

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdellah-
DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION DU
PERIMETRE TELEGHMA SECTEUR OUEST (W.MILA)
D'UNE SUPERFICIE DE 1566 HA A PARTIR DU BARRAGE
RESERVOIR D'OUED ATMANIA**

Présenté par :

M^r DAAS SOUFIANE

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M^r T.KHETTAL	M.C.A	Président
M^{me} A.AZIEZ	M.A.A	Examinatrice
M^{me} D.DJODAR	M.A.A	Examinatrice
M^r D.KOLIAI	Ing .chef	Examineur
M^{me} S.MEDJDOUB	M.A.A	Examinatrice
M^r A.BOUFEKANE	M.A.A	Promoteur

Mars 2014

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.

- *A mes parents pour les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard*
- *A mes sœurs Najewa, Sobrina, Kanza.*
- *A mes frères Khaled, Abed-al hak, Ayoub, Tarek, Yakoub et Sallah adin*
- *A mes amis Adel, Douad, Sid ali, Sif al islam, Tarek, Djoudi, Zino, Hmza*
- *A Fils de ma sœurs Amer et Chihab*
- *A toute ma famille*
- *A tous mes enseignant et amis sans exception*

Remerciement

Au terme de ce projet, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier sincèrement Dieu, de m'avoir octroyé les moyens et les personnes qui m'ont aidé dans son élaboration, ainsi que ceux qui ont bien voulu l'évaluer :

*- **Mon Promoteur Mr A. BOUFEKANE.** Pour avoir contribué à l'élaboration de cette présente thèse. Je leurs exprime mes vifs remerciements.*

*- **Monsieur KHETTAL.T.** Qui m'a fait l'honneur de présider ce jury.*

*- **Madame AZIEZ.A.** De m'avoir enseigné et honorer le jury.*

*- **Monsieur KOLIAL.D** de m'avoir enseigné et honorer le jury.*

*- **Madame MEDJDOUB.S** de m'avoir enseigné et honorer le jury.*

*- **Madame DJOUDAR.D** de m'avoir enseigné et honorer le jury.*

Je remercie tous les enseignants de l'ENSH pour le savoir qu'ils m'ont transmis.

Je remercie encore tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans l'élaboration de cette étude.

Merci à tous

DAAS Soufiane

ملخص :

لقد قمنا في هذه المذكرة بدراسة عامة للمناخ، التربة و الماء حول المنطقة التي سننجز فيها مشروعنا.

هذا العمل يندرج في إطار دراسة و متابعة استغلال مساحة مسقية، تقع في القل بولاية سكيكدة، انطلاقا من سد بني زيد و هذا بإستعمال أحسن تقنيات السقي و هي السقي بالتقطير للحصول على مردود جيد و كذا المحافظة على الثروات المائية، نوعية التربة و الماء.

نستعمل أحسن الطرق لحساب حاجة المزروعات من الماء مع الحفاظ على مردودية جيدة في التوزيع من أجل الحصول على منتج زراعي وفير وبأقل التكاليف.

Résumé :

Dans ce travail, nous avons fait une étude générale (climat, sol, eau...) sur la région où nous réalisons notre projet.

Le but de ce travail est de faire une étude et suivi d'exploitation d'un périmètre irrigué, situé dans la plaine de Collo de la wilaya de Skikda, à partir du barrage Beni-Zid en utilisant les meilleures technique d'irrigation, pour atteindre un bon rendement, tout en préservant les ressources hydriques, la qualité de sol et des eaux.

Par adoption des meilleures méthodes de calcul des besoins en eau des cultures, en ayant un bon coefficient d'efficience pour la distribution, en vu d'avoir la bonne production agricole avec le moindre coût.

Abstract:

In this work we have make a general survey (climate, soil, water...) on the region where we made our project.

The aim of this work is make a survey and follow-up of exploitation of perimeters irrigated, situated in the plain of Collo of wilaya of Skikda, from the dam of Beni-Zid while using the best technique of irrigation, to reach a good output, while preserving the water resources, the quality of soil and waters.

By adoption of the best arithmetic techniques of the needs in water of the cultures, while having a good coefficient of efficiency for the distribution, for having good agricultural production with low costs.

Chapitre I

Introduction	1
I.1.1. Situation géographique	1
I.1. Situation du périmètre	1
I.1.2. Situation administrative et infrastructure routière	2
I.1.3. Réseau hydrographique	3
I.1.3. La géologie	5
I.2. Analyse des conditions naturelles	5
I.2.1. Situation climatique	5
I.2.1.1. Les précipitations	5
I.2.1.2. Humidité relative	6
I.2.1.3. Température de l'air	6
I.2.1.4. Evaporation	7
I.2.1.5. Vents	8
I.2.1.6. Sirocco	8
I.2.1.7. Gelée blanche.....	9
I.2.1.8. La neige	9
I.2.1.9. Ensoleillement	10
I.2.2. Classification du climat	10
I.2.2.1. Indice d'aridité	10
I.2.2.2. Quotient pluviométrique d'EMBERGER	11
I.2.2.3. Diagramme Ombrothermique de Gaussen	13
I.2.3. Conditions pédologiques	14
I.2.3. 1- Classification des sols de la zone d'étude	14
I.2.3. 2.Description de Profil 40.....	15
I.2.3. 2- Conditions géologiques	18
I.2.4. Analyse de ressource en eau	19
I.2.4.1. l'estimation de la qualité de l'eau	20
I.2.4. 1.1. Les paramètres de la qualité d'eau	21
Conclusion	26μ

Chapitre II

Introduction	27
II .1. L'irrigation par aspersion et la micro-irrigation	27
II .2. Utilisation de l'eau dans l'irrigation	28
II .3. Lieux dans lesquels ce moyen parait le mieux adapté	29
II .4. Procédé et mis en œuvre de l'irrigation	29
a) La Micro-irrigation	29
b) L'irrigation par aspersion	31
c) La programmation de l'irrigation	32
d) Le paillage	33
II .5. Principaux avantages et inconvénients	24
Conclusion	36

Chapitre III

Introduction	37
III.1. Le réseau pluviométrique	37
III.1.1. Teste d'homogénéité de la série pluviométrique	39
III.1.1.1. -Test de Wilcoxon	39
III.1.2. Ajustement de la série pluviométrique	42
III.1.2.1. Ajustement à une loi de Gauss (Normale)	42
III.1.2.2. Ajustement à la loi log-Normale (GALTON)	44
III.2. Détermination de l'année de calcul	46
III.3. Calcul de l'évapotranspiration	47
III.4. L'évapotranspiration réelle ou culture (ETR ou ETM):	48
III.5. La pluie efficace	49
III. 6. Calcul du bilan hydrique pour les différentes cultures	49
III.6.1. Calendrier d'occupation des sols	50
III.6.2 : Besoins mensuel en eau d'irrigation des cultures	50
III.6.3. Besoins totaux nets en eau d'irrigation	54
III.7. Occupation du sol	54
III.8. Calcul du débit maximum journalier (débit spécifique)	54
Conclusion	56

Chapitre IV

IV.1. Dimensionnement du réseau de distribution	57
Introduction	57
IV.1.1. La partie choisie dans le secteur l'ouest pour le dimensionnement	57
IV.1.2. Tracé du réseau et positionnement des bornes	59
IV.1.3. Calcul des débits	59
IV.1.3.1. Débits aux bornes	59
IV.1.4. Dimensionnement du conduit gravitaire	61
IV.1.4.1. Matériaux	62
IV.1.4.2. La vitesse admissible	62
IV.1.4.3. Le diamètre	63
IV.1.4.4. La perte de charge	63
IV.1.5. Le calcul hydraulique	64
IV.1.6. Appareillage d'équipement du réseau	68
IV -I-6.1. Les bornes d'irrigation	68
IV.1.6.2.1. Vannes	68
IV.1.6.2.2. Vanne de sectionnement	68
IV.1.6.3. Ventouses	68
IV.1.6.4. Vidange	69
IV-II Dimensionnement du réseau d'irrigation	69
IV-II -1 Calcul de l'installation (goutte à goutte)	70
IV-II -1 -1-Besoins journaliers	70
IV-II -1 -2 Calcul hydraulique	72
1. Conditions hydrauliques	72
2. Calcul de la rampe	73
3. Calcul du porte-rampe	74
4. La conduite principale 1	76
5. La conduite principale 2	76
Conclusion	77

Chapitre V

Introduction	78
V.1. Généralités	78
V.1.1. Rôles et responsabilité des intervenants sur chantier	78
V.1.1.a. Le maître d'ouvrage	78
V.1.1.b. Le maître d'œuvre	78
V.1.1.c. L'entreprise	79
V.1.1.d- L'entrepreneur	79
V.2. Les moyens de chantier	79
V.2.2. Les moyens matériels	79
V.2.2.1. Le matériel de terrassement	79
V.2.2.1.a. Pelle équipée en rétro	79
V.2.2.1.b. Bulldozer	80
V.2.2.1.c. Les chargeurs	81
V.2.2.1.d. Camion à benne	81
V.2.2.2. Le matériel de bétonnage	82
V.3.1. Définition	82
V.3.2. Techniques de la planification	83
V.3.2.1. Méthodes basées sur le réseau	83
V.3.2.1.1.1. Réseau à flèches	83
V.3.2.1.1.2. Réseau à nœuds	83
V.3.2.1.2. Construction du réseau	84
V.4. Détermination des chemins critiques	85
Conclusion	89

Chapitre VI

Introduction	90
VI.1. devis de réseau d'irrigation localisée	90
VI.2. Factures pro-forma de réseau de distribution et réservoir	91
VI.2.1. Calcul du volume de terrassement	91

VI.2.1.a. Largeur du fond de la tranchée	91
VI.2.1.b .profondeur de la tranchée	91
VI.2.2. Le réseau de distribution	91
VI.2.2.a. Calcul du volume de déblai	91
VI.2.2.b. Calcul du volume de lit de sable	93
VI.2.2.c .Calcul du volume de remblai	94
VI.2.3. Devis estimatif pour le terrassement et le réservoir	94
VI. 3 coûts des cultures projet	95
VI.4.Devis estimatif total	95
Conclusion	95

Liste des tableaux

	page
Tableau I.1 : Pluies moyennes mensuelles à la station de Constantine (Période:1986 – 2012)	5
Tableau I.2 : Humidité moyenne mensuelle à la station de Constantine(Période:1986 –2012)	6
Tableau I.3 : Répartition mensuelle des températures.....	7
Tableau I.4: Evaporation mensuelle et annuelle	8
Tableau I.5: Vitesse de vent à la station de Constantine	8
Tableau I.6: Nombre moyen mensuel des jours du sirocco	9
Tableau I.7: Nombre moyen mensuel de jours de gèle	9
Tableau I.8: Nombre moyen mensuel de jours de la neige	10
Tableau I.9: Distribution fréquentielle de la durée d’insolation totale	10
Tableau I.10 : Classification du climat	11
Tableau I.11 : Variations des précipitations et des températures.....	13
Tableau I.12 : Caractéristique de profile 40.....	17
Tableau I.13 : Caractéristique de l’eau dans le périmètre de Teleghma	23
Tableau I.14 : Récapitulatif de calcul pour l’estimation de la qualité des eaux d’irrigation dans le périmètre de Teleghma.....	24
Tableau II.1 : L’efficacité potentielle des différents systèmes d’irrigation	29
Tableau II.2: Pluviométrie (mm/h) maximale en fonction du type de sol, de la couverture et de la pente.....	31
Tableau III.1: Caractéristiques de station pluviométrique	37
Tableau III.2 : Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles.....	38
Tableau III.3: Test d’homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon.....	40
Tableau III.4 : Précipitations mensuelles moyennes à la station de Bir Drimil.....	46
Tableau III.5 : représentation de l’année de calcule.....	46
Tableau III.6 : Evapotranspiration de référence (ETo) de la zone d’étude (Selon Penmann et Monteih).....	48

Tableau III.7 : Calcul des pluies efficaces	49
Tableau III.8 : Le calendrier cultural	50
Tableau III.15 : Besoin en eau d'irrigation des cultures de la plaine de Teleghma.....	54
Tableau III.16 : Occupation du sol	54
Tableau.VI.1 : Répartition et Surfaces du secteur ouest	57
Tableau.VI.2 : Calcul des débits des bornes	61
Tableau.VI.3 : Les vitesses admissibles en fonction des diamètres	62
Tableau.VI.4 : Les constantes dépendantes de la rugosité absolue « <i>K</i> »des canalisations....	63
Tableau.VI.5 Calcul hydraulique de la conduite gravitaire	65
Tableau.VI.6 : choix de diamètre de la borne	68
Tableau.VI.7 : Choix des ventouses	69
Tableau.VI.8 : Calcul théorique du réseau localisé	75
Tableau.V.1 : Détermination des délais	86
Tableau.VI.1 : Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation	90
Tableau.VI.2 : calcul du volume de déblai.....	92
Tableau.VI.3 : calcul du volume de sable	94
Tableau.VI.4 : Calcul du volume de remblai	94
Tableau.VI.5 : Factures pro-forma terrassement et le réservoir	94
Tableau.VI.6 Estimation du coût des cultures projetées dans le secteur	95

Liste des figures

	Page
Figure I.1: Situation géographique de la zone d'étude	1
Figure I.2: Limites administratives de la commune de Teleghma	3
Figure I.3 : Schéma du réseau hydrographique de la zone d'étude	4
Figure I.4 : La variation moyenne mensuelle de la température	7
Figure I.5 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	12
Figure I.6 : Diagramme Ombrothermique	13
Figure I.7 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation	25
Figure II.1 : Micro-irrigation (système goutte à goutte).....	28
Figure II.2 : Schéma d'un système de micro-irrigation par gouteurs.....	30
Figure II.3 : Irrigation par aspersion	31
Figure II.4 : Dispositif possible pour l'installation des asperseurs, fonctionnement d'un Arroseur à 8 buses.....	32
Figure II.5 : Culture de la Betterave sucrière à Kayseri (Turquie).....	35
Figure II.6 : Système de micro-irrigation à Kayseri (Turquie).....	36
Figure III.1. Ajustement à la loi de normale.....	43
Figure III.2. Ajustement à la loi log- normale	45
Figure IV.1 : le passage des eaux après la source (barrage) jusqu'à le secteur ouest.....	58
Figure IV.2 : Représentation graphique de lois de débit	60
Figure V.1 : Pelle équipée en rétro	80
Figure V.2 : Le Bulldozer	80
Figure V.3 : Le Chargeur	81
Figure V.4 : camion à benne	82
Figure V.5 : bétonnière en cours de fonctionnement	83
Figure V.6 Réseau à nœuds.....	87
Figure V.7 : Diagramme de GANTT	88

Liste des Planches

Planche N°01 :

Plan de situation de périmètre de Teleghma secteur ouest (W.Mila)

Planche N°02 :

Plan d'occupation du périmètre de Teleghma secteur ouest (W.Mila)

Planche N°03 :

Plan de réseau de distribution du périmètre de Teleghma secteur ouest (W.Mila)

Planche N°04 :

Schéma du calcul de réseau de distribution du périmètre de Teleghma secteur ouest (W.Mila)

Planche N°05 :

Plan explicatif de réseau d'irrigation goutte à goutte du périmètre de Teleghma secteur ouest (W.Mila)

Planche N°06 :

Profil en long de la conduite principale du périmètre de Teleghma secteur ouest (W.Mila)

INTRODUCTION GENERALE

Les ressources en eau représentent un élément fondamental dans le développement économique d'un pays ; Les interférences du secteur de l'hydraulique avec les autres secteurs économiques en font un élément préalable pour la concrétisation des objectifs prioritaires pour le développement de l'agriculture.

L'importance de l'irrigation dans le monde est définie par N.D.GULHATI un indien : « l'irrigation dans beaucoup de pays est un art ancien aussi vieux que la civilisation, mais pour le monde entier c'est une science moderne ; la science de la survie ».

Actuellement, en Algérie, l'agriculture est pratiquée dans des conditions relativement compliquées. Presque toutes les terres agricoles sont situées dans la zone climatique où l'humidité est insuffisante et la sécheresse cause de grands préjudices. La superficie cultivée est de 7,5 millions d'hectares, soit à peine trois pourcent de la surface totale du pays. Localisée pour la plupart dans la partie côtière du pays.

Les précipitations tombent d'une façon irrégulière, généralement en Novembre et en Décembre. La quantité des précipitations diminue du nord au Sud et d'est en ouest et varie fortement chaque année.

Notre secteur d'étude qui est situé à l'est Algérien souffre désormais du problème de la pénurie de la ressource en eau, en l'occurrence dans le domaine agricole.

Ceci est du aux effets des changements climatiques et de la sécheresse qui en résulte d'une part, ainsi que de la mauvaise gestion des fractions allouées au secteur agricole d'une autre part.

C'est la raison pour laquelle une bonne gestion de la ressource hydrique devient plus une nécessité à l'heure actuelle.

Le sujet traité dans ce document rentre dans ce contexte, on propose en effet de dimensionner le réseau d'irrigation et de distribution du périmètre de Télaghma secteur Ouest pour économiser la ressource en eau et bien sur assurer les besoins en eau des cultures mises en place.

Pour ce faire, nous avons axé notre travail sur six chapitres :

- Chapitre I : Analyse des conditions naturelles
- Chapitre II : Problématiques et choix de technique d'irrigation
- Chapitre III : Evaluation du besoin en eau des cultures
- Chapitre IV : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation
- Chapitre V : Organisation de chantier
- Chapitre VI : Calcul technico-économique

CHAPITRE I :
Analyse des conditions
naturelles et agricoles

Introduction

Le périmètre de la commune de Teleghma se localise dans la wilaya de Mila. Il occupe une superficie de 484,66 ha. Dans ce travail, nous allons étudier uniquement une partie de ce périmètre, c'est le secteur ouest qui occupe une superficie de 1 566 ha.

I.1. Situation du périmètre

I.1.1. Situation géographique

Du point de vue géographique, la zone d'étude se situe dans les limites des hauts plateaux constantinois qui prolongent les hauts plateaux d'Algérie, séparés de ces derniers par la chaîne montagneuse du Honda. Les hauts plateaux constantinois sont envisagés en tant qu'une unité géo-structurale du tell oriental de l'Atlas.

Les cotes absolues de la surface terrestre dans les limites du périmètre d'irrigation évoluent entre 630 m et 830 m N.G.A.

Au sud-ouest, plus près du centre de la zone d'étude, se trouve la ville de Teleghma avec les coordonnées géographiques $36^{\circ} 8'$ de latitude nord et $6^{\circ} 26'$ de longitude est.

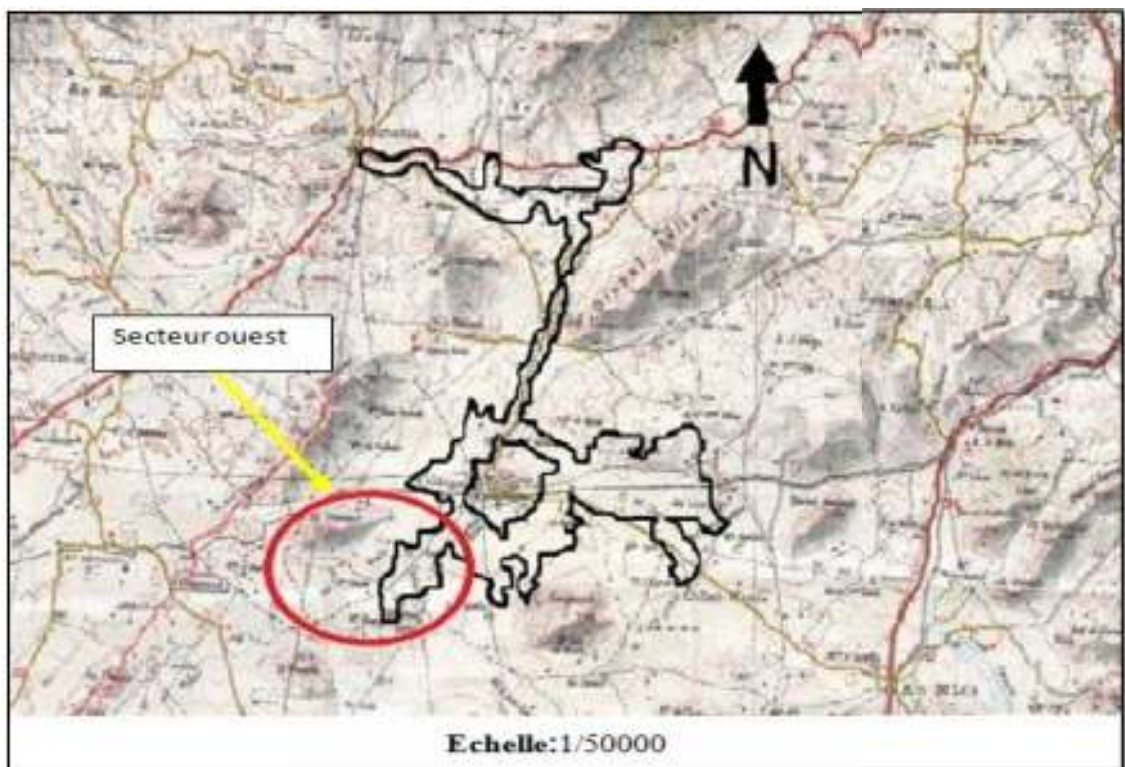


Fig. I.1 : Situation géographique de la zone d'étude

I.1.2. Situation administrative et infrastructure routière

Les limites administratives de la commune de Teleghma est :

- Au nord par la commune d'Oued Athmania.
- Au nord-est par la commune Oued Seguin.
- Au sud et à l'est par la wilaya d'Oum Bouaghi.
- Au sud-ouest par la commune El M'Chria.
- A l'ouest et au nord-ouest par la commune de Chelghoum El Aid.

La zone d'étude est suffisamment desservie par un réseau routier très bien réparti. Les routes principales sont la route nationale n° 5 qui traverse la partie nord de la zone d'étude et les routes nationales n° 100 et n° 101 qui passent à travers les parties centrales d'ouest et d'est de la zone d'étude.

La voie ferrée traverse la zone d'étude dans la direction longitudinale. Les localités principales se trouvant dans la zone de projet sont : Oued Athmania, Oued Seguin, Teleghma, M'Chira et Ouled Hamla qui sont les chefs-lieux des communes homonymes.

Il est noté aussi, que la ville et la commune d'Ouled Hamla entrent administrativement à la wilaya d'Oum Bouaghi. Les autres l'étant à la wilaya de Mila. La ville de Teleghma est localisée au centre du périmètre d'irrigation.

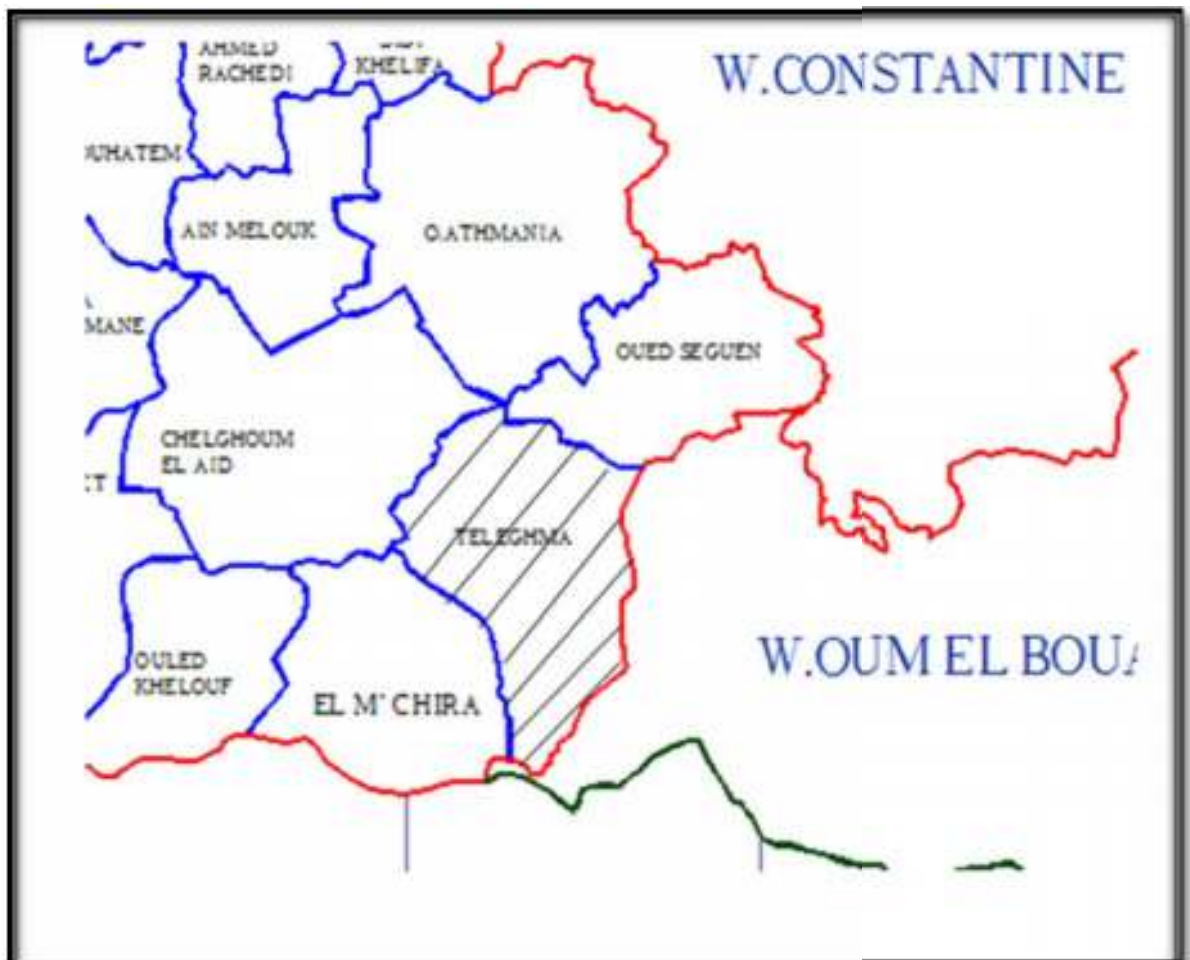


Fig. I.2 : Limites administratives de la commune de Teleghma

I.1.3. Réseau hydrographique

Sur le plan géomorphologique, tout le territoire du périmètre d'irrigation en projet se trouve dans les vallées des oueds qui traversent le périmètre d'irrigation (Fig. I.3), dont le courant est orienté du sud et du sud-est vers le nord et le nord-est.

Les oueds les plus importants sont : Rhumel, Athmania, Seguin, El Rhédir et El Ouni.

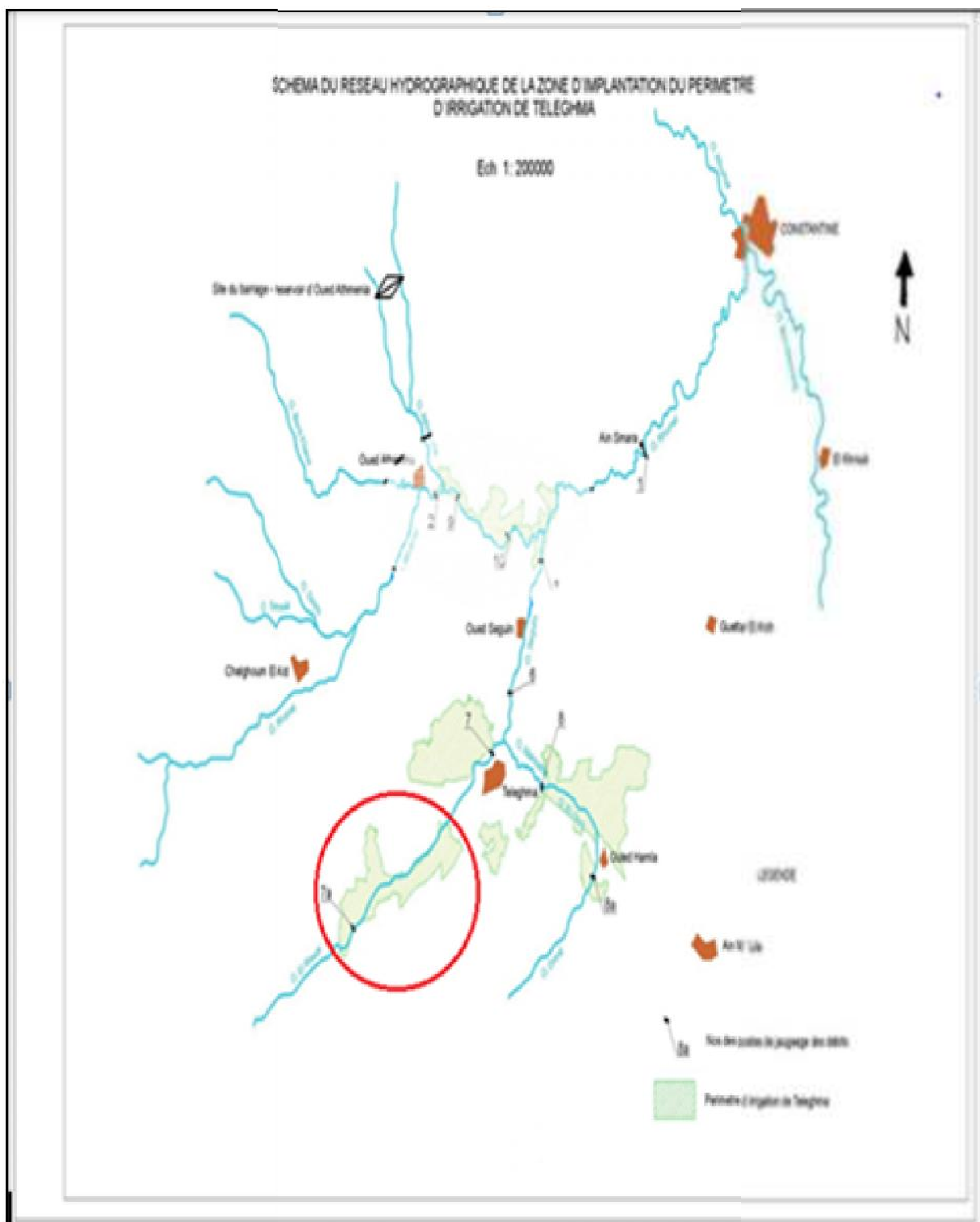


Fig. I.3 : Schéma du réseau hydrographique de la zone d'étude

I.1.3. La géologie

L'ensemble des formations géologiques au niveau du périmètre de Teleghma est constitué de dépôts continentaux du Néogène (Miocène supérieur – Pliocène – Villafranchien) et de dépôts alluvionnaires du Quaternaire.

Les dépôts continentaux du Néogène constituent les matériaux de remblaiement des anciennes dépressions topographiques. Ils correspondent à une période de forte érosion qui nivela sensiblement les reliefs par usure des montagnes « primaires » (régions anticlinales) et comblement des vallées primaires (régions synclinales).

I.2. Analyse des conditions naturelles

I.2.1. Situation climatique

Le climat de la région est méditerranéen typique avec un été sec et chaud et un hiver doux et humide.

Les données climatiques (précipitation, température, humidité relative et vent) sont fournies par l'ONM à la station climatique de Constantine pour une période allant de 1986 jusqu'au 2012.

I.2.1.1. Les précipitations

Les précipitations sont réparties à travers le territoire de façon à créer une zone en verticale qui est caractérisée par une augmentation de précipitations en fonction de l'altitude.

Le tableau ci-dessous donne les précipitations réparties par mois et leur total annuel.

Tableau. I.1. Pluies moyennes mensuelles à la station de Constantine

(Période : 1986 – 2012)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	annuel
Pluie (mm)	65,3	55,3	54,0	54,3	41,8	17,8	6,6	12,1	37,1	36,5	53,9	74,2	508,9

Source : ONM

D'après le tableau, le total moyen des précipitations annuel est égal à 508,9 mm. Le minimum de précipitations est enregistré au mois de juillet avec une valeur de 6,6 mm et le maximum est enregistré au mois de décembre avec un total de 74,2 mm.

I.2.1.2. Humidité relative

C'est un élément important du cycle hydrologique contrôlant l'évaporation du sol et la couverture végétale et qui représente le degré de saturation de l'air en vapeur d'eau.

Les données d'humidité relative mensuelles moyennes des différentes stations de la région sont présentées au tableau suivant.

Tableau. I.2. Humidité moyenne mensuelle à la station de Constantine

(Période : 1986 – 2012)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Humidité relative de l'air (%)	79,2	76,9	73,7	71,8	67,1	56,4	49,4	50,9	63,3	68,5	75,3	79,2	67,6

Source : ONM

D'après le tableau précédent, l'humidité moyenne annuelle est de l'ordre de 67,6 %. Le mois le plus sec est le mois de juillet avec une valeur de l'humidité relative moyenne de l'ordre de 49,4 %. Les mois les plus humides étant décembre et janvier dont l'humidité relative moyenne atteint une valeur de 79,2 %.

I.2.1.3. Température de l'air

La température de l'air est un facteur du climat très important, car elle conditionne l'évapotranspiration. Les conditions climatiques de la zone d'étude sont formées sous l'influence des masses d'air du Sahara avec son climat sec et chaud et celles de la Méditerranée avec un climat plus tempéré et plus humide.

Le régime de température dans la région d'étude (périmètre d'irrigation de Teleghma) se caractérise par un été sec et très chaud et un hiver froid et humide. Les températures d'air moyennes et extrêmes moyennes, mensuelles dans la région étudiée sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau. I.3. Répartition mensuelle des températures (T_{max} et T_{min}) à la station de Constantine
(Période : 1986 – 2012)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
T_{max}	12,1	13,1	16,3	19,2	24,9	30,6	34,4	34,5	29,0	24,1	17,2	13,0	22,4
T_{moy}	6,7	7,4	10,2	12,7	17,6	22,6	26,0	26,0	21,5	17,3	11,4	7,8	15,6
T_{min}	2,4	2,7	4,8	7,0	10,9	15,2	18,3	18,7	15,6	11,8	6,8	3,7	9,9

Source : ONM

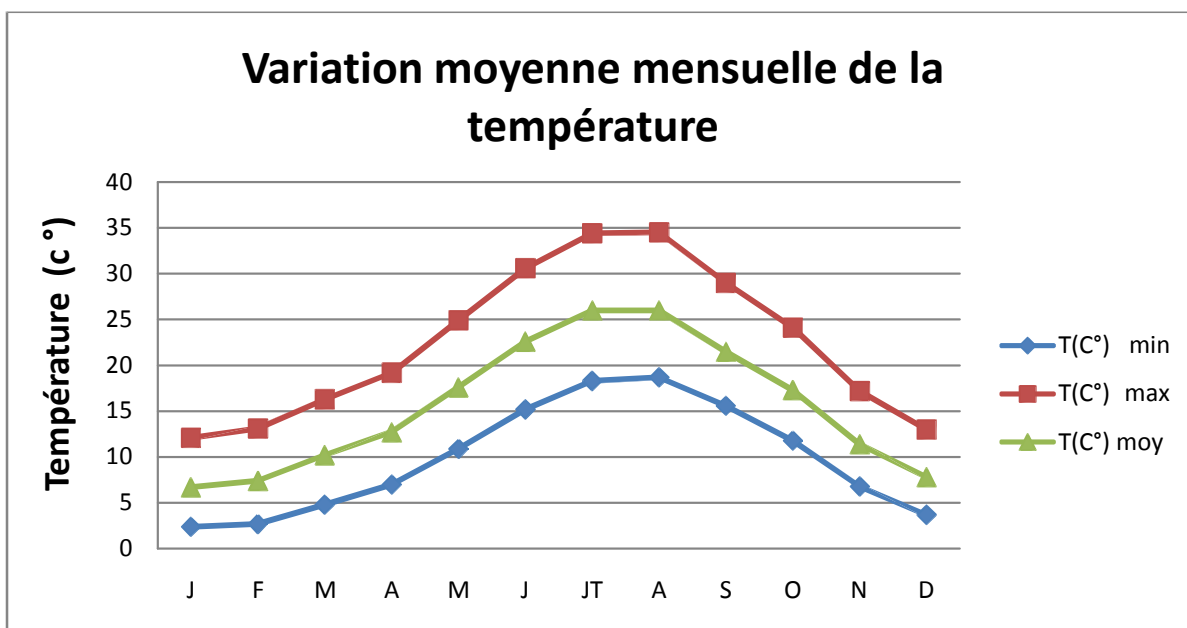


Fig. I.4. La variation moyenne mensuelle de la température.

La température moyenne mensuelle varie entre un minimum de 6,7 °C enregistré au mois de janvier et un maximum de 26 °C enregistré au mois de juin et août.

I.2.1.4. Evaporation

Les valeurs de l'évaporation du plan d'eau libre sont adoptées d'après les données observées au barrage d'Oued Athmania. Elles sont données par le tableau ci-dessous.

Tableau. I.4. Evaporation mensuelle et annuelle à la station du barrage d'Oued Athmania
(Période : 1986 – 2012)

Mois		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ann
Ev ap	mm	40,9	44,8	63,6	70,6	100,1	147,4	193,4	188,1	120,5	91,1	57,3	43,4	1161,2
	%	3,51	3,85	5,47	6,07	8,61	12,68	16,63	12,79	10,63	7,84	4,93	3,73	100

Source : ONM

L'examen de ce tableau montre que l'évaporation est importante durant les mois de mai à juillet. Ce dernier donne un volume évaporé de 16,63 %. La faible valeur de l'évaporation est enregistrée au de janvier où le volume évaporé est de 3,51 %.

I.2.1.5. Les vents

D'après les observations recueillies à la station climatique de Constantine, les vents prédominants sont d'ouest en est.

Le tableau suivant indique les variations concernant les moyennes mensuelles et annuelles.

Tableau. I.5. Vitesse de vent à la station de Constantine

(Période : 1986 – 2012)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
Vitesse du vent (m/s)	2,5	2,7	2,6	2,7	2,3	2,4	2,4	2,2	2,2	2,1	2,5	2,6	2,4

Source : ONM

La vitesse moyenne annuelle du vent est de 2,4 m/s. La vitesse moyenne mensuelle minimale du vent est de 2,1 m/s (juin). La vitesse moyenne mensuelle maximale du vent est de 2,7 m/s (pour la période d'octobre-décembre).

I.2.1.6. Sirocco

C'est un vent chaud et sec qui souffle du Sahara vers le littoral. Il est très néfaste pour les végétaux car il peut provoquer le flétrissement de la plante ainsi que les chutes de rendement, donc sa connaissance est primordiale pour le choix des espèces à préconiser dans le périmètre :

Les diverses valeurs observées sur les postes intéressants de la zone d'étude sont présentées sur le tableau ci dessous :

Tableau. I.6. Nombre moyen mensuel des jours du sirocco à la station de Constantine (Période : 1986 – 2012)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
Nombre de jours du sirocco	2,6	1	1,1	0,1	0,1	0,5	1,1	1,8	1,9	1,2	3,8	6	24

Source : ONM

D'après le tableau ci-dessus, le nombre maximum de jours du sirocco est enregistré en août. En moyenne, au cours de l'année il est observé 24 jours avec sirocco.

I.2.1.7. Gelée blanche

La gelée blanche est nuisible pour les cultures et peut causer des dégâts mécaniques et biochimiques vis à vis des rendements agricoles.

Le nombre moyen mensuel de jours avec les températures négatives (gèle) fourni par la station expérimentale de Hamma Bouziane (Constantine).

Tableau. I.7. Nombre moyen mensuel de jours de gèle à la station Hamma Bouziane (Période : 1986 – 2012)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
Nombre de jours avec gèle	-	-	0,7	1,8	3,4	2	1,5	0,1	-	-	-	-	9,5

Source : ONID

I.2.1.8. La neige

Le nombre moyen mensuel des jours avec de la neige tombe sur la région ainsi que la présence d'une couche (de neige) sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau. I.8. Nombre moyen mensuel de jours de la neige à la station de Constantine

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
Nombre de jours avec la neige	0	0	0,6	0,4	1,7	2	1	0,7	0	0	0	0	6,4
Nombre de jours avec une couche de neige	0	0	0,3	0	1	0,8	0,3	0,3	0	0	0	0	2,7

Source : ONM

La neige peut tomber dans une période s'étale du mois de novembre au mois d'avril. Le plus souvent, elle est observée au mois de février par une couche de neige tient le plus longtemps en janvier. Le nombre moyen des jours avec de la neige tombante est de 6,4 jours par an et celui avec une couche de neige est de 2,7 jours par an.

I.2.1.9. Ensoleillement

Les valeurs maximales de l'ensoleillement sont observées au mois de juin et juillet avec des valeurs respectivement 312,6 h/j et 346,5 h/j. La durée d'ensoleillement descend à un minimum en décembre avec une valeur de 151,0 h/j. Cette diminution est liée à la nébulosité pendant l'hivernage.

Tableau. I.9. Distribution fréquentielle de la durée d'insolation totale (en heure) Hamma Bouziane (Période : 1986 – 2012)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Ensoleillement (heures par jour)	158,8	171,1	213,2	231,7	281,7	312,6	346,5	308,9	244,6	214,2	169,6	151,0

Source : ONID

I.2.2. Classification du climat

I.2.2.1. Indice d'aridité

D'après l'indice d'aridité de MARTONNE IA :

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

Avec : P : précipitation annuelle en mm \Rightarrow P = 508,9mm

T : température moyenne en (°C) \Rightarrow T = 15,6 °C

$$\underline{\text{AN:}} \quad I_A = \frac{P}{T + 10} = \frac{508,9}{15,6 + 10} = 19,88$$

Tableau. I.10. Classification du climat

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

Selon la classification de MARTONNE notre climat est sec, ce qui rend l'irrigation nécessaire.

I.2.2.2. Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Cet indice à pour but de détermination de l'étage bioclimatique. Il est déterminé par la formule d'EMBERGER :

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

D'où :

Q : Quotient pluviométrique d'EMBERGER.

P : Précipitation moyenne annuel mm.

M : Température moyenne maximale du mois la plus chaud en °K (degré kelvin).

m : Température moyenne minimale du mois la plus froid en °K.

Application :

Avec : P = 508,9 mm

M = 26 °c

m = 6,7° c

On aura :
$$Q = \frac{2 \times 1000 \times 508,9}{(26 + 273)^2 - (6,7 + 273)^2} = 91,13 \text{ mm}$$

On se référant au diagramme bioclimatique la valeur de Q pour positionné notre région d'étude.

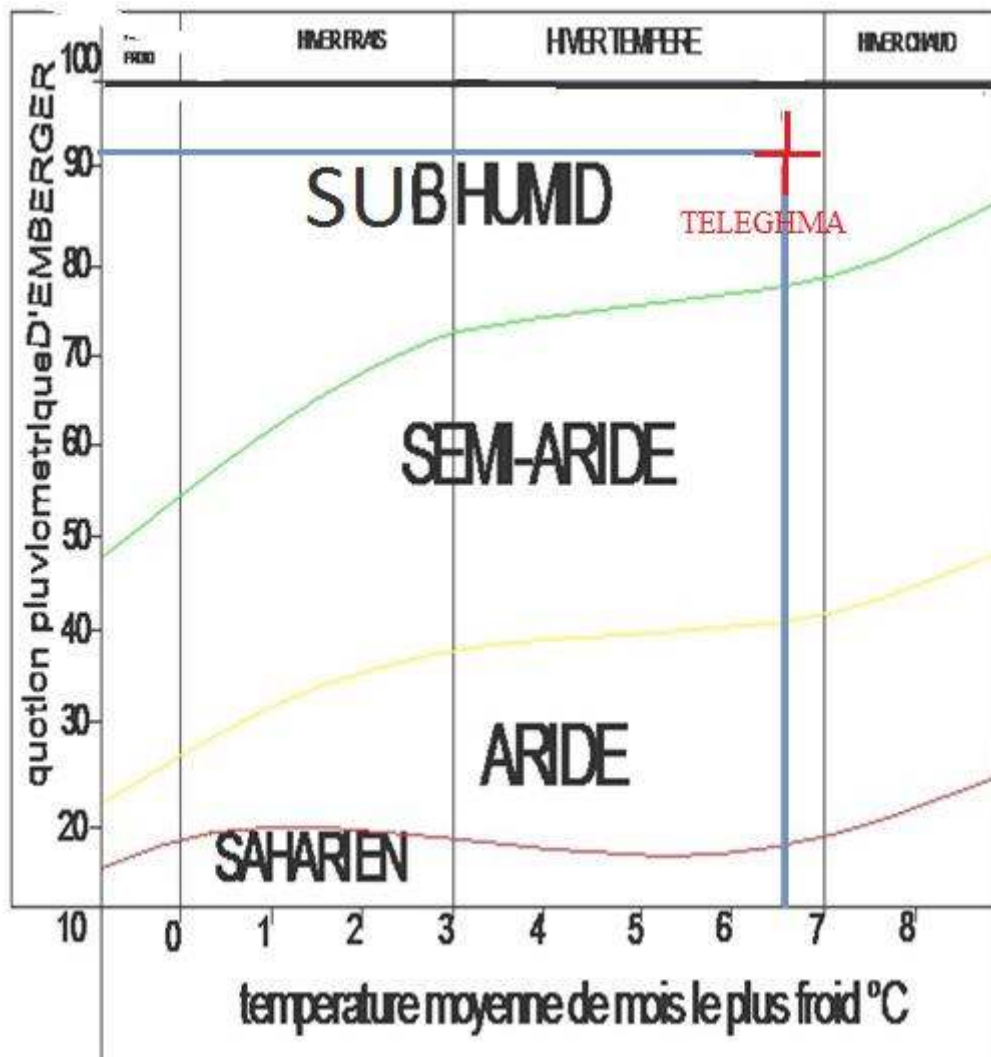


Fig. I.5 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.

D'après le diagramme bioclimatique notre région se trouve :

- dans un étage bioclimatique : sub-humide.

❖ Sous étage : hiver chaud.

I.2.2.3. Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Tableau. I.11. Variations des précipitations et des températures

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P _{moy}	65,285	55,33	54,011	54,337	41,781	17,8	6,5815	12,067	37,085	36,53	53,926	74,152
T ^o _{moy}	13,476	14,712	20,32	25,454	35,152	45,227	52,08	52,08	43,083	34,578	22,895	15,68

C'est une représentation graphique de la variation des précipitations et des températures en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période où l'irrigation est indispensable (période sèche).

Dans notre cas, l'irrigation est indispensable à partir de la fin du mois d'avril jusqu'à le début du mois d'octobre comme le montré la Fig. I.5.

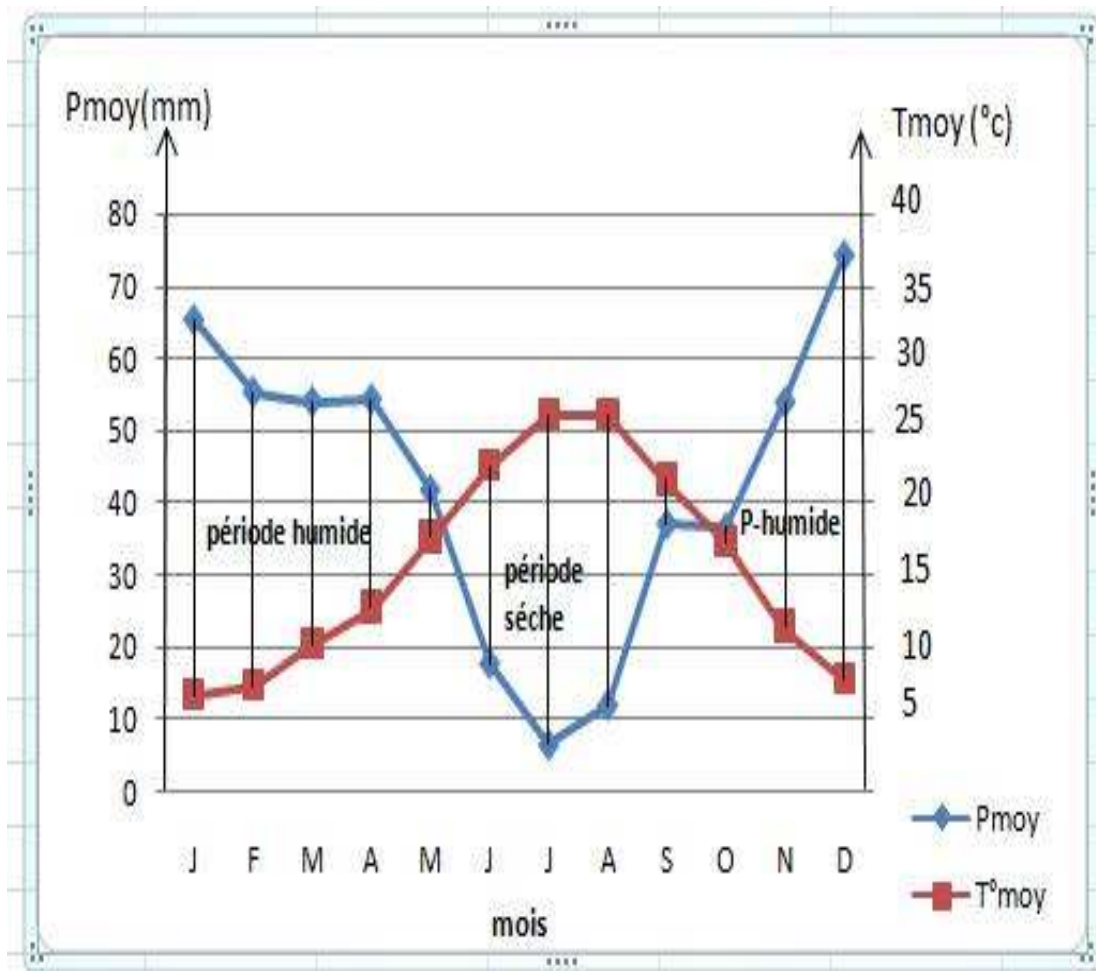


Fig. I.6 : Diagramme Ombrothermique

I.2.3. Conditions pédologiques

Sont adoptées moyennes pondérées pour l'ensemble du périmètre d'irrigation d'après les cartes pédologiques établies au cours des études antérieures et compte tenu de l'expérience en la matière :

- vitesse d'infiltration - 20 cm/ jour.
- profondeur de sol explorée par les racines - 1,2 m.

La spéculation des cultures à pratiquer dans la zone d'irrigation est établie sur la base de l'enquête qui a été entreprise dans le cadre de l'étude de (Mebarki et al, 2008).

I.2.3. 1- Classification des sols de la zone d'étude [1]

Les sols de la zone d'étude sont répartis dans quatre (04) classes de sols. Ce sont les sols minéraux bruts, les sols peu évolués, les sols calcimagnésiques et les vertisols (figure I.6).

a- Les sols minéraux bruts

Ces sols occupent une très petite surface au Nord Est de la zone de l'étude. Ce sont des sols minéraux bruts, d'origine non climatique, d'érosion sous forme de mélange régosols/lithosols.

b- Les sols peu évolués

Dans la zone d'étude, les sols peu évolués sont très bien présentés et occupent de grandes superficies dans la zone de Oued Séguin –Oued Athmania .Ce sont des sols peu évolués vertiques, modaux avec quelques parcelles, près de l'oued, qui sont hydromorphes.

Les sols peu évolués se caractérisent par un taux d'argile moyen (20.52 %), un fort taux de calcaire total (50.62 %), un taux de matière organique faible (1,26 %), une conductivité électrique faible (CE= 1.41 dS/m).

Une CEC moyenne (CEC = 19,41 meq/100gr sol), et un pH légèrement alcalin (7.87). La densité apparente indique une bonne porosité du sol.

Les bases échangeables sont dominées par le calcium (Ca^{++}) dont les valeurs sont les plus élevées par rapport les autres bases, le Magnésium (Mg^{++}), le potassium (K^+) et le sodium (Na^+).

- **Groupe : brun calcaire. Sous-groupe : modal**

Ils se localisent au sud-ouest et au nord de TLEGHMA, nord-ouest et nord-est d'oued

Seguin (à l'ouest de carrière SONATIBA).

I.2.3. 2. Description de Profil 40 :

Date de description : 13/06/2004

Situation : Nord ouest de Teleghma

X : 828.494 Y : 320.042 Z : 754.39

Topographie : plane

Végétation : jachère.

Géomorphologie : terrasse

Description :

0-30 cm : 10 YR 4/3, à l'état sec, structure polyédrique moyenne, texture argilo limoneuse, quelques fentes de retraits jusqu'à 30 cm, beaucoup de restes de racines, charge en cailloux de 2-5%, vive effervescence à L'hcl, transition graduelle.

30-90 cm : de couleur 10 YR 6/4, à l'état sec, structure polyédrique moyenne, texture limoneuse fine, charge en cailloux 15-20%, peu de racines, vive effervescence à L'hcl, transition diffuse.

90-200cm : 7,5 YR 8/2, à l'état sec, structure polyédrique grossière, texture limoneuse très fine pas de racines, charge en cailloux de 5% de gravier, quelques taches d'hydromorphe de couleur bariolé à 50%, vive effervescence à L'hcl.

c- Les vertisols

Dans la région d'Oued Athmania quelques lambeaux de ces sols occupent les terrasses les plus élevées par rapport à l'oued.

Les vertisols à drainage externe possible occupent des zones à pente sensiblement plus forte que celles des vertisols à drainage externe réduit ou nul.

Ces sols se caractérisent par des taux moyens à forts en argile (31.55 %), faibles en matière organique (1,17 %). sont légèrement alcalins (pH = 7.87), non salés (CE = 1.57 dS/m) et sont pourvus d'une CEC relativement moyenne (CEC = 21.17 meq/100gr).

Tableau. I.12.: Caractéristique de profile 40

Tableau : 15		N°de l'étude:.....			
		N°du laboratoire:			
		N°Profil : 40-NbrHorizon:03			
Profondeur(cm)	0-30	30-90	1		
GRANULOMETR					
Argile%	23,79	12,86	2		
Limonfin%:	38,92	55,56	3		
Limongrossier%:	2,34	1	1		
Sablefin%:	23,7	12,23	1		
Sablegrossier %:	11,25	5,	1		
MATIERES ORGANIQUES*					
Matièresorganiques%:	1,29	0,	0		
Carbone(C) % ₀₀ :	7,5	4	2		
Azote (N) % ₀₀ :	0,77	0,	0		
RapportC/N:	10	1	1		
RESERVES					
P ₂ O ₅ total %:					
P ₂ O ₅ assimilable (ppm) :*	53	3	2		
CaCO ₃ total % :					
CaCO ₃ actif% :*:	13.8	1	1		
K ₂ Ototal % :					
Gypsetotal%:					
BASES					
Ca ⁺⁺ (meq/100g)	6,3	1	2		
Mg ⁺⁺ (meq/100g)	2,06	4	9		
K ⁺ (meq/100g)	0,4	0,	0		
Na ⁺ (meq/100g)	0,15	0,	0		
T (NH ₄)(meq/100g)					
Na/T %					
CEC (meq/100g) :	8,91	23,95	3		
SOLUTION DU					
%Saturation:					
pH:	8,2	8	8		
CE (millimohs/cm) :	0,2	0	0		
CO ₃ H ⁻ (meq/l) :					
SO ₄ ⁻ (meq/l) :					
Cl ⁻ (meq/l) :					
Ca ⁺⁺ (meq/l) :					
Mg ⁺⁺ (meq/l):					
Na ⁺ (meq/l):					
K ⁺ (meq/l):					
CARACTERISTIQUES PHYSIQUES					
Densité réelle:***	2,62	2,	2		
Densité apparente: **	1,27	0,	1		
pF4,2***	11,26	13,12	1		
pF3,0***	15,56	20,33	1		
pF2,5***	20	25,08	2		

I.2.3. 2- Conditions géologiques

L'ensemble des formations géologiques au niveau du périmètre de Teleghma est constitué de dépôts continentaux du Néogène (Miocène supérieur – Pliocène – Ville franchien) et de dépôts alluvionnaires du Quaternaire.

Les dépôts continentaux du Néogène constituent les matériaux de remblaiement des anciennes dépressions topographiques. Ils correspondent à une période de forte érosion qui nivela sensiblement les reliefs par usure des montagnes « primaires » (régions anticlinales) et comblent des vallées primaires (régions synclinales).

a- Miocène supérieur

Au niveau de la région Ain M'Lila – Teleghma, le Miocène supérieur se présente sous deux faciès :

- a.1- Conglomérats à éléments gréseux et marnes rouges avec calcaires lacustres.
- b.2 - Calcaires pisolithiques avec conglomérats et calcaires marneux bruns.

Au niveau de cette région le Miocène supérieur avec le Pliocène affleure assez peu, il est masqué par les alluvions peu épaisses de la plaine Teleghma – Ouled Hamla.

b- Pliocène – Ville franchien

Le Pliocène – Ville franchien occupe de grandes surfaces constituées de différents faciès :

* Au nord de la Route Nationale n°5 (Oued Athmenia – Constantine), on distingue deux faciès :

-Marnes ou argiles rouges et croûtes calcaires, calcaires lacustres qui occupent en général des reliefs mous.

Calcaires lacustres et croûtes calcaires plus récentes

* Au niveau de la vallée d'Oued Seguin, on distingue :

Argiles rouges prédominantes avec grès et sables sur la rive gauche en aval du Village Oued Seguin. Conglomérats et argiles rouges de piedmont sur la rive droite.

A l'amont du village Oued Seguin ce sont des calcaires lacustres, marnes ou argiles avec croutes calcaires.

I.2.4. Analyse de ressource en eau :

Conformément au projet du barrage de Beni-Haroun, la source d'alimentation en eau du périmètre d'irrigation de Teleghma (secteur Ouest), sont les apports régularisés du bassin de l'oued El Kebir et accumulés par les barrages de Boussiaba (à EL-Milia, Jijel) et Beni-Haroun.

Le système de transfert d'eau à partir du barrage de Beni-Haroun est destiné à l'alimentation en eau de 6 wilayas situées en majeure partie au Sud du barrage : Batna, Khenchela, Mila, Oum El Bouaghi, Constantine et Jijel (la région d'El Milia).

➔ Le système de transfert d'eau comprend :

- ✓ Barrage de Boussiaba ;
- ✓ Barrage de Beni-Haroun ;
- ✓ Barrage intermédiaire d'El Athmenia ;
- ✓ Barrage intermédiaire de Talizardane ;
- ✓ Barrage intermédiaire de Koudiat Medaour.

➔ Conduites de transfert et d'amenée d'eau.

Le système de transfert d'eau à partir du barrage Beni-Haroun est destiné à la satisfaction des besoins de l'alimentation en eau potable, industrielle et d'irrigation.

Le barrage de Beni-Haroun se trouve sur l'oued El Kebir à 3 Km en aval de la confluence des oueds Rhumel et Endja. En plus, de l'accumulation et de la régularisation des apports, le barrage de Beni-Haroun est destiné à l'écrêtement de crues exceptionnelles.

La superficie du bassin versant de l'oued El Kebir, contrôlée par le barrage de Beni-Haroun est 7725 Km^2 , le volume des apports moyens annuels est de 435 M m^3 .

➔Caractéristiques principales de l'aménagement de Beni-Haroun :

- Niveau normal - 200,0 m NGA
- Niveau des plus hautes eaux - 214,8 m NGA

- Niveau minimum d'exploitation – 172,0 m NGA
- Volume total – 998 M.de m³
- Volume de la tranche d'eau morte – 246 M.de m³
- Volume utile – 752 M.de m³

D'après le projet du barrage Beni-Haroun, pour l'irrigation du périmètre de Teleghma l'eau sera prise en volume de 504 M.de m³ par an et transférée dans la retenue intermédiaire El Athmenia. Le volume total précisé pour l'irrigation est de 69,5 M.de m³/an.

La retenue intermédiaire El Athmenia se trouve au sud de la wilaya de Mila, dans le cours amont de l'Oued El Athmenia sur son affluent de la rive droite qui est l'Oued El Kaim, dans la partie nord ouest du périmètre d'irrigation, le volume total de la retenue est de 33,6 M.de m³, la superficie du plan d'eau au niveau normal est de 270 ha.

D'après le projet du barrage Beni-Haroun, les eaux seront allouées aux usagers et réparties dans les proportions suivantes:

- alimentation en eau potable et industrielle : 50 %.
- irrigation : 50 %.

On prévoit les déficits admissibles suivants :

- Pour alimentation en eau potable : en temps 5 % ; en volume 2 %.
- Pour l'irrigation : en temps 10 % ; en volume 5 %.

I.2.4.1. 1'estimation de la qualite de l'eau

Au titre de critères principaux de l'évaluation de la qualité de l'eau nous avons pris les coefficients proposés par le Département agricole des USA et ceux proposés par Boudanov M.F. que l'on utilise en Ukraine pour les projets d'irrigation. Leur utilisation conjointe permet de définir le degré du risque d'accumulation des sels dans les sols et le degré de l'alcalinisation des sols à partir des indices et leurs combinaisons.

L'estimation de la qualité de l'eau d'après la teneur en sels est très important, parce que l'irrigation avec de l'eau à forte teneur en sels fait accumuler les sels dans les sols et par conséquent, est la cause de la baisse des rendements des cultures, du

ralentissement de la croissance des végétaux, de la perte des plantes. Tout de même l'excès du sodium peut provoquer l'alcalinisation et la dégradation de la structure du sol.

- **Risque d'obstruction**

Les éléments susceptibles d'obstruer les goûteurs peuvent se trouver en suspension ou en solution, dans l'eau. Ils peuvent être de nature physique (sable, limon, argile, débris de végétaux), chimique (calcaire, fer) ou biologique (algues, bactéries, spore). Une analyse au préalable est indispensable pour apprécier les risques et de définir les moyens de prévention à mettre en œuvre pour éviter le colmatage.

- **Risque de salinisation**

La teneur en sel des eaux d'irrigation joue un rôle important vis-à-vis des effets directs sur des

végétaux et des risques des salinisations de sol, certains ions sont utiles, même à des concentrations relativement élevées.

I.2.4. 1.1. Les paramètres de la qualité d'eau

a- Conductivité électrique de l'eau

Classification américaine : elle est basée la conductivité électrique à 25° est

Exprimé en mmhos/cm, elle caractérise la salinité totale de l'eau.

Quatre classes de risque salin ont été définies :

- ✓ C1 risque faible CE < 250.
- ✓ C2 risque moyen CE entre [250 ; 750].
- ✓ C3 risque élevé CE entre [750 ; 2250].
- ✓ C4 risque très élevé CE > 2250.

b- Le S.A.R (le pourcentage inchangeable de sodium)

Selon la concentration et le type d'ions présent dans l'eau pur appréciés les risques liés au ne teneur relative excessive en sodium (risque alcalin) on compare celle en ion Na^+ et celle en ions Ca^{++} et Mg^{++} qui eux sont des agents de floculation au moyens du paramètre suivant :

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

Avec : S.A.R. =

- | | |
|--|---------|
| ✓ S_1 risque alcalin faible | 0 – 10 |
| ✓ S_2 risque alcalin moyen | 10 – 18 |
| ✓ S_3 risque alcalin élevé | 18 – 26 |
| ✓ S_4 risque alcalin très élevé | > 26 |

Tableau II.13 : Caractéristique de l'eau dans le périmètre de Teleghma

Caractéristique		Mois												Année
		J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	
Ca mg/l	Moyen	140	144	149	149	154	154	152	136	157	146	163	133	148
	Maximal	212	194	186	202	220	210	184	200	210	188	204	202	220
	Minimal	80	92	92	22	68	58	118	40	96	50	100	40	22
Mg mg/l	Moyen	42	51	35	40	47	42	61	50	49	66	46	49	48
	Maximal	113	168	50	65	101	102	132	82	64	242	74	121	242
	Minimal	17	11	13	11	11	8	26	29	36	32	26	10	8
Na mg/l	Moyen	142	134	130	165	173	174	199	168	192	147	154	124	158
	Maximal	250	222	195	302	250	208	214	280	238	200	182	226	302
	Minimal	66	70	76	114	112	6	184	35	160	68	104	24	6
K mg/l	Moyen	18	18	20	34	18	21	26	36	24	22	24	21	22
	Maximal	41	32	45	131	34	43	43	38	39	30	37	35	131
Cl mg/l	Moyen	206	193	136	256	230	280	320	292	306	228	202	230	247
	Maximal	290	277	255	470	330	400	350	480	385	325	300	325	480
	Minimal	100	95	115	165	15	210	285	45	235	100	205	25	15
pH	Moyen	8.2	8.0	8.1	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.2	8.3	8.0	8.02	8.2
	Maximal	8.8	8.7	8.5	8.8	8.7	8.9	8.7	8.6	8.7	8.7	8.8	8.8	8.9
	Minimal	7.8	4.8	7.7	7.9	7.6	7.9	8.0	7.6	7.5	7.6	7.7	7.6	4.8
Conductivité Électrique : mmohms/cm moyenne		1.45	1.58	1.55	1.72	1.79	1.94	2.06	1.93	1.95	1.7	1.64	1.52	1.74
Conductivité Electrique : mmohms/cm		2.2	2.4	2.00	2.2	2.3	2.6	2.6	2.15	2.0	2.1	2.0	2.3	2.6

Source : ONID

Les résultats des calculs faits séparément sur la base des valeurs interannuelles (1986 – 2012) moyennes, maximales et minimales de la teneur en calcium, magnésium, sodium et des ions totaux (conductivité électrique) sont récapitulés dans le tableau suivant.

Tableau II.14 : Récapitulatif de calcul pour l'estimation de la qualité des eaux d'irrigation dans le périmètre de Teleghma

Valeurs adoptées pour le calcul	PARAMETRE MESURE	
	CE	S.A.R.
Minimales	0,2	0,28
Maximales	2,6	3,34
Moyennes	1,74	2,89

L'analyse des données obtenues démontre que suivant les calculs faits sur la base de :

- valeurs minimales de la concentration des sels dissouts, l'eau répond à la classification pratique C1S1 c'est-à-dire elle présente un risque très faible de salinité, un risque alcalin faible, donc, elle est bonne pour l'irrigation sans aucune contrainte.
- valeurs maximales de la concentration des sels dissouts, l'eau répond à la classification pratique C4S1 c'est-à-dire elle présente un risque très faible de salinité, un risque alcalin élevé, donc, elle est à la limite d'aptitude à l'irrigation et demande de dilution et d'apport des éléments chimiques améliorants.
- valeurs moyennes de la concentration des sels dissouts, l'eau répond à la classification pratique C3S1 c'est-à-dire elle présente un risque très faible de salinité, un risque alcalin moyen donc, elle est conventionnellement bonne pour l'irrigation sans apport des éléments chimiques améliorants.

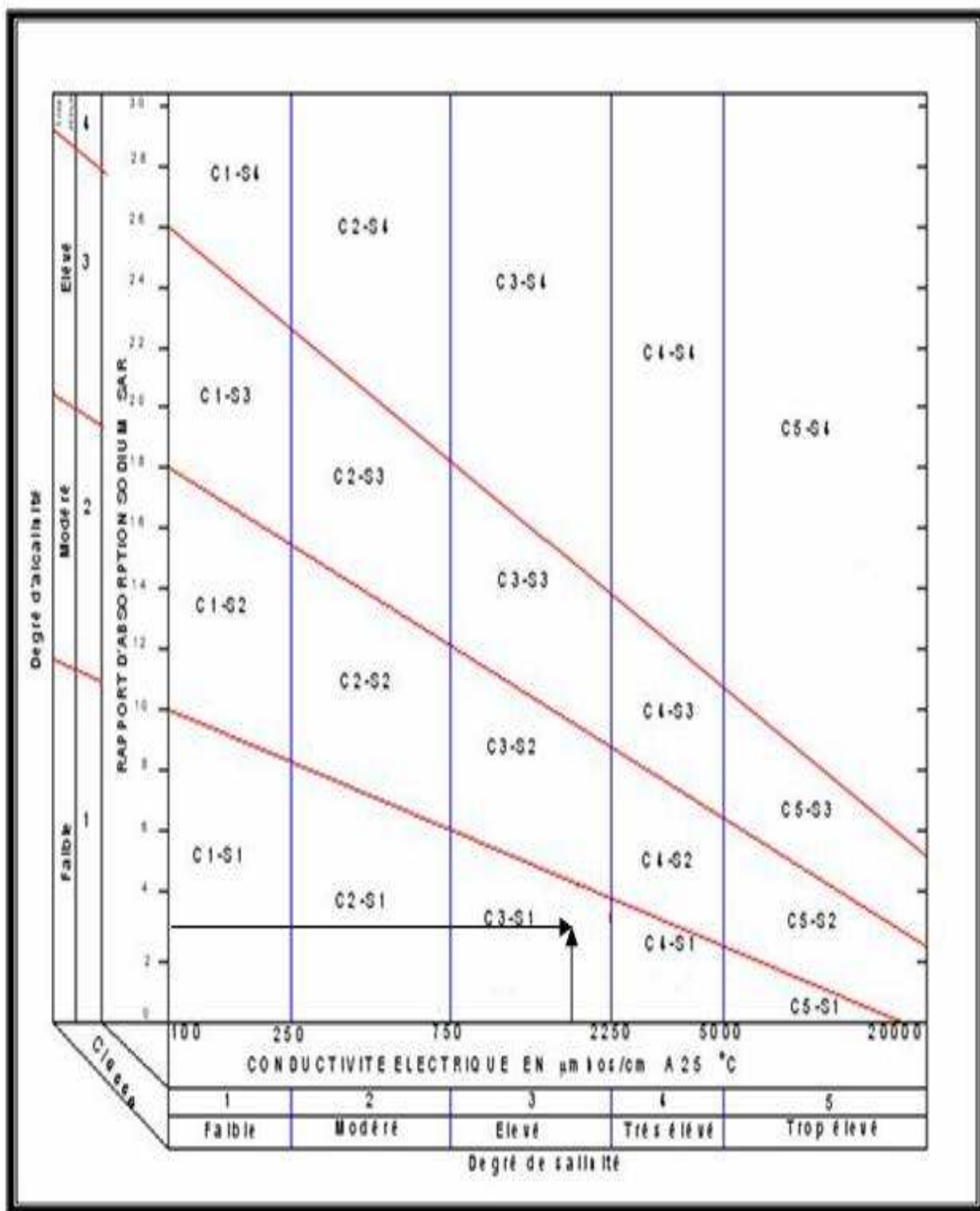


Fig. I.7 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

D'après le diagramme de classification des eaux d'irrigation ci-dessus :

La classe de notre eau d'irrigation est de **C3-S1** : un risque très faible de salinité et un risque alcalin moyen → la qualité de l'eau est bonne pour l'irrigation sans apport des éléments chimiques améliorants.

Conclusion

Dans ce chapitre on aborder une présentation générale de périmètre de Teleghma (situation géographique, situation administrative...etc.) Ainsi que nous avons étudié toutes les conditions naturelles de notre périmètre d'irrigation et on a constaté que notre sol est de type argileux limoneux , on a trouvé aussi que la qualité de l'eau à exploiter à des fins agricoles est bonne pour l'irrigation .

CHAPITRE II :
Mode et technique
d'irrigation

Introduction

Les techniques d'irrigation s'agissent de compléter les moyens naturels de récupération des eaux pluviales et de fertilisation des sols (exemples : réservoirs, petits barrages, cordons pierreux, ...) par des techniques appropriées d'irrigation. Si des infrastructures à grande échelle peuvent s'avérer intéressantes lorsqu'elles sont bien conçues, ce qui n'est pas toujours le cas, il est souvent beaucoup plus efficace et assez facile de promouvoir des techniques d'irrigation de petites surfaces et de valoriser les savoir-faire locaux.

Deux des principales sources de pertes en irrigation sont l'évaporation et l'excès d'eau utilisée. Dans ce cadre, les deux principaux moyens d'y remédier sont l'irrigation localisée et la planification des systèmes d'irrigation.

L'irrigation localisée ou micro-irrigation consiste à distribuer l'eau par un réseau de canalisations sous faible pression, apportant l'eau à un voisinage limité des plantes cultivées. C'est la méthode d'irrigation la plus efficace aujourd'hui. Moins efficace que l'irrigation localisée, mais aussi moins chère, l'irrigation par aspersion consiste à reproduire artificiellement l'action de la pluie. Ces deux dernières méthodes garantissent des économies importantes d'eau par rapport aux méthodes d'irrigation de surface.

La planification de l'irrigation consiste à prévoir les débits, horaires et cycles d'irrigation en fonction des variations saisonnières et journalières des conditions climatiques et d'insolation et du type de culture, dans le but de réduire les excès et les pertes par évaporation.

Une autre technique ancienne, mais souvent peu utilisée par les agriculteurs car nécessitant davantage de travail, est le paillage, qui consiste tout simplement à couvrir le sol de débris de végétaux autour des cultures

II .1. L'irrigation par aspersion et la micro-irrigation

L'aspersion est une technique d'irrigation très répandue dans le monde car elle est relativement facile et s'adapte à presque tous les types de culture et terrain. Moins répandue, la micro-irrigation devient de plus en plus utilisée malgré son coût d'installation plus élevé. La micro-irrigation a été développée vers la fin des années 60 et est surtout utilisée dans la fruiticulture, la viticulture et l'horticulture.

Cette technique connaît un essor considérable dans les régions de climat aride ou dans d'autres qui font face à une pénurie de ressources hydriques pour l'irrigation, comme l'Espagne, la Californie aux USA et la région nord-est du Brésil.



Fig. II.1 : Micro-irrigation (système goutte à goutte)

II .2. Utilisation de l'eau dans l'irrigation

La croissance démographique présente un défi majeur pour les générations d'aujourd'hui et de demain : comment nourrir toute la population de la planète de façon durable ?, L'agriculture est responsable pour 70 % de la consommation mondiale d'eau. Dans les pays plus pauvres, ce chiffre peut s'élever encore plus. La sécurité alimentaire passe donc par la disponibilité de l'eau nécessaire à la production agricole.

Un bon nombre de pays aujourd'hui fait face à une pénurie croissante des ressources hydriques, ce qui fait augmenter le coût de l'irrigation, et par conséquent, des aliments. Dans ce cadre, l'utilisation plus efficace de l'eau dans l'irrigation est un besoin urgent.

Tableau. II.1. L'efficacité potentielle des différents systèmes d'irrigation.

Technique d'Irrigation	Efficacité potentielle (%)
Inondation	40-50
Ruissellement	55-70
Arroseur rotatif	65-80
Canon d'arrosage	60-65
Goutteurs	80-95
Micro-aspersion	80-90

Source : US Environmental Protection Agency

II .3. Lieux dans lesquels ce moyen parait le mieux adapté

La plupart de l'irrigation est faite aujourd'hui par des méthodes de surface, comme l'inondation ou le ruissellement. Ces méthodes de surface sont justement les méthodes qui présentent un potentiel plus élevé d'économie d'eau par l'utilisation de techniques plus efficaces. En plus, une bonne partie des prélèvements d'eau est faite sans aucune planification préalable, ce qui entraîne un gaspillage considérable par des méthodes plus traditionnelles. Surtout dans les pays où les ressources hydriques disponibles sont plus limitées, où le coût de l'eau est plus élevé, la mise en œuvre de techniques plus efficaces peut générer des gains économiques importants.

II .4. Procédé et mis en œuvre de l'irrigation

a) La Micro-irrigation

L'irrigation limitée et localisée consiste à apporter l'eau au plus près des plantes. Plusieurs techniques existent : parmi elles celle des goutteurs, la micro-aspersion et l'utilisation de canalisations poreuses

Les goutteurs sont des dispositifs qui apportent de l'eau de façon ponctuelle à des faibles débits (2 à 12 litres/h) sous une pression de l'ordre de 1 bar. Cet apport est fait soit par des orifices de faible diamètre (1 à 1,5 mm), soit par le cheminement de l'eau dans des tubes de section réduite (0,5 à 1,5 mm) sur une longueur importante (0,1 à 1,0 m). Les goutteurs sont normalement réalisés en PVC. Les goutteurs à orifice présentent un risque élevé de colmatage. Il existe des goutteurs autorégulés qui, à l'aide de ressorts ou d'autres dispositifs, maintiennent le débit relativement constant dans une plage de pression donnée.

La micro-aspersion, procédé souvent appelé « goutte à goutte », consiste à utiliser des micro-diffuseurs installés sur les canalisations, donc très proches du sol. L'aspersion se limite à la surface occupée par les cultures, avec une portée de 1 à 2,5 m. Les débits sont plus importants qu'avec des goutteurs, variant de 10 à 60 litres/h. Cette technique est très répandue dans l'arboriculture.

Un tel dispositif se compose généralement d'un dispositif en tête de réseau permettant de régler le débit d'eau et de filtrer l'eau, de plusieurs conduites d'eau en PVC ou en polyéthylène de plus ou moins haute densité selon qu'il s'agit de conduites principales ou secondaires d'un diamètre de 10 à 16 mm et de micro-diffuseurs, micro-tubes en polyéthylène basse densité destinés à n'asperger qu'un arbre ou une plante.

Une troisième technique consiste à utiliser des canalisations poreuses qui diffusent l'eau vers le sol sur toute la longueur. Néanmoins, le risque de colmatage, l'irrégularité des débits et le fait qu'au début du cycle végétatif les racines ne sont pas assez profondes pour être alimentées par la canalisation sont des inconvénients usuels. Dans tous les cas, l'eau utilisée pour la micro-irrigation doit être filtrée pour minimiser les risques de colmatage. La figure suivante présente un schéma de système de micro-irrigation par goutteurs.

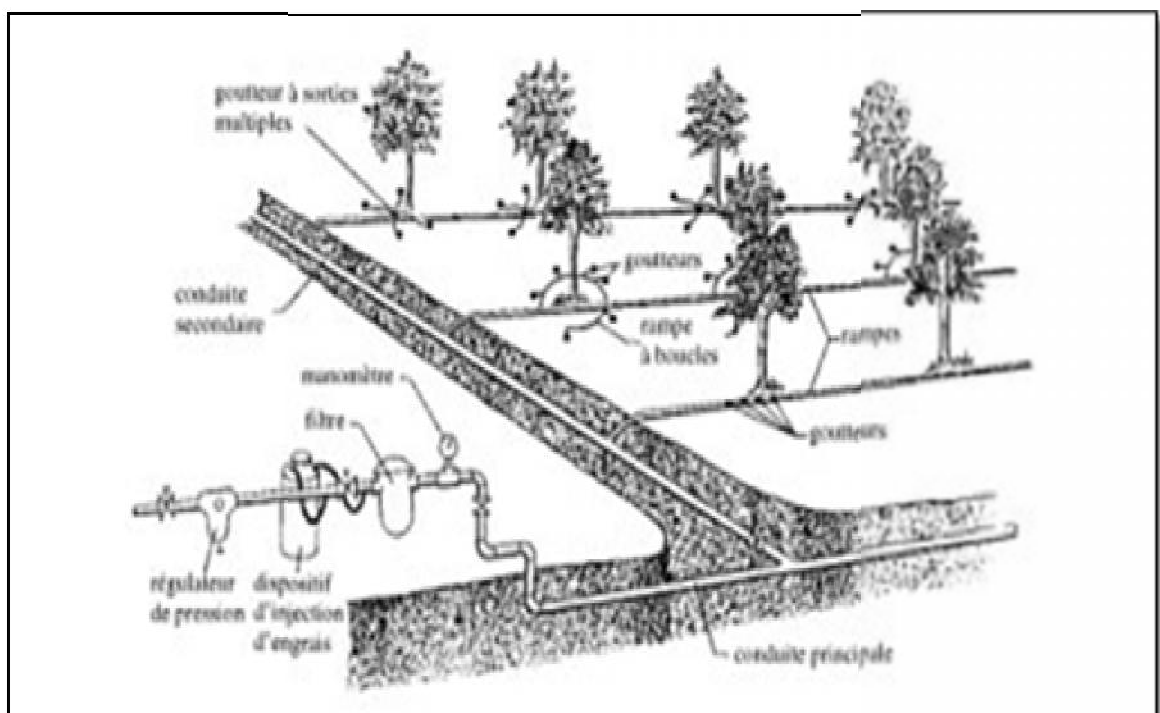


Fig. II.2 : Schéma d'un système de micro-irrigation par goutteurs
(D'après : Soutter, 2007)

b) L'irrigation par aspersion



Fig. II.3 : Irrigation par aspersion

L'aspersion est une technique d'irrigation par laquelle l'eau est apportée aux plantes sous la forme d'une pluie artificielle. Les deux dispositifs les plus utilisés pour la mettre en œuvre sont les asperseurs rotatifs et les canons d'arrosage. Parmi les facteurs qui affectent la conception d'un système d'aspersion figurent la quantité d'eau à apporter, la pluviométrie souhaitée, la pression disponible, les caractéristiques du sol, des plantes et du vent et des conditions particulières comme la possibilité de gel. La pluviométrie dépend de la quantité d'eau à apporter, mais aussi de la pente, du type de sol et de sa couverture végétale. Une pluviométrie excessive risque de générer des phénomènes de ruissellement ou des zones inondées. Le tableau suivant donne la pluviométrie maximale dans plusieurs cas de figure.

Tableau. II.2 : Pluviométrie (mm/h) maximale en fonction du type de sol, de la couverture et de la pente

Type de sol	Pente : 0-10%		Pente : plus de 10%	
	Couvert	Nu	Couvert	Nu
Sols sableux	50	25	25	15
Sols limoneux	25	15	15	10
Sols argileux	4	3		

Source : SOUTTER (2007)

❖ **Les arroseurs rotatifs sont les dispositifs asperseurs les plus utilisés :**

Ils répartissent l'eau à l'intérieur d'un cercle dont le rayon est égal à la portée du jet. Ces dispositifs sont placés directement sur les canalisations ou sur un support. Certains asperseurs comportent plus d'une buse, ce qui leur permet d'atteindre plusieurs pluviométries selon les pressions disponibles. La figure 2 montre le fonctionnement d'un arroseur à 8 buses. Ce type d'asperseur peut fonctionner à basse pression (1 à 2 bar), avec une portée de 5 à 15 m et un débit de jusqu'à 1 m³/h, ou à moyenne pression (2 à 5 bar), avec une portée entre 10 et 30 m, un débit entre 0,5 et 7 m³/h et une pluviométrie moyenne entre 2 et 15 mm/h. Les canons d'arrosage sont des asperseurs à haute pression (jusqu'à 8 bar) dont la portée peut atteindre 60m. Les débits varient entre 10 et 100 m³/h et la pluviométrie entre 8 et 25 mm/h. Les canons d'arrosage peuvent être fixes ou mobiles. Ils permettent d'irriguer de surfaces importantes mais leurs grosses gouttes peuvent endommager les végétaux plus sensibles. Ils sont surtout utilisés pour les grandes cultures et les prairies.

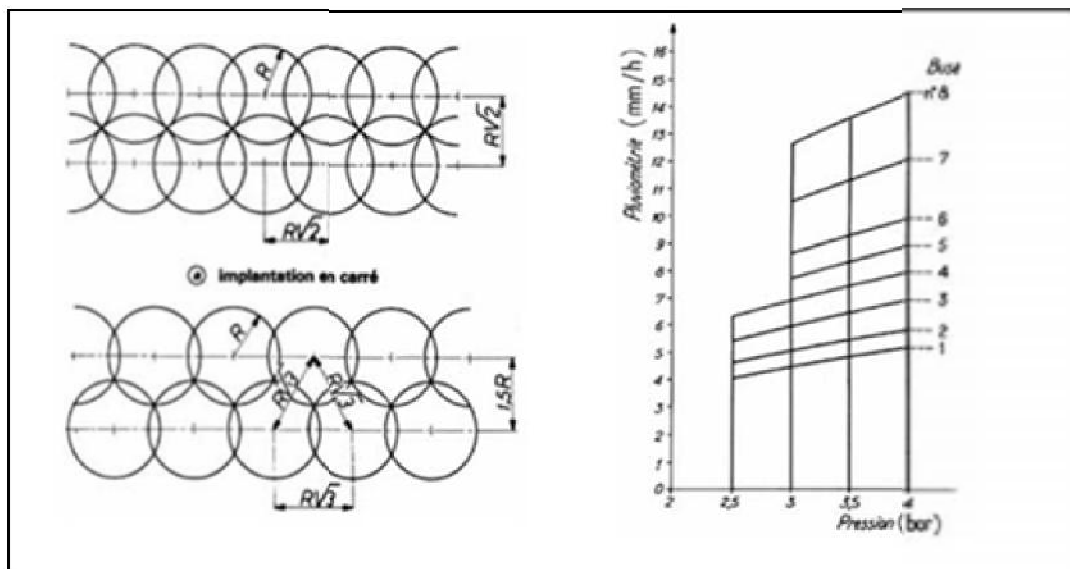


Fig. II.4 : Dispositif possible pour l'installation des asperseurs, fonctionnement d'un Arroseur à 8 buses.

c) La programmation de l'irrigation

Dans le but de minimiser l'irrigation en excès ou les pertes par évaporation, une meilleure programmation de l'irrigation peut être envisagée. La programmation de l'irrigation consiste à déterminer combien de litres d'eau apporter, pendant combien de temps et à quelles heures du jour.

La définition de ces paramètres est affectée par plusieurs facteurs liés aux conditions météorologiques (température, humidité, ensoleillement), aux propriétés du sol (taux d'infiltration, pente) et au type de culture, ainsi qu'à la phase de croissance du végétal. La programmation peut varier d'un jour à l'autre selon les conditions météorologiques. Une programmation sophistiquée permettant une optimisation de l'usage de l'eau demande l'avis d'un professionnel qualifié, ce qui peut coûter cher.

Par contre, quelques pratiques simples peuvent améliorer l'efficacité du système d'irrigation :

- Les meilleures périodes pour l'irrigation sont le début de la matinée ou la fin de l'après-midi. Lorsque le soleil est plus élevé, vers midi, la plupart de l'eau est perdue par évaporation. Dans la nuit, d'autre part, l'eau s'accumule sur le sol, ce qui peut entraîner des problèmes aux plantes.

- La quantité d'eau doit être suffisante pour satisfaire les besoins de la plante. Ces besoins dépendent des propriétés du sol, des conditions climatiques et du type de culture. Un excès d'eau peut être aussi problématique qu'un manque d'eau.

- Lorsqu'il pleut, il convient de réduire ou même d'arrêter le système d'irrigation. Pour connaître la quantité d'eau apportée par précipitation, il suffit de mesurer la hauteur de la colonne d'eau accumulée par un récipient cylindrique exposé à la pluie.

- L'inspection régulière des canalisations est importante pour détecter le plus tôt possible des fuites ou ruptures, de façon à limiter les pertes d'eau.

d) Le paillage

Le paillage consiste à couvrir le sol de débris de végétaux au pied d'une culture, Cette couverture possède trois avantages principaux. Tout d'abord, elle garde le sol humide autour de la plante, une fois que l'évaporation est plus intense lorsque le sol est nu. Le paillage empêche aussi la pousse des herbes non désirées, qui rentrent en concurrence avec les cultures pour l'eau et les minéraux du sol. Finalement, le matériau qui constitue le paillage étant organique, sa décomposition améliore la fertilité du sol.

Le paillage peut être constitué par presque toutes les sortes de végétaux, non grainés, de préférence. Le foin, les feuilles de cocotier, la bourre de coco, ainsi que la sciure et des vieux tressages sont des exemples de matériaux pour le paillage. Il est préférable de réaliser le paillage sur un sol frais, après une précipitation et un petit binage. Il est important aussi de

broyer le matériau qui sera utilisé le plus possible. Cela permet un meilleur contact avec le sol et accélère la décomposition du paillis. Il ne faut pas oublier que le paillage n'est pas inerte et donc, qu'un renouvellement est nécessaire à cause de la décomposition.

II .5. Principaux avantages et inconvénients

Ils diffèrent selon la technique utilisée.

Tableau. II.3 : les avantages et les inconvénients

Technique	Avantages	inconvénients
Micro-irrigation	Possibilité d'ajouter des engrais directement dans l'eau	Coût initial plus élevé
	Efficacité plus élevée	Nécessité de filtrer l'eau pour minimiser le risque de colmatage
	Peut être utilisée dans tous les types de terrain	
	Plus adaptée à l'eau saline	
Irrigation par aspersion	Applicable dans la plupart des cultures et terrains	Trop affectée par le vent
	Moins de main-d'œuvre nécessaire par rapport aux méthodes d'irrigation par inondation ou ruissellement	Moins adaptée à l'eau saline
		Coût d'installation et d'entretien plus élevé par rapport aux méthodes d'irrigation par inondation ou ruissellement

Conditions de réussite :

- Associer les utilisateurs de projets communautaires, dans des "associations d'usagers" durables à la conception des réseaux, aux choix techniques, aux modes de gestion, à l'organisation.
- Privilégier les petits aménagements de faible coût, réalisables par tranches, facilement gérables et bien adaptées aux pratiques locales.
- Consolidation si nécessaire du statut foncier des terres à irriguer pour ne pas risquer leur accaparement ultérieur une fois devenues plus productives.

II.6 Exemple de bonne pratique : la production de betteraves sucrières en Turquie

La betterave sucrière est une des cultures qui consomme plus d'eau. La Turquie est le 5ème producteur mondial de cette variété de betterave. Dans la région de Kayseri est caractérisé par la production de betteraves, l'irrigation par des techniques traditionnelles de surface est dominante. Ces techniques non seulement gaspillent énormément de l'eau, causent l'érosion et la salinisation du sol et aggravent la pollution liée à l'utilisation d'engrais et d'autres produits.



Fig. II.5 : Culture de la Betterave sucrière à Kayseri (Turquie)

Pour faire face au problème, la Coopérative de la betterave sucrière de Kayseri essaye de développer l'utilisation de la micro-irrigation dans la région depuis 2005. Un des projets a été implémenté de mai 2006 à mai 2007, avec des ressources de la coopérative (US\$ 116.300) et du Programme des Nations Unies pour le Développement (US\$ 37.500). Le projet a pour objectif l'amélioration des systèmes de micro-irrigation existants et l'installation de nouveaux systèmes plus efficaces à partir de l'expérience accumulée par la coopérative, ainsi que la promotion de la micro-irrigation parmi les agriculteurs et d'autres acteurs concernés.



Fig. II.6 : Système de micro-irrigation à Kayseri (Turquie)

Parmi les actions pour la promotion de la micro-irrigation, on peut citer la réalisation d'un documentaire et de 2000 brochures sur le sujet, la réalisation de réunions avec les agriculteurs, l'élaboration d'un rapport sur la micro-irrigation (la comparant à d'autres techniques comme l'aspersion), la capacitation du staff technique de la coopérative sur le thème.

Le remplacement des techniques traditionnelles par un système de micro-irrigation peut entraîner des économies d'eau de jusqu'à 70-80%.

Conclusion

Le choix du système d'irrigation reste toujours un critère de la réussite de l'investissement, un système d'irrigation mal choisi peut entraîner des pertes économiques très graves. C'est pour ça qu'on doit le prendre en considération.

Le choix de l'irrigation localisée est très coûteux, mais leur utilisation fait économiser l'eau pour les régions où elle manque, et c'est encore un réseau qui persiste plusieurs années si on le maintient régulièrement.

Pour un investissement de long terme, l'irrigation localisée demeure un bon, voire le meilleur, choix pour avoir une grande productivité et pour que l'investissement soit rentable.

CHAPITRE III :
Calcul des besoins en
eau des cultures

Introduction

Dans ce chapitre nous allons étudier de près le bilan hydrique qui régné dans notre secteur d'étude en commençant premièrement par l'hydrologie qui a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donné ,qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, l'étude porte sur : la détermination de l'année de calcul, l'homogénéisation des séries pluviométriques ,et l'étude fréquentielle des séries pluviométrique par des lois statistiques pour faire ressortir les pluie efficace pour calcule le bilan hydrique.

III.1. Le réseau pluviométrique

Pour l'étude des pluies, nous avons utilisé la série pluviométrique de la station pluviométrique de Bir Drimil (Code : 11-14-05, de ONM). Cette station qui dispose d'une série longue (période : 1986 – 2012) et représentative pour la zone d'étude.

Tableau. III.1: Caractéristiques de station pluviométrique

Nom de la station	Code	Coordonnées en Lambert		Altitude	Période d'observation	Nombre d'années observées
		X (Km)	Y (Km)	(m)		
Bir Drimil	11-14-05	835,3	311,1	854	1986-2012	26

La série des précipitations moyennes mensuelles (période : 1986 – 2012) de la station pluviométrique de Bir Drimil est donnée dans le tableau ci-après.

Tableau III.2 : Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles

Année	sept	oct.	nov.	déc.	janv.	fév.	mars	avril	mai	Juin	juil.	aout	annuel
1986	99,9	32,3	90,5	29,6	9,5	23,8	3,3	5,6	37,7	43,1	78,9	108,3	562,5
1987	45,5	129,8	86,1	21,7	43,3	2,7	25,0	7,9	3,1	53,7	36,5	14,7	470,0
1988	66,8	47,1	64,0	37,7	41,2	56,6	14,3	2,6	31,9	4,1	17,7	130,0	514,0
1989	31,0	44,3	48,9	50,8	31,2	22,4	25,8	26,5	21,6	45,5	15,5	7,8	371,3
1990	56,0	0,0	23,3	33,9	26,2	12,4	1,8	26,3	21,3	9,5	115,4	99,9	426,0
1991	20,9	67,1	93,7	59,3	81,0	8,5	3,1	1,5	43,7	88,3	22,7	21,0	510,8
1992	52,9	33,2	49,5	134,5	97,3	9,5	17,3	10,3	20,6	22,9	116,1	192,7	756,8
1993	49,5	57,7	25,5	12,4	52,8	14,9	2,0	4,8	22,1	11,9	21,6	126,6	401,8
1994	68,1	86,4	36,3	78,8	6,0	0,0	0,3	2,0	28,8	90,6	24,0	49,9	471,2
1995	216,1	17,5	86,1	30,1	5,9	52,4	0,0	1,2	46,3	8,3	42,5	28,4	534,8
1996	88,1	180,6	54,3	66,8	62,3	42,7	20,5	6,3	15,4	10,0	26,2	47,3	620,5
1997	33,1	22,4	59,0	57,7	18,0	33,2	1,2	17,2	38,9	50,2	110,2	65,8	506,9
1998	36,4	52,7	37,4	70,8	49,6	18,3	0,0	8,9	75,2	32,6	135,3	53,1	570,3
1999	73,7	42,1	57,6	31,7	10,5	20,4	3,3	7,7	58,7	35,7	79,2	93,6	514,2
2000	17,4	19,1	14,3	32,9	84,4	43,6	0,0	15,7	18,4	38,3	31,7	57,7	373,5
2001	123,4	44,7	17,6	38,3	52,9	0,0	0,2	10,4	79,2	48,3	28,5	20,0	463,5
2002	23,5	53,3	18,2	31,8	17,0	4,5	19,4	24,0	22,3	26,8	134,7	109,7	485,2
2003	231,2	50,2	31,7	120,1	44,4	1,2	2,4	11,1	61,5	46,0	19,8	148,0	767,6
2004	87,2	11,5	66,4	47,5	66,2	29,7	0,6	12,9	24,5	30,4	142,9	181,2	701,0
2005	46,0	55,8	28,7	61,4	6,8	13,9	7,9	6,8	14,4	2,1	18,6	63,1	325,5
2006	78,9	50,3	33,4	14,7	83,8	3,6	0,9	18,6	26,2	10,0	19,1	118,8	458,3
2007	14,2	28,9	117,8	66,2	26,1	13,6	4,3	2,4	59,9	39,1	23,8	84,4	480,7
2008	9,9	8,7	72,6	23,1	58,2	5,8	11,3	33,9	38,8	21,0	37,6	27,0	347,9
2009	76,4	48,6	81,1	113,3	43,4	0,0	2,0	37,5	103,9	49,4	24,9	47,1	627,6
2010	74,0	30,5	46,9	67,2	50,0	16,5	2,0	8,0	37,3	48,1	76,4	33,7	490,6
2011	8,0	174,5	65,4	66,4	40,6	24,2	7,0	5,2	13,4	87,0	26,8	53,3	571,8
2012	34,6	104,6	52,0	68,4	19,5	6,2	1,8	10,5	36,2	33,4	29,4	19,0	415,6
Moyennes	65,3	55,3	54,0	54,3	41,8	17,8	6,6	12,1	37,1	36,5	53,9	74,2	508,9

Source : ONM

D'après les résultats du tableau correspondant à la période 1986 –2012, On remarque une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle.

III.1.1. Teste d'homogénéité de la série pluviométrique

En générale, l'homogénéisation des données hydrologiques est indispensable, préalablement à toute exploitation hydrologique de ces dernières, car les mesures ne sont pas menées souvent avec soin. En effet, outre la possibilité de données défectueuses ou sujette à caution, il arrive fréquemment qu'une station pluviométrique présente des interruptions dans les relevés, rendant difficile son utilisation

Il convient dans ce cas de procéder à une vérification de l'homogénéité des données recueillies, afin d'éliminer, puis de combler les lacunes des relevés défectueux. Dans une première étape on décèlera les anomalies flagrantes des séries pluviométriques en les comparant aux données homogènes d'une autre station avoisinante. La deuxième étape consistera à vérifier la constance de la relation liant les données de la station étudiée à celle prise comme référence. La méthode des doubles masses est la plus utilisée. Les erreurs sont détectées en comparant la série de données avec une autre station pluviométrique voisine homogène. Cette méthode présente l'avantage d'établissement de coefficients correcteurs au cas où la distorsion est trop importante.

L'homogénéisation des séries données pluviométriques sur une période d'observation unique, n'aura pas lieu, dans la plupart des cas. C'est le cas des séries pluviométriques de notre projet. Pour cela, deux méthodes peuvent porter sur des données prélevées sur des intervalles de temps divers, tels que : l'année, le mois et le jour, proposés ci- après:

III.1.1.2. -Test de Wilcoxon

Ce test repose sur un procédé simple, permettant de tester l'homogénéité d'une série de données, sans qu'il fasse appel à une autre série pluviométrique homogène d'une station voisine, étalée sur la même période d'observation.

On constitue par la suite, la série unions y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre décroissant. A ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.

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

Tableau. III.3 : Test d'homogénéité de la série pluviométrique on procède au
Test de Wilcoxon

N°	Série d'origine	Série - X	Série -Y	Tri	Y U X	Rang
1	562,5	562,5	767,6	767,6	Y	18
2	470,0	470,0	756,8	756,8	X	7
3	514,0	514,0	701,0	701,0	Y	19
4	371,3	371,3	627,6	627,6	Y	24
5	426,0	426,0	620,5	620,5	X	11
6	510,8	510,8	571,8	571,8	Y	26
7	756,8	756,8	570,3	570,3	X	13
8	401,8	401,8	562,5	562,5	X	1
9	471,2	471,2	534,8	534,8	X	10
10	534,8	534,8	514,2	514,2	Y	14
11	620,5	620,5	514,0	514,0	X	3
12	506,9	506,9	510,8	510,8	X	6
13	570,3	570,3	506,9	506,9	X	12
14	514,2		490,6	490,6	Y	25
15	373,5			485,2	Y	17
16	463,5			480,7	Y	22
17	485,2			471,2	X	9
18	767,6			470,0	X	2
19	701,0			463,5	Y	16
20	325,5			458,3	Y	21
21	458,3			426,0	X	27
22	480,7			415,6	Y	8
23	347,9			401,8	X	15
24	627,6			373,5	Y	4
25	490,6			371,3	X	23
26	571,8			347,9	Y	20
27	415,6			325,5	Y	5

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

On divise la série complète en deux sous séries : x et y

Avec N_1 et N_2 : représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries

En considérant généralement $N_2 > N_1$

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

D'après M^r Wilcoxon, 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 des sous séries.

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

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

Le tableau III.3 détaille le procédé du Test d'homogénéité pour la station de Bir Drimil

$$W_x = 171$$

$$W_{\min} = 141,11$$

$$W_{\max} = 222,89$$

$$141,11 < W_x < 222,89$$

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

III.1.2. Ajustement de la série pluviométrique

III.1.2. 1. Ajustement à une loi de Gauss (Normale)

Ajustement à
une loi de
Gauss

Taille n= 27

Moyenne= 508,885185

Ecart-type= 113,726669

I.C. à (en%)= 95

U Gauss=

1,9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
562,5	325,5	1	0,0185	-2,086	325,5	271,7	171,2	335,8
470,0	347,9	2	0,0556	-1,594	347,9	327,7	244,2	383,4
514,0	371,3	3	0,0926	-1,325	371,3	358,2	283,3	409,9
371,3	373,5	4	0,1296	-1,128	373,5	380,6	311,7	429,8
426,0	401,8	5	0,1667	-0,967	401,8	398,9	334,5	446,4
510,8	415,6	6	0,2037	-0,828	415,6	414,7	353,9	461,0
756,8	426,0	7	0,2407	-0,704	426,0	428,9	371,1	474,3
401,8	458,3	8	0,2778	-0,589	458,3	441,9	386,7	486,8
471,2	463,5	9	0,3148	-0,482	463,5	454,1	401,1	498,7
534,8	470,0	10	0,3519	-0,380	470,0	465,7	414,5	510,2
620,5	471,2	11	0,3889	-0,282	471,2	476,8	427,3	521,5
506,9	480,7	12	0,4259	-0,186	480,7	487,7	439,5	532,7
570,3	485,2	13	0,4630	-0,093	485,2	498,3	451,2	543,8
514,2	490,6	14	0,5000	0,000	490,6	508,9	462,7	555,1
373,5	506,9	15	0,5370	0,093	506,9	519,4	473,9	566,5
463,5	510,8	16	0,5741	0,186	510,8	530,1	485,1	578,3
485,2	514,0	17	0,6111	0,282	514,0	540,9	496,3	590,5
767,6	514,2	18	0,6481	0,380	514,2	552,1	507,6	603,2
701,0	534,8	19	0,6852	0,482	534,8	563,7	519,1	616,7
325,5	562,5	20	0,7222	0,589	562,5	575,9	531,0	631,1
458,3	570,3	21	0,7593	0,704	570,3	588,9	543,4	646,6
480,7	571,8	22	0,7963	0,828	571,8	603,1	556,8	663,8
347,9	620,5	23	0,8333	0,967	620,5	618,9	571,4	683,3
627,6	627,6	24	0,8704	1,128	627,6	637,2	587,9	706,1
490,6	701,0	25	0,9074	1,325	701,0	659,6	607,8	734,4
571,8	756,8	26	0,9444	1,594	756,8	690,1	634,4	773,6
415,6	767,6	27	0,9815	2,086	767,6	746,1	682,0	846,6

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,8	0,841	604,6	558,2	665,7	76212,9	0,800	5,0
0,5	0,000	508,9	462,7	555,1	63636,2	0,800	5,0
0,2	-0,841	413,2	352,1	459,6	52778,7	0,800	5,0

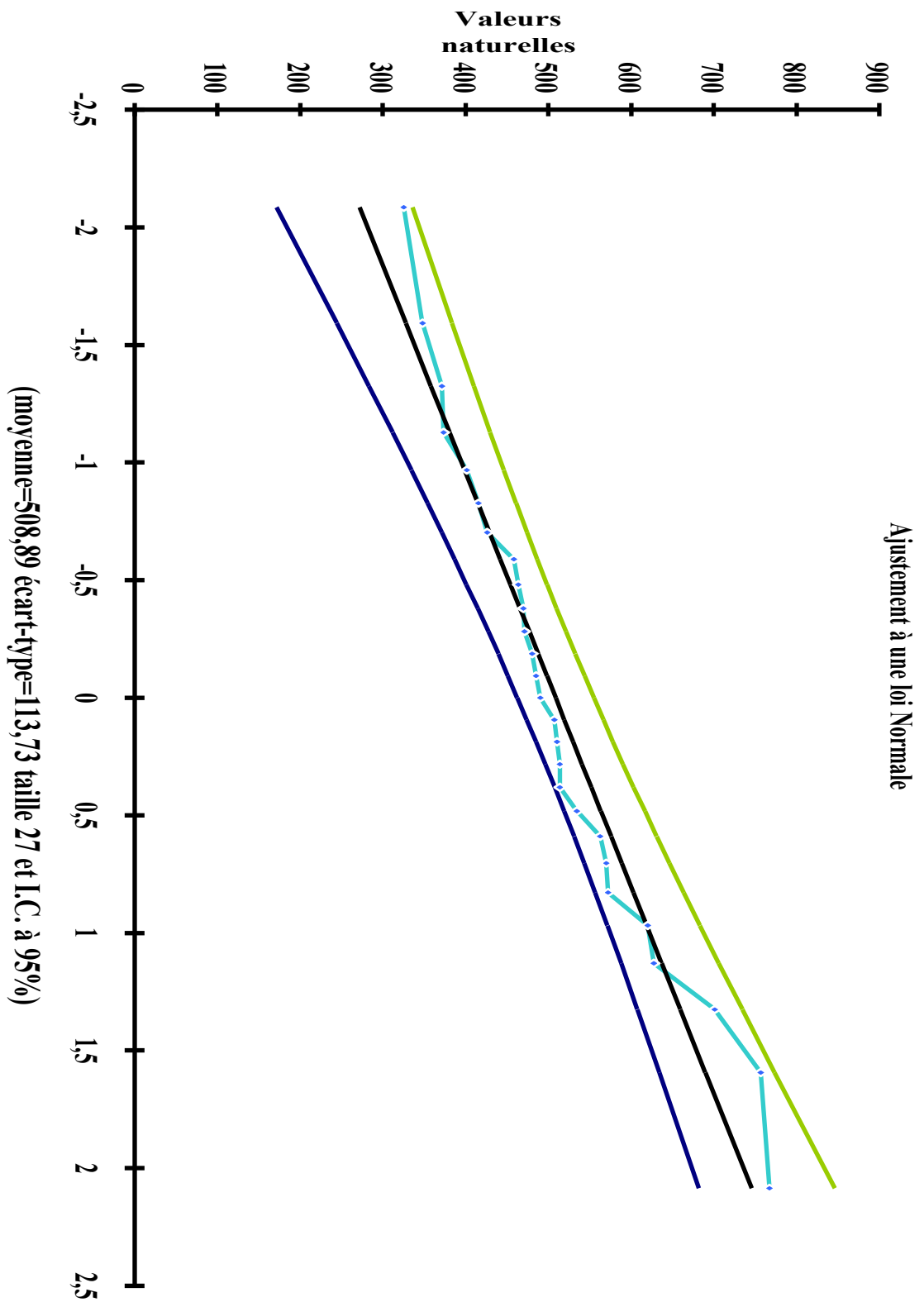


Fig. III .1 : Ajustement à une loi normale

III.1.2.2. Ajustement à la loi log-Normale (GALTON)

Les résultats de l’ajustement de la série de pluies moyennes mensuelles de la station d’Alassane sont regroupés dans le tableau et la figer

Ajustement à une loi Log-normale								
Taille n= 27		Moy.log(xo)= 2,696530737			I.C. à (en%)= 95		Gauss= 1,960	
xo= 0		E.T. log(xo)= 0,094982985						
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
562,5	325,5	1	0,019	-2,086	325,5	315,1	259,7	356,4
470,0	347,9	2	0,056	-1,594	347,9	350,9	298,8	390,6
514,0	371,3	3	0,093	-1,325	371,3	372,1	322,2	411,0
371,3	373,5	4	0,130	-1,128	373,5	388,5	340,3	427,1
426,0	401,8	5	0,167	-0,967	401,8	402,4	355,5	440,9
510,8	415,6	6	0,204	-0,828	415,6	414,8	369,1	453,5
756,8	426,0	7	0,241	-0,704	426,0	426,3	381,5	465,2
401,8	458,3	8	0,278	-0,589	458,3	437,1	393,1	476,5
471,2	463,5	9	0,315	-0,482	463,5	447,5	404,1	487,5
534,8	470,0	10	0,352	-0,380	470,0	457,6	414,7	498,5
620,5	471,2	11	0,389	-0,282	471,2	467,5	425,0	509,4
506,9	480,7	12	0,426	-0,186	480,7	477,3	435,1	520,5
570,3	485,2	13	0,463	-0,093	485,2	487,2	445,0	531,8
514,2	490,6	14	0,500	0,000	490,6	497,2	454,9	543,4
373,5	506,9	15	0,537	0,093	506,9	507,4	464,9	555,5
463,5	510,8	16	0,574	0,186	510,8	517,9	475,0	568,2
485,2	514,0	17	0,611	0,282	514,0	528,8	485,3	581,7
767,6	514,2	18	0,648	0,380	514,2	540,3	495,9	596,1
701,0	534,8	19	0,685	0,482	534,8	552,5	507,0	611,7
325,5	562,5	20	0,722	0,589	562,5	565,6	518,8	628,9
458,3	570,3	21	0,759	0,704	570,3	579,9	531,4	648,0
480,7	571,8	22	0,796	0,828	571,8	595,9	545,2	669,8
347,9	620,5	23	0,833	0,967	620,5	614,3	560,7	695,3
627,6	627,6	24	0,870	1,128	627,6	636,3	578,8	726,5
490,6	701,0	25	0,907	1,325	701,0	664,4	601,4	767,2
571,8	756,8	26	0,944	1,594	756,8	704,5	632,9	827,2
415,6	767,6	27	0,981	2,086	767,6	784,6	693,6	951,9

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,8	0,841	597,7	546,6	672,2	597,7	0,800	5,0
0,5	0,000	497,2	454,9	543,4	497,2	0,800	5,0
0,2	-0,841	413,6	367,8	452,2	413,6	0,800	5,0

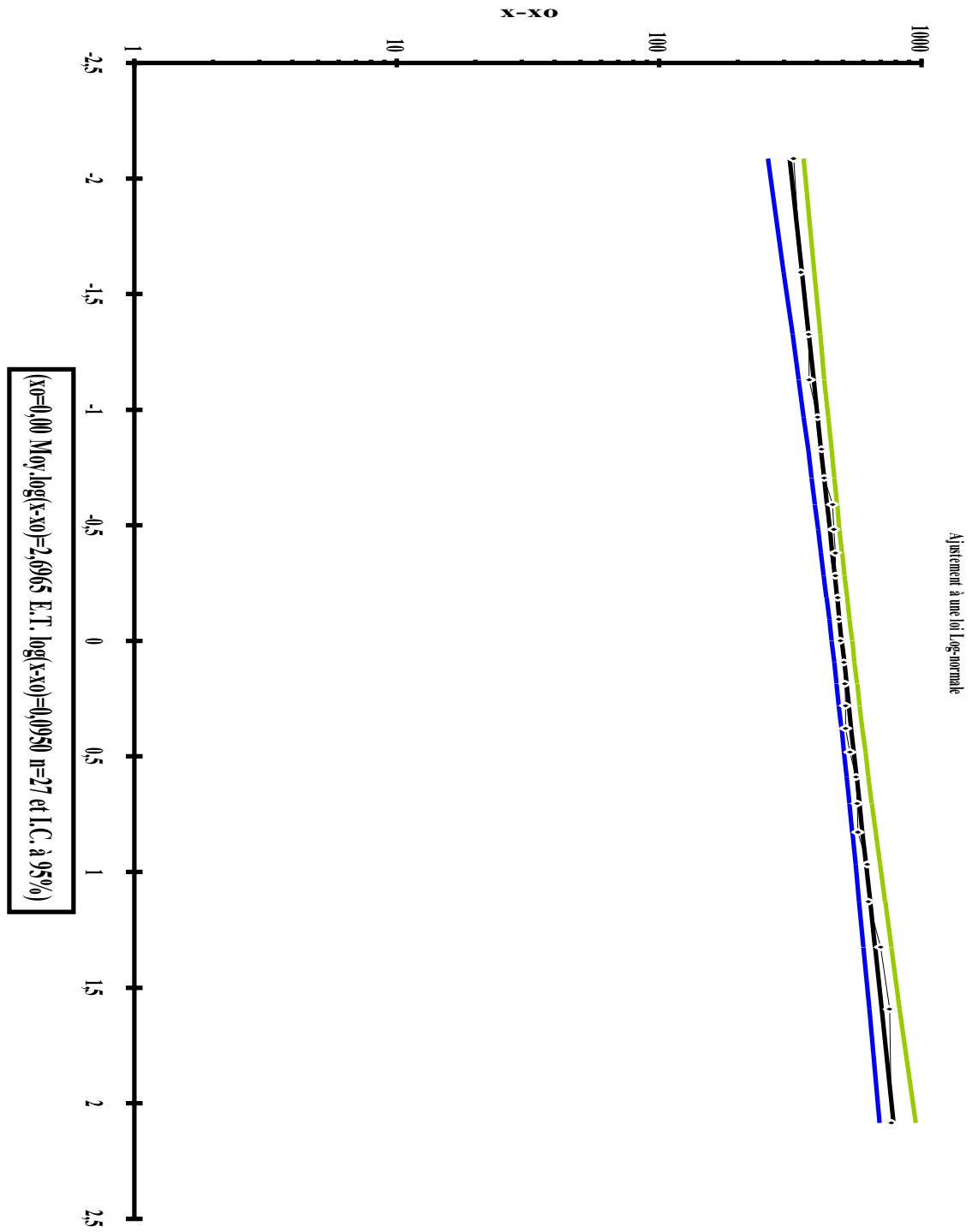


Fig. III .2 : Ajustement a une loi log- normale

III.2. Détermination de l'année de calcul

La loi **log Normale** est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région, l'estimation sera pour l'année sèche de fréquence 80 %.

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

On utilise la loi suivante :

$$P_{\text{moy } 80\% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \cdot \frac{P_{\text{théorique (80\%) annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) annuelle}}}$$

$$P_{\text{théorique } 80\% \text{ annuelle}} = 413,2 \text{ mm} .$$

$$P_{\text{théorique } 50\% \text{ annuelle}} = 508,9 \text{ mm} .$$

Tableau. III.4 : Précipitations mensuelles moyennes à la station de Bir Drimil
(Période : 1986 – 2012)

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P_{moy} (mm)	65,3	55,3	54,0	54,3	41,8	17,8	6,6	12,1	37,1	36,5	53,9	74,2

Source : ONM

L'année de calcul est calculée par la formule suivante :

$$P_{\text{menseille } 80\%} = P_{\text{menseille moy}} * \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}}$$

D'après l'Ajustement à la loi de **GUMBEL** on a trouvé:

$$P_{80\%} = 413,2 \text{ mm} \quad P_{50\%} = 508,9 \text{ mm}$$

Donc le rapport (P_{80%}/ P_{50%}) = 0,81

Tableau III.5 : représentation de l'année de calcul

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P_{moy80%(mm)}	53,01	44,92	43,85	44,12	33,92	14,45	5,34	9,80	30,11	29,66	43,79	60,21

III.3. Calcul de l'évapotranspiration

Le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide de logiciel Cropwat 8, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la formule empirique la plus appropriée de : **Penman** et **Moteith** modifiée.

➔ Méthode de Penman et Motheith modifiée

En Angleterre, précisément en 1948, Penman et Motheit a proposé une étude théorique de l'évapotranspiration en reliant inséparablement l'énergie solaire incidente. Cette formule est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considération l'effet de quelques paramètres météorologiques.

Les expériences ont montrés que la formule telle qu'elle est, s'applique mieux dans les régions humides, non loin de l'océan et essentiellement recouverte de végétation, que dans les zones arides ou semi-arides de faible humidité.

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

L'expérience a montrée que l'expression obtenue, prédirait de près, l'évapotranspiration de référence, non seulement dans des régions humides et fraîches comme en Angleterre, mais aussi dans des zones très chaude et semi-aride. La formule de Penman&Montheit, modifiée est présentée comme suite :

$$ET_o = C*[W*R_n+(1-w)*f(u)*(e_a-e_d)]$$

Avec :

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

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

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

F(u) : Fonction liée au vent.

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

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide d'un logiciel appelé **CROPWAT 8**, fondé sur la méthode de Penman et Monteith, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue à Rome en mai 1990.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons introduire les informations mensuelles des données climatiques recueillies et traités dans le chapitre I.

Le résultat de ce calcul de l'évapotranspiration par cette méthode est présenté dans le tableau ci-après

Tableau. III.6. Evapotranspiration de référence (ET_o) de la zone d'étude
(Selon Penmann et Monteih)

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sunshine hours	Radiation MJ/m²/day	ET _o mm/day
January	2.4	12.1	79	214	5.1	8.9	1.30
February	2.7	13.1	77	234	5.9	11.8	1.79
March	4.8	16.3	74	222	6.9	15.8	2.60
April	7.0	19.2	72	236	7.7	19.5	3.52
May	10.9	24.9	67	198	9.1	23.0	4.75
June	15.2	30.6	56	210	10.4	25.4	6.27
July	18.3	34.4	49	206	11.2	26.3	7.07
August	18.7	34.5	51	190	10.0	23.3	6.31
September	15.6	29.0	63	187	8.2	18.4	4.40
October	11.8	24.1	69	178	6.9	13.8	2.91
November	6.8	17.2	75	215	5.7	9.9	1.80
December	3.7	13.0	79	223	4.9	8.1	1.26
Average	9.8	22.4	68	209	7.7	17.0	3.67

III.4. L'évapotranspiration réelle ou culture (ETR ou ETM):

L'évapotranspiration d'une culture, ET_c, se calcule en multipliant l'évapotranspiration de référence ET_o par un coefficient cultural, K_c.

$$ETM = K_c \times ET_o$$

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

III.5. La pluie efficace

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

On a :
$$P_{eff} = P_{p\%} \times 0.8$$

Avec :

P_{eff} : pluie annuelle efficace en (mm/mois).

$P_{p\%}$: pluie annuelle de probabilité en (mm/mois).

Le résultat de ce calcul des valeurs mensuelles $P_{p\%}$ et P_{eff} par cette méthode est donné dans le tableau ci-dessous.

Tableau. III.7. Calcul des pluies efficaces

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	annuel
$P_{80\%}(mm)$	53,01	44,92	43,85	44,12	33,92	14,45	5,34	9,80	33,92	14,45	5,34	9,80	413,19
$P_{eff}(mm)$	42,41	35,94	35,08	35,3	27,14	11,56	4,28	7,84	27,14	11,56	4,28	7,84	330,57

III. 6. Calcul du bilan hydrique pour les différentes cultures

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

D'où :

B : besoin en eau d'irrigation (mm).

E.T.P : évapotranspiration (mm/jour).

RFU : réserve facilement utilisable.

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

Y : degré de tarissement.

Da : densité apparente.

Z : profondeur d'enracinement mm. **Hcc**

: humidité à la capacité au champ. **Hpf** :

humidité au point de flétrissement.

Peff : pluie efficace.

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

III.6.1. Calendrier d’occupation des sols :

Le calendrier ci-dessous représente la répartition d’occupation des sols relativement aux cycles culturels retenus pour le projet.

Tableau. III.8 : Le calendrier cultural

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Culture												
Vigne	←————→											
Olivier	←————→											
Agrumes	←————→											
Blé			←————→									
Pomme de terre	←————→											
Raisin	←————→											

III.6.2 : Besoins mensuel en eau d’irrigation des cultures

Les besoins net mensuel sont calculés après résumés dans les tableaux suivant

Tableau. III.9 : Raisin

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Peff	42,41	35,94	35,08	35,30	27,14	11,56	4,28	7,84	24,09	23,73	35,03	48,17
ETP	40,3	51,91	80,6	105,6	147,3	188,1	219,17	195,61	132	90,21	54	39,06
Kc RAISIN	0,6	0,7	0,9	0,77	0,6	0,55	0,35	0,4	0,45	0	0	0
RFU	107	107	70,4	24,17	0	0	0	0	0	24,9	48,63	83,66
ETM	24,18	36,337	72,54	81,31	88,35	103,455	76,71	78,244	59,4	0	0	0
B	-125,23	-106,60	-32,94	21,85	61,21	91,89	72,43	70,41	35,31	-48,63	-83,66	-131,83

Tableau. III.10 : Agrumes

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Peff	42,41	35,94	35,08	35,30	27,14	11,56	4,28	7,84	24,09	23,73	35,03	48,17
ETP	40,3	51,91	80,6	105,6	147,25	188,1	219,17	195,61	132	90,21	54	39,06
Kc Agrume	0,65	0,65	0,65	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,68	0,67	0,67
RFU	30,83	39,5	23,05	0	0	0	0	0	0	0	0	8,86
ETM	26,195	33,7415	52,39	73,92	103,075	131,67	153,419	136,927	92,4	61,3428	36,18	26,1702
B	-47,04	-41,70	-5,74	38,62	75,94	120,11	149,14	129,09	68,31	37,61	1,15	-30,86

Tableau. III.11 : Olivier

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Peff	42,41	35,94	35,08	35,30	27,14	11,56	4,28	7,84	24,09	23,73	35,03	48,17
ETP	40,3	51,91	80,6	105,6	147,25	188,1	219,17	195,61	132	90,21	54	39,06
KcOlivier	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,1	0,7	0,6	0,6	0,5
RFU	91,69	106,66	106,66	78,38	10,61	0	0	0	0	0	0	15,5
ETM	20,15	25,955	40,3	63,36	103,07 5	169,29	241,08 7	215,17 1	92,4	54,126	32,4	19,53
B	-113,95	-116,64	-101,44	-50,32	65,33	157,73	236,81	207,33	68,31	30,40	-2,63	-44,14

Tableau. III.12 : Vigne

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Peff	42,41	35,94	35,08	35,30	27,14	11,56	4,28	7,84	24,09	23,73	35,03	48,17
ETP	40,3	51,91	80,6	105,6	147,25	188,1	219,17	195,61	132	90,21	54	39,06
Kc Vigne	0,2	0,25	0,25	0,3	0,5	0,7	0,8	0,8	0,65	0,5	0,35	0,2
RFU	72,16	101,59	117,38	120,78	82,46	0	0	0	0	0	4,83	32,05
ETM	8,06	12,9775	20,15	31,68	73,625	131,67	175,336	156,488	85,8	45,105	18,9	7,812
B	-106,51	-124,55	-132,31	-124,40	-35,97	120,11	171,06	148,65	61,71	21,38	-20,96	-72,40

Tableau. III.13 : Blé

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Peff	42,41	35,94	35,08	35,30	27,14	11,56	4,28	7,84	24,09	23,73	35,03	48,17
ETP	40,3	51,91	80,6	105,6	147,25	188,1	219,17	195,61	132	90,21	54	39,06
Kc Blé	0,8	1,05	1,2	0,75	0,65	0,2	0	0	0	0	0,3	0,4
RFU	10,66	0	0	0	0	0	0	0	7,84	10,66	10,66	10,66
ETM	32,24	54,5055	96,72	79,2	95,7125	37,62	0	0	0	0	16,2	15,624
B	-20,83	18,57	61,64	43,90	68,57	26,06	-4,28	-7,84	-31,93	-34,39	-29,49	-43,20

Tableau. III.14 : Pomme de terre

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Peff	42,41	35,94	35,08	35,30	27,14	11,56	4,28	7,84	24,09	23,73	35,03	48,17
ETP	40,3	51,91	80,6	105,6	147,25	188,1	219,17	195,61	132	90,21	54	39,06
Kc Pdt	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,85	1,02	0,85	0,75
RFU	32	32	32	32	32	32	32	0	0	0	0	5,73
ETM	0	0	0	0	0	0	0	97,805	112,2	92,0142	45,9	29,295
B	-74,41	-67,94	-67,08	-67,30	-59,14	-43,56	-36,28	89,97	88,11	68,29	10,87	-24,60

III.6.3. Besoins totaux nets en eau d'irrigation

Les résultats de calcul des besoins en eau nets sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau. III.15 : Besoin en eau d'irrigation des cultures de la plaine de Teleghma

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vigne	0	0	0	0	0	120,11	171,06	148,65	61,71	21,38	0	0
Olivier	0	0	0	0	65,33	157,73	236,81	207,33	68,31	30,40	0	0
Agrume	0	0	0	38,62	75,94	120,11	149,14	129,09	68,31	37,61	1,15	0
Raisin	0	0	0	21,85	61,21	91,89	72,43	70,41	35,31	0	0	0
P d t	0	0	0	0	0	0	0	89,97	88,11	68,29	10,87	0
Blé	0	18,57	61,64	43,90	68,57	26,06	0	0	0	0	0	0
Totale	0	18,57	61,64	104,37	271,05	515,9	629,44	645,45	321,75	157,68	12,02	0

III.7. Occupation du sol

Tableau. III.16 : Occupation du sol

Les Culture	Les surfaces
Vigne	127,15
Olivier	93,32
Agrumes	61,32
Blé	56,09
Pomme de terre	56,66
Raisin	90,12

III.8. Calcul du débit maximum journalier (débit spécifique) :

Dans notre cas, le débit maximum journalier est le débit caractéristique. Il est calculé par la formule suivante :

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

D'où :

q_s : débit spécifique du mois de pointe en (l/s/ha).

S : la superficie totales à irriguer = 484,66 ha.

Le mois de pointe est le mois d'Aout et les besoins de pointe sont de : **645,45 mm**.

Le débit spécifique q_s est très important (le réseau soit surdimensionné) :

$q_s = 3,34 \text{ l/s/ha} > 1,5 \text{ l/s/ha}$, on choisira dans ce cas le débit spécifique de la culture la plus exigeante. La culture la plus exigeante c'est l'olivier en au mois d'Août ($B_{net} = 171,06 \text{ mm}$.)

A partir du calcul des besoins en eau on peut déterminer le débit spécifique (mois de pointe) qui se calculé par la formule suivante :

$$Q_s = \frac{B_{pointe} \cdot 10 \cdot 1000}{K \cdot Nh \cdot nj \cdot 3600}$$

Avec :

- B_{pointe} : Besoins de pointe (mm/mois).
- q_s : Débit spécifique (l/s/ha).
- K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ($k=0,75$).
- Nh : nombre des heures d'irrigation = 20 h.
- nj : nombre de jours par mois = 26 jours.

➔ Dans notre région d'étude :

Le débit spécifique : $q_s = 1,22 \text{ l/s/ha}$. Il est inférieur à $1,5 \text{ l/s/ha}$,

Donc le choix reste valable.

$$q_s = 1,22 \text{ l/s/ha}$$

$$Q_{car} = q_s \times s \quad \Rightarrow \quad 1,22 \times 484,66 = 591,29 \text{ l/s}$$

$$\rightarrow Q_{car} = 0,591 \text{ m}^3/\text{s} = 51\,062,4 \text{ m}^3/\text{j}$$

D'après le tableau VI.6, le mois de pointe est le mois de juillet avec une valeur :

$$B_p = 171,06 \text{ mm/mois.}$$

Conclusion :

Après l'analyse de l'étude hydrologique on a fait les calculés des besoins, et on a remarqué que la période sèche où le bilan hydrique est négatif dure du mois de juin jusqu'au mois d'octobre dans notre zone d'étude. L'irrigation des cultures agricoles est indispensable en cette période.

CHAPITRE IV :
Dimensionnement du
réseau de distribution
et irrigation

IV.1. Dimensionnement du réseau de distribution

Introduction

Dans ce chapitre nous allons dimensionner Le réseau de distribution d'eau, est essentiellement composé par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression aux différents exploitants, par l'intermédiaire des bornes.

Le développement de ces réseaux des cultures, par les conduites gravitaire, est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement la généralisation des méthodes d'irrigation modernes à la demande. C'est dans ce contexte, que notre attention dans ce chapitre s'est accentuer à la mise au point de la méthodologie d'optimisation du réseau de distribution d'irrigation sous pression, présentée ci-après

IV.1.1. La partie choisie dans le secteur l'ouest pour le dimensionnement

Le secteur ouest de Teleghma divisée en cinq partie et on prend la deuxième partie pour faire un dimensionnement du réseau de distribution. Le tableau suivant montre les cinq parties du secteur ouest ainsi que ses surfaces.

Tableau. IV.1 : Répartition et Surfaces du secteur ouest

	N° de partie		La surface (h)
1		S ₁	260,96
2		S ₂	484,66
3		S ₃	135,37
4		S ₄	296,77
5		S ₅	388,28

Le schéma sous-dessous explique le passage des eaux après la source (le barrage) jusqu'à le secteur.

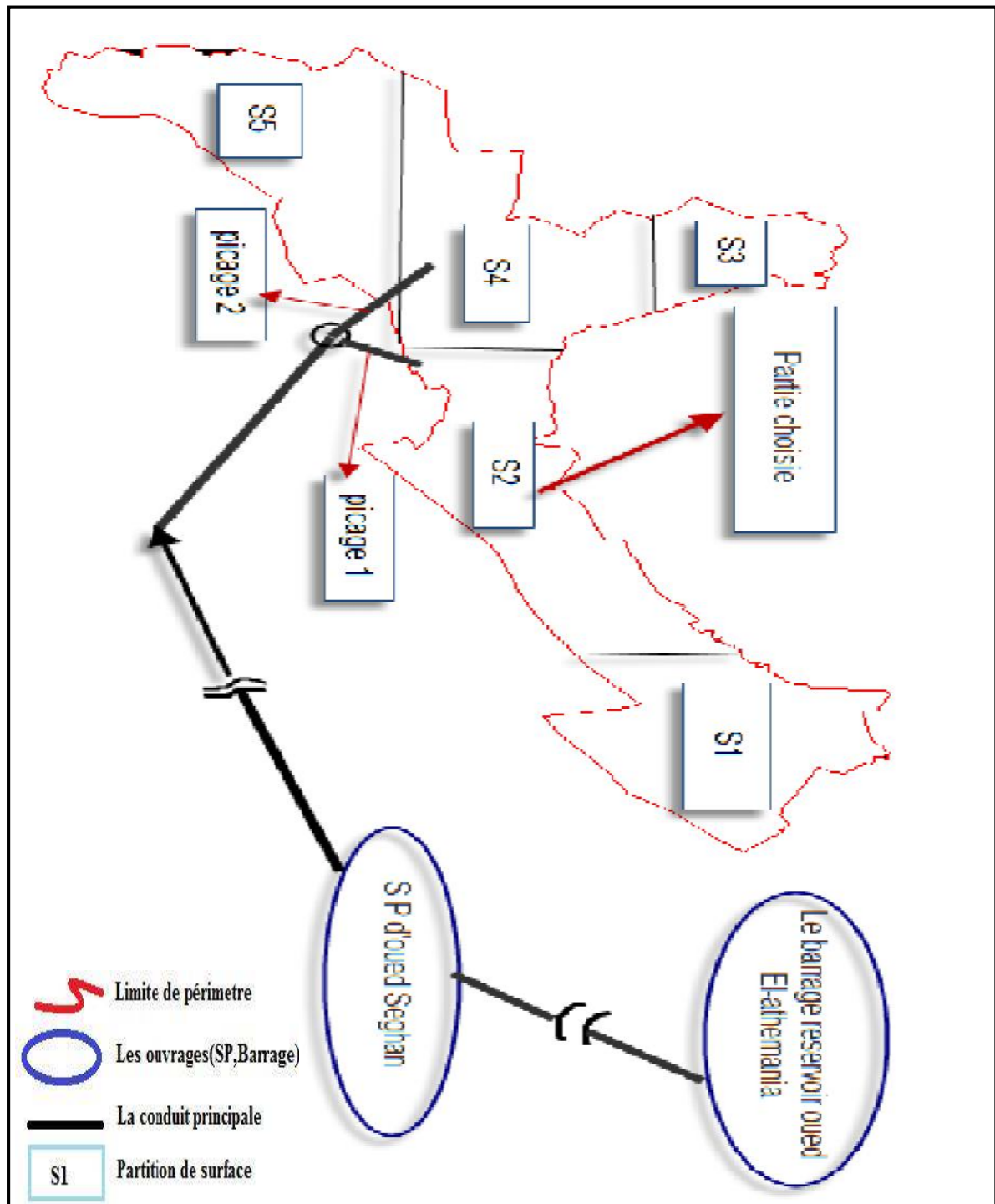


Fig. IV.1 : le passage des eaux après la source (barrage) jusqu'à le secteur ouest

IV.I.2. Tracé du réseau et positionnement des bornes

La position des bornes résulte du découpage en îlots qui a fait l'objet d'une étude particulière. Les principes généraux sont rappelés ci-après :

- 1- Desserte individuelle des exploitations par une prise d'eau constituée soit par une borne d'irrigation (grande parcelle : supérieure à une dizaine d'hectares), soit par une tubulure de borne (petites exploitations), dans ce cas la borne peut desservir jusqu'à 4 parcelles.
- 2- Positionnement dans la mesure du possible des bornes au point haut de l'îlot afin de laisser libre choix à l'exploitant sur son mode d'irrigation.
- 3- Dans le cas du Micro-parcellaire, la desserte de plusieurs parcelles se fera à partir d'une borne à plusieurs tubulures (4 max) pour une surface totale cumulée de 5 ha.
- 4- Eviter dans la mesure du possible de desservir un exploitant par plusieurs bornes.

Le tracé du réseau est projeté suivant le principe de proximité : plus courte distance pour relier l'ensemble des bornes au réseau de conduites principales, en tenant compte des contraintes du terrain qui limitent fortement les possibilités de choix : les règles générales suivies sont les suivantes :

- 6- La recherche d'un tracé au plus court et avec le minimum de changement de direction concerne principalement la conduite maîtresse : celle du périmètre qui relie la station d'épuration et celles des périmètres aval et amont.
- 8- Eviter dans la mesure du possible de faire passer des conduites en plein champs
- 9- Essayer de positionner la borne le plus proche de chaque parcelle à desservir afin d'éviter de pénaliser des exploitants par des têtes mortes trop longues
- 10- Les conduites suivront au maximum (dans la mesure du possible) les routes et pistes et éviterons les plantations et zones bâties.

IV.I.3. Calcul des débits

IV.I.3.1. Débits aux bornes

Le calcul de débit des tronçons se fait de l'aval vers l'amont. Pour chaque tronçon de conduite on détermine la superficie desservie par ce tronçon, ensuite on détermine le débit transit pour ce tronçon en appliquant la loi de débit.

$$Q = q_0 * S \quad \text{Si } S \leq S_0$$

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

$$Q = q_1 * S \quad \text{Si } S \geq S_1$$

Avec :

S : surface desservie par la borne (ha).

S_0 : surface moyenne des ilots type. ($S_0 = 18$ ha).

S_1 : surface alimentée par la plus grande branche. ($S_1 = 485$ ha).

q_0 : débit spécifique de la culture la plus exigeant le mois de pointe. (1,42 l/s/ha).

q_1 : débit spécifique moyen du périmètre pendant le mois de pointe. (1,22 l/ s/ ha).

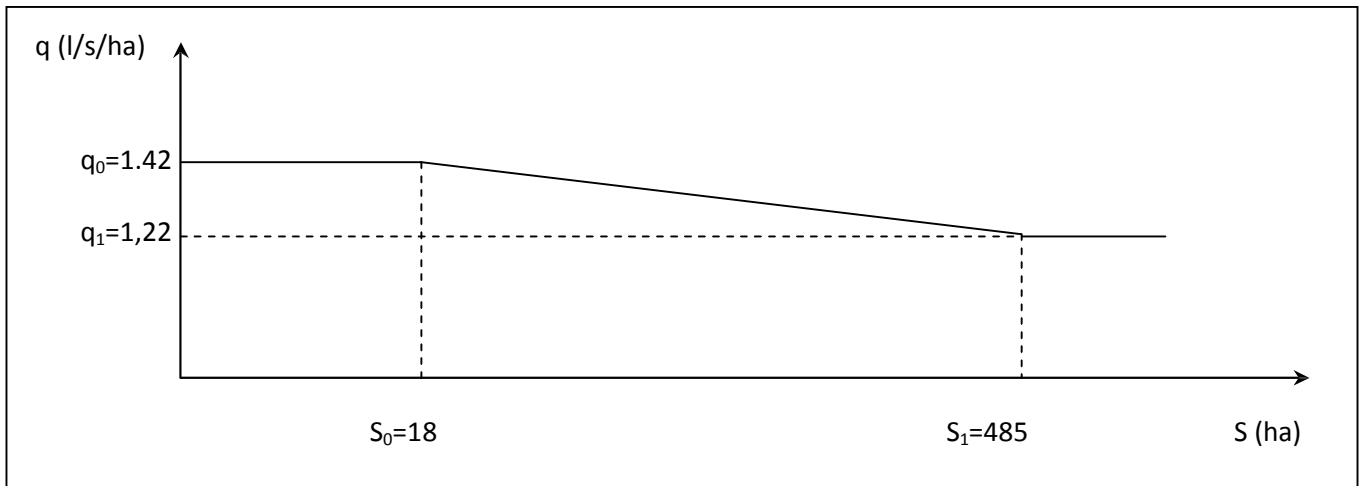


Fig. IV.2 : Représentation graphique de lois de débit

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

Tableau. IV.2 : Calcul des débits des bornes

îlots	S(ha)	borne	q.s.(l/s)=
S1	45,91	B1	133,52
		B2	133,52
S2	14,01	B3	147,52
S3	12,74	B4	140,67
S4	18,16	B5	167,95
S5	19,01	B6	171,84
S6	19,12	B7	172,33
S7	35,6	B8	177,57
		B9	177,57
S8	11,48	B10	133,53
S9	15,38	B11	154,56
S10	31,83	B12	111,17
		B13	111,17
S11	24,32	B14	194,36
S12	11,79	B15	135,32
S13	19,01	B16	171,84
S14	13,79	B17	146,35
S15	11,5	B18	133,65
S16	20,9	B19	180,18
S17	8,58	B20	115,44
S18	15,18	B21	153,55
S19	5,7	B22	94,09
S20	10,44	B23	127,34
S21	30,76	B24	109,29
		B25	109,29
S22	9,39	B26	120,77
S23	10,81	B27	129,58
S24	19,6	B28	174,48
S25	15,42	B29	154,76
S26	13,08	B30	142,54
S27	12,39	B31	138,73
S28	8,76	B32	116,65

IV.I.4. Dimensionnement du conduit gravitaire

Les différents débits caractéristiques permettent la détermination des diamètres différents des tronçons ce dernier par plusieurs méthodes et parmi ces méthodes on a la méthode de M^f Labye et ce dernier la plus reprendre avec les calculs de notre projet sans oublier les conditions suivantes :

IV.I.4.1. Matériaux

Conformément aux prescriptions techniques, pour des systèmes d'irrigation on utilise comme règle générale, les canalisations principales et celles de distribution constituées de tuyaux non métalliques. Les matériaux de conduites sont choisis sur la base de la disponibilité dans le marché local et de leur production en Algérie. Dans notre étude on prend les Matériaux dont les caractéristiques répondent aux besoins de l'aménagement peuvent être utilisés comme PEHD.

IV.I.4.2. La vitesse admissible

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

- La recherche d'économie sur le coût d'investissement.
- Les risques entraînés par les coups de béliers éventuels et le coût de la protection anti-bélier qui en résulterait. Voir tableau IV.3.

Tableau. IV.3 : Les vitesses admissibles en fonction des diamètres

Diamètre (mm)	Seuils des vitesses admissibles (m/s)	
	Vitesse minimum	Vitesse maximum
100	0,20	1,80
125	0,25	1,85
150	0,25	1,95
200	0,35	
250	0,40	
300	0,40	
350	0,40	
400	0,50	
500	0,50	
600	0,50	
700	0,50	2,00
800	0,50	
900	0,50	
1000	0,50	
1100	0,50	
1250	0,50	
1500	0,50	
2000	0,50	

IV.I.4.3. Le diamètre

Le choix du diamètre de ces conduites est effectuée de telle façon que la vitesse de l'eau dans les conduites soit comprise entre les vitesses admissibles 0,2 et 2,00 m/s (voir tableau. IV.5). Pour cela, pour ne pas provoquer certains inconvénients d'ordre pratique (risques de coups de béliers violents en cas de changement brusque du régime d'écoulement ou difficultés d'alimenter correctement les points à desservir).

Donc, ayant fixé les limites de la vitesse, le choix du diamètre est revenu à ce que les pertes de charges dans le tronçon de desserte doivent avoir une valeur qui permet d'assurer une pression suffisante pour le bon fonctionnement des équipements d'irrigation.

IV.I.4.4. La perte de charge

Parmi les nombreuses formules d'évaluation des pertes de charges linéaires unitaires dans les canalisations, notre choix est porté sur celle recommandée par les bureaux d'études français, proposée par MM Lechapt et Calmon, définie par l'expression:

$$J = \frac{L * Q^M * C}{D^N}$$

Avec :

J : Pertes de charge en mm/ml.

Q : Débit en m³/s.

L, M Et N : Constantes dépendantes de la rugosité absolue K des canalisations.

C : Coefficient de majoration tenant compte des pertes de charges singulières.

Pour les valeurs les plus couramment adoptées concernant la rugosité absolue K , les constantes de la formule sont les suivantes :

Tableau. IV.4 : Les constantes dépendantes de la rugosité absolue « K » des canalisations.

K (mm)	L	M	N
0,1	1,20	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,60	1,975	5,25.

IV.I.5. Le calcul hydraulique

Dans cette partie, on a fait les calculs de tous les paramètres hydrauliques (les diamètres, les vitesses, les pertes de charges et les pressions) à l'aide du logiciel Water Cad après utilisation d'Auto Cad pour connaître les longueurs des tronçons.

Tableau. IV.5 : Calcul hydraulique de la conduite gravitaire

Tronçon		Diamètre (mm)		Vitesse	Longueur	débit	perte de	Cote Piézométrique		Cote du T.N		Charge (m)	
Amont	Avale	calculer	normaliser	(m/s)	(m)	(l/s)	charge linéaire (mm)	(m)		(m)		Amont	Avale
				calculer				Amont	Avale	Amont	Avale		
R-1	J-1	868,41	850	1,04	209,4	591	0,209	873	834,76	835	791,86	38	42,9
J-1	J-64	745,58	750	1,03	489,76	398	0,130	834,76	834,2	791,86	791,3	42,9	42,9
J-1	J-13	733,52	400	0,98	166,07	377	0,192	834,76	834,1	791,86	791,3	42,9	42,8
J-2	J-3	714,42	700	0,96	130,47	272	0,157	833,61	833,44	789,41	789,04	44,2	44,4
J-2	J-24	614,71	100	0,91	152,08	258	0,730	833,61	828,94	789,41	791,94	44,2	37
J-3	J-4	599,63	700	0,99	191,74	235	0,523	833,44	833,21	789,04	787,81	44,4	45,4
J-3	J-25	574,48	150	1,04	207,7	165	0,891	833,44	827,21	789,04	783,31	44,4	43,9
J-4	J-27	491,22	300	1,2	209,67	84	5,829	833,21	831,98	787,81	785,98	45,4	46
J-4	J-5	327,98	600	1,46	157,26	26	2,593	833,21	833,1	787,81	786,9	45,4	46,2
J-5	J-35	181,26	150	1,36	97,98	11	7,093	833,1	832,58	786,9	787,78	46,2	44,8
J-5	J-6	116,65	600	1,24	730,24	156	0,516	833,1	832,26	786,9	783,66	46,2	48,6
J-6	J-7	445,26	550	1,34	523,49	66	1,097	832,26	831,51	783,66	783,31	48,6	48,2
J-6	J-36	289,23	150	1,58	195,55	28	7,827	832,26	838,11	783,66	791,41	48,6	46,7
J-7	J-8	188,83	450	1,25	445,29	22	1,191	831,51	830,6	783,31	781	48,2	49,6
J-7	J-37	167,95	250	1,27	209,3	16	1,874	831,51	830	783,31	782	48,2	48
J-8	J-9	140,68	300	1,27	1 457,16	90	2,842	830,6	824,66	781	779,36	49,6	45,3
J-8	J-46	338,52	350	1,39	40,5	68	2,326	830,6	830,5	781	781	49,6	49,5
J-9	J-56	294,87	250	1,58	155,56	28	7,556	824,66	834,03	779,36	789,33	45,3	44,7
J-9	J-55	188,83	150	1,31	208,48	23	1,742	824,66	821,02	779,36	779,12	45,3	41,9
J-10	J-58	171,84	150	0,97	178,27	17	0,992	823,11	821,5	779,11	779,5	44	42
J-10	J-11	147,52	150	1,23	199,46	22	5,405	823,11	820,45	779,11	779,35	44	41,1

J-11	J-59	166,28	150	1,78	227,31	14	4,714	820,45	819,34	779,35	778,34	41,1	41
J-11	J-12	133,54	100	1,23	373,32	22	2,077	820,45	813,44	779,35	780,04	41,1	33,4
J-13	J-14	166,28	250	1,05	182,45	74	0,658	834,21	833,01	791,41	791,21	42,8	41,8
J-13	J-18	364,05	300	1,12	570,22	55	2,373	834,21	831,13	791,41	789,33	42,8	41,8
J-14	J-15	194,36	150	1,1	497,01	19	0,830	833,01	825,45	791,21	788,65	41,8	36,8
J-14	J-16	307,82	150	1,1	121,19	19	2,073	833,01	831,8	791,21	790,9	41,8	40,9
J-14	J-17	264,64	125	1,13	145,1	36	2,039	833,01	831,17	791,21	791,67	41,8	39,5
J-18	J-19	157,23	250	0,95	328,93	17	0,649	831,13	829,32	789,33	788,42	41,8	40,9
J-18	J-23	157,23	150	1,06	540,51	19	3,559	831,13	826,3	789,33	786,3	41,8	40
J-19	J-20	212,86	150	0,81	475,27	14	0,490	829,32	822	788,42	786	40,9	36
J-19	J-21	146,36	150	1,31	160,67	23	2,151	829,32	824,89	788,42	787,99	40,9	36,9
J-19	J-22	154,57	150	1,42	166,23	70	1,465	829,32	828,29	788,42	789,69	40,9	38,6
J-27	J-28	135,33	300	1,04	219,3	13	0,894	831,98	831,31	785,98	785,21	46	46,1
J-27	J-26	171,84	200	1,16	233,84	57	0,448	831,98	830,97	785,98	785,17	46	45,8
J-28	J-29	297,87	250	1,27	474,51	25	1,407	831,31	829,75	785,21	783,65	46,1	46,1
J-28	J-31	127,35	150	1	259,09	31	0,430	831,31	829,2	785,21	784	46,1	45,2
J-29	J-32	269,28	200	1,09	339,79	7	1,572	829,75	827,1	783,65	783	46,1	44,1
J-29	J-30	180,18	150	1,39	103,8	24	0,828	829,75	828,31	783,65	783,51	46,1	44,8
J-32	J-34	200,11	150	1,33	508,42	10	5,428	827,1	823,33	783	783,73	44,1	39,6
J-32	J-33	94,10	150	1,14	108,17	14	4,249	827,1	826,41	783	782,91	44,1	43,5
J-37	J-38	176,61	125	0,84	99,33	81	0,081	830	829,16	782	781,76	48	47,4
J-37	J-39	115,45	250	1,06	89,57	19	0,679	830	829,6	782	781,7	48	47,9
J-39	J-41	133,65	200	1,26	86,06	62	1,860	829,6	829,19	781,7	781,59	47,9	47,6
J-39	J-40	365,69	160	0,75	140,69	13	0,328	829,6	828,3	781,7	782	47,9	46,3
J-41	J-42	154,57	90	0,99	112,31	49	0,893	829,19	827,65	781,59	781,25	47,6	46,4
J-41	J-43	293,17	150	1,06	69,03	19	0,959	829,19	828,32	781,59	781,62	47,6	46,7

J-43	J-44	129,58	100	1,49	301,53	30	2,382	828,32	822,95	781,62	781,65	46,7	41,3
J-43	J-45	249,11	125	1,46	424,86	11	1,847	828,32	823,96	781,62	782,16	46,7	41,8
J-46	J-47	154,57	150	1,05	96,95	19	2,401	830,5	829,8	781	781	49,5	48,8
J-46	J-48	195,36	250	1,35	309,98	24	2,502	830,5	828,77	781	780,37	49,5	48,4
J-48	J-49	120,77	150	1,23	81,92	61	0,778	828,77	828,47	780,37	780,57	48,4	47,9
J-48	J-50	153,56	250	1,42	223,21	45	0,733	828,77	828	780,37	780,2	48,4	47,8
J-50	J-52	174,49	160	0,9	183,24	16	0,710	828	825,68	780,2	780,28	47,8	45,4
J-50	J-51	277,72	150	1,06	136,95	19	1,248	828	826,95	780,2	780,45	47,8	46,5
J-52	J-53	238,34	100	0,86	87,93	15	1,137	825,68	823,81	780,28	780,11	45,4	43,7
J-52	J-54	142,54	150	1,47	343,01	104	1,258	825,68	823,15	780,28	780,85	45,4	42,3
J-56	J-10	154,77	200	0,94	81,45	30	0,935	823,82	823,11	779,12	779,11	44,7	44
J-56	J-57	136,00	150	0,99	142,02	436	0,490	823,82	823,08	779,12	778,78	44,7	44,3
J-64	J-65	154,37	160	1,07	154,37	23	1,235	834,2	833,01	791,3	790,51	42,9	42,5
J-64	J-2	680	700	1,16	503,06	412	0,503	834,2	833,61	791,3	789,41	42,9	44,2

IV.I.6. Appareillage d'équipement du réseau

IV -I-6.1. Les bornes d'irrigation

Chaque îlot sera desservi par une borne d'irrigation à une, deux, trois ou quatre prises (tubulures) et chaque prise sera équipée d'un limiteur de débit, un compteur et éventuellement réducteur de pression. Les diamètres des bornes en fonction des débits sont comme suit:

Tableau. IV.6 : choix de diamètre de la borne

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

IV.I.6.2.1. Vannes

Elles sont nécessaires pour l'exploitation des réseaux, puisque permettent d'en isoler une partie pour l'intervention sans arrêter totalement l'irrigation.

Les vannes de section sont installées automatiquement au départ de toutes les branches et des sous branches.

IV.I.6.2.2. Vanne de sectionnement

Les vannes de sectionnement sont utilisées dans le réseau d'irrigation pour isoler les appareils placés en dérivation sur le réseau sur lesquelles il sera possible d'intervenir pour réparation ou réalisation d'un piquage.

IV.I.6.3. Ventouses

Comme nous l'avons dit précédemment les ventouses sont placées aux points hauts des addictions, voir le tableau ci-après.

Tableau. IV.7 : Choix des ventouses

Diamètre de la conduite	Diamètre de l'orifice d'évacuation de l'air
$D < 500\text{mm}$	$D=80\text{mm}$
$500 < D < 900\text{mm}$	$D=100\text{mm}$
$900 < D < 1250\text{mm}$	$D=150\text{mm}$

IV.I.6.4. Vidange

Les vidanges sont placées au niveau des points bas pour permettre l'évacuation gravitaire de l'eau.

Conclusion

Notre projet le périmètre contient 28 îlots avec une surface moyenne égale 17,31 Ha c'est-à-dire 3,57 % par rapport la surface total et nous avons l'alimentation de réseau de distribution est gravitairement, pour diminuer les frais et sans oublier l'utilisation des équipements de réseau pour confirmer les calculs des paramètres principales comme les pressions, ... etc

IV-II Dimensionnement du réseau d'irrigation

IV-II -1 Calcul de l'installation (goutte à goutte)

➤ **Pour les Agrumes** : On utilise les formules précédentes on trouve :

IV- I -1 -1-Besoins journaliers :

$$I \quad \frac{\text{Besoin du mois de pointe}}{\text{Nbre de jours du mois}} = \frac{171,06}{30} = 5,702 \text{ mm/j}$$

$B_j =$

Besoins journalier en tenant compte de la réduction K_r

$$K_r = C_s + 0,5 (1 - C_s) ; \text{ Formule Garzoli}$$

$$B_{ji} = B_j * K_r$$

C_s : Couverture du sol dépend du type de culture, et stade physiologique de la culture.

Représente la fraction de la surface du sol réellement couverte par le feuillage des plantes en projection verticale.

$$K_r = 0,5 + 0,5 (1 - 0,5) = 0,75$$

$$B_{ji} = 5,702 * 0,75 = 4,28 \text{ mm/j}$$

1-1 Dose nette pratique : (Dose nette maximale)

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) * Y * Z * \frac{P}{100}$$

D_p : Dose nette pratique mm

H_{cc} : Capacité au champ (humidité) %

H_{pf} : Humidité au point de flétrissement %

Y : Degré de tarissement % ($\frac{2}{3}$ pour les sols limoneux)

Z : Profondeur racinaire (m)

P : Pourcentage du sol Humidifié %

$$P = \frac{100 * N_g * E_g * L_h}{S_a * S_r} /$$

Ng : Nombre de goutteurs.

Eg : Espacement entre goutteurs.

Lh : Largeur de la bande humidifié = écartement entre rampe.

Sa : Espacement entre arbres sur ligne (m).

Sr : Espacement entre les lignes de rangées d'arbre.

$$D_p = (0,35 - 0,15) * 0,67 * 1200 * 0,35 = 56,28$$

1-2 Dose nette pratique réelle :

$D_r = 90\%$ ou 80% de la dose max

$$D_r = 0,9 * 56,28 = 50,65 \text{ mm}$$

1-3 Dose brute :

$$D_B = \frac{D_r}{C_u * \text{eff}}$$

C_u : Coefficient d'uniformité %

Eff : efficacité, rendement du système

$$D_B = \frac{D_r}{C_u * \text{eff}} = \frac{50,65}{0,8 * 0,75} = 84,42 \text{ mm}$$

1-4 Fréquence des arrosages : espacement entre deux arrosages.

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{Bjl} = \frac{50,65}{4,28} = 11,83 = 12 \text{ jours}$$

Fr : Fréquence minimale (espacement maximal entre arrosage)

1-5 Durée d'arrosage : $Sa = 3\text{m}$, $Sr = 4\text{m}$

$$t = \frac{D_b * (Sa + Sr)}{n * q_g} = \frac{84,42 * 3 + 4}{2 * 4} = 126,63 = 124 \text{ h}$$

D_b : Dose brute

n = nombre de goutteurs

q_g : débit d'un goutteurs (l/h)

1-6 Durée d'arrosage journalier :

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{F_{\min}} = \frac{124}{12} = 10,33 \approx 11 \text{ heures}$$

Durée d'arrosage (heurs /arrosage)

Fmin : Fréquence d'arrosage

1-7 Nombre de poste :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{20}{11} = 1,82 = 2 \text{ postes}$$

1-8 Surface de la parcelle (poste) :

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = \frac{12,39}{2} = 6,195 \text{ ha}$$

1-9 Surface de la rampe :

$$A_l = L_r * S_r = 165 * 4 = 660 \text{ m}^2$$

1-10 Nombre de rampe par poste :

$$N_r = \frac{\text{Surface poste}}{A_l} = \frac{61950}{660} = 94 \text{ rampes}$$

1-1 Nombre de goutteurs par rampe :

$$N_g = \frac{\text{Longueur de la rampe}}{\text{Espace entre culture}} = \frac{165 * 2}{3} = 110 \text{ goutteurs}$$

IV-II -1 -2 Calcul hydraulique :**1. Conditions hydrauliques**

La variation maximale du débit entre goutteur :

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

La variation maximale de la pression.

$$q = K \cdot H^x ; x = 0,5 \text{ (caractéristique du goutteur).}$$

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = n \cdot \frac{\Delta H}{H(n)} ; \text{telle que :}$$

q (g) : débit nominal du goutteur ;

H (n) : pression nominale.

$$0,1 = 0,5 \frac{\Delta H (\text{max})}{10}$$

$$\Delta H (\text{max}) = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ m.c.e.}$$

La répartition de la perte de charge est :

Perte de charge singulière : p.c.s = 10% * ΔH = 0.2 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.

2. Calcul de la rampe

a) Débit d'une rampe :

$$Q_r = N_g * q_g = 110 * 4 = 440 \text{ l/h}$$

Avec : Q_R = Débit de la rampe en l / h ;

N_G = Nombre de goutteurs par rampe ;

Q_G = Débit d'un goutteur en l / h.

Le débit de la rampe varie donc selon le nombre de goutteurs sur la rampe, c'est à dire suivant le nombre d'arbres et la longueur de la rampe.

b) Le diamètre

Le diamètre est calculé d'après la formule N°01

On propose que les rampes en PEBD

$$\varnothing (\text{cal}) = \left[\frac{\text{P.d.c} (r) \times 2,75}{0,478 \times Q(r)^{1,75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4,75}} \quad (01)$$

Avec :

P.d.c (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.

$$\varnothing \text{ (cal)} = \left[\frac{1,2 \times 2,75}{0,478 \times 440^{1,75} \cdot 165} \right]^{-\frac{1}{4,75}} = 18,36 = 20\text{mm}$$

c) La perte de charge

La perte de charge est déterminée après le choix du diamètre par la formule N°02

$$J_r = \frac{0,478}{2,75} \cdot D r^{-4,75} \cdot Q^{1,75} \cdot L_r \quad (02)$$

Tel que :

J = Perte de charge en m ;

D = Diamètre en mm ;

Q = Le débit en l / h ;

L = Longueur en m.

$$J_r = \frac{0,478}{2,75} \cdot 20^{-4,75} \cdot 440^{1,75} \cdot 165 = 0,80 \text{ m}$$

3. Calcul du porte-rampe

a) Débit du porte-rampe

Le débit d'un porte-rampe est calculé par la relation

$$Q_{PR} = Q_R \cdot N_R = 440 \cdot 58 = 25520 \text{ l/h}$$

Avec :

Q_{PR} = Débit du porte rampe en l / h ;

N_R = Nombre de rampes ; $232/4=58$

Q_R = Débit d'une rampe en l / h.

b) Le diamètre

Le diamètre du porte rampe est calculé par la formule N°01

On propose que les porte-rampes en PEHD

$$\begin{aligned} \varnothing (\text{cal}) &= \left[\frac{\text{P.d.c (pr)} \times 2,75}{0,478 \times Q(\text{pr})^{1,75} L(\text{pr})} \right]^{-\frac{1}{4,75}} \\ &= \left[\frac{0,6 \times 2,75}{0,478 \times 25520^{1,75} \cdot 232} \right]^{-\frac{1}{4,75}} = 101,93 = 110 \text{ mm} \end{aligned}$$

c) La perte de charge

$$J = \frac{0,478}{2,75} \cdot 110^{-4,75} \cdot 25520^{1,75} \cdot 232 = 0,418 \text{ m}$$

- Les résultats de calcul des différents postes sont représentés dans le tableau VI.8

Tableau VI.8 : Calcul théorique du réseau localisé

N°Poste Poste	Rampes						Porte- rampes					
	D _{cal} (mm)	D nominal (mm)	L (m)	Q (l/h)	V (m/s)	J (m.c.e)	D _{cal} (mm)	D nominal (mm)	L (mm)	Q (l/h)	V (m/s)	J (m.c.e)
	18,36	20	165	554,3	0.51	0.80	101,93	110	232	32146,5	0,746	0,418

Pour le diamètre de la rampe, on choisit le 16mm en raison de commodité et disponibilité sur le marché.

4. La conduite principale 1

❖ Le débit

Le débit de la conduite principale est calculé par la formule

$$Q_{c,p} = Q_{PR} * N_{PR} = 25520 * 2 = 51040 \text{ l/h}$$

❖ La longueur :

$$\text{ona : } L_{C,S} = 8 \text{ m}$$

❖ Le diamètre :

Le diamètre de la conduite principale est calculé D'après :

On suppose $V=1,5 \text{ m/s}$

$$Q = V \cdot S \Rightarrow S = Q/V = 51040 \text{ l/h} = 0.014 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S = Q/V = 0.014/1.5 = 0,01 \text{ m}^2$$

$$\text{On a } S = \pi D^2/4 \Rightarrow D = \sqrt{4S/\pi} = 112,87 \text{ mm}$$

On choisit un diamètre commercialisable de 120 mm.

Vérification de la vitesse avec $D = 120 \text{ mm}$:

$$V = Q / S = 1,24 < 2 \text{ m/s}$$

Donc : le diamètre de la conduite principale est de 120 mm

❖ La perte de charge

Elle est donnée par toujours la formule :

$$P.d.c = \frac{0,478}{2,75} \cdot 120^{-4,75} \cdot 51040^{1,75} \cdot 8 = 0,032 \text{ m.}$$

Donc la perte de charge de la conduite principale $P.d.c = 0,032 \text{ m.Y}$

5. La conduite principale 2

❖ Le débit

Le débit de la conduite principale est calculé par la formule

$$Q_{c,p} = Q_{PR} * N_{PR} = 25520 * 2 = 51040 \text{ l/h}$$

❖ La longueur :

$$\text{ona : } L_{C,S} = 10 \text{ m}$$

❖ Le diamètre :

Le diamètre de la conduite principale est calculé D'après :

On suppose $V=1,5$ m/s

$$Q = V \cdot S / Q = 51040 \text{ l/h} = 0.014 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S = Q/V = 0.014/1.5 = 0,01 \text{ m}^2$$

$$\text{On a } S = \pi D^2/4 \Rightarrow D = \sqrt{4S/\pi} = 112,87 \text{ mm}$$

On choisit un diamètre commercialisable de 120 mm.

Vérification de la vitesse avec $D = 120$ mm :

$$V = Q / S = 1,24 < 2 \text{ m/s}$$

Donc : le diamètre de la conduite principale est de 120 mm

❖ La perte de charge

Elle est donnée par toujours la formule :

$$P.d.c = \frac{0,478}{2,75} \cdot 120^{-4,75} \cdot 51040^{2,75} \cdot 10 = 0,04 \text{ m.}$$

Donc la perte de charge de la conduite principale $P.d.c = 0,04$ m.

Conclusion

Le choix du diamètre des conduites de distribution au dépend de la vitesse admissible, est revenu a ce que les pertes de charges dans le tronçon de desserte doivent avoir une valeur qui permet d'assurer une pression suffisante pour le bon fonctionnement des équipements d'irrigation

CHAPITRE V :
Organisation de
chantier

Introduction

L'organisation de chantier ne représente pas seulement l'organisation pendant l'exécution des projets. Elle représente même les travaux de préparation des plans, et faire les devis estimatifs

L'organisation de chantier consiste à déterminer et à coordonner la mise en œuvre des moins nécessaires pour accomplir dans les meilleurs conditions possibles les travaux à exécuter , ces travaux sont les opérations concourantes à la construction , la réparation , l'entretien ou la démolition d'un édifice (construction) de nature hydraulique ou bâtiment .

Tous les chantiers de travaux publiques sont situés dans la nature ils seront donc toujours influencés d'une part par la configuration du terrain (la géographie) et d'une autre part par les alea-atmosphériques liées aux travaux en plein air.

Les installations fixes de chantier sont destinées.

- Au personnel.
- Au stockage des matériaux.
- A l'entretien et à la réparation des engins.
- A la préfabrication de certain élément des ouvrages à construire

V.1. Généralités**V.1.1. Rôles et responsabilité des intervenants sur chantier****V.1.1.a- Le maître d'ouvrage**

Il appelé couramment le client, c'est une personne physique ou morale pour le compte de laquelle sont exécutés les travaux. Son rôle est de définir le but à atteindre (programme), d'organiser un financement, de passer et de régler les marchés des travaux. Après la réception des ouvrages, il en est le propriétaire et parfois le gestionnaire.

V.1.1.b. Le maître d'œuvre

C'est une personne physique ou morale, chargée par le maître de l'ouvrage de recevoir l'ouvrage, d'établir le dossier de consultation des entreprises, d'assister le maître d'ouvrage dans le dépouillement des offres, de contrôler l'exécution des travaux et de proposer leur réception et leur règlement, après en avoir établi le décompte.

V.1.1.c. L'entreprise

C'est la réunion des moyens mobiles et immobile et en personnel dont l'objectif est de réaliser les travaux, c'est un organisme contractuel.

V.1.1.d- L'entrepreneur

Personne physique quand il est individuel ou moral quand est une société, titulaire d'un marché de travaux conclu avec le maître d'ouvrage, chargée de l'exécution des travaux et, parfois de la conception détaillée des ouvrages. L'entrepreneur est responsable du chantier et de l'ouvrage en cours de construction tant que celui-ci n'a pas été réceptionné.

V.2. Les moyens de chantier**V.2.1. Les moyens humains**

En ce qui concerne les moyens humains pour la réalisation, on doit justifier la mise en œuvre du personnel compétant pour la réalisation des études préalables et pour la construction en précisant leurs titres et leurs compétences.

V.2.2. Les moyens matériels

On peut distinguer le matériel général de terrassement et le matériel de bétonnage

V.2.2.1. Le matériel de terrassement

Le matériel général de terrassement comprend les engins suivants :

V.2.2.1.a. Pelle équipée en rétro

Engin de terrassement sur roues ou sur chenilles, utilisant, pour excaver ou charger des matériaux, un godet situé à l'extrémité d'un bras. Les déplacements du bras et du godet peuvent être animés par une transmission hydraulique (pelle hydraulique) ou par des câbles (pelle à câble).

Dans la partie d'exécution des déblais (l'excavation de la tranche de la semelle) on utilise une pelle hydraulique équipée en rétro. Elle est constituée de : Un chassie porteur ou TRUCK

- Une cabine monté sur le truck et pivotant autour d'un axe vertical grâce à
- Des vérins hydrauliques qui jouent le rôle de la flèche et du bras dans le cas d'une pelle mécanique
- Un godet muni des dents d'attaques en acier au manganèse très dure



Fig. V.01: Pelle équipée en rétro

V.2.2.1.b. Bulldozer

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



Fig. V.02: Le Bulldozer

V.2.2.1.c. Les chargeurs

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

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



Fig. V.03 : Le Chargeur

V.2.2.1.d. Camion à benne

Se sont des véhicules lourds porteurs et tracteurs de terre et de marchandises.



Fig. V.04 : camion à benne.

V.2.2.2. Le matériel de bétonnage

On utilise le plus souvent des bétonnières, se sont des machines servant à malaxer les différents constituants du béton (ciment , sable, gravier, eau) nécessaire pour la construction des canaux en béton.

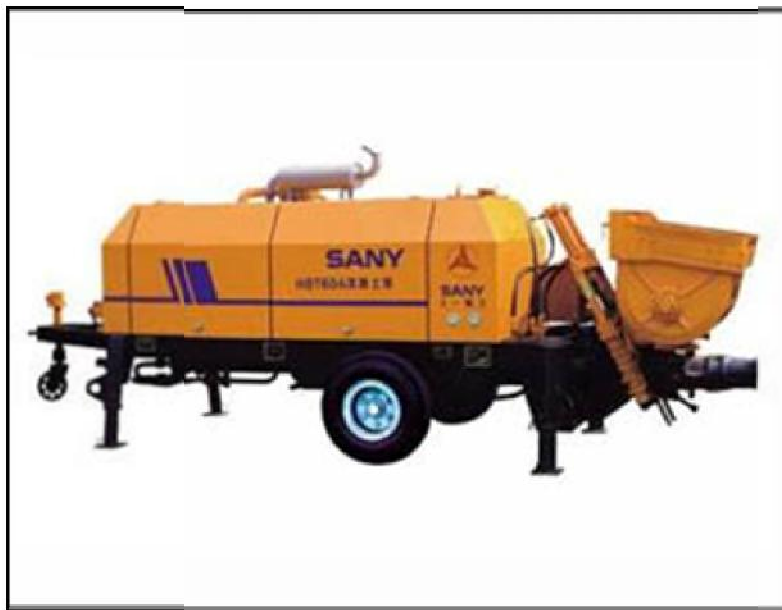


Fig. V.05 : bétonnière en cours de fonctionnement

V.3. Planification

V.3.1. Définition

C'est une méthode dont dispose le cadre pour rendre son travail efficace, elle consiste :

- L'installation des postes de travail ;

- L'observation instantanée ;
- L'analyse des tâches ;
- Le chronométrage ;
- La définition des objectifs et des attributions ;
- La simplification des méthodes ;
- La stabilisation des postes de travail.

V.3.2. Techniques de la planification

Il existe deux principales méthodes de planification à savoir :

- Méthodes basées sur le réseau ;
- Méthodes basées sur le graphique.

V.3.2.1. Méthodes basées sur le réseau

V.3.2.1.1. Définition du réseau

Le réseau est une représentation graphique d'un projet qui permet d'indiquer la relation entre les différentes opérations qui peuvent être successives, simultanées, convergentes et la durée de réalisation. On distingue deux types de réseaux :

V.3.2.1.1.1. Réseau à flèches

L'opération est représentée par une flèche et la succession des opérations par des nœuds.



L'opération A précède l'opération B

V.3.2.1.1.2. Réseau à nœuds

L'opération est représentée par un nœud et la succession des opérations par des flèches



L'opération (**B**) ne peut commencer que si l'opération (**A**) est complètement achevée

V.3.2.1.2. Construction du réseau

La méthode de calcul utilisée dans notre projet est la méthode C.P.M (méthode du chemin critique), car les opérations se suivent.

L'objectif de cette méthode est de réduire les temps de réalisation d'un ouvrage en tenant compte de trois phases :

1^{ère} phase : l'effectif nécessaire pour effectuer le travail considéré.

2^{ème} phase : analyser systématiquement le réseau, heure par heure, jour par jour, selon l'unité de temps retenue.

3^{ème} phase : adapter le réseau aux conditions ou contraintes fixées par l'entreprise

❖ les paramètres de la méthode C.P.M

Les paramètres indispensables dans l'exécution de cette méthode sont les suivants :

DCP	TR
DFP	DCPP
DFPP	MT

Avec :

TR : temps de réalisation ;

DCP : date de commencement au plus tôt ;

DCPP : date de commencement au plus tard ;

DFP : date de finition au plus tôt

DFPP : date de finition au plus tard

MT : marge totale.

$$ET : \begin{cases} DFP = DCP + TR \\ DCPP = DFPP - TR \end{cases}$$

❖ Chemin critique (C.C)

C'est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTR) reliant les opérations possédant la marge totale nulle (0).

Donc pour retrouver un chemin critique il suffit de vérifier la double condition suivante :

$$C.C \Leftrightarrow \begin{cases} MT = 0 \\ \sum TR_{C.C} = D.T.P \end{cases}$$

❖ Elaboration du réseau selon la méthode CPM

La méthode du CPM est une méthode de planification, elle a pour objectif de réduire le temps et le coût de réalisation de projet et augmenter le rendement du travail. Pour la construction du réseau il faut d'abord établir les différentes tâches des travaux. Ces derniers sont les suivantes :

- A. Piquetage (15jours)
- B : Décapage de la couche de la végétation (20 jours).
- C. Exécution des tranchées (120 jours).
- D. Aménagement du lit de pose (25 jours).
- E. La mise en place des canalisations en tranchée (30 jours).
- F. Constructions des ouvrages annexes (bâche d'eau) (20 jours)
- G. Assemblage des tuyaux (15 jours).
- H. Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints (15 jours).
- I. Remblai des tranchées (20 jours).
- J .travaux de finition (30 jours).

V.4. Détermination des chemins critiques

Le calcul du réseau s'effectue par la méthode du tableau suivant.

Tableau. V.1 : Détermination des délais

OPERATION	TR (jours)	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
1-2	15	0	15	0	15	0
2-3	20	15	35	15	35	0
3-4	120	35	155	35	155	0
3-5	20	35	55	135	155	100
4-6	25	155	180	155	180	0
5-6	25	55	80	155	180	100
6-7	30	180	210	180	210	0
7-8	15	110	225	210	225	0
8-9	15	125	240	225	240	0
9-10	20	140	260	240	260	0
10-11	30	160	290	260	290	0

- Le chemin critique est : **A-B-C-D-E-G-H-I-J**
- Donc, la durée totale du projet est de : **290 jours**
- Le calcul du réseau à nœuds est représenté dans la figure suivante :

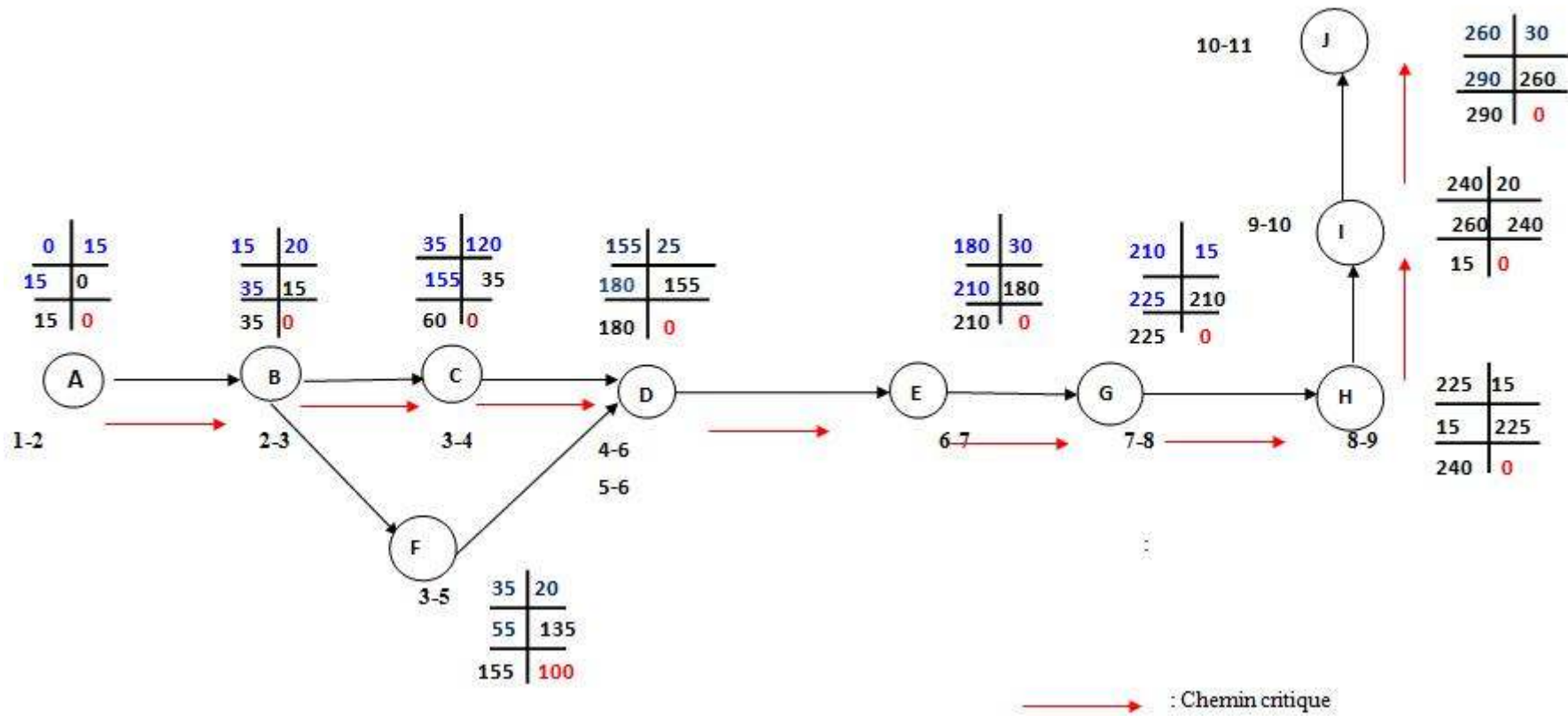


Fig. V.6: Réseau à nœuds

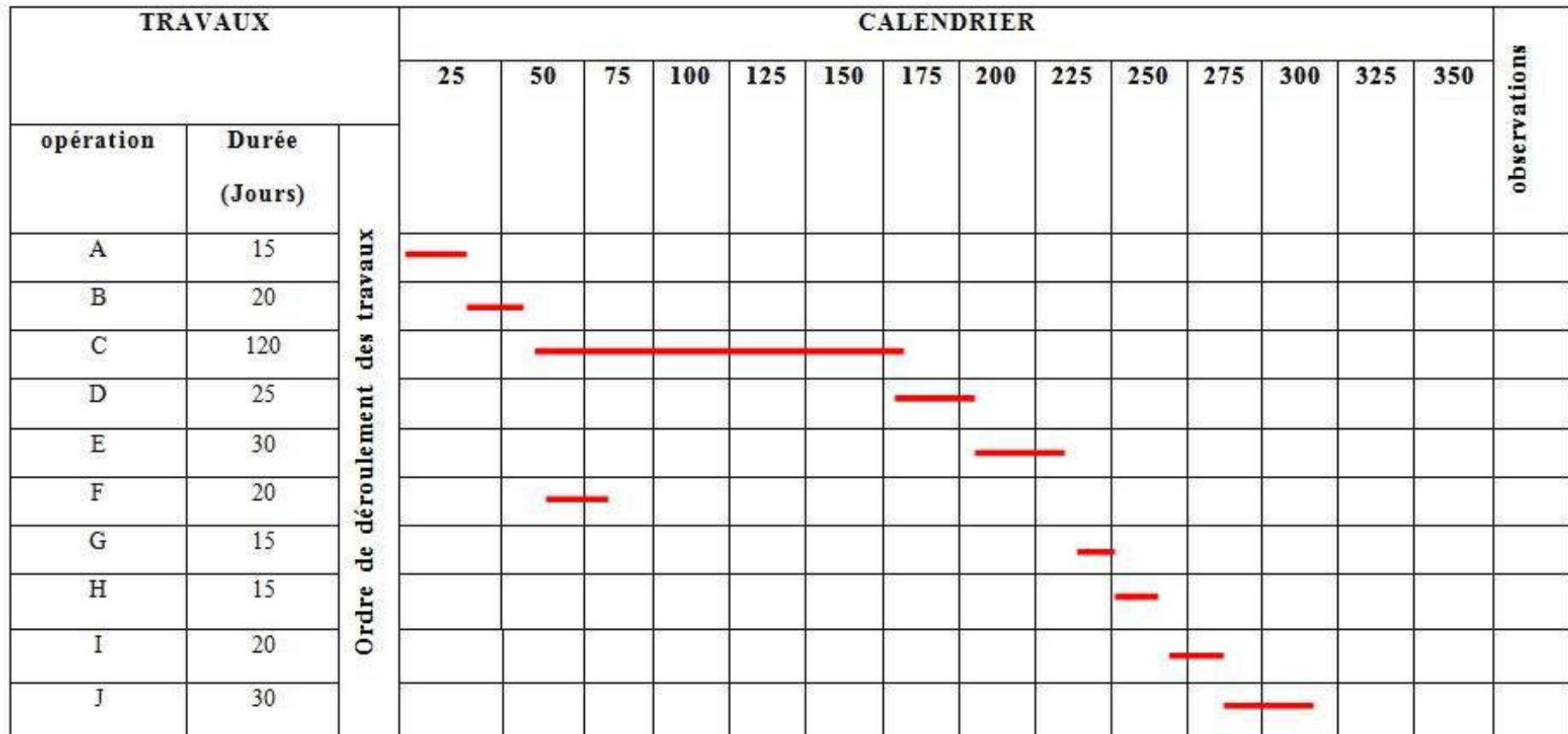


Fig V.7 : Diagramme de GANTT

Conclusion

D'après ce chapitre on a conclue que l'organisation de chantier est nécessaire avant le commencement des travaux, car elle nous définir tout les volumes des travaux nécessaire pour élaborer le chantier.

D'autre part on peut prendre une information sur le coût total de projet ainsi que leur temps de réalisation. L'organisation de chantier définie aussi tout les engins utilisé dans le chantier et le choix finale des engins et basée sur une étude économique.

CHAPITRE VI :
Calcul technico-
économique

Introduction

Dans notre projet l'aspect économique doit être pris en considération, pour cette raison on doit faire une estimation des frais.

Le calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain, on multiplie le volume des travaux par le prix unitaire, dans notre projet on a les travaux suivants :

- Réseau d'irrigation
- Réseau de distribution et réservoir
- Coût des cultures

VI.1. devis de réseau d'irrigation localisée.

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau VI.1. Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
TubeØ20 PEBD	m/l	31020	16.22	503144,4
Tube110 PEBD	m/l	928	721,62	669663,36
TubeØ120 PEHD	m/l	4	934,26	3737,04
TubeØ120 PEHD	m/l	4	934,26	3737,04
Vanne Ø20	U	188	453.5	85258
Vanne Ø110	U	2	4693.6	9387,2
Vanne Ø110	U	2	4693.6	9387,2
Fertiliseur	U	1	23731.2	23731,20
Filtre à tamis métallique	U	2	13500	27000
Manomètre glycérine 10bars	U	2	832.92	1665,84
TE Ø110	U	4	7603	30412
Bouchon Ø20	U	208	20	4160
Bouchon Ø110	U	6	43.88	263,28
Goutteur réglable	U	10340	6.13	63384,2
Total 01				1520188,76

VI.2. Factures pro-forma de réseau de distribution et réservoir

VI.2.1. Calcul du volume de terrassement

VI.2.1.a. Largeur du fond de la tranchée

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

$$B = d + (0.5-1.2)$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m) d :

diamètre de la conduite (m) **VI.2.1.b**

.profondeur de la tranchée

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

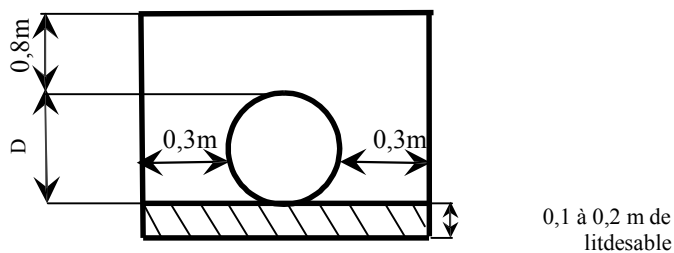


Figure VI.1 : Schéma d'une tranchée

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

Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur de lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

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

VI.2.2. Le réseau de distribution

VI.2.2.a. Calcul du volume de déblai

La surface à calculer est la surface rectangulaire

$$S = B * H$$

$$B = d + (0.5-1.2)$$

$$\text{Donc : } B=1+ \emptyset$$

$$H= 1+ \emptyset \text{ m}$$

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau VI-2

Tableau VI.2: calcul du volume de déblai

Tronçon	Diamètre (mm)	longueur de la conduite (m)	largueur d'une tranchée b :(m)	Hauteur de La tranchée(m)	Volume de déblai (m ³)
P-1	850	209,49	1,45	1,85	561,96
P-3	700	130,47	1,3	1,7	288,34
P-4	700	191,74	1,3	1,7	423,75
P-5	600	157,26	1,2	1,6	301,94
P-6	600	730,24	1,2	1,6	1402,06
P-7	550	523,49	1,15	1,55	933,12
P-8	450	445,29	1,05	1,45	677,95
P-9	300	1457,16	0,9	1,3	1704,88
P-11	150	199,46	0,75	1,15	172,03
P-12	100	373,32	0,7	1,1	287,46
P-13	400	171,95	1	1,4	240,73
P-14	250	182,85	0,85	1,25	194,28
P-15	150	489,16	0,75	1,15	421,90
P-16	150	119,10	0,75	1,15	102,72
P-17	125	144,18	0,725	1,125	117,60
P-18	300	568,34	0,9	1,3	664,96
P-19	250	332,33	0,85	1,25	353,10
P-20	150	472,23	0,75	1,15	407,30
P-21	150	158,38	0,75	1,15	136,60
P-22	150	165,41	0,75	1,15	142,67
P-23	150	540,51	0,75	1,15	466,19
P-24	100	152,08	0,7	1,1	117,10
P-25	150	207,70	0,75	1,15	179,14
P-27	300	219,30	0,9	1,3	256,58
P-28	250	474,51	0,85	1,25	504,17
P-29	150	103,80	0,75	1,15	89,53
P-30	150	259,09	0,75	1,15	223,47
P-31	200	339,79	0,8	1,2	326,20
P-32	150	108,17	0,75	1,15	93,30

P-33	150	508,42	0,75	1,15	438,51
P-34	150	97,98	0,75	1,15	84,51
P-35	150	195,55	0,75	1,15	168,66
P-36	250	209,30	0,85	1,25	222,38
P-37	125	99,33	0,725	1,125	81,02
P-38	250	89,57	0,85	1,25	95,17
P-39	160	140,69	0,76	1,16	124,03
P-40	200	86,06	0,8	1,2	82,62
P-41	90	112,31	0,69	1,09	84,47
P-42	150	69,03	0,75	1,15	59,54
P-43	100	301,53	0,7	1,1	232,18
P-44	125	424,86	0,725	1,125	346,53
P-45	350	40,50	0,95	1,35	51,94
P-46	150	96,95	0,75	1,15	83,62
P-47	250	309,98	0,85	1,25	329,35
P-48	150	81,92	0,75	1,15	70,66
P-49	250	223,21	0,85	1,25	237,16
P-50	150	136,95	0,75	1,15	118,12
P-51	160	183,24	0,76	1,16	161,54
P-52	100	87,93	0,7	1,1	67,71
P-53	150	343,01	0,75	1,15	295,85
P-54	150	208,48	0,75	1,15	179,81
P-55	250	155,56	0,85	1,25	165,28
P-56	200	81,45	0,8	1,2	78,19
P-57	150	142,02	0,75	1,15	122,49
P-58	150	178,27	0,75	1,15	153,76
P-59	150	227,31	0,75	1,15	196,05
P-64	300	209,67	0,9	1,3	245,31
P-65	200	233,84	0,8	1,2	224,49
P-72	750	489,76	1,35	1,75	1157,06
P-73	700	503,06	1,3	1,7	1111,76
P-74	160	158,83	0,76	1,16	140,02
TOTAL					19000,80

VI.2.2.b. Calcul du volume de lit de sable

Ce lit correspond à une couche de sable de 12cm sur le fond de la tranchée, donc c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule cette surface en utilisant la formule suivante $V = e * b * L$

Tableau VI.3.calcul du volume de sable

Hauteur (m)	Longueur(m)	Volume (m ³)
0.12	16053,36719	1711,97563

VI.2.2.c .Calcul du volume de remblai

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

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

V_r : Volume du remblai compacté (m³)

V_d : Volume du déblai (m³)

V_s : Volume du sable

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

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Dont les volumes des travaux pour la conduite sont représentés dans le tableau VI-4.

Tableau VI.4 .Calcul du volume de remblai

Diamètre (mm)	Déblai (m ³)	Conduite (m ³)	Sable (m ³)	Remblai (m ³)
90__850	19000,79	1533,63	1711,97	15755,20

VI.2.3. Devis estimatif pour le terrassement et le réservoir

Tableau VI.5.Factures pro-forma terrassement et le réservoir

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
1) déblai en terrain	m ³	19000,79	300	5700237
2) lit de sable	m ³	1711,97	800	1369576

3) remblaiement de la tranchée	m ³	15755,20	200	3151039,76
TOTAL 02				108949922,7

VI. 3 coûts des cultures projet

Tableau VI.6. Estimation du coût des cultures projetées dans le secteur

Cultures	prix/jour/Ha(DA)	surface occupée (Ha)	Montant (DA)
Vigne	161890	127,15	21347213,5
Olivier	114530	93,32	10687939,6
Agrumes	202430	61,32	12413007,6
Blé	195390	56,09	10959425,1
Pomme de terre	23354	56,66	1299883,64
Raisin	483458	90,12	43569234,96
TOTAL 03		484,66	100276704

VI.4.Devis estimatif total :

D=total 01+total 02+total 03=**210746815,5 DA**

Les prix unitaires sont fournis par la STPM-CHIALI en toute taxe.

Les pris d'équipements déterminés d'après des marchés Algérie

.

Conclusion

D'après le coût de la projection des réseaux qu'on a obtenue, on remarque que l'estimation du réseau d'irrigation localisée est très élevée. Cette élévation est due à l'utilisation d'un nombre de conduite assez important, et a la filtration qui demande des équipements trop chers.

Conclusion générale

Au terme de ce travail de mémoire de fin d'étude, il vient de conclure que le sujet traité est d'une importance majeure en vue de préserver et d'optimiser la ressource en eau dans la région de Tlaghma-Ouest.

Ce travail nous a permis de dimensionner le réseau d'irrigation en goutte à goutte du périmètre en question tout en passant par premièrement une introduction de la technique d'arrosage performante (goutte à goutte) dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel dans une telle étude.

Aussi, l'étude du climat (précipitation-température), a montré que notre région a un climat sub-humide; et l'analyse du sol nous a donné un sol lourd assez imperméable, pas salé avec une quantité de matière organique moyenne.

L'étude hydrologique nous a révélé après l'ajustement par la loi de **GAUSSE** de la série des pluies journalières maximales, adoptée dans notre projet, présente une bonne adéquation.

(P80%=413,2mm), (P50%=508,9mm)

Egalement les besoins totaux d'irrigation pour nos cultures :

B_{agrumes}=171.06mm

Après le dimensionnement du réseau, on remarque que tous les vitesses dans les conduites et les pressions dans les bornes sont admissibles (1m/s et 2m/s et 10 mce).

En terme de cette étude, on recommande de se pencher un peu plus sur le volet entretien du réseau une fois que celui-ci est réalisé. Car pour cette technique précise d'irrigation, surtout en tenant compte du fait que la source est superficielle (c'est-à-dire à partir du barrage de Oued El Ath mania) où souvent la qualité de celle-ci est variable selon les saisons ; la longévité de ce réseau sera conditionnée par la qualité des interventions en termes d'entretien, ce qui est très souvent négligeable en Algérie.

Références bibliographique

Références bibliographie

- ❖ **BENLAOUKLI.B** : cours organisation de chantier 5ème année ; ENSH Blida
.Algérie.
- ❖ **MEBARKI.A**, 2008 : hydrologie des bassins de l'est algérien ressources en eau, aménagement et environnement.
- ❖ **MEDJDOUB.S** : cours irrigation et drainage 5ème année ; ENSH Blida
- ❖ **PROF.A.MERMOUD**. 2006 : notion fondamentales d'irrigation, école polytechnique fédérale de lausanne, cour d'aménagements et équipements du territoire.
- ❖ **TOUAIBIA.B**, 2004 : Manuel Pratique d'Hydrologie. Presses Madani Frères.
Blida. Algérie.

Sitographie

- ❖ www.monorphologier.de.la.wilaya.de.mila.com
- ❖ www.google.com
- ❖ www.googleearth.com

ANNEXES

Liste des annexes

ANNEXE 1 : Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures.

ANNEXE 2 : Coefficient culturel K_c de chaque culture.

ANNEXE 3 : Caractéristiques hydriques de quelques sols.

ANNEXE 4 : Guide d'estimation du pourcentage du sol humidifiée (P).

ANNEXE 1

Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

Cultures	z (m)
Tomates	1 - 1,2
Cultures maraichères	0,3 - 0,6
Agrumes	1 - 1,2
Arbres fruitiers à feuilles caduques	1 - 2
Vigne	1 - 3

ANNEXE 2

Coefficient culturel Kc de chaque culture

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période répertoriée
	Initial	Développement	MI-saison	Arrivée saison	Récolte	
Banane						
tropical	0,4-0,5	0,7-0,85	1,0-1,1	0,9-1,0	0,75-0,85	0,7-0,8
subtropical	0,5-0,65	0,8-0,9	1,0-1,2	1,0-1,25	1,0-1,25	0,85-0,95
Haricot vert	0,3-0,4	0,65-0,75	0,95-1,05	0,9-0,95	0,85-0,95	0,55-0,6
sec	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75	0,25-0,3	0,7-0,8
Chou	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,9-1,0	0,8-0,95	0,7-0,8
Coton	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,9	0,65-0,7	0,8-0,9
Raisin	0,35-0,55	0,6-0,8	0,7-0,9	0,6-0,8	0,55-0,7	0,55-0,75
Arachide	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,75-0,85	0,55-0,6	0,75-0,8
Maïs doux	0,3-0,5	0,7-0,8	1,05-1,2	1,0-1,25	0,95-1,1	0,6-0,95
grain	0,3-0,5*	0,7-0,85*	1,05-1,2*	0,8-0,95	0,55-0,6*	0,75-0,9*
Haricot sec	0,4-0,6	0,7-0,8	0,95-1,1	0,85-0,9	0,75-0,85	0,6-0,8
vert	0,4-0,6	0,6-0,75	0,95-1,05	0,95-1,05	0,95-1,05	0,65-0,8
Pois, frais	0,4-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	1,0-1,15	0,85-1,1	0,8-0,95
Poisson, frais	0,3-0,4	0,6-0,75	0,95-1,1	0,85-1,0	0,8-0,9	0,7-0,8
Poisson de terre	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,2	0,85-0,95	0,7-0,75	0,75-0,8
Riz	1,1-1,15	1,1-1,2	1,1-1,2	0,95-1,05	0,95-1,05	1,05-1,2
Carthame	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,85-0,9	0,2-0,25	0,65-0,7
Sorgho	0,3-0,4	0,7-0,75	1,0-1,15	0,75-0,8	0,3-0,35	0,75-0,85
Soja	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,15	0,7-0,8	0,4-0,5	0,75-0,9
Legumine mexicaine	0,4-0,5	0,75-0,85	1,05-1,2	0,9-1,0	0,6-0,7	0,8-0,9
Cane à sucre	0,4-0,5	0,7-1,0	1,0-1,2	0,75-0,8	0,5-0,6	0,85-1,05
Tournefort	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,7-0,8	0,35-0,45	0,75-0,85
Tobac	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,2	0,9-1,0	0,75-0,85	0,85-0,95
Tomate	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,95	0,6-0,65	0,75-0,9
Pastèque	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,05	0,8-0,9	0,65-0,75	0,75-0,85
Bé	0,3-0,4	0,7-0,8	0,95-1,2	0,65-0,75	0,2-0,25	0,8-0,9
Lucerne	0,3-0,4				1,05-1,2	0,85-1,05
Agrumes						0,65-0,75
sauf safran						0,55-0,6
Olivier						0,4-0,6

Premier chiffre : avec forte humidité (RHhum > 70%) et vent faible (U < 5 m/sec).
 Second chiffre : avec faible humidité (RHhum < 70%) et vent fort (> 5 m/sec).

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage n° 22, Tableau 18.



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)

e (P)

GUIDE D'ESTIMATION DE P

(p = pourcentage de sol humidifié pour divers débits de distributeurs et divers espacements entre rampes et entre distributeurs dans le cas d'une seule rampe rectiligne, équipée de distributeurs uniformément espacés délivrant une dose de 40 mm par arrosage sur l'ensemble de la surface)

Ecartement entre rampes S _r en m	Débit des distributeurs														
	moins de 1,5 l/h			2 l/h			4 l/h			8 l/h			Plus de 12 l/h		
	Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, S _d en m en sol de texture grossière (G), moyenne (M), fine (F)														
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
	0,2	0,5	0,9	0,3	0,7	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,3	1,6	2,0
	Pourcentage en sol humidifié p %														
0,8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40

