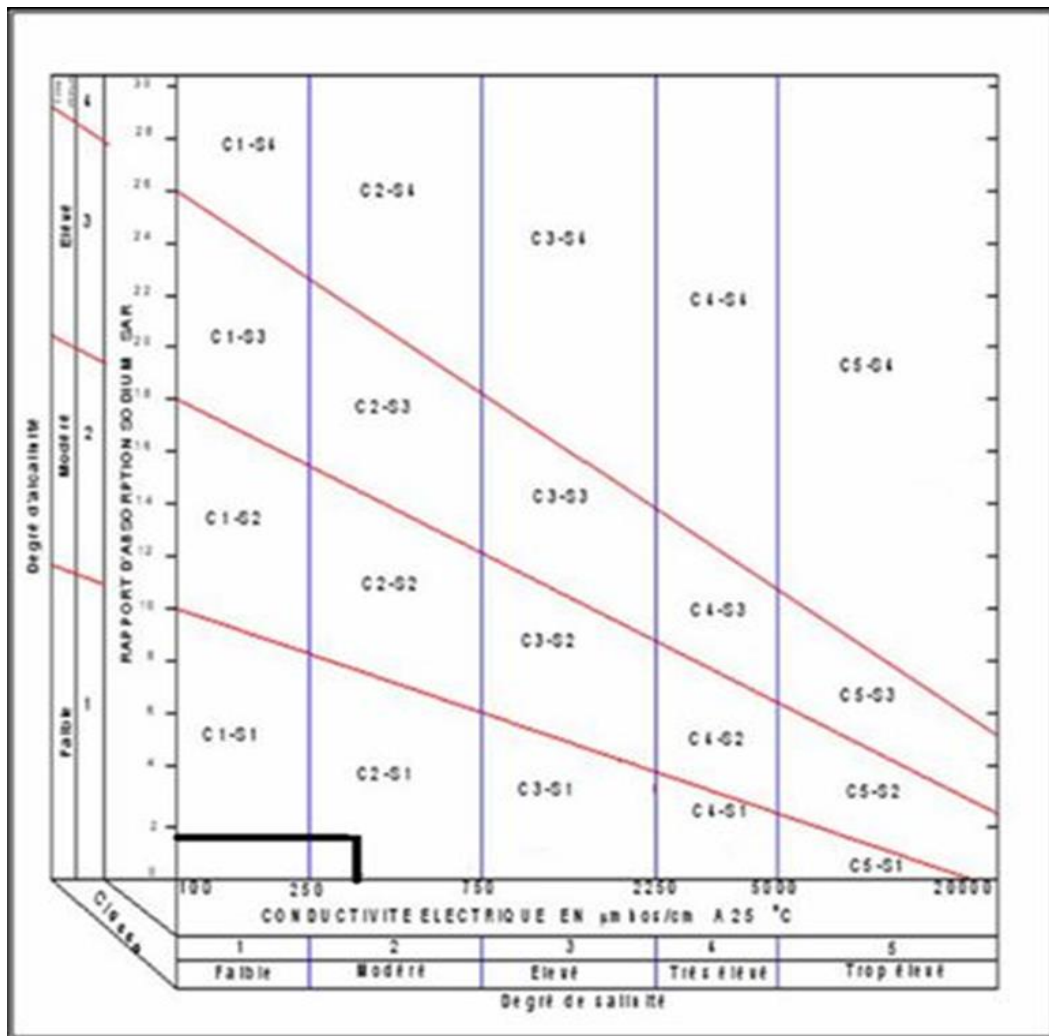


Fig.II.2. Diagramme de classification des eaux d'irrigation

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 à l'HCl est faible et le passage est 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 à l'HCl. Le passage est 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 à l'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 mmhos/cm) avec néanmoins un maximum de 2.67 mmhos/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 à l'HCl est faible et le passage est 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 à l'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 mmhos/cm à 1.87m.mhos/cm) sauf pour le profil n°10(2.5 mmhos/cm en surface et 3.89 mmhos/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 salur

II.2.3) LES SOLS CALCIMAGNESIQUES

Cette classe est subdivisée en deux groupes les carbonatés et les saturés. Ces sols se caractérisent par un profil constitué d'un horizon à 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.2.3.1. 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 à l'HCl est faible et le passage est 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 à l'HCl est faible.

II.2.3.2 Caractéristique physico-chimiques

2.3.2 .1.Granulométrie

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

2.3.2 .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%).

2.3.2 .3.Réaction du sol

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

2.3.2 .4.Salinité

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

2.3.2 .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-2-3-2-1- 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-2-3-2-2- 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-2-3-2-3- 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	$10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-6}$
Sols perméables	$5 \cdot 10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-5}$
Sols très perméables	$K > 5 \cdot 10^{-5}$

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

II-2-3-2-4- 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.3) 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.

II.3.1) VOIES DE COMMUNICATION

Le 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.

II.3.2) OCCUPATION DES SOLS :

Les études préliminaires du périmètre, nous ont permis de relever 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 (847 ha) du sol est hors des limites de l'enquête foncière ;
- Une deuxième partie des 6153ha, rentre dans les zones urbaines et industrielles ;
- Une troisième partie étudiée dans l'enquête foncière et qui est caractérisée 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 est assez varié et 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 II.5 : 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

II.3.3) Etat juridique des terres

La structure foncière de la zone d'étude montre la forme de la propriété, plusieurs types d'exploitations ont été inventoriés, à savoir:

- 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 II.6 : 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 les 3 secteurs, la structure foncière est résumée dans le tableau suivant :

Tableau II.7 : 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

II.3.4) Occupation du sol de secteur 3**Tableau II.8 : 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

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 est basée sur les paramètres suivants :

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

Tableau II.9 : 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.10 : 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 :

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

La faible salinité ainsi que 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 HYDROLOGIQUE

Introduction :

L'étude hydrologique 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 projetées dans le périmètre, ainsi que le dimensionnement de réseau de distribution.

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

Notre choix repose sur la station pluviométrique de Jijel (cf. chapitre 1). Cela, étant lié à une série de facteurs tels que :

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

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

Tableau III.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	P
													Annuelle (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 : ANRHd'Alger

D'après le tableau ci-dessus, nous constatons 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.

Le traitement statistique de la série de pluies et son ajustement aux lois théoriques (log normale et normale) a été effectué à l'aide du logiciel d'hydrologie **HydroLab**.

III.2) Homogénéité de la série pluviométrique :

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

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 :

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

$W_x = \left| \text{Rang} \right|_x W_x$: Somme des rangs de sous série

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

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

Tableau III.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.

III.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

III-3-1) Traitement des données :

La simulation des précipitations annuelles à l'aide du logiciel **HYFRAN** nous donne les résultats suivants:

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

III-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.

III-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 III.3** et la **Figure III.1**.

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

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
T = 1/ (1-q)				
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
3	0.6667	1040	40.4	959 – 1120
2	0.5	946	38.6	870 – 1020
1.25	0.2	765	45.1	676 – 853

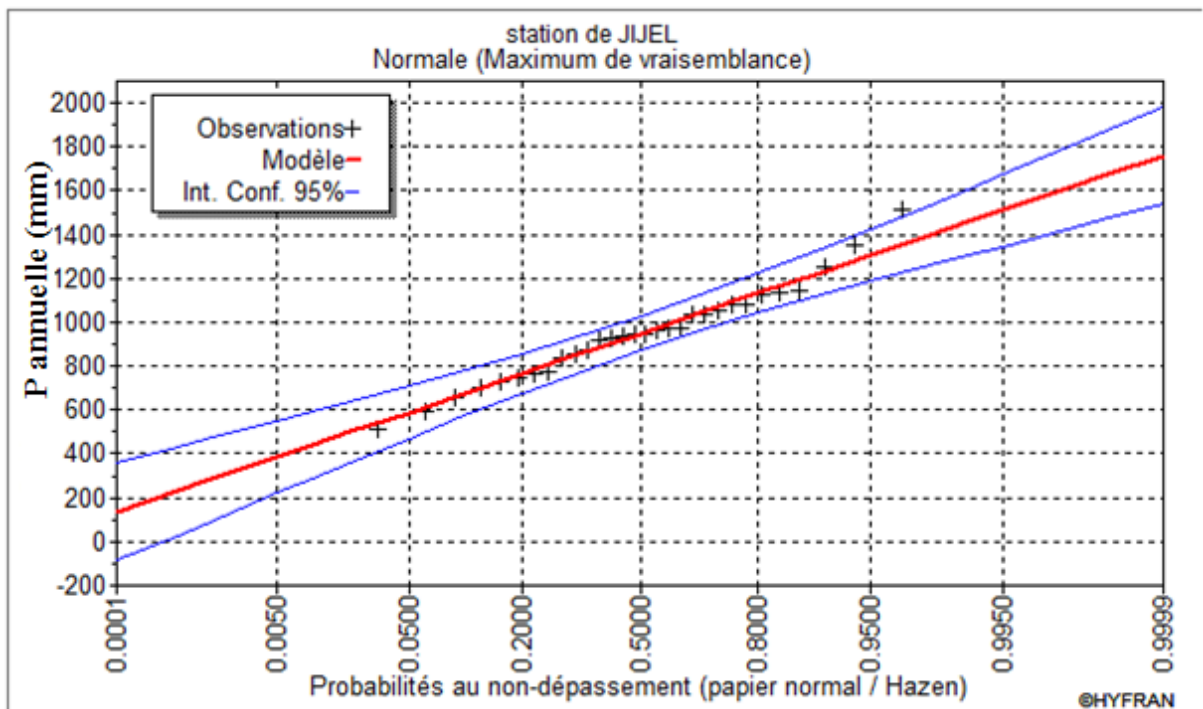


Figure III.1 : Ajustement à la loi de Gauss

III-3-2-2) Test de validité de l’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 :

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

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

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

- 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

III-3-2-3) 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° III-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.

III-3-2-4) Ajustement à loi de Galton (lognormale) :

Cette méthode est comme suit : Les données statistiques des pluies sont rapportées à une autre échelle à savoir l'échelle du log normale.

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

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

Avec:

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

$X_{p\%}$: précipitation probable à p%.

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

δ_{Ln} : la variance, calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

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

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

$U_{p\%}$: variable réduite de Gauss.

Pour les calculs, on à utilise le logiciel Hyfran. Les résultats de calcul obtenus figurent dans le **Tableau III.5** et la **Figure III.2**.

Tableau III.5 : Ajustement à une loi de Galton

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
T = 1/ (1-q)				
T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10	0.9	1250	73.6	1110 – 1400
5	0.8	1130	57	1020 – 1240
3	0.6667	1020	46.3	932 – 1110
2	0.5	923	39.9	845 – 1000
1.25	0.2	756	38.3	681 – 831

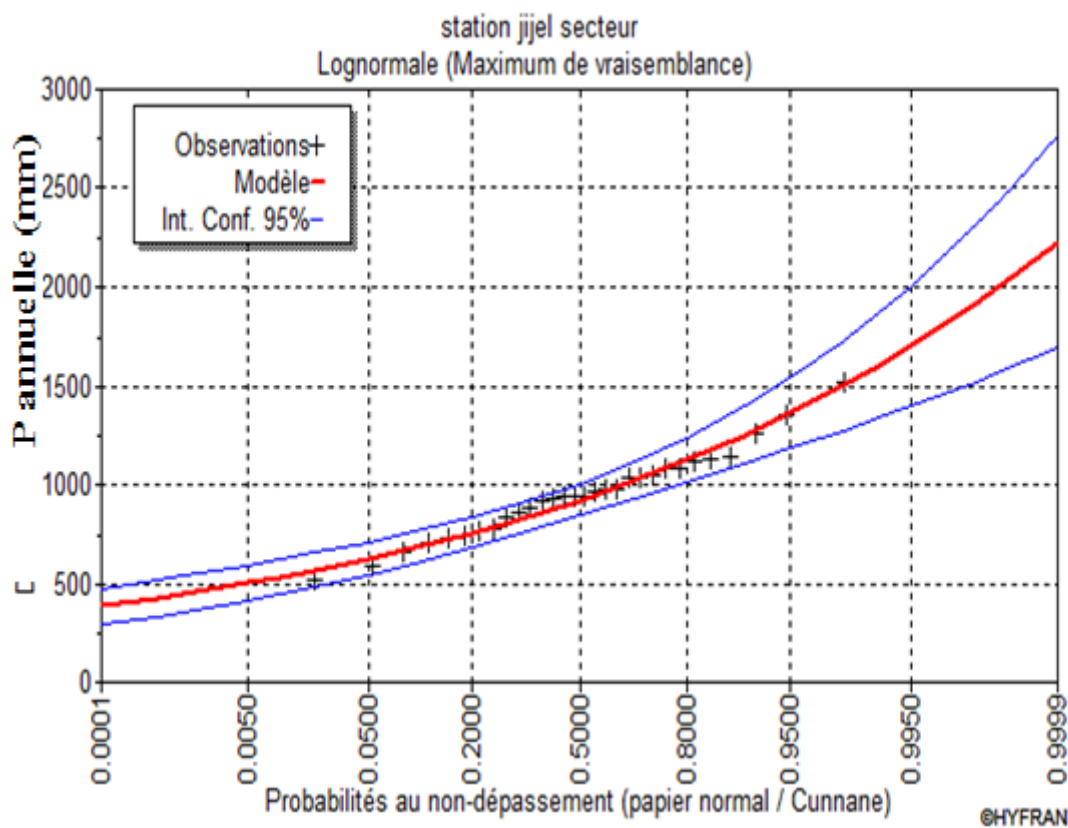


Figure III.2: Ajustement à la loi de Galton

III-3-2-5) Test de validité de l'ajustement :

Test de Khi carrée

- On calcule $\chi^2_{calculé}$.
- On calcule le nombre de degré de liberté γ :
- On détermine $\chi^2_{théorique}$ sur la table de Pearson III.

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

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

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

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 1.73 \gamma = 4$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

$\chi^2_{\text{calculé}} = 1.73 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488 \rightarrow$ Alors l'ajustement est à considérer.

On remarque que $\chi^2_{\text{calculé}}$ par la loi Log-normal est plus petit que $\chi^2_{\text{calculé}}$ par la loi normale. et inversement, la probabilité du KH2 calculée pour la loi log normale est plus importante que celle calculée par la loi normale. De ce fait, nous optons pour la loi log-normale.

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

Puisque la Loi de GALTON est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région. La 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 :

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

$$P_{\text{théorique}20\% \text{ annuelle}} = 756 \text{ mm}$$

$$P_{\text{théorique}50\% \text{ annuelle}} = 923 \text{ mm} .$$

$$P_{\text{moy}20\%} = \frac{756}{923} \cdot P_{\text{moy.mensuelle}} = 0.82 P_{\text{moy.mensuelle}}$$

Les résultats des précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau III.6 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul

MOIS	SPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU
Pluie (mm)	53,9	83,4	143,8	198,2	137,2	112,8	95,7	73,9	41,8	11	1,8	6,9
P20%(mm)	44.2	68.4	117.9	162.5	112.5	92.5	78.5	60.6	34.3	9.0	1.5	5.7

Conclusion :

L'étude hydrologique a permis de déterminer Précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul en s'appuyant sur l'ajustement des précipitations moyennes mensuelles à la loi Galton.

CHAPITRE IV

BESOINS EN EAU

IV-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.

IV-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.

IV-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 IV.1

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

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

IV-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 IV-02 : Assolement et rotation proposé.






N° Ilots	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jl	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 IV-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

IV-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.

IV-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
- Turc
- 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.

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

Elle est détaillée comme suit :

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

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 IV.4 :

Tableau IV-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 (169.88mm/mois) pour le mois de juillet, c'est-à-dire le besoin en eau des cultures augmentent dans cette période.

IV-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 IV-5:Pluies efficaces pour chaque mois en mm

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
P (mm)	44,2	68,4	117,9	162,5	112,5	92,5	78,5	60,6	34,3	11	1,8	6,9	777.7
Peff (mm)	40.6	60.2	94.7	119.3	91.4	78	67.9	54.1	32	8.8	1.4	5.5	654

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

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

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

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 :

IV-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).

IV-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 :

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

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 IV-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
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
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

Tableau IV -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
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
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

Tableau IV -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
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
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

Tableau IV-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
Septembre	40,6	110,10								
Octobre	60,2	84,00								
Novembre	94,7	57,00								
Décembre	119,3	45,90								
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								

Tableau IV-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
Septembre	40,6	110,10								
Octobre	60,2	84,00								
Novembre	94,7	57,00								
Décembre	119,3	45,90								
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								

Tableau IV-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)
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
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
Somme	366,88	486,98	446,72	387,24	381,54	2069,36		27591,52

IV-6) Calcul hydraulique :

IV-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 :

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

- ✓ **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’efficacité globale du système d’irrigation **≈ 0.75**

Besoin max mensuel =644.02mm

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

IV-6-2) Calcul du Débit caractéristique

Q_{car} = q_{sp} * surface

✓ Surface totale = **255.76 ha.**

✓ Q caractéristique = **271.11 l/s.**

IV-6-3) Calcul du Débit du réseau

Q de réseau = Q_{car} * 3600/1000

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

IV-6-4) Calcul du Volume nécessaire

Tableau IV-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 m³
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, soit 1.39 Mm³/ an. La surface cultivée pour cet assolement est de 255,76 ha.

Conclusion

Cette étude nous a permis 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'ElAgram d'une capacité utile de 31 Mm³ pourra donc satisfaire aux besoins en eau d'irrigation de notre périmètre estimés à 1,39 Mm³/an.

CHAPITRE V

DIMENSIONNEMENT DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION

V.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

V.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.

V.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.).

V.4 -Calcul des débits des ilots

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

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

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

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

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

q_s = Débit spécifique moyen (l/s/ha)

S = Superficie de l'îlot (ha)

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

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

N° de l'îlot d'irrigation	Superficie (ha) de l'îlot	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	

V.5-Choix du type de borne :

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

- Pour les les ilots N_parcelles=2, et dont la surface<15 ha, on prend la Borne à 2 prises (borne de type A2).
- Pour les les ilots N_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_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.

V.5.1-Choix de diamètre de la borne :

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

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

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 11,11$ 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

V.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 V.3 : débit au niveau des bornes et des prises

N° de l'ilotd'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		

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

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

$$P_B = P_a + r.$$

Dans la quelle :

P_B : Pression à la borne.

P_a : Pression pour le fonctionnement de l'asperseur simple

r : Marge de sécurité $\approx 1\text{bar}$.

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.

V.7-Calcul hydraulique des canalisations

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

V.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

V.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 V.4 : Calcul des diamètres des Conduiteet les vitesses

NB	Tronçon	Langueur(m)	Débit de la borne (L/s)	Débit du tronçon (L/s)	Q de Troncon(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 :

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

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 :

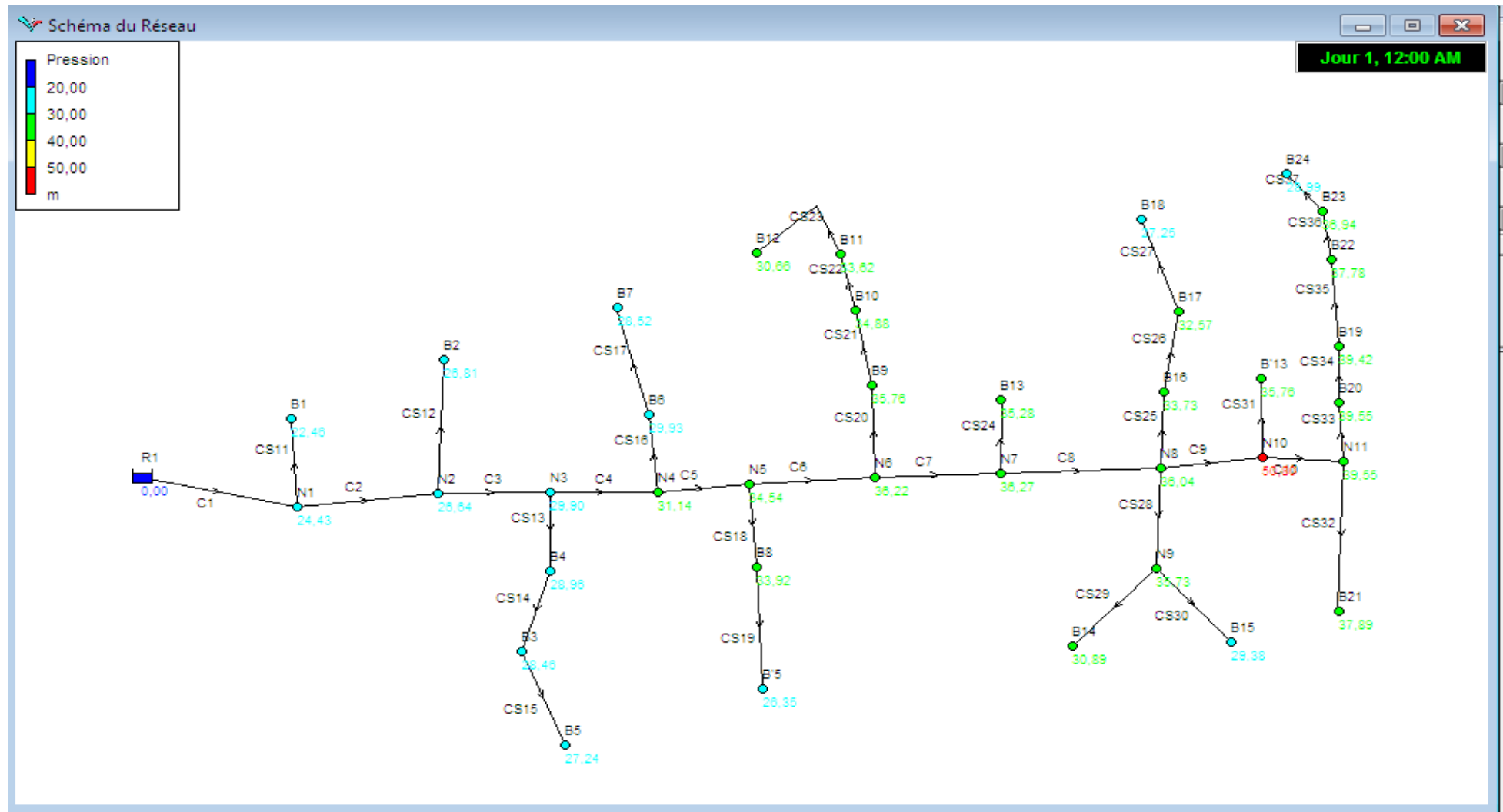



Figure V-1 :Simulation du réseau de distribution (Epanet)

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

 The image part with relationship ID rId21 was not found in the file.

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

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

Notre réservoir est situé à Djibale Bougazouine à une altitude de 60m. Le réservoir 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 V.6 : 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 6mètres.
- La géométrie de ce réservoir est rectangulaire.
- La longueur est 25m.
- La largeur est 26m.

V.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.

Conclusion

Dans cette partie de notre projet, 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, dans un premier temps, 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 et dans un second temps d'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 VI

TECHNIQUES ET MODES D'IRRIGATION

VI-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.

VI-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

VI-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.

VI-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.

VI-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.

VI-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.

VI-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.)

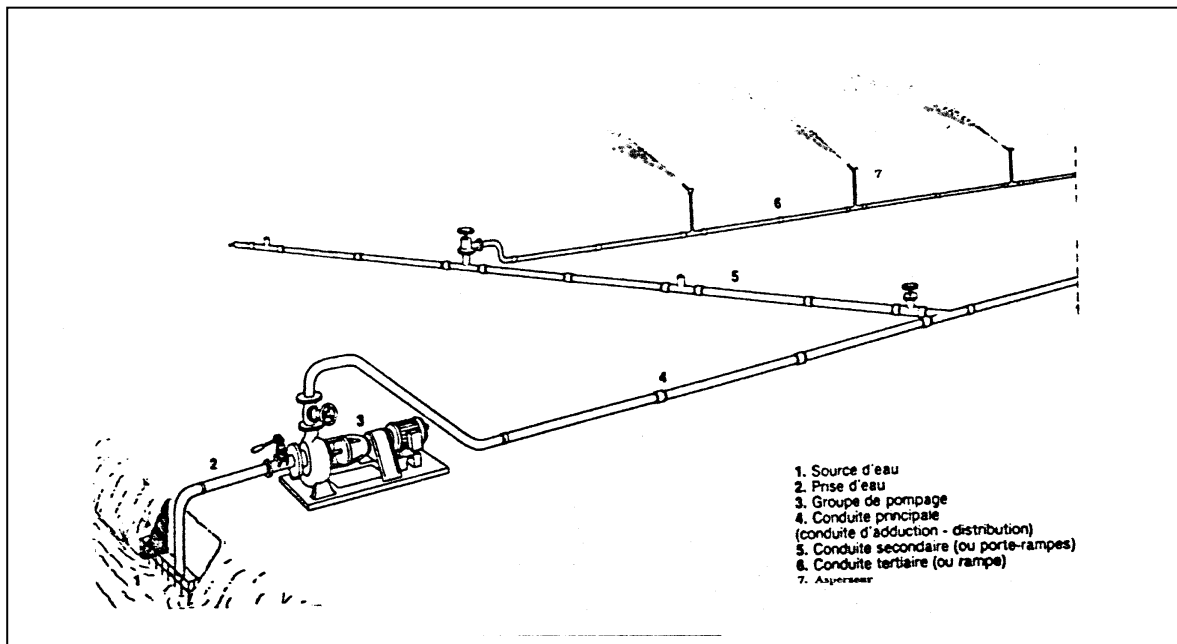


Fig.VI.1. Partie essentielle d'une installation en aspersion classique

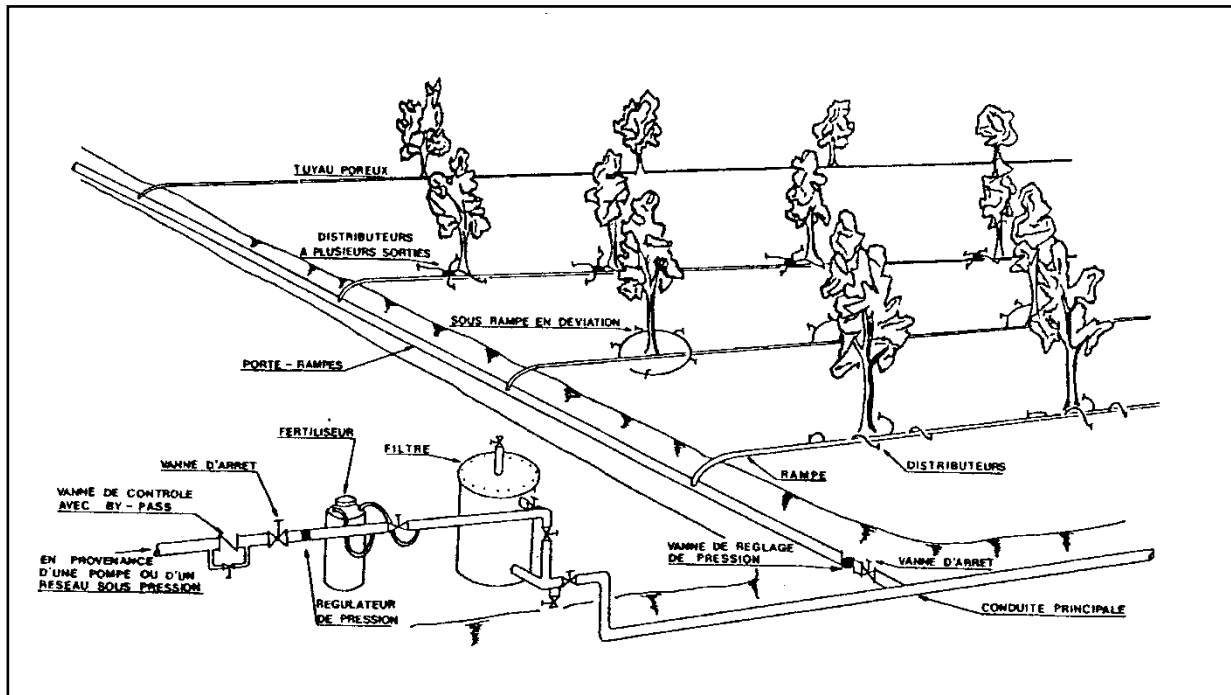
VI-2-3-L'irrigation localisée : L'irrigation localisée ou micro-irrigation, est une méthode qui regroupe plusieurs systèmes de distribution de l'eau à la parcelle. Elle se caractérise par :

- 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-asperseurs).

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.



FigVI.2. Partie essentielle d'une installation localisée

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

VI-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.

VI-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,

VI-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.

VI-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.

VI-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

VI-5) Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte**VI-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'îlot 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 $s(t) = 8.02\text{ha}$

VI-5-2) Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée**VI-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 :

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

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) :

$D_p=37,9mm$

VI-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 = 12jours.**

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

- La dose réelle

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

$$D_r = 12 * 2,94 = 35,28$$

- La dose brute

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_u * eff} = \frac{35.28}{0.9 * 0.9} = 43.55mm$$

VI-5-2-3)Durée d'arrosage par mois :

$$\theta = \frac{D_r * S_a * S_r}{n * qg} = \frac{43.55 * 2 * 4}{2 * 4} = 43.55 \text{ heures/mois}$$

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

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

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

VI-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

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

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

VI-5-3) Calculs hydrauliques

VI-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 goutteur)

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

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 :

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 = ΔH - p.c.s = 1.8 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.

VI-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 :130m

La longueur de la conduite secondaire : 65m

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

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

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

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

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

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

VI-5-3-6)Débit de la rampe

$Q_r=N_g * Q_g$

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

VI-5-3-7) Débit de la porte rampe

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

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

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

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

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

VI-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

VI-5-5) Calcul du diamètre de la rampe et vérification des pertes de charges**VI-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

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

D : diamètre intérieur de la canalisation 0.012m ;

$C_w = 140$ 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 $D = 14\text{mm}$.

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

VI-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 63mm

VI-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 $= 130\text{m}$;

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

D : diamètre intérieur de porte rampe $0,063\text{m}$;

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

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

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 VI-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

VI-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 :

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

V : vitesse d'écoulement (m/s).

Tableau VI-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

VI-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 VI-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.

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

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 pêcher, est un système le plus efficient.

Le dimensionnement a été réalisé en tenant compte de plusieurs facteurs, à savoir les facteurs agronomique et hydraulique.

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 VII

Calcul technico-économique

VII-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.

VII-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.

VII-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 déterminée.

VII-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).

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

Le largueur 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 :

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

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

VII-2-2-2) Calcul du volume de déblai

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

V_d : Volume des déblais de la tranchée en (m^3) ;

L : Longueur de la tranchée en (m) ;

H : profondeur de la tranchée (m).

Tableau VII-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 : $V_d = 9607,57 \text{ m}^3$

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

$V_s = L.b.e$

V_s : volume du sable en (m^3) ;

e : épaisseur du sable, $e = 10$ cm

Tableau VII-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 : $V_s = 753,37 m^3$.

VII-2-2-4) Remblaiement des tranchées

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

Avec : V_r : Volume du remblai en (m^3) ;

V_d : Volume du déblai en (m^3) ;

V_{cdt} : Volume occupée par la conduite (m^3) ;

V_s : Volume du lit de sable (m^3).

Tableau VII-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 : $V_r = 5505.22 m^3$

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

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

Tableau VII-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 : $V_{exc} = 4102.35 \text{ m}^3$

VII-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 VII-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**.

VII-2-2-7) Estimation de cout de pose de canalisation de l'adduction

Tableau VII-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) TTC	35632812

VII-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**VII-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 VII-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 VII-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

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

VII-3-3) Devis estimatif et quantitatif des cônes de réduction :**Tableau VII-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

Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons calculé le devis estimatif et quantitatif de notre projet d'irrigation pour le périmètre de TAHER, 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 caractérisé par son système de production insuffisant même pour la population locale, dû à la pénurie de l'eau, qui s'accroît lors des années à pluviosité déficitaire, a nécessité d'une part, une prise de mesures administratives relatives aux quotas d'eau et d'autre part un 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, en Algérie. Cette irrigation connaît de 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 grâce à l'aide des différents acteurs, nous avons pu collecter les différentes données techniques nécessaires à la réalisation de notre projet.

L'étude climatique montre que notre région présente un climat humide, l'étude hydrologique nous a permis de calculer les pluies moyennes fréquentielles, valeurs prises en compte pour le calcul hydraulique. Et l'analyse de l'eau d'irrigation à partir du barrage d'Elagrem indique que l'eau utilisée a une salinité faible avec un risque d'alcalinité faible.

La détermination des besoins en eau d'irrigation a été faite à partir du calcul d'évapotranspiration par la méthode de Penman.

Compte tenu des facteurs qui caractérisent la région, nous avons choisi les cultures adaptées aux données climatiques.

A la lumière des différents résultats, nous avons pu procéder aux étapes suivantes:

- Projeter une conduite d'adduction gravitaire de diamètre DN630 sur une longueur de 1963 m transportant un débit de 1.06 m³/s ;
- Dimensionner un réservoir de distribution d'eau d'irrigation d'une capacité de 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	0,90	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	0,50	0,60	0,70	0,80	0,82	0,80	0,75	0,72	0,70
Pomme de terre	0,35	0,45	0,60	0,85	1,10	1,25	1,35	1,38	1,35	1,25
Sorgho grain	0,30	0,50	0,70	0,50	1,10	1,05	0,95	0,80	0,70	0,60
Tomates	0,45	0,45	0,50	0,65	0,85	1,00	1,02	0,95	0,85	0,75

Annexe 2

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL Kc POUR LES CULTURES PERENNES

Tableau n° 5

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



Annexe 3

Caractéristiques hydriques de quelques sols

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

Annexe 4

5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

DONNEES GENERALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DEVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (q) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (p.Sa) POUR DIFFERENTS TYPES DE SOLS (en mm/m de profondeur) QUAND $ET_{cult} = 5-6 \text{ mm/jour}$

Cultures	Profondeur d'enracinement (d) m	Fraction (q) de l'eau utilisable ¹	Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) mm/m ¹		
			T-fin	T-moyenne	T-grossière
Luzerne	1.0-2.0	0.55	110	75	55
Banane	0.5-0.9	0.35	70	50	20
Orge ²	1.0-1.5	0.55	110	75	55
Haricot ²	0.5-0.7	0.45	90	65	30
Betterave	0.6-1.0	0.5	100	70	35
Chou	0.4-0.5	0.45	90	65	30
Carotte	0.5-1.0	0.35	70	50	20
Céleri	0.5-0.5	0.2	40	25	10
Agrumes	1.2-1.5	0.5	100	70	30
Trifile	0.6-0.9	0.35	70	50	20
Carao		0.2	40	30	15
Coton	1.0-1.7	0.65	130	90	40
Cococonbre	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Daté	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fraisier cade.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin ²	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Céréales ²	0.9-1.5	0.6	120	80	40
Céré. d'hiver ²	1.5-2.0	0.6	120	80	40
Vigne	1.0-2.0	0.35	70	50	20
Gazon	0.5-1.5	0.5	100	70	30
Arachide	0.5-1.0	0.4	80	55	25
Laine	0.3-0.5	0.3	60	40	20
Maïs ²	1.0-1.7	0.6	120	80	40
Maïs-ensilage		0.5	100	70	30
Melon	1.0-1.5	0.35	70	50	25
Olivier	1.2-1.7	0.65	130	95	45
Oignons	0.3-0.5	0.25	50	35	15
Palmier	0.7-1.1	0.65	130	90	40
Pois	0.6-1.0	0.35	70	50	25
Poirron	0.5-1.0	0.25	50	35	15
Ananas	0.3-0.6	0.5	100	65	30
Ananas de terre	0.4-0.6	0.25	50	30	15
Carthame ²	1.0-2.0	0.6	120	80	40
Sisal	0.5-1.0	0.8	155	110	50
Sorgho ²	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Soja	0.6-1.3	0.5	100	75	35
Epinard	0.3-0.5	0.2	40	30	15
Fraisier	0.3-0.3	0.15	30	20	10
Betterave mc.	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Canne à sucre ²	1.2-2.0	0.65	130	90	40
Tournesol ²	0.8-1.5	0.45	90	60	30
Potato douce	1.0-1.5	0.65	130	90	40
Tabac - init.	0.5-1.0	0.35	70	50	25
lard		0.65	130	90	40
Tomate	0.7-1.5	0.4	180	60	25
Légumes	0.3-0.6	0.2	40	30	15
Ble	1.0-1.5	0.55	105	70	35
maturité		0.9	180	130	55
Volume total d'eau de sol disponible (Sa) (mm/m)			200	140	60

¹ Quand $ET_{cult} < 3 \text{ mm/jour}$, augmenter les valeurs de 20 % ; quand $ET_{cult} > 8 \text{ mm/jour}$, réduire les valeurs de 20 %. Ceci suppose des conditions non salines (CE < 2 dS/m).

² Des valeurs supérieures à celles indiquées ici sont observées durant la maturation.

Sources: Taylor (1965), Stuart et Hagan (1972), Sahar et Gools (1967), Rijntjens (1965), etc.

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage N° 24, Tableau 39 (nouvelle version).

