



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

Etude du périmètre d'irrigation Mitidja centre DR 37 (191 ha)
à partir du barrage de Douera w. Blida.

Présenté par :

TSOURTATINE Oussama-amine

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
RASSOUL Abdelaziz	Professeur	Président
AZIEZ Ouahiba	M.C.B	Examineur
KERID Rachid	M.C.B	Examineur
SADOUNE Samra	M.C.B	Promoteur

Remerciements

Nous commencerons par remercier nos familles et amis pour nous avoir soutenu et encouragé durant la réalisation de ce projet.

Nous adressons notre reconnaissance tout particulièrement à Mr SADOUNE Samra avoir été notre promoteur de projet.

Nous le remercions ; pour nous avoir guidé sans nous diriger, pour sa pertinence, l'apport de ses compétences, son enthousiasme et sa disponibilité.

Nous tenons tout aussi à remercier notre camarade ZITOUNI Aabd slame qui nous a fait part de son savoir et de son expérience dans le domaine de l'apprentissage automatique.

Nous tenons à remercier les membres du jury pour avoir pris le temps d'examiner et évaluer notre travail.

Nous n'oublierons pas les professeurs qui nous ont suivi tout au long de notre parcours universitaire, nous leur sommes reconnaissants pour leurs efforts et le savoir qu'ils nous ont transmis .

ملخص

لقد قمنا في هذا العمل بدراسة حول منطقة القطاع الفرعي الدويرة 37 متيجة وسط التي أنجزنا فيها مشروعنا. يندرج هذا العمل في اطار دراسة و متابعة استغلال مساحة مسقية ، و هذا باستعمال تقنية التقطير و ذلك لخصائص التربة و المناخ الذي نجده في هذه المنطقة و للتقليل من نسبة ضياع المياه سواء بالتبخر او التسرب في التربة . و في الاخير اقترحنا استعمال هذه التقنية الحديثة في السقي من اجل الوصول الى استغلال نسبة اكبر من الاراضي وبنفس كمية المياه.

Résumé

A travers ce mémoire nous avons effectué une étude du périmètre d'irrigation Mitidja centre DR 37 Notre but consiste à projeter un réseau d'irrigation sur une; ce qui implique l'introduction de nouvelles technique d'irrigation à sa voir l'utilisation du système de goutte à goutte , a fin de maitriser la quantité d'eau à utiliser en irrigation et limiter ainsi le taux de pertes soit par évaporation ou par percolation. En fin ,nous conseillons les agriculteurs d'utiliser cette nouvelle technique d'irrigation a fin d'optimiser les parcelles d'irrigation et d'augmenter les rendements des cultures en régions arides.

Abstract

Through this work ,we will make a study on the area of the Mitidja center DR 37 irrigation scheme ,where we carries out our project .Thus ,the main goal consists in projecting a network of irrigation, In this zone where precipitation is in sufficient and irregular what implies the introduction of new techniques of irrigation of drop by drop to control the quantity of water to be used in the irrigation and thus limit the rate of loss by evaporation as well as percolation. In the end , we advise farmers to use this new method of irrigation in order to achieve a maximum exploitation of agricultural areas and increasing yields of crops, in particular in arid zone like BLIDA city.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude

I.1 Introduction.....	2
I.2 Présentation de la zone d'étude	2
I.2.1 Présentation de la plaine de Mitidja.....	2
I.2.2 Présentation du périmètre de la Mitidja centre tranche II	3
I.2.3 Présentation du Sous-Secteur DR 37	4
I.3. Etude Climatique	4
I.3.1. les précipitations	4
I.3.2. La température de l'air.....	5
I.3.3. Les vents.....	7
I.3.4. L'humidité relative de l'air	7
I.3.5. L'insolation	8
I.3.6. Evaporation	9
I.3.7. Indices Agro-météorologiques	9
I.3.7.1. Indice de Martonne	9
I.3.7.2. Classification du climat selon le diagramme d'Emberger	10
I.3.7.3. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen.....	11
I.4 Conclusion.....	12

Chapitre II : Ressources en eau et en sol

II.1. Introduction.....	13
II.2. Etude pédologique.....	13
II.2.1. But de l'étude pédologique.....	13
II.3. Classification des sols du périmètre Mitidja Centre	14
II.4 Les caractéristiques physiques des sols:.....	14
II.4.1 Le profil pédologique :.....	14
II.4.2 Description morphologique des profils	15
II.5 Ressources en eau d'irrigation.....	17
II.5.1 Les caractéristiques du barrage Douéra	17
II.5.2 Analyse de la qualité de l'eau d'irrigation.....	17
II.6. Conclusion	20

Chapitre III : Ressources en eau et hydrologie

III.1.Introduction	21
III.2.Etude hydrologique.....	21
III.2.1.Etude des pluies annuelles.....	21
III.2.2.Présentation de la station météorologique.....	21
III.2.3.Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique.....	23
III.2.4.Etude de l'échantillon	25
III.2.4.1.Choix du type de loi.....	25
III.2.4.2.Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale.....	25
III.2.4.3.Test de validité de l'ajustement à la loi choisie.....	27
III.2.4.4 Test de Khi carré pour la loi Normale.....	27
III.2.4.5.Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normale (loi de Galton).....	28
III.2.4.6.Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale (loi de Galton).....	30
III.4.Détermination de l'année de calcul	31
III.5. Conclusion.....	32

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

IV.1.Introduction.....	33
IV.2.Choix des cultures à mettre en place de la region d'études.....	33
IV.3. Définition d'un régime d'irrigation.....	33
IV.4.Besoins en eau des cultures.....	33
IV.4.1 Définition	33
IV.4.2.L'évapotranspiration.....	33
IV.4.2.1.Méthode d'évaluation de l'évapotranspiration.....	34
IV.4.2.1.1.Méthodes directes.....	35
IV.4.2.1.2.Méthodes indirectes	35
IV.4.2.2.Calcul de l'évapotranspiration.....	38
IV.5. L'évaporation maximale de culture (ETM)	38
IV.6.Assolement et rotation	39
IV.7.La réserve facilement utilisable (RFU).....	40
IV.8.Calcul des pluie efficaces.....	42
IV.9.Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures.....	43
IV.10 Calcul des besoins brut	43
IV.11 Détermination des besoins en eaux des cultures	44
IV.12 Calcul des Débit spécifique.....	50
IV.13Débit caractéristique.....	51

IV.14.Conclusion	52
------------------------	----

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution

V.1.Introduction	53
V. 2 Choix de la variante d'aménagement	53
V.3.Découpage des îlots d'irrigation.....	53
V.3.1 Taille des îlots d'irrigation	55
V.3.2 Débit fictif continu	55
V.3.3 Débit d'équipement	55
V.4 .Modalité de distribution	56
V.4.1 L'irrigation à la demande	56
V.4.2.L'irrigation au tour d'eau	56
V.4.3.Tour d'arrosage à l'antenne.....	56
V.4.4.Tour d'arrosage à la borne.....	57
V.5.La méthodologie de dimensionnement.....	57
V.6.Calcul des débits des ilots	57
V.6.1. Données de base du dimensionnement.....	58
V.6 .2.Choix du type de borne	58
V.6.3.Choix de diamètre de la borne	58
V.7.Choix de tracé.....	59
V.8.Matériaux de construction des canalisations	59
V.8.1. Choix du matériau des conduites.....	59
V.8.2.Les matériaux	60
V.8.2.1 conduites en fonte.....	60
V.8.2.2 Conduites en acier	60
V.8.2.3 Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure)	60
V.8.2.4 Avantages des canalisations en PEHD	60
V.9.Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution.....	61
V.10. Dimensionnement des canalisations.....	61
V.10.1.Vitesse admissible	61
V.10.2.Calcul des diamètres.....	61
V.10.3.Calcul des pertes de charge	62
V.11.Conclusion.....	66

Chapitre VI : Les Techniques d'irrigation

VI.1.Introduction.....	67
VI.2.Différentes techniques d'arrosage	67
VI.2.1.L'irrigation de surface	67
VI.2.1.1.L'irrigation par ruissellement	67
VI.2.1.1.1Les avantages de l'irrigation par ruissellement..	67
VI.2.1.1.2.Les inconvénients.....	67
VI.2.1.2.L'irrigation par submersion	68
VI.2.1.2.1.Les avantages de la submersion	68
VI.2.1.2.2.Les inconvénients:.....	68
VI.2.1.3.L'irrigation par infiltration	68
VI.2.1.3.1.Les avantages	68
VI.3.5.Les inconvénients.....	68
VI.2.2.L'irrigation par submersion	69
VI.2.2.1.L'irrigation par aspersion (pivot).....	69
VI.2.2.1.1Les avantages	71
VI.2.2.1.2.Les inconvénients.....	71
VI.2.3L'irrigation localisé(goutte à goutte)	71
VI.2.3.1Les avantages.....	72
VI.2.3.2.Les inconvénients.....	72
VI.3.Choix des technique d'arrosage.....	72
VI.3.1Les contraintes naturelles.....	73
VI.3.1.1L'évaporation.....	73
VI.3.1.2:Le vent	73
VI.3.1.3.Le sol.....	73
VI.3.1.4.La pente.....	73
VI.3.2.Les contraintes techniques	73
VI.3.3Les contraintes agronomiques.....	73
VI.4.Conclusion	75

Chapitre VII : Démentation d'un réseau goutte à goutte

VII.1.Introduction.....	76
-------------------------	----

VII.2.Définition.....	76
VII.3 Composition d'une installation goutte à goutte.....	76
VII.3.2 Composition L'unité de tête.....	76
VII.3.2.1 Unité de filtration.....	77
VII.3.2.2. Filtre à tamis.....	77
VII.3.2.3. Filtre à sable.....	78
VII.3.2.4 .Filtre à gravier.....	78
VII.3.3 La conduite principale.....	79
VII.3.4 Le porte-rampes.....	79
VII.3.5 Les rampe.....	79
VII.3.6 Les distributeurs.....	79
VII.3.6.1 Différents types de distributeurs.....	79
VII.4.Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte.....	80
VII.4.1.Données générales.....	80
VII.5. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée.....	81
VII.5.1.les besoins journaliers.....	81
VII.5.2.Besoin journalier en tenant compte de la réduction K_r	81
VII.5.3.La dose d'irrigation nette pratique.....	82
VII.5.4. Fréquence des arrosages.....	83
VII.5.5. Durée d'arrosage par mois.....	83
VII.5.6. Durée d'arrosage journalier:.....	83
VII.5.7.Nombre de poste.....	83
VII.5.8. Surface de la parcelle.....	84
VII.6.Calculs hydrauliques.....	84
VII.6.1.Condition hydraulique.....	84
VII.6.1.1.Le nombre d'arbres par rampe.....	85
VII.6.1.2.Nombre de goutteurs par rampe.....	85
VII.6.1.3.Le nombre de rampes.....	85
VII.6.2..Débit de le rampe.....	85
VII.6.3.Débit de le porte rampe.....	85
VII.6.4.Débit de la conduite secondaire.....	85
VII.6.5.Dimensionnement des différentes parties du réseau.....	85
VII.6.5.1.Vérification des pertes de charges.....	86
VII.6.6 Calculs hydrauliques de la rampe.....	87

VII.6.7 Calculs hydrauliques de la porte rampe	87
VII.6.8 Calcul des diamètres de la conduite secondaire	87
VII.6.9.Calcul de caractéristique de conduites secondaires	87
VII.6.10.La pression d'eau à la borne de distribution	88
VII.6.11.Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable	88
VII.7.Conclusion	89

Chapitre VIII : Evaluation du cout du projet

VIII.1.Introduction	90
VIII.2.Devis de réseau d'irrigation localisée	90
VIII.2.1.Dépenses des travaux	92
VIII.2.2.calcul du volume de déblai et remblai	92
VIII.3.Conclusion	94
CONCLUSION GENERALE	97

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude

Tableau I.1 : Pluies moyennes mensuelles (33 ans)	4
Tableau I.2 :Moyenne des données mensuelles des températures de 1983 à 2015	6
Tableau I.3 : La force des vents dans la région d'étude	7
Tableau I.4 : Humidité relative de la région d'étude	8
Tableau I.5 :Insolation moyenne (1983-2015).....	8
Tableau I.6 :Moyenne mensuelle de l'évaporation (1983-2015)	9
Tableau I.7 :Classement de l'Indice selon De Martonne.....	10
Tableau I.8 :Moyennes mensuelles de précipitations et de températures.....	11

Chapitre II : Ressources en sol et en sol

Tableau II.1 : Résultats des analyses des échantillons de sol	16
Tableau II.2 :Propriétés hydrodynamiques du profil pédologique.....	17
Tableau II.3 : Quelques caractéristiques physico-chimiques de l'eau du barrage Douéra.....	17
Tableau II.4 : Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	18
Tableau II.5 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	18

Chapitre III : Ressources en eau

Tableau III.1 :Précipitation mensuelle de la station Soumaa	22
Tableau III.2 :Test d'homogénéité de Wilcoxon.....	24
Tableau III.3 :Ajustement à la loi normale.....	26
Tableau III.4 :Ajustement à la loi log normale.....	29
Tableau III.5 :Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul	31

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau IV.1: Résultat de calcul de L'Evapotranspiration de référence (ETo).....	38
Tableau IV.2: Coefficients culturaux (Kc) des cultures	39
Tableau IV.3: Surfaces occupées par les différentes cultures	40
Tableau IV.4: Humidité à la capacité au champ et de flétrissement.....	41
Tableau IV.5: Les profondeurs d'enracinement	41
Tableau IV.6 : Pluies efficaces calculées	42
Tableau IV.7: Besoinseneaud'irrigation d'olive	44
Tableau IV.8: Besoinseneaud'irrigation de pomme de terre.....	45
Tableau IV.9: Besoinseneaud'irrigation de sorgho	46
Tableau IV.7: Besoinseneaud'irrigation de tomate.....	47
Tableau IV.8: Besoinseneaud'irrigation de l'orge	48
Tableau IV.9: Besoinseneaud'irrigation de Betrave	49
Tableau IV.9: donnée les résultats de besoins net (mm) de la culture.....	50

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution

Tableau V.1: Les différentes îlot du périmètre.....	54
Tableau V.2: Choix du diamètre de la borne	58
Tableau V.3: Caractéristiques des ilots avec les débits de chaque borne	59
Tableau V.4: Les paramètres de perte de charge	62
Tableau V.5: Calculs hydrauliques du réseau de distribution.....	63

Chapitre VI : Les techniques d'irrigation

Tableau VI .1: Analyse multicritère de choix de technique d'arrosage.....	74
--	----

Chapitre VII:Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

Tableau VII.1 Caractéristique de la conduite de la rampe 01	87
Tableau VII.2 Caractéristique de la conduite de la rampe 03.....	87
Tableau VII.3 Caractéristiques de la conduite de la porte rampe 01	88
Tableau VII.4 Caractéristiques de la conduite de la porte rampe 03	88
Tableau VII.5 Caractéristique de la conduite secondaire	88
Tableau VII.6 : résumer des caractéristique de la conduite secondaire.....	86

Chapitre VIII : Evaluation du cout du projet

Tableau VIII.1: Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation.	92
Tableau VIII.2: Prix du mètre linéaire des conduites en PEHD selon CHIALI.	93
Tableau VIII.3: Calcul de terrassement.....	94

LISTE DES FIGURES

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude

Figure I- 1 Plan de la Mitidja	2
Figure I- 2 Limites des Secteurs de la Mitidja centre	3
Figure I.3 :Histogramme de la pluviométrie moyenne mensuelles en (mm)	5
Figure I.4: Histogramme des températures (1983-2015).....	6
Figure I.5 : La vitesse du vent moyenne mensuelle en m/s (1990-2015).....	7
Figure I.6 : Histogramme de l'humidité relative en % (1983-2015)	8
Figure I.7 : Diagrammebioclimatiqued'Emberger	11
Figure I.8 : Diagramme ombrothermique de la wilaya de BLIDA	12

Chapitre II : Ressources en eau et en sol

Figure II.1 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	19
--	----

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

Figure III.1.Présentation de la station météorologique de SOUMAA.....	21
Figure III.2 : Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss.....	26
Figure III-3. Ajustement des pluies annuelles à la loi log-Normale.....	30

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution

Figure V- 1 Schéma hydraulique : transfert Harrach-Douera. (Source ONID).....	65
---	----

Chapitre VI : Les techniques d'irrigation

FigureVI.1:Irrigation par pivot.....	70
Figure V.2: irrigation localisée.....	72

Chapitre VII : Dimensionnement d'un réseau goutte a goutte

FigureVII.1:Dilueur d'engrais.....	77
FigureVII.2:Filtre à tamis.....	77
FigureVII.3:Filtre à sable.....	78
FigureVII.4:Filtre à gravier.....	78
FigureVII.5:Shéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte.....	80

FigureVII.6:Shéma explicatif de la desserte borne-goutteur..... 89

Chapitre VIII : Evaluation du coût du projet

FigureVIII.8:Shéma simplifié pour place la conduite d'adduction..... 94

LISTE DES PLANCHE

Planche N°1 : Plan de situation de la Mitidja centre W.ALGER-BLIDA-TIPAZA.

Planche N°2 : PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE TRANSFERT HARRACH-DOUIRA W.ALGER-BLIDA.

Planche N°3 : Plan de situation de la SOUS SECTEUR DR 37.

Planche N°4 : RESEAU DE DISTRIBUTION DU SOUS-SECTEUR DR37.

Introduction Générale

L'eau est une source de vie et de prospérité, la garantir et la mettre à disposition de l'homme à la demande est un confort, et une richesse inégalée, mais la plus grande des pertes c'est son gaspillage, comme toute richesse elle doit régir à une politique de gestion raisonnable, et s'engage à tout mettre en œuvre pour la préserver, en plus l'augmentation de la demande en cette ressource nous oblige aujourd'hui à la gérer de manière intégrée et efficace, dans une perspective de long terme, et ainsi à trouver des solutions innovantes pour répondre à la demande.

Notre pays a connu et connaîtra de longue période de sécheresse, en particulier dans les régions à climat semi aride ou la pluviométrie est déjà insuffisante et mal répartie.

L'objet de ce mémoire dans le cadre de l'aménagement hydro-agricole de la région de la plaine de la Mitidja (l'étude du périmètre d'irrigation du sous secteur DR 37 Wilaya de Blida), est de trouver une solution aux problèmes de l'efficacité de l'eau, et de la mauvaise gestion des eaux d'irrigation dans les périmètres .

Le but de notre travail est de projeter un réseau d'irrigation, en prenons en considération la rareté de l'eau, l'accidentalité du terrain.

Pour cela nous avons opté pour un réseau d'irrigation goutte-à-goutte, qui est caractérisé par son économie en eau; donnant de faibles quantités d'eau pendant plusieurs jours. Le goutte-à-goutte implique un réseau dense de conduite de faible diamètre sur lesquelles sont montés des dispositifs calibrés capables de réduire la pression.

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude

I.1 Introduction :

Dans ce présent chapitre nous présentons les conditions naturelles de la région d'étude à savoir la géographie, la topographie, et la climatologie pour pouvoir par la suite dimensionner les ouvrages hydrauliques qui constituent un des facteurs principaux pour l'aménagement du territoire et le développement économique et social du pays.

I.2 Présentation de la zone d'étude :

La zone d'étude concerne le périmètre de Mitidja centre qui est situé dans la wilaya de Blida.

I.2.1 Présentation de la plaine de Mitidja :

La Mitidja est une plaine alluviale du Nord Algérien qui s'étend sur une longueur de 90 km et une largeur variable de 8 à 18 km, elle couvre une superficie d'environ 1 500 000 ha.

La plaine de Mitidja se caractérise par une longitude $2^{\circ}32'00''$ à $3^{\circ}19'00''$ et une latitude $36^{\circ}25'17''$ à $36^{\circ}47'40''$ N. Enfin elle est répartie sur quatre Wilayas : Boumerdes, Alger, Blida, et Tipaza.

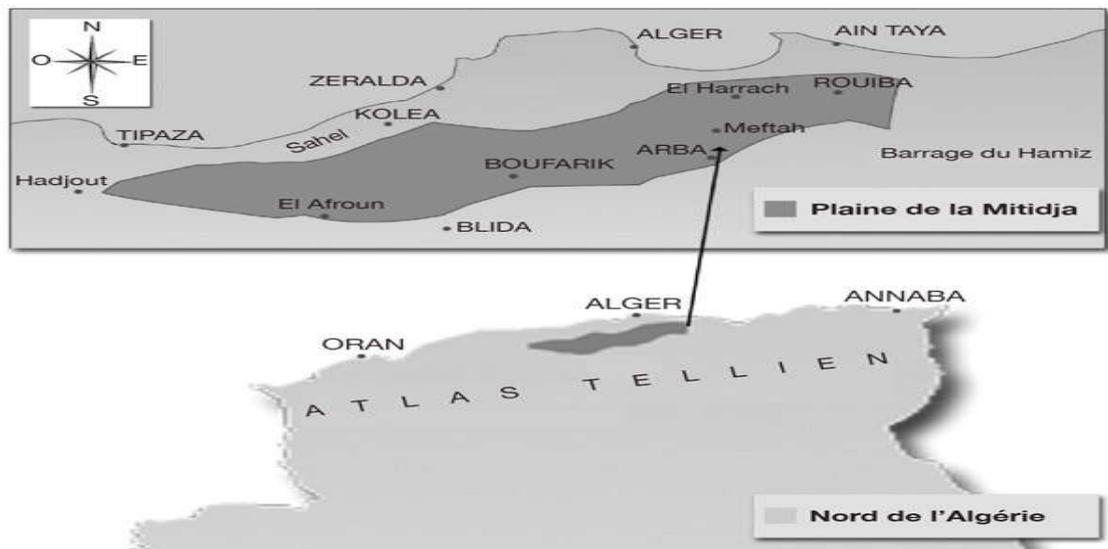


Figure I- 1 Plan de la Mitidja .

La plaine de Mitidja se divise en trois zones :

- La Mitidja Ouest à l'Ouest de l'Oued Chiffa.
- La Mitidja centre entre les oueds Chiffa et Harrach.
- La Mitidja Est entre les oueds Harrach et Boudouaou.

Le plaine de la Mitidja centre est subdivisée en 2 grands périmètres :

* Périmètre de la Mitidja centre tranche I : qui contient 2 secteurs DR1 (3.332 ha) et DR2 (3.758 ha)

* Périmètre de la Mitidja centre tranche II : qui contient 2 secteurs DR3 (6550 ha) et DR4 (3540 ha)



Figure I- 2 Photo Limites des Secteurs de la Mitidja centre. (Source ONID)

I.2.2 Présentation du périmètre de la Mitidja centre tranche II :

Le périmètre d'irrigation de la Mitidja centre tranche II est limité au sud par le périmètre de la Mitidja centre tranche I et au Nord par le Sahel, bande collinaire de quelques kilomètres de large qui borde la mer Méditerranée et sur laquelle est située la ville d'Alger. Il occupe les deux Wilaya d'Alger et Blida, et décomposé en deux secteurs DR3 et DR4 :

* Secteur DR3 : d'une superficie de 3.332 ha est situé dans au Sud de la Wilaya de Blida à environ 50 km d'Alger

* Secteur DR4 : d'une superficie de 3.758 ha est situé à l'Est de la Wilaya de Blida à environ 25 km d'Alger.

Il est limité par (05) communes à savoir :

Dans la partie nord : Chebli, Ouled Chebli et Boufarik, dans la partie sud : Soumaa et Bouinan .

I.2.3 Présentation du Sous-Secteur DR 37 :

Notre zone d'étude fait partie du secteur DR 2, secteur d'une superficie de 6650 ha, distribué comme suit :

1- Sous-secteur DR 37 : d'une superficie de **191 ha**, c'est la partie choisie pour l'étude du dimensionnement du réseau de distribution, ce sous-secteur est situé à l'ouest de Ouled Chebel , il est limité :

- au sud par la ville de Bouinan et de Massouma.
- à l'ouest par la ville de Boufarik
- à l'est par DR 21 et .du DR 38.
- au nord par la conduite de transfert 2000Ø mm.

Le DR 3 est alimenté à partir de la conduite de transfert El Harrach-Douerra et il est prévu 04 piquages sur cette conduite de transfert 2000Ø mm .

Le DR 37 est alimenté à partir de le 4 piquage qui situe entre la voie ferree et la station de pompage principale SSP .

I.3.Etude Climatique :

Le climat est un facteur primordial qui conditionne la vie végétale ainsi que la production agricole. Tous les facteurs climatiques à savoir : température, vent, précipitation, l'humidité relative, nébulosité et l'évaporation influent sur les cultures envisagées dans leurs cycle végétatifs et sur leurs besoins en eau et c'est pour ce la que le climat est l'un des factures qui entre dans le choix des cultures.

I.3.1.les précipitations :

Tableau I.1 : Pluies moyennes mensuelles (33 ans)

saisons	Automne			Hiver		printemps			Eté			Année	
Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jt	Aou	Total
Pm(m)	24.98	52.01	81.54	87.26	96.48	76.76	66.44	73.93	52.25	8.08	2.40	7.04	629.17

Source (ONID)

Note : Pm : Précipitation moyenne mensuelle ;

D'après le tableau , on remarque que 97 % des précipitations tombent durant les mois d'automne , d'hiver et de printemps tandis que la saison estivale se constitue que 3% des précipitation totales annuelles

Le graphe montre bien la fluctuation des précipitations d'une année à une autre. La tendance des précipitations durant la période considérée est haussière.

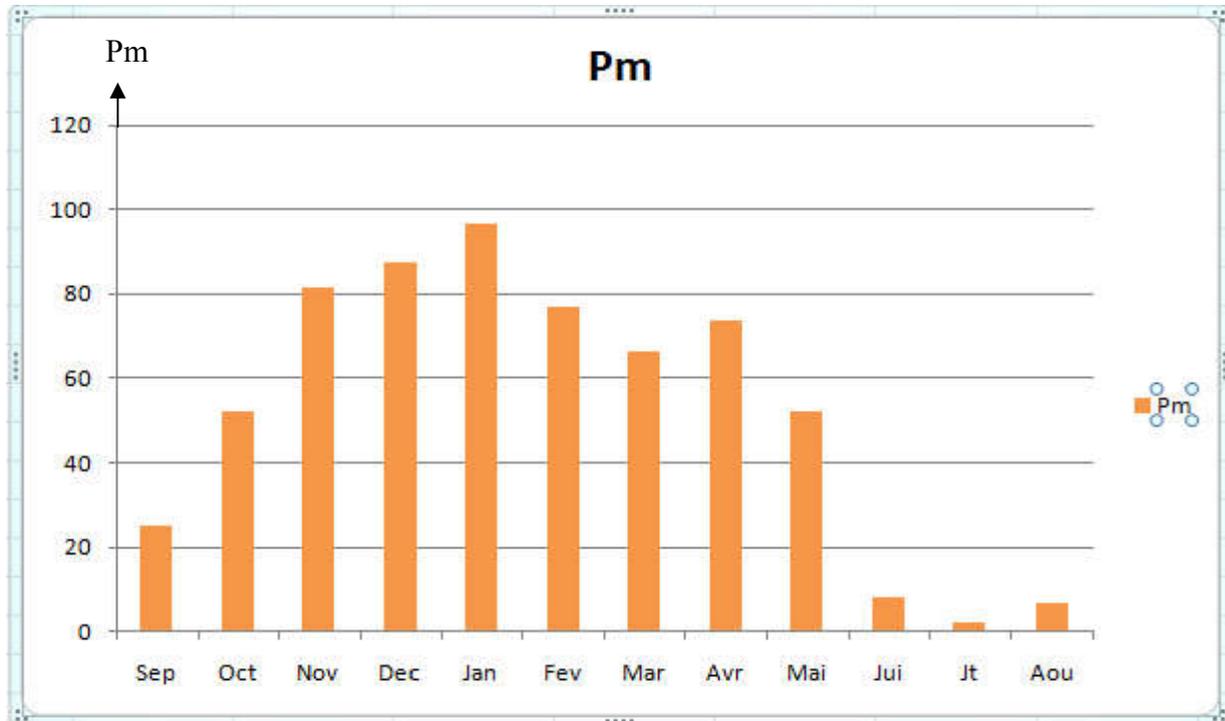


Figure I.3 : **Histogramme de la pluviométrie moyenne mensuelles en (mm)**

L'analyse de la répartition des précipitations nous permet de conclure que la période la plus humide se situe entre le mois de Novembre au mois d'Avril .

La période d'été est la période sèche, où les besoins des cultures augmentent d'où la nécessité de l'irrigation . En effet , les mois les plus fluvieux sont novembre , décembre , janvier, et fevrier ,avec des valeurs comprises entre 76.76et 96.48mm , les mois les plus secs sont juin , juillet et aout .

I.3.2.La température de l'air :

L'observation des températures dans la région d'étude s'est faite sur une période s'étalant de 1983 à 2015.

La température est le deuxième facteur important dans l'étude climatique car elle agit directement sur le phénomène d'évapotranspiration et donc le déficit d'écoulement annuel et saisonnier

La connaissance des températures et leurs amplitudes est indispensable au choix des paramètres d'irrigation et des cultures à mettre en place. Les températures moyennes mensuelles sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I.2: Moyenne des données mensuelles des températures de 1983 à 2015

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
T _{min} °C	10,2	9,8	8,6	13,4	15,7	17,1	23,1	25	21,5	18,4	15,4	3
T _{max} °C	17,5	17,2	22,8	21,3	26,7	31	32,6	36,3	31,3	28,6	21	20,3
T _{moy} °C	13,6	13,9	15,9	17,4	21	25,7	28,8	29,5	26	22,2	17,8	14,7

Source (ONID)

D'après le tableau on peut remarquer deux

✓ **Une période chaude :**

Elle s'étale du mois de Mai jusqu'au mois d'octobre , les mois de juillet et aout sont les plus chauds , avec des moyennes mensuelles de 30°.

✓ **Une période froide :**

Elle s'étale sur les mois de novembre jusqu'au mois d'avril, où les températures moyenne mensuelles enregistrées sont inférieures à lamoyenne annuelle . Le mois de janvier reste le mois le plus froid .

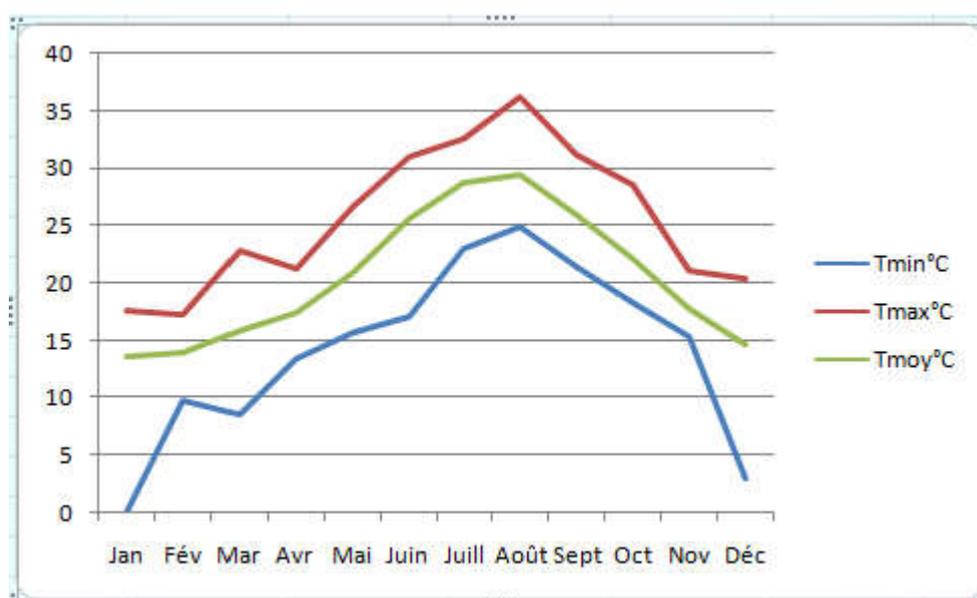


Figure I.4: Histogramme des températures (1983-2015)

I.3.3. Les vents :

Le vent reste un facteur important , puisqu'il agit sur l'évapotranspiration des cultures au niveau d'une parcelle . En irrigation par aspersion en régime venté , on estime en général les pertes d'eau par évaporation entre 10 et 15 % de l'apport d'eau nécessaire , sans compter l'irrégularité

de la répartition de l'eau autour des asperseurs . Les vitesses de vents sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau I.3 : La force des vents dans la région d'étude

Mois	Jan	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
V (m/s)	3.0	3.1	2.9	3.1	2.8	3.0	3.2	3.1	2.5	2.3	2.5	3.7

Source (ONID)

- La vitesse moyenne mensuelle du vent observée oscille entre 2.3m/s en octobre et 3.1m/s en Avril .
- Les dominants sont principalement ceux de direction Nord-ouest . Les vents secs et chauds (sirocco) affectet aussi la wilaya de Blida .

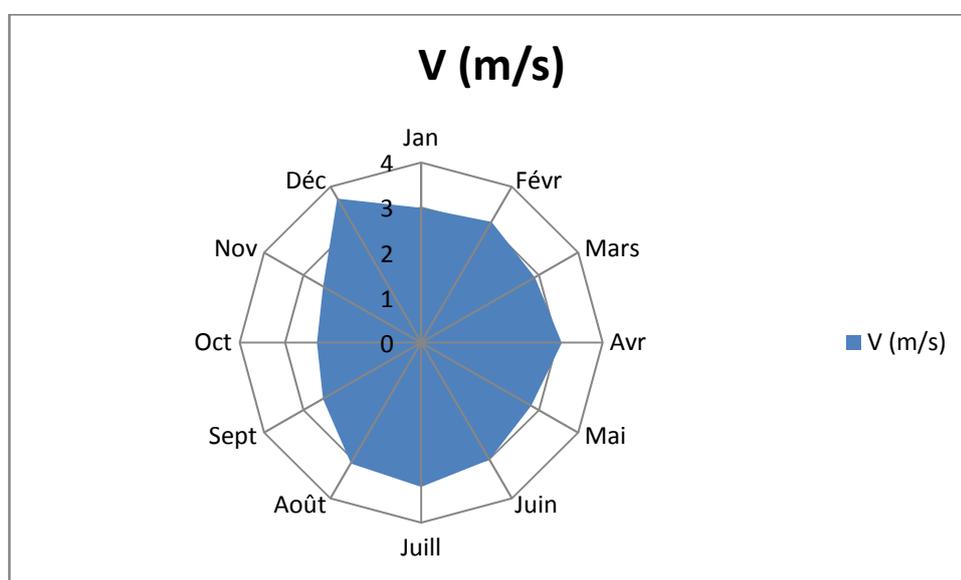


Figure I.5 : La vitesse du vent moyenne mensuelle en m/s (1990-2015)

I.3.4.L'humidité relative de l'air :

L'humidité est un facteur qui conditionne le déficit de saturation et donc l'évapotranspiration , elle influe sur les conditions de développement de la végétation .

Tableau I.4 : Humidité relative de la région d'étude

Mois	Jan.	Févr	Mars.	Avr	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept	Oct	Nov	Déc
Humidité (%)	76.2	76.2	72.9	70.9	70.3	66.6	63	70.2	68.6	70	73.2	79.4

Source (ONID)

D'après ce tableau, on peut observer que l'humidité maximale correspond au mois de janvier avec **79.4%** tandis que la minimale est celle du mois de juillet avec **63%**.

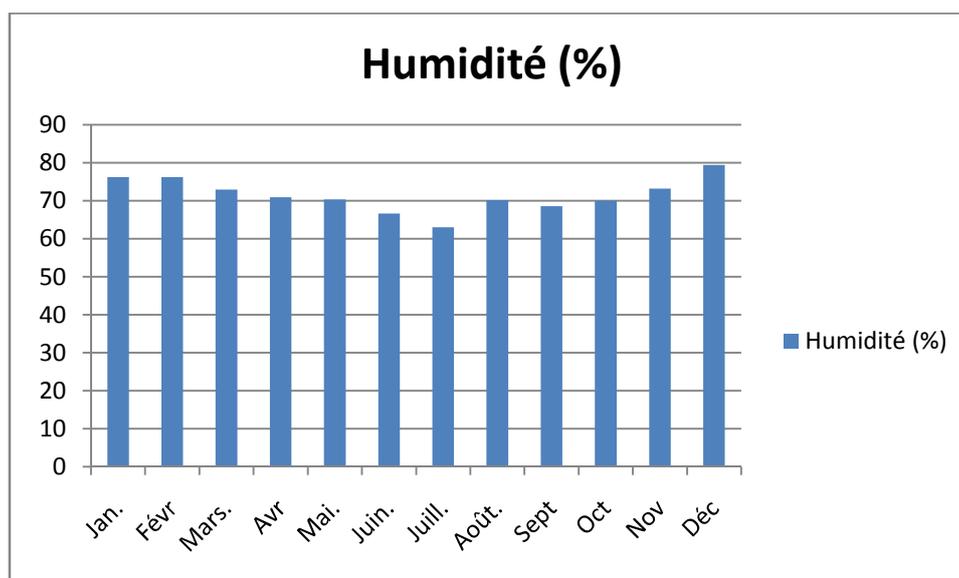


Figure I.6 : Histogramme de l'humidité relative en % (1983-2015)

I.3.5.L'insolation :

La répartition moyenne mensuelle de l'insolation est donnée dans le tableau I.4.

Tableau I.5 Insolation moyenne (1983-2015)

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov	Déc
Insolation (heures/j)	4,43	6,00	7,09	7,65	9,66	10,1	11,2	10,58	9,29	7,07	5,32	4,09

Source (ONID)

De ce tableau on tire on valeur moyenne d'insolation de 7.71 H on remarque que ce paramètre dépend de la saison, en été il est de plus grande valeur qu'en période hivernale

I.3.6.Evaporation :

La répartition moyenne mensuelle de l'évaporation des vents est donnée dans le tableau I.3

Tableau I.6 Moyenne mensuelle de l'évaporation (1983-2015)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy
Evap (mm)	59,0	54,1	70,5	86,6	100,7	134,1	154,8	153,7	117,1	98,0	73,1	61,9	96 ,97

Source (ANRH)

L'évaporation atteint son maximum au mois de juillet (**154,8 mm**), par contre au mois de février elle est à son minimum (**54,1 mm**), sa valeur moyenne interannuelle est de (**96,97 mm**).

I.3.7.Indices Agro-météorologiques :

Pour étudier et classer le climat de la zone d'étude, on utilise des indices agro-météorologiques qui permettent de définir l'étage bio-climatologique, et son impact sur les cultures.

I.3.7.1.Indice de Martonne :

L'indice d'aridité de Martone est un paramètre qui permet la classification du climat en fonction d'un rapport de température sur la pluviométrie annuelle, cet indice nous renseigne sur le degré de sécheresse de la région et donc la nécessité d'introduction de l'irrigation par rapport au climat :

$$I = \frac{P}{(10 + T)}$$

$$I = \frac{629.18}{(10+20.54)} = 20.60$$

Avec :

Ia : indice d'aridité

P : précipitations moyennes annuelles : 629.18 (mm).

T : températures moyennes annuelles : 20.54 (°C).

Tableau I.7 :Classement de l'Indice selon De Martonne

Valeur de l'indice d'aridité	Type de climat
$I < 5$	Désertique
$5 < I < 10$	Très sec (aride)
$10 < I < 20$	Sec (semi-aride)
$20 < I < 30$	Relativement humide (sub-humide)
$I > 30$	Humide

➤ **Commentaire des résultats :**

D'après la valeur de l'indice d'aridité obtenues, à partir de la formule « De Martone », le périmètre DR37 dont fait objet cette étude, se trouve dans l'étage bioclimatique relativement humide (sub-humide).

I.3.7.2. Classification du climat selon le diagramme d'Emberger :

Le quotient pluviométrique indique l'étage bioclimatique de la région étudiée.

$$Q = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

Q : coefficient pluviométrique d'Emberger.

P =: précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

$$Q = 2000 \frac{629.18}{(36,3+273)^2 - (3+273)^2} = 64.56$$

La station de Mitidja centre aura un $Q = 64.56$; elle est située à la limite inférieure de l'étage bioclimatique semi-aride à hiver tempéré.

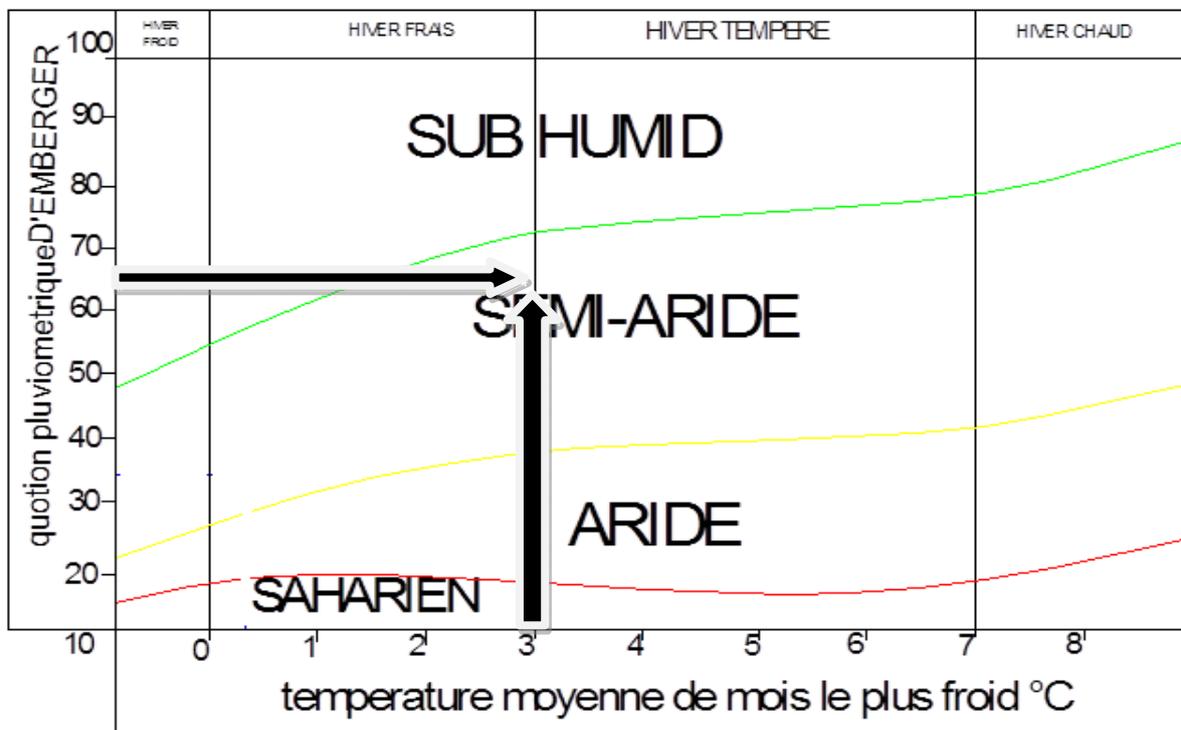


Figure I.7 : Diagramme bioclimatique d'Emberger

I.3.7.3. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen:

Pour connaître la succession de périodes sèches et humides durant l'année, on trace le Climogramme de Gaussen à l'aide des données climatiques.

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonnée les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies dont l'échelle est égal à la moitié de celle des précipitations. Lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, il y'a sécheresse, dans le cas contraire on dit que la période est humide.

La détermination de cette période est d'une grande importance puisqu'elle permet d'identifier les périodes où l'irrigation est indispensable.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
$T_{\text{moy}}^{\circ\text{C}}$	13.6	13.9	15.9	17.4	21	25.7	28.8	29.5	26	22.2	17.8	14.7
$Pm(m)$	96.48	76.76	66.44	73.93	52.25	8.08	2.4	7.04	24.98	52.01	81.54	87.26

Tableau I.8 :Moyennes mensuelles de précipitations et de températures

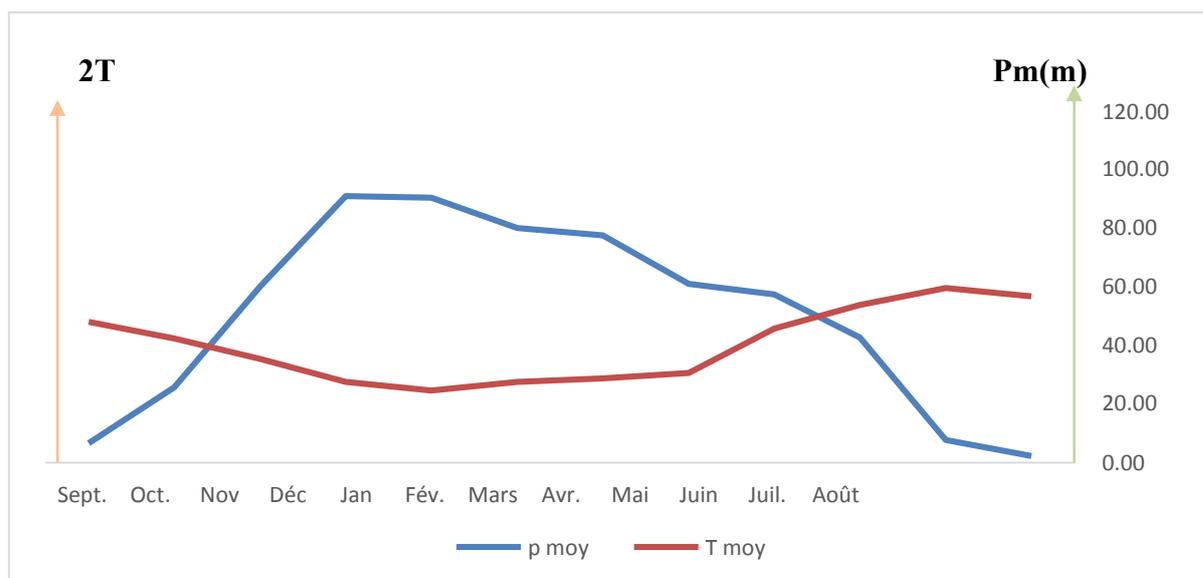


Figure I.8 :Diagramme ombrothermique de la wilaya de BLIDA

➤ **Discussion du diagramme**

D'après la courbe on distingue deux zones : une zone humide et une zone sèche. La zone humide s'étale du mois de novembre jusqu'au mois d'Avril, alors que la zone sèche s'étale du mois de Mai jusqu'au mois d'octobre. Enfin on peut dire que le climat de notre région est situé dans un étage semi-aride.

I.4.Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié les conditions naturelles de la zone d'étude qui nous ont amenés aux conclusions suivantes :

Le périmètre d'irrigation de la ville de Mitidja centre présente une pluviométrie annuelle de 629.17 mm

Les paramètres climatiques et agro-météorologiques indiquent que la zone d'étude est relativement semi-aride.

L'introduction de l'irrigation est donc indispensable pour un développement des cultures et une intensification de l'agriculture dans cette zone.

Chapitre II : Ressources en eau et en sol

II.1.Introduction :

Dans ce chapitre on détermine les caractéristiques physiques du sol de la zone d'étude ainsi que les ressources en eau et la qualité des eaux.

Ces facteurs sont très importants pour le calcul des besoins en eau et le dimensionnement du réseau de distribution.

Les principales contraintes et critères prises en considération pour la classification des sols sont : la texture, le critère d'hydromorphie, la présence et la profondeur de la nappe, la porosité, la salinité et le calcaire actif, bien qu'ils sont localisés dans des zones précises.

II.2.Etude pédologique :

La pédologie est une science qui étudie les caractéristiques du sol, elle est donc une phase primordiale dans tout projet d'aménagement agricole .

L'étude pédologique est un facteur primordial pour prendre en compte la nature et la distribution des caractéristiques et des contraintes relevant des sols.

Dans le cas de l'irrigation, plusieurs caractéristiques doivent être prises en considération, on peut citer notamment:

- La profondeur du sol qui commande l'épaisseur des couches accessibles aux racines et par suite la réserve en eau disponible.
- La texture ou granulométrie de la terre fine et la charge caillouteuse qui joue sur la rétention de l'eau.
- La structure et la porosité des horizons qui commandent la perméabilité du milieu et globalement, la plus ou moins grande facilité de conduite des arrosages.
- Les caractéristiques chimiques (PH, CE, SAR) qui influent sur les possibilités culturales de la zone à irriguer.
- La bonne connaissance des sols permet le bon choix des cultures.

II.2.1.But de l'étude pédologique :

- Evaluer la capacité des sols du secteur étudié à assurer un bon développement des cultures envisagées et à valoriser économiquement l'investissement. Les aptitudes culturales sont appréciées en confrontant les exigences des productions possibles

- Estimé le degré de contribution des sols du périmètre à l'alimentation hydrique des plantes à irriguer.
- Choisir les techniques d'arrosage les plus adaptées aux conditions du sol et de culture (aspersion, goutte à goutte; submersion).
- Fixer les règles à respecter pour une conduite des arrosages dans le système .

II.3.Classification des sols du périmètre Mitidja Centre :

Les sols minéraux bruts s'observent sur des roches qui n'ont pas subi d'évolution pédologique, par contre la fragmentation et la distribution mécanique du matériel peuvent être poussées.

Dans la plaine de la Mitidja les sols sont définis comme non climatiques, car ils résultent d'un matériel, soit récemment érodé, soit d'apport récent, deux groupes de sols minéraux bruts sont distingués.

- **Sols peu évolués**

Ce sont des sols de profils AC formés d'un horizon humifère, reposent sur un matériau fragmenté mais peu altéré.

- **Sols à sesquioxydes de fer**

Les sols de cette classe sont formés sous un climat de type méditerranéen. Ils sont représentés en Mitidja par les sols rouges. De profil A B C, ils sont très vivement colorés et développés sur les matériaux rubéfiés du soltanien. Ils couvrent une superficie importante.

- **Sols calcimagnésiques**

Les sols carbonatés n'occupent qu'une très faible superficie. Les sols de cette classe sont déterminés par l'importance physico-chimique des alcalino-terreux. Dans l'horizon A, la matière organique est fortement liée aux éléments minéraux et forme avec eux un complexe très stable. Ce complexe est saturé à plus de 90% par le calcium et le magnésium.

- **Sols hydromorphes**

Ce sont des sols dont les caractères sont liés à une évolution dominée par l'effet d'un excès d'eau, cet excès d'eau peut être dû, soit à la présence ou à la montée de la nappe phréatique, soit au manque d'infiltration des eaux de pluie.

II.4 Les caractéristiques physiques des sols:

Le sol est caractérisé par un certain nombre de paramètres physiques mesurables. Les valeurs de ces paramètres sont généralement en fonction à la fois de la structure et de la texture du sol.

II.4.1 Le profil pédologique :

Le profil pédologique permet de caractériser en temps réel de l'état d'un sol, à partir d'une observation visuelle, complétée par quelques déterminations analytiques en tenant compte de l'environnement.

L'examen du profil pédologique permet de découvrir la succession des couches ou l'horizon expliquant la formation et évolution du sol, sa pédogenèse permet de classer le sol d'après son type pédologique. Les profils décrits et analysés ont été réalisés par l'ANRH (2005).

II.4.2 Description morphologique des profils :

- Coordonnées Lambert : X=527,1 Y=363,4 Z= 60m
- Topographie : plane
- Utilisation du sol : agrumes 15 ans

Drainage externe : nul

- Erosion : nulle
- Microrelief : Uni plat
- Aptitude : bonne
- Roche mère : alluvions rharbiennes calcaires
- Classification : sols peu évolués d'apport alluvial modal

Description des horizons :

- **0-30 Cm** : Texture argilo-limounouse -structure polyédrique très grossière , sousstructure polyédrique grossière – porosité moyenne à bonne – couleur 10 YR 4/3
- **30-90 Cm** : Texture argilo-limounouse -structure polyédrique très grossière à tendance massive – porosité faible à moyenne, couleur 10 YR 4/3
- **90 – 140 Cm** : Texture argilo-limounouse -structure polyédrique grossière, porosité moyenne, couleur 10 YR 4/3
- **140 cm ou plus** : Texture argilo-limounouse -structure fondue – porosité moyenne , couleur 10 YR 5/6

Tableau II.1 Résultats des analyses des échantillons de sol

Profondeur (cm)	0 - 30	30- 90	90- 140	>140
Argile %	43	45	49	41
Limons fin %	35	37	34	37
Limons grossier %	8	8	8	9
Sables fins	5	5	5	7
Sables grossiers %	4	1	1	2
C%	9	7,4	5,4	4,3
MO%	1,5	1,3	0,9	0,7
N%	1,2	1	0,9	0,6
C/N	7,5	7,2	6,3	7,1
CoC03 %	18	18	13	22
Calcaire actif %	11	11	13	14
Ph	7,9	7,9	8	7,9
CE dS/m	0,5	0,8	0,9	1
Ca	23,7	23,7	23,7	19,5
Mg	3,1	2,3	2,1	1,6
K	0,32	0,26	0,26	0,26
Na	0,43	0,53	0,65	1,1
S	-	-	-	-
T	26	22	26	14
s/t	-	-	-	-
P2o5 assimilable (ppm)	16	-	-	-
K assimilable cmol/kg	3,9	4,7	1,8	1,2

Source : ANRH BLIDA

Interprétation :

D'après les profils, le sol est de texture argileux-limoneuse à limoneux-argileuse, et faible en matières organiques, avec une salinité moyenne. Cependant, le taux de calcaire est moyen. Les capacités de rétention en eau des sols sont bonnes 25 à 30%.

A l'aide du résultat de l'analyse granulométrique de notre sol de la parcelle d'étude les propriétés hydrodynamiques sont représentées sur le tableau suivant :

Tableau II.2 Propriétés hydrodynamiques du profil pédologique

Caractéristiques	Hcc (%)	HPF (%)	Porosité (%)	Hcc- HPF (%)	RU mm/m
Horizon (cm)					
0-30	22	10	44	10	140
30-60	18	10	42	8	120
60-90	22	10	44	10	14

Source : ANRH BLIDA

II.5 Ressources en eau d'irrigation :

Le périmètre à étudier fait partie de Mitidja centre. L'alimentation de périmètre est assurée par le barrage Douéra .

II.5 .1Les caractéristiques du barrage Douéra :

Le barrage de Douéra, barrage hors cours d'eau situé dans le Sahel Ouest, sera rempli, en principe, par deux dérivations au fil de l'eau : l'une à partir de l'Oued Harrach en amont de la plaine et l'autre à partir de l'Oued Mazafran à la sortie de la plaine et aura un volume utile de 95Mm³, compris entre les cotes 138 m (NNR) et 100 m (niveau minimum d'exploitation). Le périmètre d'irrigation alimenté par le barrage comprendra une superficie équipée de 17200 ha, située dans la partie Est de la Mitidja Centre. Cette superficie représente 52% de la Surface brute totale estimée de la Mitidja Centre dans la situation .

II.5.2 Analyse de la qualité de l'eau d'irrigation:

L'analyse de la qualité de l'eau d'irrigation est un paramètre important. En effet, le respect des normes de qualité des eaux d'irrigation :

- permet de préserver la santé du consommateur.
- préserver les ressources en eau souterraines, superficielles.
- préserver l'environnement contre certains risques en particulier la salinisation des sols.

Suivant l'analyse physico-chimique effectuée sur des échantillons prélevés à la station hydrométrique du barrage Douéra, les caractéristiques de l'eau d'irrigation sont données dans le tableau ci-après.

Tableau II.3 : Quelques caractéristiques physico-chimiques de l'eau du barrage Douéra.

Nom Station	Ca (mg/l)	Cond (µs/cm)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	pH	Résidu sec à 105 °C mg/l
Barrage Douéra	50.5	370	8	22	7	240

Source : ANRH BLIDA

• **Le SAR (Sodium Absorption Ratio)**

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

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

D'où : $S.A.R = \frac{2.2}{\sqrt{(2.525+0.4)/2}}$ **S.A.R = 1.81**

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

Classe	SAR	Danger d'alcalinisation
S1	SAR ≤ 10	Risque faible
S2	10 < SAR ≤ 18	Risque moyen
S3	18 < SAR ≤ 26	Risque élevé
S4	SAR > 26	Risque très élevé

D'après les valeurs du tableau II.4, on voit que les eaux de barrage Douéra ne présentent pas de risque alcalin pour le sol.

• **La conductivité électrique**

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

Tableau II.5 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	Conductivité électrique (CE) (m.mhos/cm) à 25 °C	Qualité des eaux
C1	CE ≤ 0,25	Eau de risque faible
C2	0,25 < CE ≤ 0,75	Eau de risque moyen
C3	0,75 < CE ≤ 2,25	Eau de risque élevée
C4	CE > 2,25	Eau de risque très élevée

La qualité de l'eau d'irrigation est associée aux classes suivantes:

➤ C1 : convient pour toutes les cultures.

- C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes.
- C3 : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes.
- C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé.

L'eau du barrage Douéra (destiné pour l'irrigation du périmètre étudié) a une conductivité électrique moyenne $CE = 0,38$ mmhos/cm. Avec ces valeurs nous considérons que l'eau est de bonne qualité pour l'irrigation et ne présente pas de risques majeurs pour les cultures et les sols. L'eau est classée en : C2, S1 d'après le diagramme de classification des eaux d'irrigation (Figure II.1).

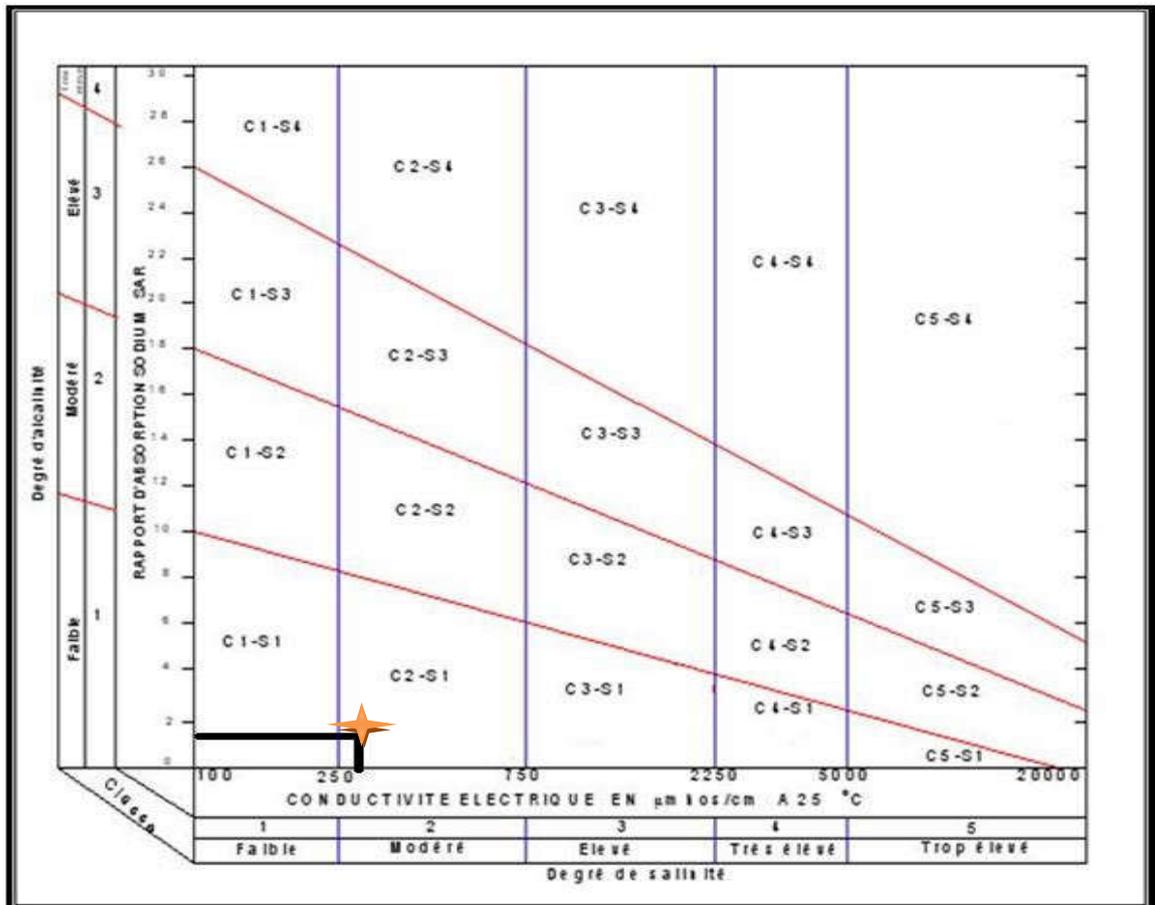


Figure II.1 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

II.6. Conclusion :

Ce chapitre a été consacré à l'analyse agro-pédologique de la zone d'étude. Cette prospection pédologique, qui a porté sur une superficie d'environ 191 ha, a fait ressortir différentes classes présentant de bonnes aptitudes culturales.

Les analyses physico-chimiques des sols ont mis en évidence des propriétés adéquates pour toute mise en valeur de ce périmètre.

De façon générale les sols présentent de bonnes aptitudes culturales à diverses spéculations agricoles les plus cultivées dans la région, ce qui constitue un avantage agronomique.

Les sols présentent généralement une texture limon-argileuse, avec une perméabilité élevée et selon les analyses de la qualité des eaux du barrage faites par le laboratoire d'ANRH on conclue que notre zone d'étude est propice à l'irrigation avec un bon rendement.

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

III.1.Introduction :

Les cultures ont un besoin en eau considérable pour leur croissance ou leur développement végétatif. Lorsque les précipitations sont insuffisantes, l'irrigation serait nécessaire pour couvrir les besoins en eau des cultures.

Ce chapitre a pour but de calculer les besoins en eau et déterminer le débit fictif continu qui est le débit de dimensionnement du réseau d'irrigation adapté aux cultures choisies.

III.2.Etude hydrologique :

L'hydrologie est définie comme une science qui étudie le cycle de l'eau dans la nature et l'évolution de celle-ci à la surface de la terre, ainsi que l'ensemble des aspects liés aux processus de maturation de n'importe quel ouvrage hydraulique.

Ce volet a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences 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 pluviométriques par des lois statistiques.

III.2.1.Etude des pluies annuelles :

Pour l'étude des pluies, nous avons exploré un échantillon de données pluviométriques de la station de Soumaa ; les données d'observation ont été collectées sur une période de 33 ans.

III.2.2.Présentation de la station météorologique

La station pluviométrique choisie est celle de Soumaa qui est proche du périmètre d'étude, et gérée par l'ANRH elle présente les caractéristiques suivantes :

Code station : 021234
Nom station : SOUMAA
X : 517.45
Y : 355.9
Z : 177

Figure III.1.Présentation de la station météorologique de SOUMAA

La répartition des pluies de la station est comme suit :

Tableau III.1. Précipitation mensuelle de la station Soumaa

Année	SET	OCT	NOV	Déc.	JAN	FER	MAR	AVR	MAI	JUN	JUI	AOT	tot
1983	0.7	19.2	86.3	241.4	28.3	64.3	62.8	71.5	25.8	2.8	0	19.4	622.5
1984	6.2	49.7	8.3	81.5	188.9	169.7	48.5	25.2	93.2	1.2	0.3	0.1	672.8
1985	45.7	93.2	157	83.4	0.3	55.9	61	1.2	5.7	0	5	4	512.8
1986	0	18.8	37.7	69.5	113.5	109.5	35.6	73.1	99.5	10	0	0	567.2
1987	16.2	194.8	26.4	126.7	88.3	52.7	185.3	38.4	153	1.4	0.3	0	883.6
1988	37.3	38.6	88.6	57.3	77	61.1	199.8	24.5	2.1	19.8	36.8	0	642.9
1989	70.2	21.3	82.8	202.2	108.1	173.7	49.3	0	14.8	18.2	0	1.1	741.7
1990	33	47	130	34.7	37.5	59.4	74	40.5	45.4	11.9	0	0	513.7
1991	71.5	10.9	36	277.2	12.4	20.8	48.5	130	18	18.9	2.2	0	646.6
1992	6.2	18.2	47.9	7.4	51.1	0	66.1	53.9	135	2.1	30.1	0	418.4
1993	0.8	44.6	30.5	106.3	96.2	127.4	95.4	23.8	33	0.6	0	0	558.6
1994	4.9	179.1	9.7	4.6	213.7	27.2	117.3	142	105	20.5	3.7	0	827.9
1995	9.5	72.4	111	113.8	36.6	50	24.4	82.4	89.5	0	0.2	0	590.1
1996	19.9	28.6	107	78.5	152.7	73.5	0.3	96.6	0.4	0	0.1	0	557.6
1997	9.5	102.2	39.4	61.9	230.5	61.8	133.5	16.8	1.3	16.4	0	14	687.3
1998	16.3	30.3	39.1	22.5	99.5	182.7	31.3	231	40.3	13.1	2.4	0.1	708.8
1999	52.2	38.5	4	9.7	14.8	23.1	6.7	86.6	19.5	2	1.6	16.1	274.8
2000	31.6	68.3	120	94.1	36.7	50.8	53.8	90.1	173	0	0	13.8	732
2001	18.5	30.2	126	62	156	108	76.7	13.3	2.4	5.6	0	1.7	600
2002	21.2	21.1	89.7	188	10.8	1.5	22.6	34.7	34.1	0.3	2.4	0	426.4
2003	3.7	36.8	72.7	38.9	154.5	59.4	1.3	42.3	17.8	0	0	1	428.4
2004	14.6	9.7	48.8	53.4	37.4	16.4	50.1	37.6	23.3	0.5	6.4	46.4	344.6
2005	30.9	42.9	159	169.1	199.9	147.1	22.4	122	41.7	15.8	1.2	2.5	954.3
2006	54.3	32.5	59.5	129.1	90.9	48	65.3	70.6	117	3.4	8.4	0	678.8
2007	11.5	40.1	85.5	119.4	94.5	134.3	46.8	34.1	6.9	0	0	0.9	574
2008	50.2	131.9	111.1	150.3	167.2	20.4	65.5	83.1	28.7	0.3	1.7	1.3	811.7
2009	86.2	8.9	100	130.8	67.2	92.1	122.8	53.3	30.8	20.9	0	35.8	748.8
2010	5.5	80.2	122.8	74.1	92.4	140.6	35.3	99.2	122.9	15.8	0	2	790.8
2011	11.9	85.1	85.3	68.8	52	220.6	132.4	152.8	34.4	0	0	24	867.3
2012	8.5	44.6	111.3	22.4	133.3	107.7	66.4	103.5	170.4	1.5	0.4	23.5	793.5
2013	12.2	16.2	148.3	95.7	74.7	63.4	109.9	2	14.4	51.5	0	0	588.3
2014	34.8	33.3	54.2	156	118.7	86.3	96.7	0	21.1	9	0	0	610.1
2015	30.2	98.7	71.3	0	77.3	73.4	162	80	32.1	0	1.5	0	626.5
MOY	25.03	54.18	79	94.87	94.33	81.3	71.81	65.34	53.11	7.98	3.17	3.17	

Source (ANRH)

III.2.3. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique

Le test d'homogénéité consiste à vérifier que K ($K \geq 2$) échantillons (groupes) proviennent de la même population ou que la distribution de la variable d'intérêt est la même dans les K échantillons

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon qui repose sur le procédé ci-dessous :

- ✓ On divise la série complète en deux sous séries: x et y tel que: N_1 et N_2
- ✓ Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_2 > N_1$
- ✓ On constitue par la suite, la série x unions y après avoir classé la série de pluied'origine par ordre décroissant. à ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quelle sous série elle appartient.

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

Avec : $W_{min} < W_x < W_{max}$

W_x : Somme des rangs (x) des sous séries

$$W_{min} = \left[\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1) * N_1 - 1}{2} \right) - 1.96 \left(\frac{N_1 * N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{0.5} \right]$$

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

$N_1=15$ et $N_2=18$

Le tableau suivant détaille le procédé de test d'homogénéité des pluies de notre station :

Tableau III.2. Test d'homogénéité de Wilcoxon

Rang	La Série P (mm)	Séries X (mm)	séries-Y (mm)	Décroissant (mm)	Y union X
1	622.5	622.5	708.8	954.3	Y
2	672.8	672.8	274.8	883.6	X
3	512.8	512.8	732	867.3	Y
4	567.2	567.2	600	827.9	X
5	883.6	883.6	426.4	811.7	Y
6	642.9	642.9	428.4	793.5	Y
7	741.7	741.7	344.6	790.8	Y
8	513.7	513.7	954.3	748.8	X
9	646.6	646.6	678.8	741.7	Y
10	418.4	418.4	574	732	Y
11	558.6	558.6	811.7	708.8	Y
12	827.9	827.9	748.8	687.8	X
13	590.1	590.1	790.8	678.8	Y
14	557.6	557.6	867.3	672.8	X
15	687.3	687.3	793.5	646.6	X
16	708.8		588.3	642.9	X
17	274.8		610.1	626.5	Y
18	732		626.5	622.5	X
19	600			610.1	Y
20	426.4			600	Y
21	428.4			590.1	X
22	344.6			588.3	Y
23	954.3			574	Y
24	678.8			567.2	X
25	574			558.6	X
26	811.7			557.6	X
27	748.8			513.7	X
28	790.8			512.8	X
29	867.3			428.4	Y
30	793.5			426.4	Y
31	588.3			418.4	X
32	610.1			344.6	Y
33	626.5			274.8	Y

Nous avons : $200.29 < 272 < 309.71$

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

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

III.2.4. Etude de l'échantillon

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

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

III.2.4.1. Choix du type de loi

Ces critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un test d'adéquation. L'allure des points sur du papier à probabilité nous permet d'accepter ou de rejeter la loi (toute sinusite, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement). On essaie toujours d'ajuster une loi normale à un échantillon ou de se ramener à une loi normale par changement de variable.

Généralement la loi de probabilité ajustable à l'échantillon est d'autant plus près à la normalité que la variable concerne une longue échelle de temps et que le coefficient de variation à 0,5.

III.2.4.2. Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

Le procédé de calcul consiste à:

Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.

Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.

Calculer la fréquence expérimentale (par la formule de Hazen par exemple).

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

Calcul des caractéristiques empirique de loi (\bar{X} ; δ ; C_v ; $C_{s=0}$).

Le coefficient de variation : $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$.

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

$$X_{p\%} = \bar{X} + \delta * U_{p\%}$$

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

$U_{p\%}$: variable réduit de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

δ : Écart type

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN. Les résultats obtenus figurent au tableau III-3et au Figure III-2

Tableau III.3. Ajustement à la loi normale

T	F	P%	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
100.0	0.9900	1000	53.1	897 – 1100
50.0	0.9800	958	48.6	863 – 1050
20.0	0.9500	894	42.2	811 – 977
10.0	0.9000	837	37	764 – 910
5.0	0.8000	768	31.8	706 – 831
2.0	0.5000	636	27.3	583 – 690

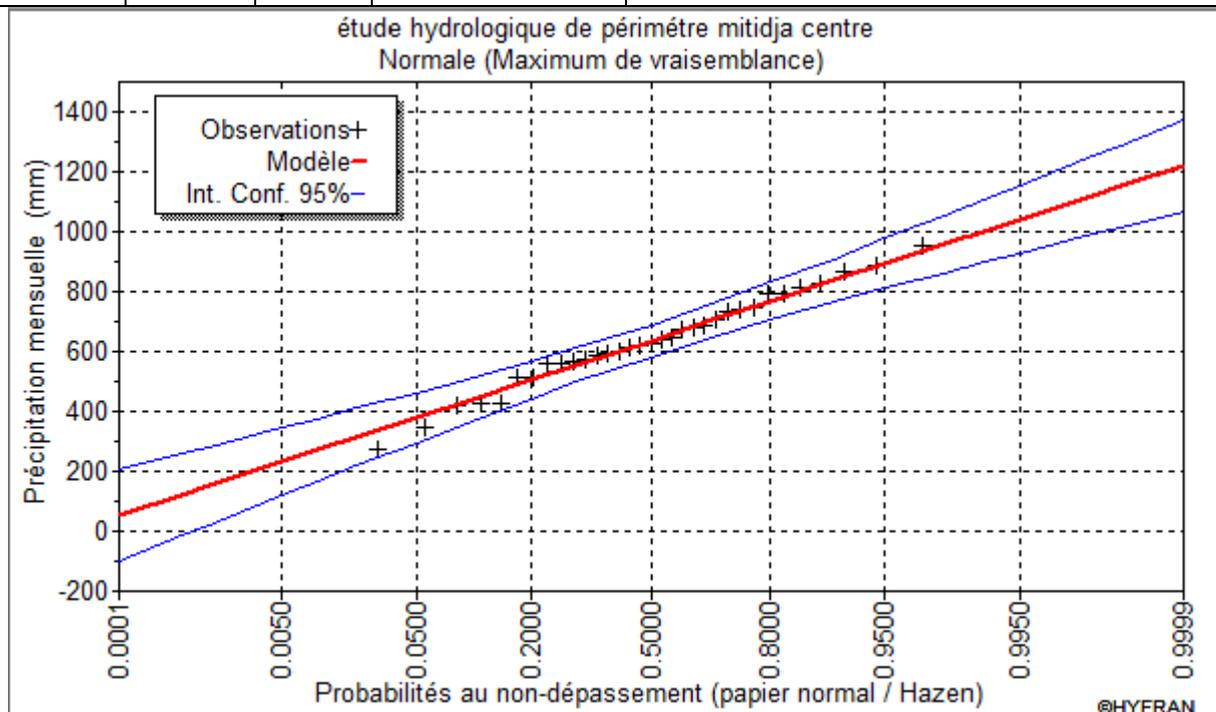


Figure III.2 : Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss

III.2.4.3. Test de validité de l'ajustement à la loi choisie

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

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

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

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

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

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i}$$

$$\lambda = K - 1 - P$$

Avec :

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

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

III.2.4.4 Test de Khi carré pour la loi Normale

- ✓ On calcule χ^2 .
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté γ :
- ✓ On détermine $\chi^2_{\text{théorique}}$ sur la table de Pearson (voir la table ci après)

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

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

La table de χ^2 :

α γ	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.016	0.455	1.074	1.642	2.705	3.841	5.412	6.635	10.827
2	0.211	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	0.584	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	1.064	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	1.610	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	2.204	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	2.833	6.346	8.383	9.83	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	3.490	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	4.168	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877

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

$$\chi^2_{\text{calculé}}=3.5 \quad \gamma=4$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 3.5 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

Donc l'ajustement est à considérer

III.2.4.5. Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normal (loi de Galton)

L'ajustement par la loi log-normale se fait comme suit :

-Les données statistiques des pluies sont rapportées à une autre échelle à savoir l'échelle du log normale.

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

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

Avec:

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

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

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

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

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

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

$U_{p\%}$: variable réduite de Gauss.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN Les résultats obtenus

Tableau III.4. Ajustement à la loi log normale

T	F	P%	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
100.0	0.9900	1160	108	952 - 1370
50.0	0.9800	1080	91.6	900 - 1260
20.0	0.9500	965	71.1	826 - 1100
10.0	0.9000	874	56.5	763 - 985
5.0	0.8000	775	43.1	690 - 859
2.0	0.5000	616	29.3	558 - 673

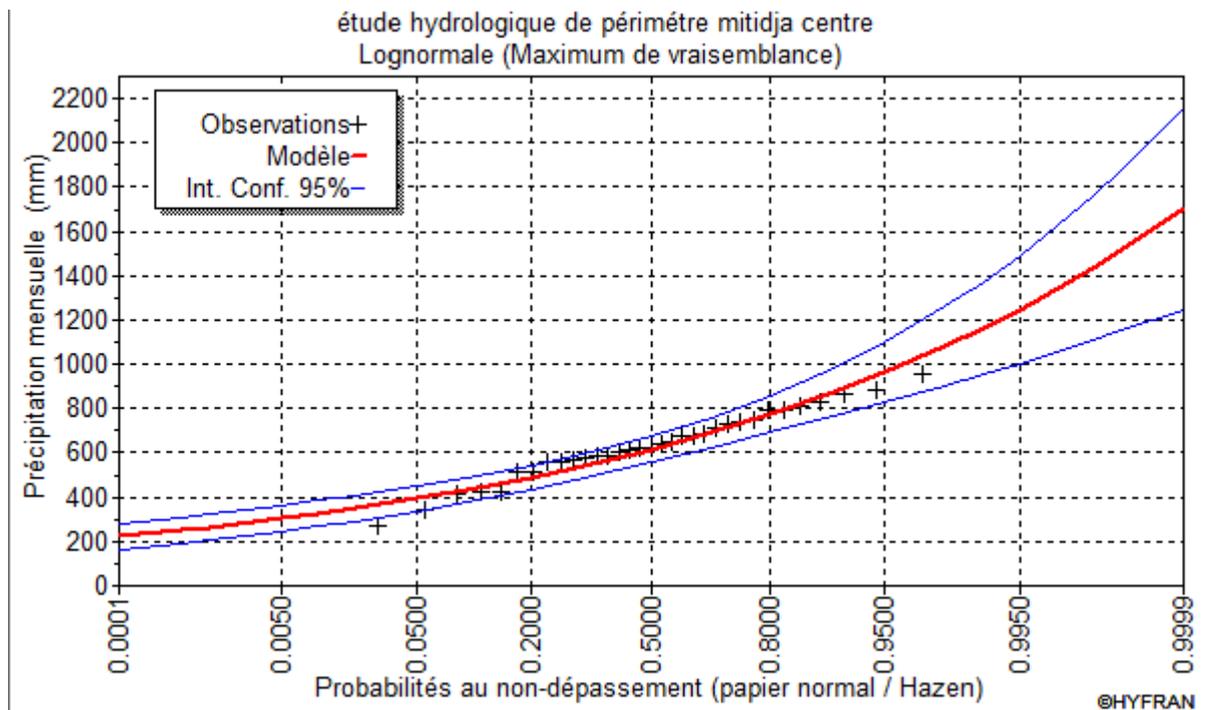


Figure III-3. Ajustement des pluies annuelles à la loi log-Normale

III.2.4.6. Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale (loi de Galton)

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

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

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

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

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

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 4.9 \quad \gamma = 4$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 4.9 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

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

III.4. Détermination de l'année de calcul

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

$$P_{80\%} = 510\text{mm} \text{ et } P_{50\%} = 600$$

$$\text{d'où : } \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} = 0.85$$

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

$$P_i, 80\% = P_{\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique (80\%) Annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) Annuelle}}$$

Avec : i : mois

Les pluies mensuelles servant au calcul et au dimensionnement du réseau de notre périmètre sont présentées comme suit :

Tableau III.5. Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul

mois	JAN	FER	MAR	AVR	MAI	JUN	JUI	AOT	SET	OCT	NOV	Déc.
P_{i,moy} (mm)	94.33	81.29	71.81	65.33	53.11	7.98	3.17	6.293	25.02	54.17	79	94.86
P_{sec80%} (mm)	80.18	69.10	61.04	55.53	45.14	6.78	2.69	5.34	21.27	46.05	67.15	80.64

III.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé la problématique des ressources en eau de la zone d'étude. Etant donné les caractéristiques climatologiques arides de la région, les calculs hydrologiques ont montré la nécessité d'approvisionnement en eau du périmètre à partir du barrage.

Cette étude a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80% pratiquement et de période de retour 5 ans. A partir de l'ajustement des séries des pluies journalières maximales, on constate que la loi de Loi de Gauss, adoptée dans notre projet, présente une bonne adéquation.

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

IV.1.Introduction :

Les cultures ont un besoin en eau considérable pour leur croissance ou leur développement végétatif. Lorsque les précipitations sont insuffisantes, l'irrigation serait nécessaire pour couvrir les besoins en eau des cultures. Ce chapitre a pour but de calculer les besoins en eau et déterminer le débit fictif continu qui est le débit de dimensionnement du réseau d'irrigation adapté aux cultures choisies.

IV.2.Choix des cultures à mettre en place de la region d'études :

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

Les conditions climatiques de la région étudiée.

La qualité et la disponibilité de l'eau d'irrigation.

L'aptitude culturale des sols, basée sur l'étude pédologique.

IV.3.Définition d'un régime d'irrigation :

Le régime d'irrigation est défini comme étant l'ensemble du nombre de doses d'arrosage qu'il faut appliquer aux cultures au cours de toute leur période de végétation dans le but de compenser le déficit hydrique dans la couche active du sol.

IV.4.Besoins en eau des cultures :

IV.4.1.Définition :

Le besoin en eau d'irrigation, B , est la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sûr qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau ou une fraction déterminée de celui-ci si l'irrigation est la seule ressource en eau, le besoin en eau d'irrigation sera au moins égal au besoins en eau de la culture et il est souvent plus important en raison des pertes à la parcelle (besoins de lessivage) percolation profonde, inégalité de répartition... etc).

IV.4.2.L'évapotranspiration :

L'évapotranspiration représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface couverte de végétation. Cette quantité est généralement exprimée par unité de

surface et par unité de temps, en $m^3/ha/jour$, en $m^3/ha/mois$ ou en $m^3/ha/an$. Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en $mm/jours$ par mois ou par an.

On distingue : l'évapotranspiration de référence (ET_0), L'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR).

- L'évapotranspiration de référence :

Elle est définie comme « le niveau d'évapotranspiration d'une surface importante d'un gazon de hauteur uniforme (entre 8 et 15cm), en croissance active, recouvrant complètement le sol et alimenté en eau de façon non restrictive ».

- L'évapotranspiration potentielle :

Elle est définie comme l'ensemble des pertes en eau d'un couvert végétal abondant, bien alimenté en eau, lorsque l'énergie (évaporation de l'atmosphère) est le seul facteur qui limite cette évaporation. On peut définir l'ETP comme l'évapotranspiration d'un couvert végétal présentant un développement foliaire maximum (au stade de pleine croissance) couvrant bien le sol, ce dernier étant à la capacité au champ, L'ETP correspond à la « demande d'évaporation » en eau « pouvoir » évaporant de l'air.

- L'évapotranspiration réelle :

Pendant une période déterminée (jour, mois, cycle végétatif complet), chaque parcelle va perdre, par transpiration et évaporation directe, une certaine quantité d'eau appelée évapotranspiration réelle ETR : celle-ci pourra bien sûr être inférieur ou égal à l'ETP selon que les conditions de celle-ci sont réunies ou non.

IV.4.2.1.Méthode d'évaluation de l'évapotranspiration :

Il n'est pas question ici de présenter en détail toutes les méthodes utilisées pour le calcul de l'évapotranspiration des cultures.

On distingue généralement deux types :

- Les méthodes directes.
- Les méthodes indirectes.

IV.4.2.1.1.Méthodes directes :

- **L'évapotranspiromètre ou cuve lysimétrique :**

Comme son nom l'indique, l'appareil sert à mesurer l'évapotranspiration en un lieu donné du sol nu ou plus généralement d'un couvert végétal

- **Le bac évaporant**

Cet appareil très simple permet de mesurer directement l'évapotranspiration d'une nappe d'eau libre. Sous réserve qu'il soit correctement installé, il permet d'obtenir une bonne estimation de l'ETP.

- **L'évaporomètre piche**

Il s'agit d'un tube de verre rempli d'eau et fermé à son extrémité inférieure par une rondelle de papier buvard. La tranche d'eau évaporée à partir de celle-ci se lie directement sur les graduations du tube.

IV.4.2.1.2.Méthodes indirectes :

Ces méthodes permettent de calculer l'ETP à partir de formules ne comportant que des données climatiques.

1) Formule de Blaney et Criddle

A la suite de nombreuses expérimentations, Blaney et Criddle ont estimé que la température et la durée du jour étaient les facteurs déterminants de l'évapotranspiration potentielle. Ils ont proposé la formule suivante :

$$ETP = K (0,46t + 8,13) P.$$

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration potentielle en mm/jour.

t : température moyenne (en degré Celsius) durant la période considérée (généralement le mois).

P : pourcentage de la durée moyenne du jour pendant la même période, par rapport à la durée moyenne du jour pour l'année.

K : Coefficient dépendant du stade végétatif de la culture et de la température moyenne (de la zone climatique).

2) Formule de Turc

- Si l'humidité relative est supérieur à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$ETP = 0,40 (I_g + 50) \times \frac{T}{T+15} \text{ en (mm/mois)}$$

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

Ig : Radiation globale mensuelle (cal/cm²/jour).

Remarque

Le coefficient 0,40 est réduit à 0,37 pour le mois de février.

- Si l'humidité relative de l'aire est inférieure à 50%. L'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$ETP = 0,40 (I_g + 50) \cdot \left(\frac{T}{T+15} \right) \cdot \left(1 + \frac{50-Hr}{70} \right)$$

Dans laquelle :

T : Température moyenne mensuelle (°C).

Ig : Radiation globale en (cal/cm²/jour).

Hr : L'humidité de l'air en %.

$$I_g = I_{ga} (0,18 + 0,62) \cdot \frac{h}{H}$$

Avec :

I_{ga} : Radiation maximale théorique.

H : Durée astronomique de jour en (heure/mois)

h : durée d'insolation de la station considérée en heure/mois.

$\frac{h}{H}$: Insolation relative en heures.

3) Formule de Thornthwaite :

C'est une formule qui utilise un seul paramètre qui est la température :

$$ETP = 16 \left(\frac{10 \times t^a}{I} \right) \times K$$

t : est la température moyenne mensuelle (°C),

a : est fonction de l'indice thermique mensuel

K : coefficient d'ajustement mensuel.

4) Formule de Penman

La formule donne les meilleures estimations de l'ETP, et ceci sous tous les climats. Son seul inconvénient est de nécessiter un nombre assez important d'informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.

La formule de **Penman&Montheit**, modifiée, se présentant comme suite :

$$ET_0 = C * [W * Rn + (1 - W) * F(u) * (ea - ed)]$$

Où:

ET_0 : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm/jour.

W : Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différentes températures et altitude.

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

$F(u)$: Fonction liée au vent.

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

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

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

IV.4.2.2.Calcul de l'évapotranspiration :

La détermination de l'évapotranspiration se fait par la formule de Penman, en raison de son exactitude pour l'estimation de l'ETP.(Le calcul se fait par le logiciel Cropwat.)

Tableau IV.1.Résultat de calcul de L'Evapotranspiration de référence (ETo)

Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Radiation	ETo
	°C	°C	%	km/jour	heures	MJ/m ² /jour	mm/jour
Janvier	10.2	17.5	76.2	259.2	4.43	8.4	1.67
Février	9.8	17.2	76.2	267.8	6	12.0	2.05
Mars	8.6	22.8	72.9	250.56	7.09	16.1	3.13
Avril	13.4	21.3	70.9	267.8	7.65	19.4	3.64
Mai	15.7	26.7	70.3	241.9	9.66	23.9	4.85
Juin	17.1	31	66.6	259.2	10.1	25	5.81
Juillet	23.1	32.6	63	276.48	11.2	26.2	6.59
Août	25	36.3	70.2	267.84	10.58	24	6.46
Septembre	21.5	31.3	68.6	216	9.29	19.7	4.83
Octobre	18.4	28.6	70	198.72	7.07	13.9	3.43
Novembre	15.4	21	73.2	216	5.32	9.6	2.22
Décembre	3	20.3	79.4	319.68	4.09	7.5	2.01

➤ **Commentaire du tableau**

D'après le graff, on remarque que l'évapotranspiration de référence ETo est élevé dans la période d'été et atteint 6.59 (197.7mm/mois) pour le mois de juillet, c'est-à-dire le besoin en eau des cultures augmentent dans cette période.

IV.5.Evapotranspiration maximale de culture :

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

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

$$ETM = K_C * ET_0$$

Avec :

K_C : le coefficient cultural.

Les valeurs du coefficient cultural (Kc) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante ; de la force du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne minimale de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, à partir du bulletin FAO « irrigation et drainage » N°24.

Nous présenterons dans le tableau IV.2ci-après les coefficients culturaux (Kc) des spéculations à envisager dans le périmètre :

Tableau IV.2. Coefficients culturaux (Kc) des cultures

culture	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Olivier	0.9	0.9	0.9	0.7	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.9
P.Terre	0	0	0	0	0	0	0.5	0.7	1.15	0.9	0.75	0
Tomate								0.75	1.1	1.2	0.7	
Orge			0.3	0.4	0.53	0.9	1.05	1.1	0.6			
sorgho									0.8	1	1.15	0.75
Bettrave			0.4	0.5	0.7	0.8	0.95	0.6				

IV.6.assolement et rotation des cultures:

Au sens agronomie, l'assolement est la répartition des cultures au cours d'une campagne culturale donnée sur les différentes parcelles d'une exploitation agricole

Donc nous nous définirons la rotation par la succession des cultures sur une même sol pendant un nombre d'année correspondant au type d'assolement adopté.

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

Tableau IV.3. Surfaces occupées par les différentes cultures.

Type des Cultures	Surface occupée (ha)	Surface (en %)
Olivier	64	33.51
Pomme de terre	26	13.61
Tomate	25	13.1
Bettrave	27	14.13
Orge	35	18.32
Sorgho	14	7.33
surface totale	191	100 %

IV.7.La réserve facilement utilisable (RFU) :

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

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

Avec :

Y : degré de tarissement égale à 2/3

Da :densité apparente.On prend 1.4 car la texture du sol est sablo-limoneuse (voir Tableau IV.4)

Z : profondeur d'enracinement mm.

Hcc : humidité à la capacité au champ, dans notre cas, on prend (27).

Hpf : humidité au point de flétrissement, prend (13).

Tableau IV.4.Humidité à la capacité au champ et de flétrissement

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm
	A la rétention H _{CC}	Du flétrissement H _{PF}	Disponible (H _{CC} - H _{PF})	
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)

(Source : Référence bulletin FAO d'irrigation et drainage)

Tableau IV.5.Les profondeurs d'enracinement

culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
olivier	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Orge	0.4	0.55	0.6	0.7	0.7						0.3	0.3
Tomat			0,4	0,9	1,2	1,2						
Sorgho			0.5	0.75	0.95	1	1					
Pomme de terre				0.1	0.2	0.3	0.35					
betterave	0.9	0.95	0.9	0.7							0.5	0.9

IV.8.Calcul des pluie efficaces :

C'est la fraction des pluies totales réellement utilisée par la culture, elle dépend des caractéristiques du sol, et de l'intensité des pluies. Plusieurs méthodes permettent de calculer Les pluies efficaces. Dans notre cas, nous nous sommes référés sur la méthode du pourcentage, détaillée comme suit :

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

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

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

Tableau IV.6.Pluies efficaces calculés

Mois	Psec80% mm/mois	Pluie eff mm
Janvier	80.18	64.144
Février	69.1	55.28
Mars	61.04	48.832
Avril	55.54	44.432
Mai	45.14	36.112
Juin	6.79	5.432
Juillet	2.7	2.16
Août	5.35	4.28
Septembre	21.27	17.016
Octobre	46.05	36.84
Novembre	67.16	53.728
Décembre	80.64	64.512
Total (mm)	540.96	432.768

IV.9. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

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

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

Avec :

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

ETM : Evapotranspiration (mm/mois).

RFU : La réserve facilement utilisable (RFU).

P_{eff} : pluie efficace.

IV.10. Calcul des besoins brut :

C'est le volume d'eau d'irrigation exprimé en mm/j, nécessaire en pratique (compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

La formule employée est :

$$B_{brut} = B_{net} \times R_p$$

Avec :

R_p : le rendement de l'irrigation à la parcelle.

$$R_p = E \times \frac{C_u}{100}$$

E : coefficient qui exprime l'efficacité de l'arrosage dépend de la texture du sol.

C_u : coefficient d'uniformité.

L'efficacité d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation.

La différence entre les deux volumes indique les pertes.

La formule utilisée pour l'estimation de l'efficacité d'un réseau d'irrigation qui dépend de l'efficacité du réseau, du transport et de l'uniformité de distribution.

Dans notre cas, on a considéré une efficacité globale, produit entre les trois efficacités décrites ci-dessus Égalé à 0,75.

IV.11. Détermination des Besoins en eaux des cultures :

Les Besoin en en eaux des cultures sont détaillés comme suit :

Tableau IV.7. Besoins en eau d'irrigation d' olivier :

	Mois	P_eff (mm)	Eto (mm/j)	Eto (mm/ mois)	KC	ETM (mm/ mois)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
olivier	Janvier	64.144	1.67	50.1	0.65	32.56	1.2	156.8	156.80	0.00	0.00	0.00
	Février	55.28	2.05	61.5	0.65	39.97	1.2	156.8	52.90	0.00	0.00	0.00
	Mars	48.832	3.13	93.9	0.65	61.03	1.2	156.8	52.90	0.00	0.00	0.00
	Avril	44.432	3.64	109.2	0.65	70.98	1.2	156.8	0.00	26.548	353.97	0.148
	Mai	36.112	4.85	145.5	0.65	94.57	1.2	156.8	0.00	58.463	779.50	0.328
	Juin	5.432	5.81	174.3	0.75	130.75	1.2	156.8	0.00	125.293	1670.57	0.703
	Juillet	2.16	6.59	197.7	0.75	148.27	1.2	156.8	0.00	146.115	1948.2	0.819
	Août	4.28	6.46	193.8	0.90	174.42	1.2	156.8	0.00	170.14	2268.53	0.954
	Septembre	17.016	4.83	144.9	0.90	130.41	1.2	156.8	0.00	113.394	1511.92	0.636
	Octobre	36.84	3.43	102.9	0.90	92.61	1.2	156.8	0.00	55.77	743.6	0.312
	Novembre	53.728	2.22	66.6	0.90	59.94	1.2	156.8	52.90	0.00	0.00	0.00
	Décembre	64.512	2.01	60.3	0.70	42.21	1.2	156.8	156.80	0.00	0.00	0.00

Tableau IV.8 Besoins en eau d'irrigation de pomme de terre

	Mois	P_eff (mm)	ETo(mm/ mois)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
POMME DE TERRE	Janvier	64.144	50.1		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Février	55.28	61.5		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mars	48.832	93.9		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Avril	44.432	109.2	0.75	81.9	0.1	13.07	0.00	37.468	499.57333	0.2102581
	Mai	36.112	145.5	1.10	160.05	0.2	26.13	0.00	123.938	1652.5067	0.6954994
	Juin	5.432	174.3	1.20	209.16	0.3	39.2	0.00	203.728	2716.3733	1.1432548
	Juillet	2.16	197.7	0.70	138.39	0.35	45.73	0.00	136.23	1816.4	0.7644781
	Août	4.28	193.8		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Septembre	17.016	144.9		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Octobre	36.84	102.9		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Novembre	53.728	66.6		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Décembre	64.512	60.3		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00

Tableau IV.9. Besoins en eau d'irrigation de Sorgho

	Mois	P_eff (mm)	ETo(mm /mois)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
SORGHO	Janvier	64.144	50.1		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Février	55.28	61.5		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mars	48.832	93.9		0.00	0.5	65.33	65.33	0.00	0.00	0.00
	Avril	44.432	109.2		0.00	0.75	98	98.00	0.00	0.00	0.00
	Mai	36.112	145.5	0.80	116.4	0.95	124.13	0.00	80.28	1070.5	0.450
	Juin	5.432	174.3	1.00	174.3	1	130.66	0.00	168.86	2251.5	0.947
	Juillet	2.16	197.7	1.15	227.35	1	130.66	0.00	225.19	3002.6	1.263
	Août	4.28	193.8	0.75	145.35		0	0.00	115.77	1543.6	0.60
	Septembre	17.016	144.9		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Octobre	36.84	102.9		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Novembre	53.728	66.6		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Décembre	64.512	60.3		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00

Tableau IV.10. Besoins en eau d'irrigation de Tomate :

	Mois	P_eff (mm)	ETo(mm /mois)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
TOMATE	Janvier	64.144	50.1		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Février	55.28	61.5		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mars	48.832	93.9	0.50	46.95	0.4	52.26	26.13	0.00	0.00	0.00
	Avril	44.432	109.2	0.90	98.28	0.9	117.6	0.00	53.84	717.97	0.302
	Mai	36.112	145.5	1.05	152.775	1.2	156.8	0.00	116.66	1555.51	0.654
	Juin	5.432	174.3	1.15	200.445	1.2	156.8	0.00	195.01	2600.17	1.094
	Juillet	2.16	197.7	0.70	138.39		0	0.00	136.23	1816.4	0.764
	Août	4.28	193.8		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Septembre	17.016	144.9		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Octobre	36.84	102.9		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Novembre	53.728	66.6		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Décembre	64.512	60.3		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00

Tableau IV.11. Besoins en eau d'irrigation de l'orge :

	Mois	P_eff (mm)	ETo(mm /mois)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
ORGE	Janvier	64.144	50.1	0.53	26.553	0.4	52.26	52.26	0.00	0.00	0.00
	Février	55.28	61.5	0.90	55.35	0.55	71.86	23.90	0.00	0.00	0.00
	Mars	48.832	93.9	1.05	98.595	0.6	78.4	0.00	49.76	663.50	0.279
	Avril	44.432	109.2	1.10	120.12	0.7	91.46	0.00	75.69	1009.17	0.424
	Mai	36.112	145.5	0.60	87.3	0.7	91.46	0.00	51.18	682.50	0.287
	Juin	5.432	174.3		0		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Juillet	2.16	197.7		0		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Août	4.28	193.8		0		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Septembre	17.016	144.9		0		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Octobre	36.84	102.9		0		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Novembre	53.728	66.6	0.30	19.98	0.3	39.2	39.20	0.00	0.00	0.00
	Décembre	64.512	60.3	0.30	18.09	0.3	39.2	39.20	0.00	0.00	0.00

Tableau IV.12. Besoins en eau d'irrigation de bettrave :

	Mois	P_eff (mm)	ETo(mm /mois)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
BETRRAVE	Janvier	64.144	50.1	0.7	35.07	0.9	117.6	117.60	0.00	0.00	0.00
	Février	55.28	61.5	0.8	49.2	0.95	124.13	41.38	0.00	0.00	0.00
	Mars	48.832	93.9	0.95	89.205	0.9	117.6	0.00	40.37	538.30	0.226
	Avril	44.432	109.2	0.6	65.52	0.7	117.6	0.00	21.08	281.17	0.118
	Mai	36.112	145.5		0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Juin	5.432	174.3		0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Juillet	2.16	197.7		0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Août	4.28	193.8		0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Septembre	17.016	144.9		0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Octobre	36.84	102.9		0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Novembre	53.728	66.6	0.4	26.64	0.5	65.33	65.33	0.00	0.00	0.00
	Décembre	64.512	60.3	0.5	30.15	0.7	91.45	91.95	0.00	0.00	0.00

IV.12 Calcul des débits Spécifiques

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. La dose d'arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 20 heures sur 24 afin d'assurer les besoins de la consommation mensuelle. Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante : Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante :

$$q = \frac{B_m}{T \times t \times 3600 \times K} \text{ (l/s/ha)} \dots\dots\dots (IV.9)$$

B_m : Besoin mensuel maximum net, exprimé en m³/ha ;

- **T** : Temps d'irrigation par jour ;
- **t** : Nombre de jours du mois d'irrigation, exprimée en jour ; égale à 30 J
- **K** : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ≈ 0.75

On choisit le max des besoins pour calculer le débit spécifique :

Tableau IV.13 : donnée les résultats de besoins net (mm) de la culture

culture	Sept	oct	nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Olivier	113.39	55.77	-	-	-	-	-	26.55	58.46	125.29	146.15	170.14
P. terre	-	-	-	-	-	-	-	37.47	123.94	203.73	136.23	-
Tomate	-	-	-	-	-	-	-	53.85	116.66	195.01	136.23	-
Orge	-	-	-	-	-	-	49.76	75.69	51.19	-	-	-
Sorgho	-	-	-	-	-	-	-	-	80.28	168.86	225.13	141.02
Bettrave	-	-	-	-	-	-	40.37	21.1	-	-	-	-
Somme	113.39	55.77	0	0	0	0	90.13	214.66	430.53	692.89	643.74	311.16

Nous avons :

Besoin max mensuel =692.89 mm

$Q_{sp} = (\text{besoin max} * 10 * 1000) / (3600 * \text{Nbre de jour} * \text{Nbre heure} * \text{efficience})$

$Q_{sp} = 3.88 \text{ l/s /ha} > 1.5 \text{ l/s/ha}$

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

Pour y remédier, on choisit le débit spécifique de la culture la plus exigeante qui est le sorgho au mois de juillet, qui, il est égal à :

$Q_{sp} = 1.26 \text{ l/s /ha}$

IV.13.Débit caractéristique

$Q \text{ caractéristique} = Q_{sp} * \text{surface}$

Surface totale=191.00 ha

$Q \text{ caractéristique} = 240.66 \text{ l/s}$

IV.14.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé, la phase la plus importante d'un projet d'irrigation, il s'agit de la détermination des besoins en eau des cultures. Après les calculs théoriques, nous avons estimé les besoins de chaque culture, et déduit le débit spécifique nécessaire au dimensionnement du réseau de notre périmètre. On remarque que le mois de pointe est le mois de juillet qui correspond à la culture de sorgho .

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution

V.1.Introduction

Le réseau collectif de distribution d'eau est essentiellement constitué par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression aux différentes exploitations agricoles par l'intermédiaire des bornes (prises) d'arrosages. Le développement de ces réseaux de distribution par les conduites sous pression est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement la généralisation des méthodes d'irrigation modernes (économie d'eau et disponibilité). C'est dans ce contexte que notre attention dans ce chapitre s'est accentuée sur l'optimisation du réseau de distribution d'irrigation sous pression.

V. 2 Choix de la variante d'aménagement :

Notre périmètre est situé en aval du barrage de Douera dans ce cas, deux variantes ont été étudiées :

* **Une variante gravitaire** : le périmètre sera alimenté exclusivement par une desserte gravitaire. Après analyse on déduit que la desserte est gravitaire Par la conduite de transfert (Harrach Douera)

* **Une variante mixte** : à partir d'un refoulement du barrage vers un réservoir de mise en charge puis une desserte gravitaire alimentant les parcelles. Après analyse on a exclu cette possibilité.

Donc on choisira la variante la plus adéquate c'est-à-dire un système gravitaire.

V.3 Découpage des îlots d'irrigation :

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

Chaque borne, et même chaque sortie, doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire :

- Régler le débit, ou plus exactement le limiter au module.
- Régler la pression.
- Assurer le comptage de l'eau livrée.
- Encaisser les suppressions accidentelles.

Cette borne comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément, en particulier lorsqu'elle se trouve en limite de plusieurs exploitants.

Donc le découpage des îlots sera basé sur le parcellaire existant, tel qu'il a été établi par l'étude foncière qui est comme suite :

- La structure foncière du périmètre est représentée par le secteur privé et comprend plusieurs Propriétaires identifiés.

TableauV.1.Les différentes îlot du périmètre.

N° îlot	Surface (ha)
01	17.6
02	21.2
03	22.5
04	25.8
05	22.15
06	23.7
07	11.4
08	15
09	24.75
10	7.9
TOTAL	191

Nous considérons d'abord les différents facteurs concernant :
le dimensionnement et le découpage des îlots et examinons par la suite la situation foncière de la zone d'étude, avec un découpage provisoire des îlots selon les principes indiquée ci- dessous :

V.3.1 Taille des îlots d'irrigation :

La taille de l'îlot est déterminée en fonction du débit d'équipement de prise en relation avec le débit fictif continu maximum au niveau de l'îlot. En outre, le débit fourni par la prise d'irrigation doit correspondre à une main d'eau compatible avec la méthode d'irrigation adoptée au niveau de l'exploitation.

la taille de l'îlot doit être déterminée en fonction des facteurs suivants :

- Le débit fictif continu en relation avec le débit d'équipement de la prise ;
- Le nombre d'exploitations qui partagent une seule prise.

V.3.2 Débit fictif continu :

Le débit fictif continu à la parcelle, est en général basé sur la satisfaction des besoins en eau de la culture la plus exigeante.

V.3.3 Débit d'équipement :

Le débit fourni par la prise doit correspondre à une main d'eau compatible avec le système d'irrigation adopté au niveau de l'exploitation. Plusieurs

facteurs peuvent faire varier la valeur à choisir pour le module ; le premier de ces

facteurs, est la méthode d'arrosage, plus elle est perfectionnée, plus le module pourra être réduit ; si les surfaces à mettre en eau sont petites on peut judicieusement donner de petites quantités d'eau.

Le module est également à déterminer en fonction de l'état général du sol, et de sa pente.

On peut choisir un petit module lorsque le sol est bien nivelé et la pente convenable.

La perméabilité du sol est le facteur prédominant, normalement, les mains d'eau plus grandes ne sont nécessaires que sur les grands bassins avec des sols relativement perméables.

En résumé, le problème est de choisir pour le module une valeur satisfaisante aux conditions citées ci-dessus.

On note que ces conditions, ont été déjà définies dans les paragraphes précédents. Le module, pour rester commode, pratique et économique on a opté pour une main d'eau qui doit se situer entre 10 et 20 l/s.

Les classes de taille de l'îlot ainsi que les débits d'équipements sont indiqués au tableau suivant :

Taille de l'îlot S (ha)	Débit d'équipement de la prise (l/s)
$S \leq 15$	
$15 < S \leq 20$	15
$20 < S \leq 25$	20
$25 < S \leq 30$	25
	30

V.4.Modalité de distribution

V.4.1 L'irrigation à la demande

Dans ce mode chaque irrigant est libre d'utiliser le débit qu'il a souscrit à toute heure du jour ou de la nuit. L'organisme de gestion du réseau distribue l'eau sur la base des débits souscrits à l'irrigant et les volumes effectivement prélevés. Cependant le débit affecté à une prise sera supérieur au débit fictif continu.

De là, un limiteur de débit, monté sur chaque prise d'irrigation, qui va interdire le dépassement du débit souscrit est indispensable. La pression à assurer à l'amont du réseau collectif est généralement de l'ordre de 3.5 à 4.5 bars, correspondant à une irrigation avec asperseur sa moyenne pression.

V.4.2.L'irrigation au tour d'eau :

C'est un mode de desserte spécifique et très rigide, il en existe deux types :

- Avec un tour d'arrosage, à module fixe et uniforme sur tout le réseau, chaque irrigant pourra irriguer au cours d'un tour d'eau, pendant une durée proportionnelle à la surface irriguée.

- Avec un tour d'arrosage à module variable sur tout le réseau : dont les conduites de desserte sont calculées de manière à obtenir un fonctionnement continu au cours d'un tour d'eau et en fonction de la surface irriguée.

L'inconvénient de ce mode, est le respect de tour d'arrosage, qui nous mène à concevoir un organisme de contrôle. Pour apporter une solution adéquate à ce problème, nous devons prévoir deux modalités :

V.4.3. Tour d'arrosage à l'antenne :

Dans le cas des petites propriétés, les modules disponibles lors de l'application des modalités précédentes, pourront être trop faibles, d'où l'option de regrouper plusieurs bornes sur une seule antenne donnée. Le débit fictif continu relatif aux superficies irriguées, desservies par cette antenne, constituera le module d'irrigation, successivement délivré aux différentes prises de l'antenne.

Dans le cadre de notre projet, on adopte une distribution d'eau d'irrigation à la demande, caractérisée par une souplesse, en laissant l'irrigant utiliser selon sa convenance sa prise d'irrigation

V.4.4. Tour d'arrosage à la borne

Chacune des bornes représentant le tertiaire dans le réseau de surface, reçoit un débit correspondant au débit fictif continu ce qui constitue alors le module d'irrigation qui est utilisé successivement par les différentes prises de la borne.

V.5. La méthodologie de dimensionnement

Pour objectif la détermination des diamètres des conduites des dessert, ce traitement a été basé sur les éléments et les hypothèses suivants :

- ✓ Le tracé du réseau (la longueur de chaque tronçon) ;
- ✓ Le débit à transiter sur chaque tronçon ;
- ✓ La surface des îlots desservis par le tronçon
- ✓ Les pertes de charges totales dans le tronçon
- ✓ Les conditions limites aval ; la charge minimum à assurer aux bornes
- ✓ Les conditions limites amont ; la côte charge disponible à l'entrée du réseau
- ✓ Les côtes de terrain naturel des bornes.

V.6 - Calcul des débits des ilots

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. Ce débit a été évalué à : $q_s = 1.26 \text{ l/s/ha}$

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

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

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

q_s = Débit spécifique moyen (l/s/ha)

S =Superficie de l'ilot (ha)

Les résultats du calcul du débit de chaque îlot d'irrigation sont présentés dans le(Tableau V-3)

V.6.1. Données de base du dimensionnement

Le débit spécifique est évalué **1.26 l/s/ha.**

La surface du périmètre est égale à **191.00 ha**

V.6 .2.Choix du type de borne

Le choix de la borne dépend de la surface :

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

V.6.3.Choix de diamètre de la borne Les diamètres des bornes en fonction des débits sont comme suit :

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

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

Tableau V.3 : Caractéristiques des ilots avec les débits de chaque borne

N° de la borne D'irrigation	N° des ilots	Superficie d'ilots (ha)	Débit brut de la borne (l/s)
B1	01	17.6	22.18
B2	02	21.2	26.71
B3	03	22.5	28.35
B4	04	25.8	32.51
B5	05	22.15	27.91
B6	06	23.7	29.86
B7	07	11.4	14.36
B8	08	15	18.65
B9	09	24.75	30.18
B10	10	7.9	9.95

V.7.Choix de tracé

Pour le choix du tracé de la conduite de distribution (Res-N1) il sera tenu compte de certain impératif que l'on s'efforcera dans la mesure du possible de respecter :

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

V.8.Matériaux de construction des canalisations :

V.8.1. Choix du matériau des conduites :

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (coût et disponibilité sur le marché local et leur production en Algérie) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes...etc.).

V.8.2.Les matériaux :

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

Nous utiliserons les conduites en PEHD (polychlorure de vinyle non plastifié) pour les conduites dont le diamètre est inférieur ou égal à 500 mm et inférieur à 10 Bars.

V.8.2.1es conduites en fonte :

Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux forces internes ;
- Bonne résistance à la corrosion ;
- Très rigides et solides ;
- L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds, très chers et ne sont pas disponibles sur le marché.

V.8.2.2 Conduites en acier :

- Les tuyaux en acier sont plus légers que les tuyaux en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose ;
- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement) ;
- Leur inconvénient est la corrosion.

V.8.2.3Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure) :

- Bonne résistance à la corrosion ;
- Disponible sur le marché ;
- Une pose de canalisation facile ;
- Leur inconvénient est le risque de rupture.

V.8.2.4 Avantages des canalisations en PEHD

- Ils supportent des pressions élevées ;
- Une résistance aux contraintes (choc, écrasement, déplacement du terrain);
- Ils peuvent être adaptés à toutes les conditions de service;
- Ils offrent une bonne flexibilité ;
- Disponible sur le marché.

V.9.Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution

Ayant déterminé les débits de pointe à transiter. On est amené à calculer les

diamètres des canalisations satisfaisant aux conditions techniques et donnant le coût minimum. Pour ce faire, on doit disposer des données suivantes :

- Tracé du réseau, donc longueur de chaque tronçon.
- Débit à transiter pour chaque tronçon.
- Conditions aux limites aval, c à d côtes piézométriques minimum à assurer.
- Condition à la limite amont, côte piézométriques disponible à l'entrée du réseau.
- Vitesse minimum et maximum admises dans les tuyaux.

V.10. Dimensionnement des canalisations

Le dimensionnement optimal est une des problématiques auxquelles doit résoudre l'ingénieur. Dans un souci technico-économique, les dimensions des conduites doit répondre aux normes hydrauliques :

V.10.1.Vitesse admissible

La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s, comme vitesse inférieure, et 2.5 m/s comme vitesse maximum. Dans notre étude, on prend une vitesse dans la conduite égale à 1.25 m/s

V.10.2.Calcul des diamètres

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses. La formule de " LABYE " nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise

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

Avec :

Q : débit, exprimé en m³/s.

D: diamètre exprimé en mm

V : vitesse économique de l'ordre de 1.25 m/s

V.10.3.Calcul des pertes de charge

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de Lechapt et Calmon, elle est donnée par l'expression suivante :

$$h_{Pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \dots\dots\dots (V.3)$$

Avec : h_{Pu} : perte de charge unitaire en mm/ml

Q : débit en m³/s

D : diamètre de la conduite considérée

L, M et N : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (Ks) des canalisations

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

$$J = L \times Q^M / D^N \dots\dots\dots (V.4)$$

Tableau V.4 : Les paramètres de perte de charge :

(mm)	L	M	N
0,1	1,2	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,6	1,975	5,25

Pour une conduite en fonte ou en PEHD, nous avons la rugosité $K=0,1\text{mm}$, avec les paramètres suivants : $L=1.2$, $M=1.89$, $N= 5.01$.

Les résultats de calculs sont donnés dans le tableau **Tableau V.5** :

Tableau V.5: Calculs hydrauliques du réseau de distribution :

N° du trançon	Longueur du trançon L(m)	Longueur du trançon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diamètre nominal	Vitesse réelle (m/s)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piezométrique (m)	Pression au point P(mce)
P-N1	150	0.15	240.66	0.24066	500	1.226	0.489	48	147.511	0.9022
N1-B1	250	0.25	22.18	0.02218	160	1.103	3.334	44.6	144.666	9.6732
N1-N2	225	0.225	218.48	0.21848	500	1.113	0.611	44.3	147.389	10.2478
N2-B2	250	0.25	26.71	0.02671	200	0.850	1.487	44.4	146.513	10.0626
N2-N3	275	0.275	191.77	0.19177	500	0.977	0.584	44.2	147.416	10.2632
N3-B3	225	0.225	28.35	0.02835	200	0.902	1.498	44.1	146.502	10.0904
N3-N4	225	0.225	163.42	0.16342	500	0.832	0.353	44	147.647	10.3294
N4-N5	125	0.125	60.42	0.06042	250	1.231	1.092	44.2	146.908	10.1616
N5-B4	150	0.15	32.51	0.03251	200	1.035	1.294	44	146.706	10.1412
N5-N6	125	0.125	27.91	0.02791	200	0.888	0.808	44.3	147.192	10.2084
N6-B5	200	0.2	27.91	0.02791	200	0.888	1.293	44.4	146.707	10.1014

N4-N7	225	0.225	103	0.103	400	0.820	0.470	43.8	147.53	10.326
N7-B6	250	0.25	29.86	0.02986	200	0.950	1.836	43.7	146.164	10.0628
N7-N8	575	0.575	73.14	0.07314	400	0.582	0.629	43.6	147.371	10.3142
N8-B7	150	0.15	14.36	0.01436	160	0.714	0.879	43.8	147.121	10.2442
N8-N9	175	0.175	58.78	0.05878	250	1.198	1.452	43.4	146.548	10.1696
N9-B8	575	0.575	18.65	0.01865	200	0.593	1.735	44	146.265	10.053
N9-N10	675	0.675	40.13	0.04013	250	0.817	2.723	43.2	145.277	9.9354
N10-B9	200	0.2	30.18	0.03018	200	0.961	1.499	43.8	146.501	10.1202
N10-N11	275	0.275	9.95	0.00995	160	0.495	0.806	43	147.194	10.3388
N11-B10	200	0.2	9.95	0.00995	160	0.495	0.586	43.2	147.414	10.3628

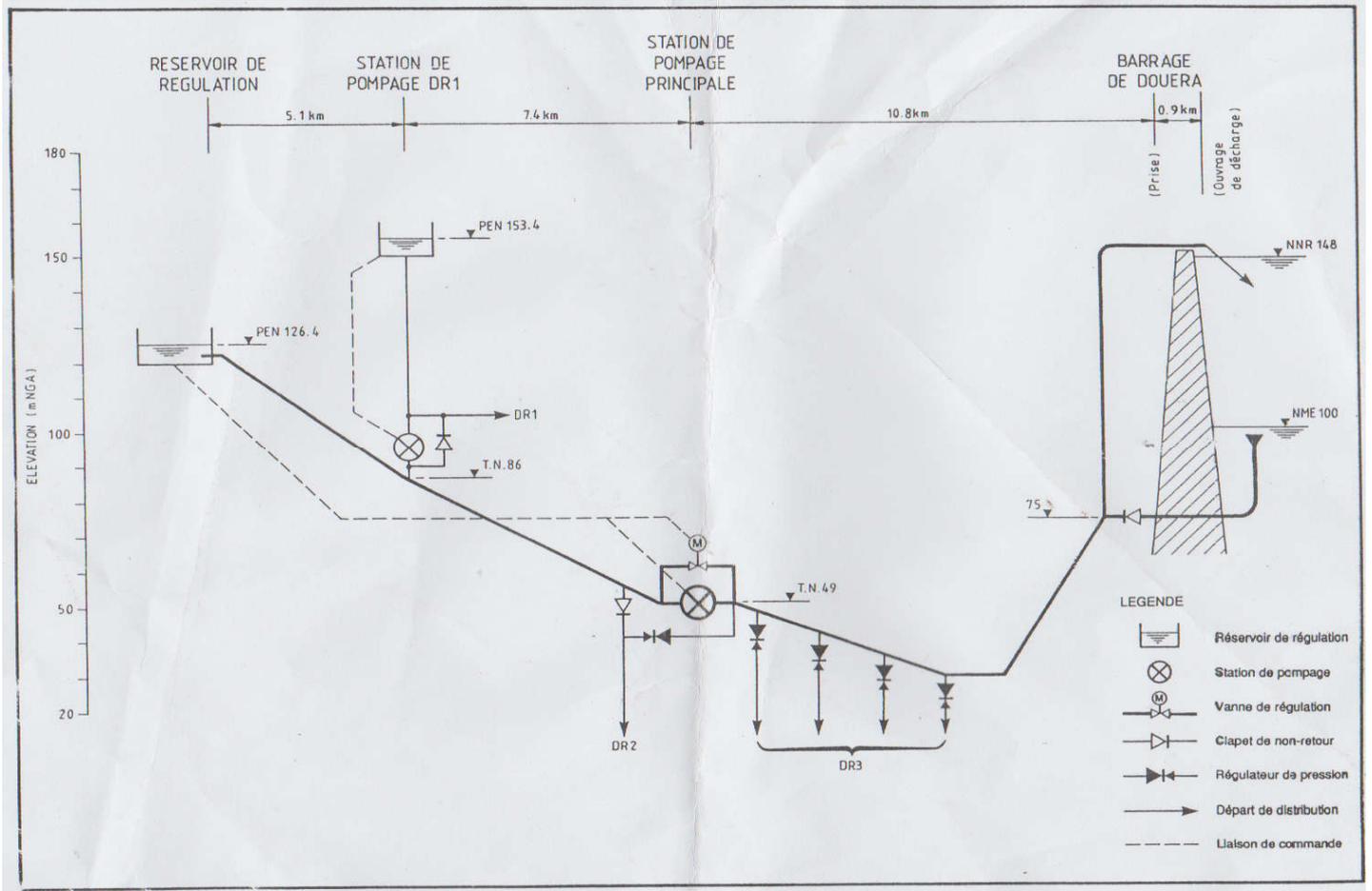


Figure V- 1 Schéma hydraulique : transfert Harrach-Douera. (Source ONID)

V.11.Conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordé le réseau de distribution et détaillé les structures et facteurs régissant la conception et la gestion d'un réseau ainsi que les calculs relatifs aux bornes d'irrigation.

Dans le cadre de la réalisation du projet, le périmètre est découpé en 10 îlots d'irrigation, avec une superficie totale de 191 ha et une taille moyenne de 19.2 ha.

Dans notre étude, Nous utiliserons les conduites en PEHD pour les diamètres inférieurs ou égal à 500mm ..

Chapitre VI : Les techniques d'irrigation

VI.1.Introduction

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

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

VI .2. Différentes techniques d'arrosages

Les techniques d'arrosages peuvent être rangées en trois classes:

- L'irrigation gravitaire ou irrigation de surface;
- L'irrigation localisée ou micro irrigation;
- L'irrigation par aspersion;

VI.2.1.L'irrigation de surface

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

VI.2.1.1.L'irrigation par ruissellement

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

VI.2.1.1.1.Les avantages de l'irrigation par ruissellement

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

VI.2.1.1.2. les inconvénients

- Temps d'irrigation important
- Nécessité de nivellement et son entretien

- Pertes importantes d'eau

VI.2.1.2.l'irrigation par submersion

C'est l'une des techniques les plus anciennes. Son principe est d'apporter une hauteur d'eau au niveau d'une parcelle dans des planches façonnées au préalable. Elle est réservée aux cultures exigeantes en eau. C'est une technique qui ne demande ni technicité, ni matériel. Elle est moins coûteuse et ne demande pas de la main d'œuvre. Elle présente une fréquence d'irrigation plus lente et permet un bon lessivage des sols salins.

Néanmoins, elle exige des quantités importantes d'eau et risque de provoquer une asphyxie racinaire.

VI.2.1.2.1.Les avantages de la submersion

- Destruction des adventices
- Protège contre le gel

VI.2.1.2.2.Les inconvénients de la submersion

- Tassement du sol
- Diminution de la porosité d'où diminution de la perméabilité
- Nécessite d'assainissement
- Manque d'aération

VI.2.1.3.l'irrigation par infiltration

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

VI.2.1.3.1.les avantages

- Pas de danger d'érosion, ni de formation de croûtes
- L'accès est facile au terrain

VI.2.1.3.2.Les inconvénients

- Grande perte d'eau
- Exigence en main d'œuvre

VI.2.2L'irrigation par submersion

l'eau est acheminée aux cultures par pompage artificiel.

VI.2.2.1. l'irrigation par aspersion (pivot)

C'est une technique d'irrigation récente. Il s'agit d'apporter l'eau sous forme de pluie artificielle grâce à des distributeurs appelés asperseurs qui fonctionnent sous pression. Une technique facile à appliquer et permettant l'exploitation du maximum de la surface cultivée en économisant une quantité importante d'eau. Toutefois, certains inconvénients sont à signaler à savoir ; le temps d'arrosage important et le tour d'irrigation faible. Elle nécessite une haute pression dans le réseau et donc une énergie à fournir. Les frais d'installation et d'énergie sont importants et le débit d'eau est élevé

- **Description et principe de fonctionnement :**

Le centre pivot ou encore rampe pivotante est un appareil d'irrigation constitué d'un tube galvanisé qui tourne autour d'un point fixe et supporté par des supports métalliques en forme (A) à l'aide d'une armature et fils métallique. Les supports sont distants de près de 30m et montés sur des roues. La longueur du tube pivotant est de 150 à 600 m et l'eau arrive à l'aide d'une conduite métallique, enterrée qui est reliée à une pompe d'eau montée généralement sur forage ou source d'eau. (Elamoud et Fetiani, 1991)

En général, un pivot est constitué d'une tour centrale autour de laquelle tournent les autres éléments, d'une conduite d'eau assurant son alimentation en eau, des tours mobiles sous forme d'articulations de 30 à 75 cm de long et 3 mètres de hauteur et la longueur totale des tours est de 200 à 400 m et parfois jusqu'à 900 m, des organes d'arrosage (buses, asperseurs rotatifs et canons en extrémité), et un armoire de commande qui est constitué d'un interrupteur principal, un sélecteur de vitesse, un sélecteur de direction et un volte-mètre.

Les buses et les asperseurs sont positionnés sur la conduite d'eau selon leur débit de telle sorte d'avoir une pluviométrie uniforme. Ceci est réalisé en gardant le même débit pour tous les organes et faire varier leur écartement ou bien en variant les débits et en fixant l'écartement. Le débit augmente en s'éloignant de l'axe. Les buses sont généralement montées sur la rampe (tête vers le bas) par des tubes verticaux de façon d'être plus proche du sol que la rampe, ce qui permet d'améliorer l'efficacité de l'arrosage en cas de vent et de réduire un peu la pression de service. Elles sont parfois dotées de pastilles de diamètres variables qui déterminent les caractéristiques de fonctionnement débit-pression pour une pression de 1 à 3 bars, un débit de 1 à 7 m³/heure. (Zergoune, 1997)

Le mouvement du pivot est assuré soit d'une manière hydraulique ou électrique. Pour la première, on utilise l'énergie hydraulique obtenue par la pression de l'eau à l'intérieur du tube d'aspersion pour faire fonctionner un moteur hydraulique. Il y'a une maîtrise de la vitesse des tours

donc la vitesse du tube d'aspersion. L'inconvénient de cette méthode c'est que l'appareil ne fonctionne qu'en cour de l'irrigation et ou ne peut déplacer le tube que s'il contient de l'eau. La méthode électrique est basée sur l'utilisation de moteurs électriques séparés avec une puissance de 0.5 à 1.5 cv et qui fonctionnent en poussant les roues à tourner à l'aide d'une caisse trousse ou chaîne de mouvement. (Elamoud et Fetiani, 1991)

La machine ne se déplace pas d'une façon continue mais à des séries de départs et arrêts qui sont contrôlés par la fréquence du mouvement du moteur. Lors du fonctionnement d'un pivot, il faut commencer par le réglage de la vitesse de déplacement des tours dont le mouvement est commandé par la dernière tour qui conditionne la vitesse du déplacement du pivot. Cette vitesse dépend essentiellement de la quantité d'eau à apporter, car si on veut apporter une grande dose, on doit diminuer la vitesse du pivot.(Elamoud et Fetiani, 1991)

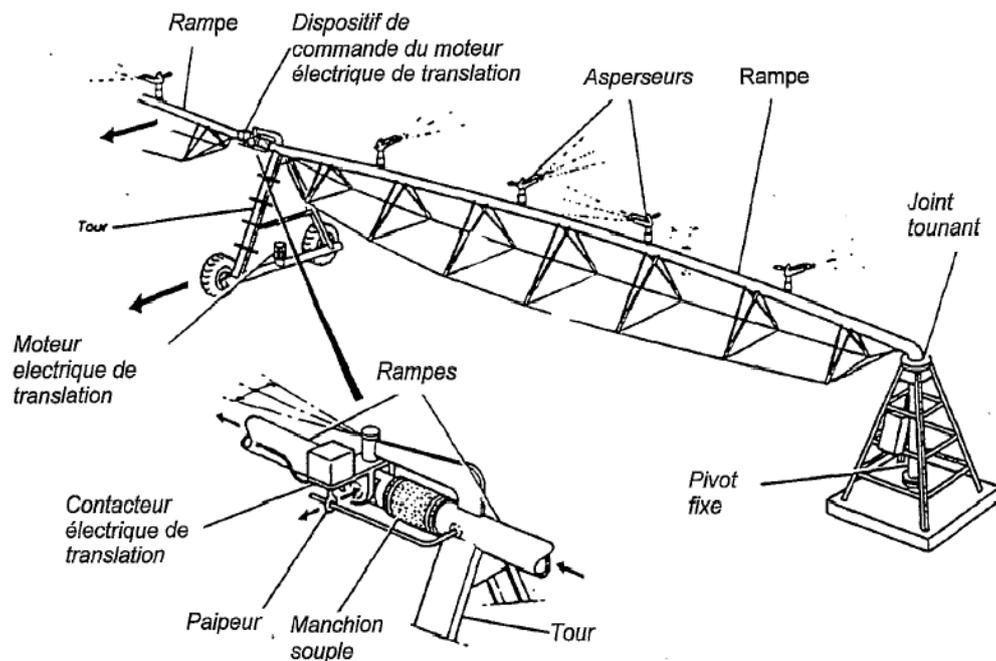


Fig. 15 - Pivot

Figure V.1 : irrigation par pivot

VI.2.2.1.1.Les avantages

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

VI.2.2.1.2.les inconvénients

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

VI.2.3.l'irrigation localisée (goutte à goutte)

Elle consiste à créer un bulbe d'humidité aux environs des racines en gardant le potentiel matriciel à un niveau très bas. Les débits délivrés sous de basses pressions sont faibles, selon les modèles des distributeurs. Elle a pour avantage l'économie d'eau et d'engrais, la réduction de la main d'œuvre et de l'effort, la lutte contre les mauvaises herbes et facilite la conduite culturale.

Certains inconvénients peuvent être résumés en un coût d'installation élevé et au problème d'accumulation des sels aux alentours des cultures.

La technique d'irrigation la plus connue sous le nom de l'irrigation localisée est le goutte à goutte. L'irrigation au goutte à goutte est principalement une technique au moyen de laquelle eau et fertilisants peuvent être mis directement à la disposition du système racinaire de la culture grâce à des goutteurs conçus pour distribuer les faibles débits appropriés. C'est à dire arroser peu et souvent à proximité des racines des plantes (KONATE, 2000).



Figure V.2: irrigation localisée

VI.2.3.1.les Avantages

- Meilleur développement des cultures dû a l'humidification permanent de la couche active de sol
- Economie d'eau et main d'œuvres (système fixe)
- Réduction des mauvaises herbes
- Réduction de l'évaporation
- Economie d'engrais
- Facile à automatisé

VI.2.3.2.Les inconvénients

- Coût très élevé du matériel
- Risque d'obstruction des goutteurs
- Nécessité d'une main d'œuvres spécialisés

VI .3.Choix des techniques d'arrosage :

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable , il est nécessaire de savoir les contraintes suivantes :

VI.3.1.Les contraintes naturelles :

VI.3.1.1.L'évaporation :

Notre zone d'étude est caractérisée par un évaporation élevé durant l'été , ce qui provoque une perte d'eau importante .

VI.3.1.2.Le vent :

C'est le facteur déterminant dans le choix de technique d'irrigation , notre zone d'étude est caractérisée par des vitesses faibles d'une part et moyenne d'autre part (2.93 m/s au moyen)

VI.3.1.3.Le sol

Les sols de périmètre de périmètre de la Mitidja centre présente une texture limoneuse , la perméabilité est moyenne , d'ou l'irrigation de surface doit être prudente a fin d'éviter l'asphyxie des plantes , dans ce cas l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisé ont des avantages du fait qu'on peut donner des faibles doses .

VI.3.1.4.La pente

Notre périmètre a une pente qui ne dépasse pas les 2 % en général, donc cette dernière ne présente aucune contrainte particulière

VI.3.2.Les contraintes techniques

- ❖ Qualification de main d'œuvre
- ❖ Entretien du matériel

VI.3.3.Les contraintes agronomiques

Les types des cultures envisagées dans notre périmètre de périmètre de la Mitidja centre sont constitués de cultures fourragère, maraîchage, et arboriculture , pour les cultures arboriculture et maraîchages, et l'irrigation localisée pour les figuiers .

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

VI.4.Conclusion

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

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

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

Chapitre VII : Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

VII.1.Introduction

L'irrigation à la parcelle est relative à la mise en œuvre de l'eau d'irrigation délivrée aux prises du conduit principal .

Les équipements mis en jeu ou les aménagements de terrain sont fonction de la technique d'irrigation adoptée par les irrigants : irrigation de surface, irrigation par aspersion, irrigation localisée.

Ce présent chapitre a pour but le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte.

VII.2.Définition:

Le système d'irrigation goutte à goutte est un système équipement urètres grande efficacité de l'irrigation. Des perforations dans des tuyaux longeant les lignes de culture distribuent l'eau aux plantes de manière localisée âtres faible débit , évitant ainsi un maximum de déperdition . Très économe en eau et en main d'œuvre, il demande par contre un êtres grande technicité de ces utilisateurs. Les rendements peuvent être très élevés , mais l'investissement est très important.

VII.3.Composition d'une installation goutte à goutte :

VII.3.1 Point de fourniture d'eau :

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

VII.3.2Composition L'unité de tête :

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

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



Figure VII.1: Dilueur d'engrais

Les éléments fertilisants. L'installation comprend :

VII.3.2.1 Unité de filtration :

Elle constitue la partie essentielle de toute installation goutte à goutte. On distingue plusieurs sortes de filtres.

VII.3.2.2. Filtre à tamis :

Il est constitué d'une toile fine ou des lamelles faiblement écartées.

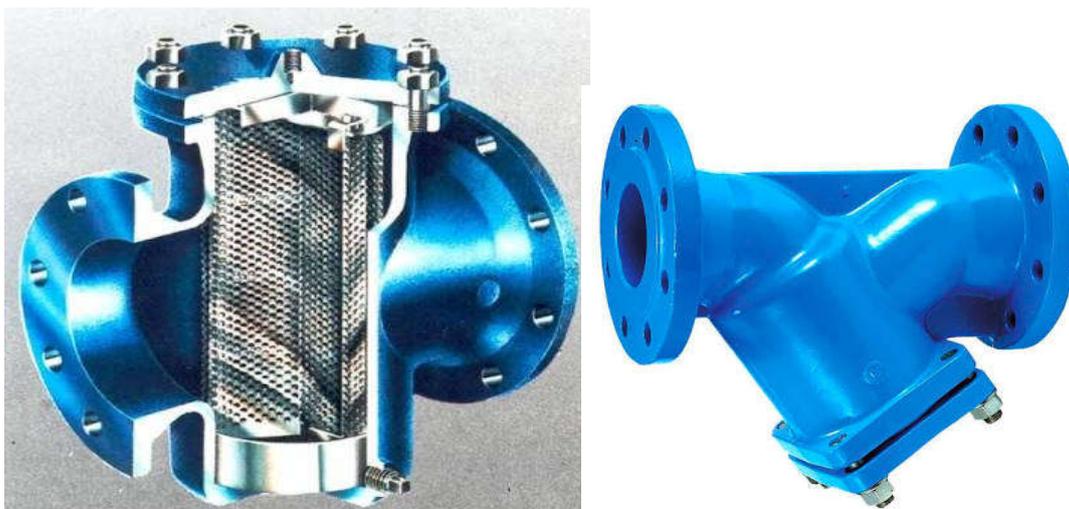


Figure VII.2 : Filtre a tamis

VII.3.2.3. Filtre à sable :

Constitué d'un certain nombre de couche de matériaux, de granulométrie bien définie et régulière.

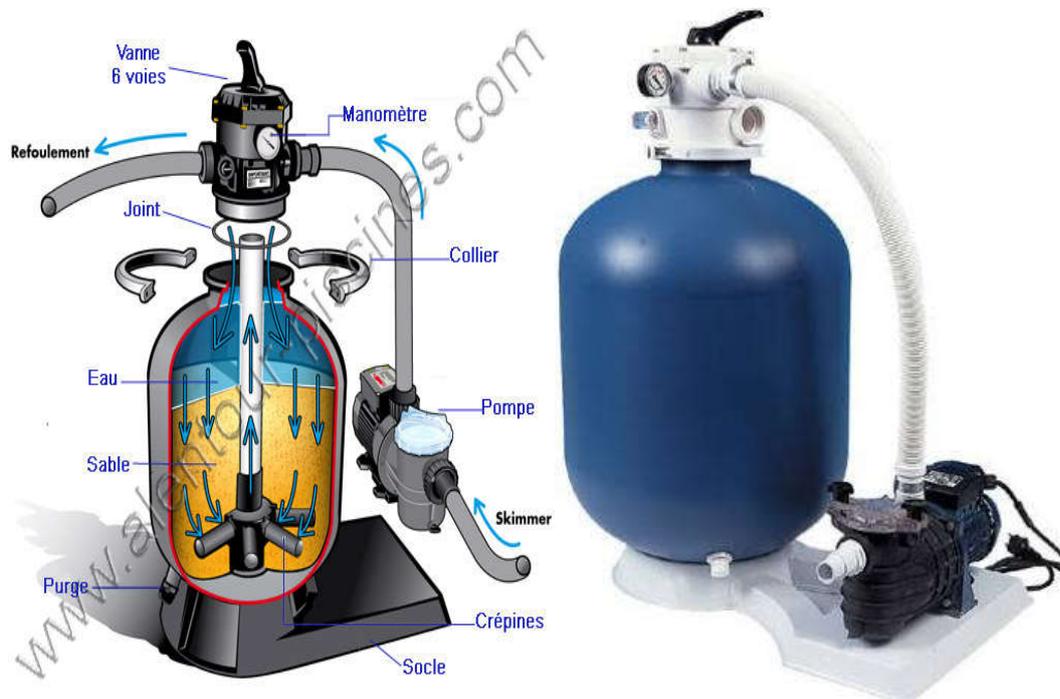


Figure VII.3 : Filtre à sable

VII.3.2.4 .Filtre à gravier :



Figure VII.4:Filtre à gravier

VII.3.3 La conduite principale :

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

VII.3.4 Le porte-rampes :

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

VII.3.5 Les rampe :

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

VII.3.6 Les distributeurs :

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

La classification des goutteurs peut se faire selon :

- Des critères hydrauliques.
- La façon dont le goutteur est fixée sur la rampe.
- Le nombre de sorties dont est muni le goutteur

VII.3.6.1 Différents types de distributeurs :

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

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

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

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

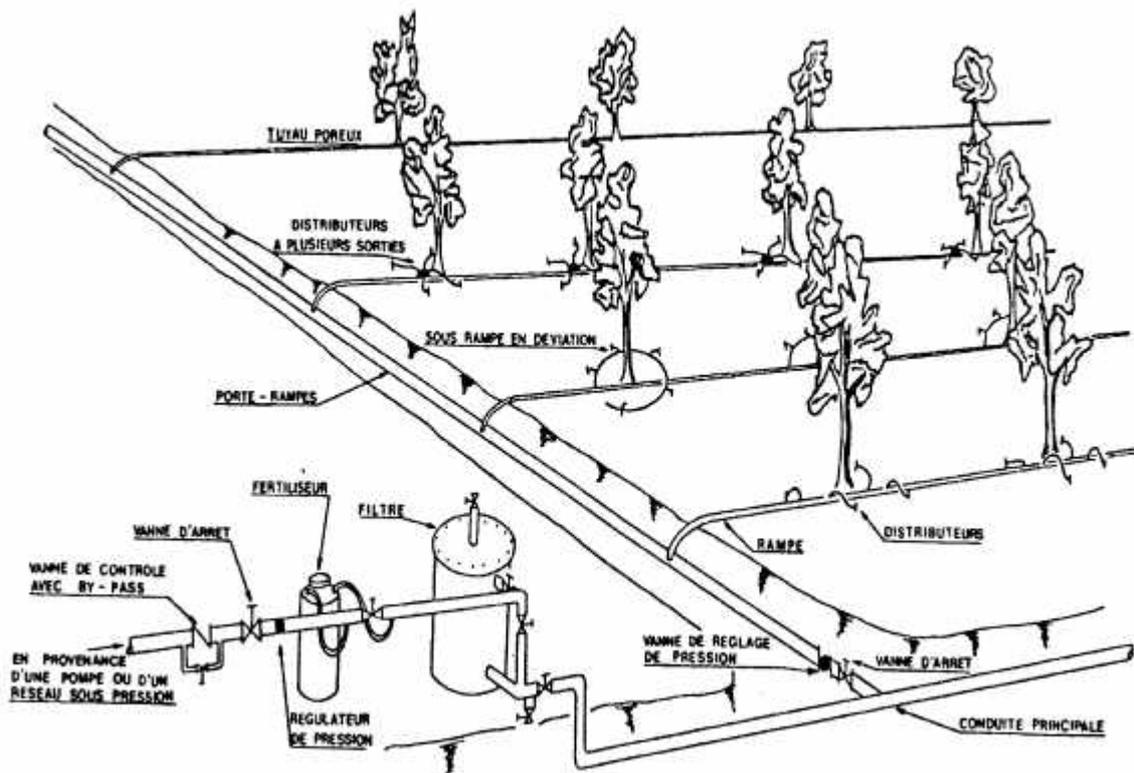


Figure VII.5 : Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte

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

VII.4.1. Données générales :

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

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot 10 alimenté par la borne B10 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 3,5bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 7.9 hectares,

Culture : Olivier

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe 170.14mm

Caractéristique du goutteur :

- Débit nominal : 04l/h
- Pression nominale : 10 m.c.e
- Espacement des goutteurs : 01 m

- Le nombre de goutteurs par arbre : 02

VII.5. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

➤ Pour l'Olivier :

D'après la quantification des besoins, le mois de pointe pour la culture de l'olivier est le mois de août $B=170.14$ mm.

VII.5.1. les besoins journaliers :

En eau d'irrigation localisée pour le pommier sont calculés par les formules suivantes :

B_j = Besoin du mois de pointe (mm).

$$B = \frac{\text{besoin du mois de pointe}}{\text{Nombre de jours}}$$

$$B_j = \frac{170.14}{31} = 5.5 \text{ mm/j}$$

VII.5.2. Besoin journalier en tenant compte de la réduction K_r :

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

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

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

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s)$$

on considère un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) ;

C_s : Couverture du sol; pour les arbres adultes : $C_s = 60\%$

$$K_r = 0,6 + 0,5(1 - 0,6) = 0,8$$

D'où:

$$B_{jL} = B_j * K_r = 5,5 * 0,8 = 4.4 \text{ mm/j}$$

VII.5.3. La dose d'irrigation nette pratique :

Le besoin d'irrigation, B_{net} est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation théoriquement nécessaire pour obtenir une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée (à l'exclusion des pertes et de la contribution des autres ressources).

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

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

H_{pf} : humidité au point de flétrissement ($H_{pf}=13\%$)

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

Z : profondeur d'enracinement en ($Z= 1200$ mm)

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

$RFU= 156.8$ mm

P : Pourcentage du sol humidifié

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

P : Volume du sol humidifié

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

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

S_h : Largeur de la bande humidifiée (1m)

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

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

✓ On obtient **$P = 25\%$**

La dose nette corrigée

$$D_p = 156.8 \cdot 0.25 = \mathbf{39.2 \text{ mm}}$$

VII.5.4. Fréquence des arrosages :

La fréquence des arrosages est fonction d'une part du besoin journalier qu'il faut satisfaire et d'autre part de la dose réelle net dont profite les plantes.

Elle est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{D_{osenette}}{B_{jl}} = \frac{39.2}{4.4} = 9 \text{ jour}$$

Donc on prend $Fr = 11$ jours.

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

- **La dose réelle :**

$$D_r = Fr \cdot B_{jl} = 9 \cdot 4.4 = \mathbf{39.6 \text{ mm}}$$

- **La dose brute :**

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_u \cdot eff} = \frac{39.6}{0.9 \cdot 0.9} = 48.88 \text{ mm}$$

Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%

Eff : efficacité du réseau d'irrigation $E_{\text{eff}}=90\%$

VII.5.5. Durée d'arrosage par mois :

$$\theta = \frac{Dn * Sa * Sr}{n * qg}$$
$$= \frac{48.88 * 4 * 4}{4 * 2} = 97.8 \text{ heures/mois}$$

VII.5.6. Durée d'arrosage journalier :

$$Dj = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr}$$
$$= \frac{97.8}{9} = 11 \text{ heures/jour}$$

VII.5.7. Nombre de poste :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}}$$
$$= \frac{22}{11} = 2 \text{ postes}$$

VII.5.8. Surface de la parcelle :

$$Sp = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}}$$
$$= \frac{7.90}{2} = 4.6 \text{ ha}$$

VII.6. Calculs hydrauliques :

VII.6.1. Condition hydraulique :

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

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

La variation maximale de la pression

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

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

Telle que : $q(g)$: débit nominal du goutteur
 $H(n)$ pression nominal

$$0.1 = 0.5 * \frac{\Delta H(\text{max.})}{10}$$
$$\Delta H(\text{max}) = 1/0.5 = 2 \text{ mce.}$$

Le débit :

$$Q_r = Q_g * N_r$$

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

Avec:

Q_r : Débit de rampe

Q_g : Débit des goutteur

N_g/r : Nombre des goutteurs par rampe

N_r : Nombre des rampes

Q_{pr} : Débit de porte rampe

Avec :

La longueur de la rampe (L_r) : 100. m

La longueur de la porte rampe (L_{pr}): 200 m

La longueur de la conduite secondaire (L_s) : 75 m

VII.6.1.1. Le nombre d'arbres par rampe:

$$N \text{ arbres} = L_r / E_r = 100/4 = 25 \text{ arbres}$$

VII.6.1.2. Nombre de goutteurs par rampe

$$N_g = N_{\text{arbres}} * n = 25 * 2 = 50 \text{ goutteurs}$$

VII.6.1.3. Le nombre de rampes:

$$N_r = L_{pr} / E_r = 200/4 = 50 \text{ rampes}$$

VII.6.2. Débit de la rampe:

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 50 * 4 = 200 \text{ l/h}$$

VII.6.3. Débit de la porte rampe:

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 200 * 50 = 10000 \text{ l/h}$$

➤ Par la même méthode de calcul pour la porte rampe 02 on trouve que :

$$N \text{ arbres} = L_r / E_r = 150/4 = 37 \text{ arbres}$$

$$N_g = N_{\text{arbres}} * n = 37 * 2 = 74 \text{ goutteurs}$$

$$N_r = L_{pr} / E_r = 125/4 = 31 \text{ rampes}$$

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 31 * 4 = 124 \text{ l/h}$$

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r = 124 \cdot 31 = 3844 \text{ l/h}$$

VII.6.4. Débit de la conduite secondaire :

Etant donné que nous avons 2 porte rampe :

$$Q_{cs} = Q_{pr} \cdot N_{pr} = 10000 + 3844 = 13844 \text{ l/h}$$

VII.6.5. Dimensionnement des différentes parties du réseau :

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

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

$$P_{dc}(\text{sing}) = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ mce} \quad p_{dc}(\text{sing}) = 0,2$$

$$P_{dc}(\text{linéaire}) = 2 - 0,2 = 1,8 \text{ mce} \quad p_{dc}(\text{linéaire}) = 1,8 \text{ mce}$$

➤ La répartition de la perte de charge est :

$$1/3 \text{ sur les porte- rampes } P.d.c(\text{pr}) = 1,8 \cdot 1/3 = 0,6 \text{ m c e ;}$$

$$2/3 \text{ sur les rampes } P.d.c(r) = 1,8 \cdot 2/3 = 1,2 \text{ m c e ;}$$

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

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

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

Avec :

- $P_{dc}(r)$: la perte de charge dans la rampe
- $Q(r)$: le débit de la rampe en l/h
- $L(r)$: la longueur de la rampe en m
- $\varnothing r(\text{cal})$: le diamètre de rampes
- $\varnothing pr(\text{cal})$: le diamètre de porte rampe

VII.6.5.1. Vérification des pertes de charges :

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

La perte de charge unitaire

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75}$$

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

$$h_{cal} = \frac{L}{2.75} \cdot i$$

Ou : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

VII.6.6 Calculs hydrauliques de la rampe :

$$\phi r(cal) = \left[\frac{P. d. c (r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} * L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = \left[\frac{1.2 * 2.75}{0.478 * 200^{1.75} * 100} \right]^{-\frac{1}{4.75}}$$

$\phi r = 12.36 \text{ mm}$; Alors on prend DN=20mm

$$V = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 * 0.2 / 3600}{3.14 * 0.02^2} = 0.1769 \text{ m/s}$$

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} = \frac{0.478}{2.75} \cdot 20^{-4.75} \cdot 200^{1.75} = 1.22$$

$$h_{cal} = \frac{L}{2.75} \cdot i = \frac{100}{2.75} \cdot 1.22 = 0.0443 \text{ m}$$

Tableau VII.1 Caractéristique de la conduite de la rampe 01 :

culture	Lr(m)	Ng	Qr (l/h)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse m/s	hcal(m)
Olivier	100	50	200	12.36	20	0.1769	0.0443

Tableau VII.2Caractéristique de la conduite de la rampe 02 :

culture	Lr(m)	Ng	Qr (l/h)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse m/s	hcal(m)
Olivier	150	31	124	13.53	20	0.15	0.03

VII.6.7 Calculs hydrauliques de la porte rampe :

Tableau VII.3 Caractéristiques de la conduite de la porte rampe (01) :

Culture	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
Olivier	200	50	10000	52.7	90	0.65	0.08

Tableau VII.4 Caractéristiques de la conduite de la porte rampe (02) :

Culture	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
Olivier	125	31	3844	32.67	50	0.51	0.012

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

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

VII.6.8 Calcul des diamètres de la conduite secondaire :

La conduite secondaire alimente les trois parcelles d'oliviers ayant des surfaces respectivement de 4.8 ; 4.9 et 3.4 ha. Les trois parcelles sont relativement homogènes en exploitations. Pour calculer le diamètre on doit fixer la Vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.05 m/s tel que :

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

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

VII.6.9. Calcul de caractéristique de conduites secondaires :

Tableau VII.5 Caractéristique de la conduite secondaire :

culture	L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	75	13844	1.25	62	90	0.8	0.35

VII.6.10. La pression d'eau à la borne de distribution :

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

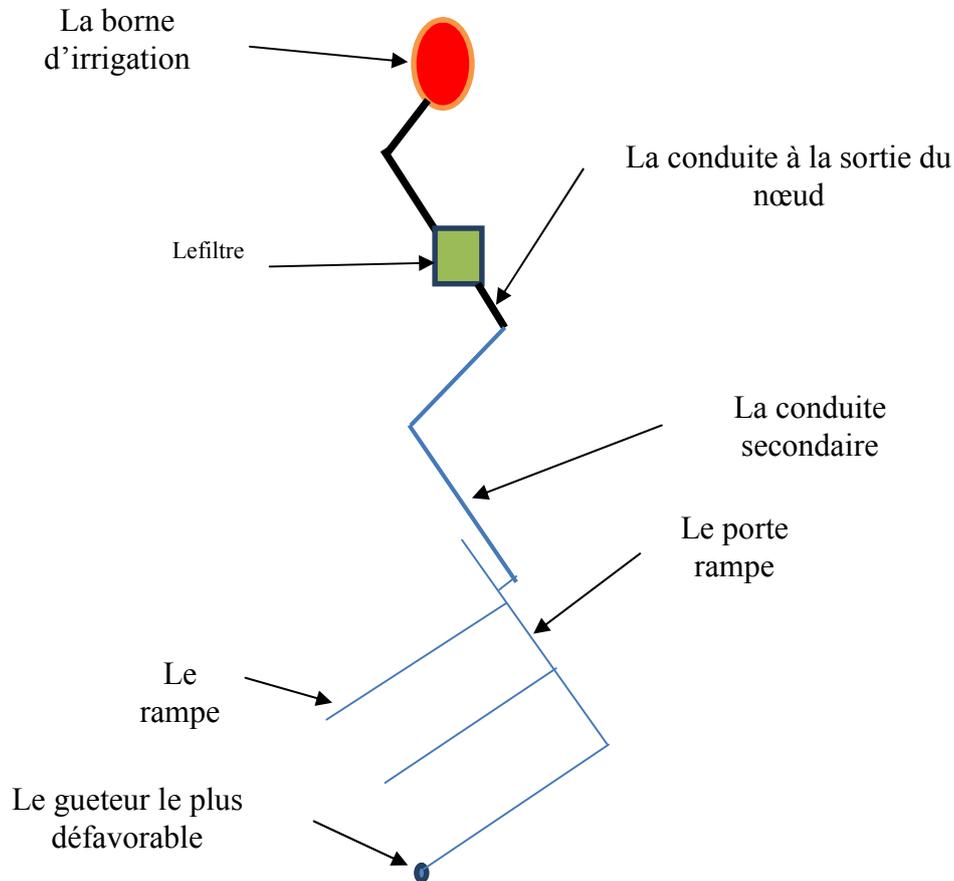


Figure VII.6 :Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur

VII.6.11.Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable :

Tableau VII.6 : résumer des caractéristique de la conduite secondaire (Q,D , l,ΔH)

	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire
Longueur(m)	100	200	75
Diamètre(m)	20	90	90
Débit (m ³ /s)	0.00005	0.0027	0.00275
Pertes de charge(m)	0.0443	0.08	0.35

A partir du tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'à le goutteur le plus défavorable ; Donc la pression demandée à la borne égale a la pression nominale plus la somme des pertes de charges.

$$\Delta h = 10+0.0443+0.08+0.35= 10.47m;$$

VII.7.Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte. Ayant dimensionné tous les organes du réseau localisé projeté sur la parcelle choisie, nous avons effectué une vérification de la pression à la sortie de la borne, afin d'assurer la pression nominale de 10 mce dans le goutteur le plus éloigné et cela pour assurer le bon fonctionnement des goutteurs.

Chapitre VIII : Evaluation du coût du projet

VIII.1 Introduction :

L'estimation économique du projet est une étape importante, elle permettra de chiffrer le coût de l'aménagement, en fonction des différentes charges intervenant dans le projet. Pour cela, nous présentons ci-après, les différentes charges, en fonction des prix de références, des coûts des investissements et d'exploitation.

VIII.2. Devis de réseau d'irrigation localisée :

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant :

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

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
TubeØ500 PEHD	ml	875	11724.79	10259191
TubeØ400 PEHD	ml	800	7516.57	6013256
TubeØ250 PEHD	ml	975	2937.81	2864364.8
TubeØ200PEHD	ml	1975	1892.38	3737450.5
TubeØ160 PEHD	ml	875	1209.53	1058338.8
TubeØ20 PEBD	ml	9650	34.06	328679
TubeØ50 PEBD	ml	200	148	29600
TubeØ90 PE	ml	200	720.5	144100
Vanne Ø100	U	3	4500	13500
Vanne Ø150	U	1	12000	12000
Vanne Ø200	U	6	16000	96000
Goutteurs	U	4794	31	148614
Filtre à tamis métallique	U	2	13500	27000
Manomètre glycérine 10bars	U	2	832.92	1665.84
TOTAL				24733760.1

Tableau VIII.2. Prix du mètre linéaire des conduites en PEHD selon CHIALI :

Réf é re nce	Désignation	Diamètre	Epaisseur	Qualité	Pression	Prix HT	Prix TTC
		Ext en MM	e n MM	Produit	Service	le M/L	le M/L
11 003 0161	Tube PEHD	16	-----	PE80	10 Bars	-----	-----
11 003 0201	Tube PEHD	20	2,0	PE80	10 Bars	26,31	30,78
11 003 0251	Tube PEHD	25	2,0	PE80	10 Bars	33,85	39,60
11 003 0321	Tube PEHD	32	2,4	PE80	10 Bars	52,60	61,54
11 003 0401	Tube PEHD	40	3,0	PE80	10 Bars	82,33	96,33
11 003 0501	Tube PEHD	50	3,7	PE80	10 Bars	125,79	147,17
11 003 0631	Tube PEHD	63	4,7	PE80	10 Bars	198,97	232,79
11 003 0751	Tube PEHD	75	5,6	PE80	10 Bars	281,31	329,13
11 007 0901	Tube PEHD	90	5,4	PE100	10 Bars	335,47	392,50
11 007 1101	Tube PEHD	110	6,6	PE100	10 Bars	495,40	579,62
11 007 1251	Tube PEHD	125	7,4	PE100	10 Bars	631,13	738,42
11 007 1601	Tube PEHD	160	9,5	PE100	10 Bars	1 033,79	1 209,53
11 007 2001	Tube PEHD	200	11,9	PE100	10 Bars	1 617,42	1 892,38
11 007 2501	Tube PEHD	250	14,8	PE100	10 Bars	2 510,95	2 937,81
11 007 3151	Tube PEHD	315	18,7	PE100	10 Bars	4 003,95	4 684,62
11 007 4001	Tube PEHD	400	23,7	PE100	10 Bars	6 424,42	7 516,57
11 007 5001	Tube PEHD	500	29,7	PE100	10 Bars	10 021,19	11 724,79
11 007 6301	Tube PEHD	630	37,4	PE 100	10 Bars	15 153,49	17 729,58

VIII.2.1 Dépenses des travaux

Le prix de terrassement est égal à :

✓ **Pour les déblais**

$$F_{deb} = V_{deb} \cdot K_{deb} \dots \dots \dots (VIII.1)$$

K_{deb} : prix de 1 m³ de déblai=300 DA

V_{deb} : volume total de déblai

✓ **Pour les remblais**

$$F_{rem} = V_{rem} \cdot K_{rem} \dots \dots \dots (VIII.2)$$

K_{rem} : prix de 1 m³ de remblai=100 DA

V_{rem} : volume total de remblai

VIII.2.2.Calcul du volume de déblai et remblai :

La pose en terre des conduites s'effectue dans un tranché dont la largeur de fond B sera donnée par la formule suivante :

$$B = D + 2 \times 0,3 \dots \dots \dots (VIII.3)$$

D : diamètre de la conduite (m)

La profondeur de fouille est en fonction du diamètre de la conduite, de la température du lieu (max, min) et les sollicitations des charges mobiles.

$$H \geq D + 0,8$$

$$\text{Déblai} = L.H.B$$

$$\text{Remblai} = \text{déblai} - \left(\pi \frac{D^2}{4}\right).L$$

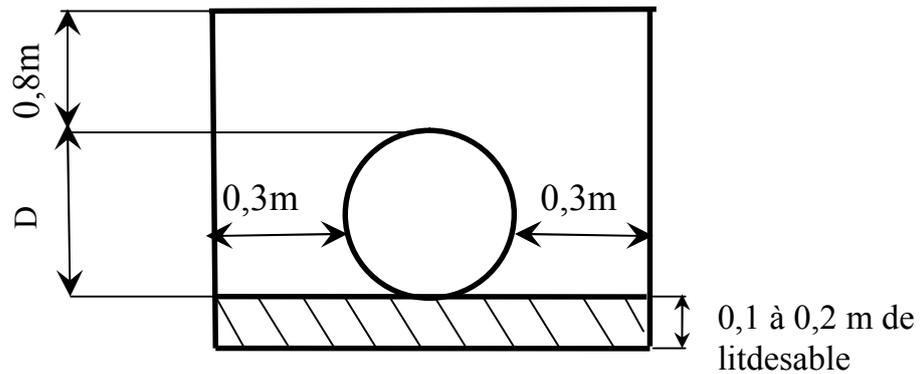


Figure VIII.1: Schéma simplifié pour place la conduite d'adduction

Tableau VIII .3.Calcul de terrassement

Ø (mm)	B (m)	H (m)	L(m)	Déblai (m ³)	Remblai (m ³)
500	1.1	1.4	875	1347.5	1175.7813
400	1	1.4	800	1120	1019.52
250	0.85	1.4	975	1160.25	1112.4141
200	0.8	1.4	1975	2212	2149.985
160	0.76	1.4	875	931	913.416

✓ **Donc pour le déblai**

$$F_{\text{deb}} = 6770.75 \times 300 = 2031225 \text{ DA}$$

✓ **Pour le remblai**

$$F_{\text{rem}} = 6371.116 \times 100 = 637111.6313 \text{ DA}$$

Donc :

Devis estimatif pour les accessoires :

On prend le prix des accessoires (les vannes, les raccords unions, bouchons, goutteurs, réduction) = 0,15 du prix total de réseau d'irrigation.

Devis estimatif hors taxe du projet :

$$D_T = D_{\text{adduction}} + D_{\text{accessoires}} + D_{\text{réservoir de stockage}} + D_{\text{galerie de protection}}$$

$$D_{\text{hors tax}} = \mathbf{2668336.63 \text{ DA}}$$

Devis estimatif Total avec TVA de notre projet :

$$\text{TVA} = 30\% D_T = 0,30 * 27403482.7$$

$$\text{Prix TTC} = \text{prix HT} + \text{TVA} = 35629527.6 \text{ DA}$$

$$\text{Prix TTC} = \mathbf{35629527.6 \text{ DA}}$$

Cout totale en lettre : Trente-cinq millions six cent vingt-neuf mille cinq cent vingt-sept vergule soixante .

VIII.3 Conclusion

On constate que le coût de la projection du réseau d'irrigation localisé et le réseau de distribution est évalué à **35629527.6DA**. le coût de la projection du réseau d'irrigation localisée est élevé, comme c'était déjà cité cette élévation de coût est due aux équipements très chers (les conduites assez important et filtration).

D'après le coût de la projection des réseaux que nous avons obtenus, on remarque que l'estimation financière du réseau d'irrigation localisée est relativement importante, cette élévation est due à l'utilisation d'un nombre de conduites assez important.

Conclusion générale

Au terme de ce mémoire, où nous avons élaboré un projet d'irrigation, dans le périmètre **du sous-secteur DR37 la Mitidja centre**, ceci à partir des barrages de DOUERA, le périmètre couvre une superficie de 191 ha.

Selon les études réalisées pour ce périmètre, on peut relever les points suivants :

-La région est caractérisée par un climat semi-aride à pluviométrie insuffisante et irrégulière ce qui démontre la nécessité de l'irrigation.

-L'analyse du sol montre que le périmètre est dominé par des sols à texture limoneux-argileuse, présentant quelques potentialités de mise en valeur.

-Nous tenons compte l'aptitude cultural et l'occupation du sol, nous avons abordé le calcul des besoins en eau sur la base de la définition du bilan hydrique et ces composante.

-Nous avons choisis un tracé qui permet l'écoulement gravitaire dans le plus grand tronçon de l'adduction ce qui va réduire le cout de la réalisation du projet et le rendre plus économique.

Nous avons équipé une parcelle standard d'un réseau d'irrigation goutte à goutte, ce mode d'irrigation moderne économise largement l'eau et facilite le travail de l'agriculteur.

Ce projet peut contribuer à l'amélioration de tous les facteurs socio-économiques de la région, le but est d'assurer une bonne couverture du circuit d'irrigation afin d'alimenter adéquatement toute la superficie irriguée, ce qui améliorera les rendements.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

HARTANI T. La réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie Thème 2 Vers une gestion durable de l'irrigation : conséquences sur les options de modernisation. Projet INCO-WADEMED. Actes du séminaire Modernisation de l'Agriculture Irriguée. Rabat, du 19 au 23 avril 2004. 11p (2004).

D. Veschambre , P. Vaysse ; (1980):Mémento goutteà goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA ;P 156

Ollier, Ch, Poirée, M (1983) : Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosage, Paris. 500P.

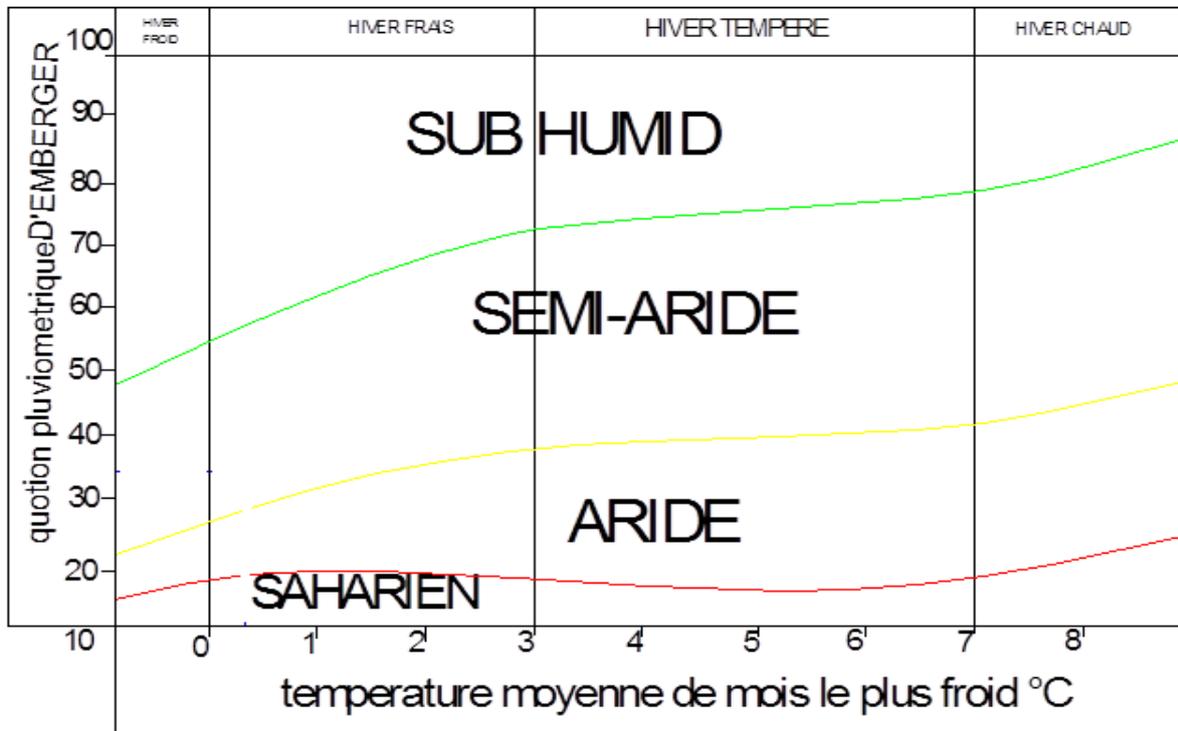
Ecrément Y., 1971. Étude agro-pédologique de la plaine de la Mitidja et carte 1/50 000°. Alger : Institut Géographique National

ANRH. Etude agro-pédologique de la Mitidja. 1990.

ONID. Aménagement et équipement du périmètre hydro-agricole de la Mitidja centre secteurDR1 sur 3.332 ha dans la wilaya de Blida.

Liste des annexes

Annexe 1 : Diagramme bioclimatique d'Emberger



Annexe 2 : qualité d'eau d'irrigation

