



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

**Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre
(secteur 03 Mitidja centre) du sous-secteur DR 35 sur une
superficie de 249 ha à l'Est de Ouled chebel (W.BLIDA)**

Présenté par :

DJADI NABIL

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Mr. MEDDI Mohamed	Professeur	Président
Mr. YAHIAOUI Samir	M.A.A	Examineur
M^{me} MAZOUZI Sabra	M.A.A	Examinatrice
M^{me} : HADJ SADOK NABILA	M.A.A	Promotrice

Session 2021

Dédicaces

Je dédie ce travail:

*Avant tout à **ma mère**, pour leur soutien immense qu'elle n'a cessé de m'apporter ainsi que les conseils qu'elle m'a prodigué sans lesquels j'avoue je ne serai pas ce que je suis aujourd'hui.*

*A **mon père** , pour ces conseils, son soutien matériel et moral et pour tous ses efforts et les faveurs qu'il m' a accordé et qui m'ont donné la volonté de réaliser et de finir ce travail*

*je remercier ma promotrice **M^{me} HADJ SADOK NABILA** pour ses précieux conseils, et aussi pour la sollicitude avec laquelle elle a suivi et guidé ce travail*

ملخص.

كجزء من عملية تطوير المحيط المائي والزراعي لمنطقة سهل مركز متيجة ، قمنا بدراسة حجم محيط الري للقطاع الفرعي DR35 الذي يتم توفيره من سد الدويرة. يغطي المحيط المدروس مساحة 249 هكتار مع شبكة ري مخصصة للزراعة (التشجير ، تسويق البستنة ، الحبوب). تم اختيار هذه المحاصيل بناءً على خصائص التربة والمعايير الزراعية المختلفة للمنطقة. الهدف هو جلب مياه الري اللازمة إلى الأرض من أجل زيادة العائد الزراعي ، من خلال إدارة واستخدام موارد المياه بشكل أفضل. بالإضافة إلى ذلك ، قمنا أيضًا بتحديد أبعاد شبكة التوزيع ، وقمنا بتجهيز الجزر بنظام ري حديث مثل نظام الري بالتنقيط ، من أجل الحفاظ على المياه وزيادة غلة المحاصيل.

Résumé :

Dans le cadre de l'opération d'aménagement du périmètre hydro-agricole de la région de la plaine de Mitidja Centre, nous avons étudié le dimensionnement du périmètre d'irrigation du sous-secteur DR35 qui est alimenté à partir du barrage de Douira .

Le périmètre étudié est d'une superficie de 249ha, avec un réseau d'irrigation destiné à la culture (arboriculture, maraichère, Céréale). Ces cultures ont été choisies par rapport aux caractéristiques du sol et les différents paramètres agronomiques de la région. L'objectif est d'amener l'eau d'irrigation nécessaire aux terres afin d'augmenter le rendement agricole, par une meilleure gestion et utilisation des ressources en eau

De plus on a aussi dimensionné un réseau de distribution, et on a équipé les ilots par un système d'irrigation moderne telle que le système goutte à goutte, dans le but de conserver l'eau et d'augmenter le rendement des cultures

Abstract:

As a part of the operation of development of the hydro-agricultural perimeter of the region of the plain of Mitidja Centre, we studied the dimensioning of the irrigation perimeter of the DR 35 sub-sector which is fed from the Douira dam .

The studied perimeter has a surface area of 249 ha, with an irrigation network designed for (arboriculture, market gardening, Cereal) cultivation. These crops were chosen in relation to the characteristics of the soil and the different agronomic parameters of the region.

The objective is to bring the necessary irrigation water to the land in order to increase the agricultural yield, through a better management and use of water resources. In addition, a water supply and distribution network has been dimensioned and the plots have been equipped with modern irrigation systems such as drip systems, in order to conserve water and increase crop yields.

Table des matières

Introduction générale	1
Chapitre I: présentation de la zone d'étude	2
I.1 Introduction	2
I.2 Présentation du périmètre de la Mitidja centre tranche II.....	4
I.3 Présentation du Sous-Secteur DR 35 :.....	5
I.4 Caractéristique de la région :.....	6
I.4.1 Géomorphologie et relief.....	6
I.4.2 Le Climat de la Mitidja :.....	7
I.4.3 Réseau hydrographique	15
I.5) Conclusion	17
Chapitre II: Ressource en sol	18
II.1 Introduction :.....	18
II.2 Etude pédologique.....	18
II.2.1 Le but de l'étude pédologique	18
II.2.2 Classification des sols de la Mitidja Centre	19
II.3 Les caractéristiques physiques des sols	19
II.3.1 Description du profil pédologique.....	19
II.3.2 Etude granulométrique	20
II.3.3 Propriétés physique de notre sol.....	20
II.4 Les caractéristiques chimiques des sols :.....	21
II.4.1 Le PH eau :.....	21
II.4.2 Analyse des paramètres hydrodynamique ;.....	21
II.5 Géologie et hydrogéologie.....	21
II.6 Aptitude des terres de la Mitidja.....	22
II.7 Conclusion.....	24
Chapitre III :Ressource en eau- Hydrologie :.....	25
III.1 Ressource en eau :.....	25
III.1.1 L'alimentation en eau d'irrigation DR 3	25
III.1.2 Le barrage de Douera :.....	25
III.1.3 Les eaux souterraines	26
III.2 Qualité des eaux d'irrigation.....	26
III.2.1 La salinité :.....	27
III.2.2 La conductivité électrique:.....	27
III.2.3 Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R:.....	27

III.3	Caractéristique des eaux d'irrigation	28
III.3.1	Classification de l'eau d'irrigation selon l'U.S.S. L (1954)	28
III.4	Etude hydrologique	30
III.4.1	Traitement des données pluviométriques	30
III.4.2	Présentation de la série pluviométrique	30
III.5	Etude statistique des précipitations	32
III.5.1	Etude de l'homogénéisation de La série pluviométrique	32
III.5.2	Conclusion	33
III.6	Etude de l'échantillon et choix de la loi d'ajustement	34
III.6.1	Lois d'ajustement des pluies	34
III.6.1.a)	Ajustement à la loi normale (Gauss)	34
III.6.1.b)	Ajustement à la loi log-normale (Galton)	36
III.6.2	Test de validité d'un ajustement	38
III.6.3	Détermination de l'année de calcul	38
III.7	Conclusion	39

Chapitre IV: Besoins en eau des cultures.....40

IV.1	Introduction	40
IV.1.1	Les aptitudes culturales	40
IV.1.1.a)	climat	40
IV.1.1.b)	Sol	40
IV.1.1.c)	Choix des cultures	40
IV.1.2	Culture proposes	41
IV.1.3	Cycle végétatif des cultures	41
IV.2	Besoins en eau des cultures	42
IV.2.1	Calcul de l'évapotranspiration	42
IV.2.2	Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ET ₀)	42
IV.2.2.a)	Les méthodes directes	43
IV.2.2.b)	Les méthodes indirectes	43
IV.2.3	Calcul de l'évapotranspiration maximale (ET _M)	46
IV.2.4	Calcul de la pluie efficace	47
IV.3	Calcul des Besoins en eaux d'irrigation des cultures	47
IV.4)	Estimation des besoins en eau des cultures	49
IV.4.1)	Estimation des besoins en eau des agrumes	49
IV.4.2)	Estimation des besoins en eau des Pêchers	49
IV.4.3)	Estimation des besoins en eau des Abricotiers	50
IV.4.4)	Estimation de besoin en eau de la Tomat	50
IV.4.5)	Estimation de besoin en eau de la carotte	51

IV.4.6) Estimation de besoin en eau de la pomme de terre	51
IV.4.7) Estimation de besoin en eau du blé	52
IV.5 Calcul de débit spécifique :.....	53
IV.6 Calcul de débit caractéristique :.....	53
IV.7 Estimation des volumes d'eau d'irrigation:.....	54
IV.8 Conclusion :.....	55
Chapitre V : Etude de système d'adduction et de distribution.....	56
Introduction.....	56
V.1 Type d'adduction.....	56
V.1.1 Adduction gravitaire.....	56
V.1.2 Adduction par refoulement.....	56
V.1.3 Adduction par mixte.....	56
V.2 Alimentation en eau du périmètre.....	56
V.3 Organisation du périmètre :	56
V.4 Transfert Harrach-Douera.....	56
V.5 Mode de fonctionnement du transfert.....	57
V.6 Ilots et bornes d'irrigation :.....	58
V.6.1 disposition des ilots d'irrigation :.....	58
V.6.2 Taille des îlots d'irrigation:.....	58
V.6.2.1 Débit fictif continu:.....	58
V.6.2.2 Débit d'équipement : :.....	58
V.6.3 L'emplacement des bornes d'irrigation dans les îlots	59
V.6.4 Rôle et fonction de la borne d'irrigation :	59
V.6.5 Calcul des débits des ilots	59
V.6.6 Choix du diamètre de la borne	60
V.7 Calculs hydrauliques du système d'adduction.....	61
V.7.1 Tracé du réseau de distribution :.....	62
V.8 Dimensionnement du réseau de distribution.....	62
V.8.1 Matériaux de construction des canalisations	64
V.8.1.1 Choix du matériau des conduites.....	64
V.8.1.2 Les matériaux	64
V.8.1.3 Caractéristiques des canalisations.....	64
V.8.1.4 Choix du matériau	64
V.9 Conclusion.....	67
Chapitre VI : Etude des techniques d'irrigation.....	68
Introduction.....	68
VI.1 Choix des techniques d'irrigation.....	68
VI.2 Les différentes techniques d'irrigation.....	68

VI.2.1 Irrigation gravitaire (ou de surface)	68
VI.2.1.1 L'irrigation par ruissellement (par planches).....	70
VI.2.1.2 L'irrigation par infiltration (à la raie).....	70
VI.2.1.3 Irrigation Par Submersion (bassin).....	70
VI.2.2 L'irrigation par aspersion.....	71
VI.2.3 L'irrigation par micro-irrigation (goutte à goutte).....	73
VI.2.3.1 Composantes d'une installation d'un réseau goutte a goutte.....	74
VI.2.3.2 Conduites et rampes.....	74
VI.3 Choix de la technique d'arrosage.....	75
VI.4 Conclusion	76
Chapitre VII : Dimensionnement du réseau d'irrigation.....	77
Introduction.....	77
VII.1 Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte.....	77
VII.1.1 Données générales.....	77
VII.1.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée.....	78
VII.1.3 Calcul hydraulique.....	81
VII.1.4 Dimensionnement des canalisations du réseau	82
VII.1.5 Vérification des pertes de charges	83
VII.1.6 Calcul du diamètre de la rampe et vérification de la perte de charge	84
VII.1.7 Calcul du diamètre du porte rampe et vérification de la perte de charge.....	84
VII.1.8 Calcul du diamètre de la conduite tertiaire.....	85
VII.1.9 La pression d'eau a la borne de distribution	86
VII.2 Conclusion.....	86
Chapitre VIII : Calcul technico-économique.....	87
Introduction.....	87
VIII.1 Estimation de l'aménagement agricole :	87
VIII.1.1 Canalisation du réseau de distribution.....	87
VIII.1.2 Frais des travaux sur réseau d'irrigation (Terrassement).....	88
VIII.1.3 Calcul des volumes des travaux de et de distribution.....	88
VIII.2 Dépense des travaux.....	91
VIII.2.1 Calcul des différents volumes :.....	92
VIII.2.2 Cout de travaux de terrassement.....	92
VIII.3 Estimation des Equipements hydrotechniques.....	93
VIII.4 Devis du réseau d'irrigation localisé.....	93
VIII.5 Coût total du projet.....	94
VIII.6 Conclusion.....	94
Conclusion générales.....	95

Liste des tableaux

Chapitre I :

Tableau I- 1 Pluies moyennes mensuelles (28 ans)	7
Tableau I- 2 Températures moyenne mensuelles (1990-2018) (Source ANRH).....	8
Tableau I.3 Vitesse moyenne mensuelle des vents (1990-2018).....	9
Tableau I.4 Moyenne mensuelle de l'évaporation (1990-2018).....	10
Tableau I.5 Insolation moyenne (1990-2018).....	11
Tableau I .6 Moyenne mensuelle de l'humidité relative.....	12
Tableau I- 7 Les limites de climat d'après l'indice de Martonne (source ENSH).....	13
Tableau I.8 Principaux sous bassins versants de la Mitidja et leurs principaux oueds.....	16

Chapitre II :

Tableau II- 1 Analyse granulométrique du profil pédologique (ANRH).....	20
Tableau II- 2 Propriétés physiques de notre sol. (Source ANRH).....	20
Tableau II- 3 Caractéristiques chimiques du sol. (ANRH).....	21
Tableau II- 3 Caractéristiques chimiques du sol. (ANRH).....	21
Tableau II 5 Répartition et superficie des classes d'aptitudes culturales.....	24

Chapitre III :

Tableau III.1 .Caractéristiques des eaux d'irrigation.....	28
Tableau III.2 Pluie moyenne mensuelle observé de la station de Soumaa (1990-2018).....	31
Tableau III.3 Test de Wilcoxon pour la station de Soumaa.....	33
Tableau III.4 Ajustement à la loi normale (Gauss).....	35
Tableau III.5 Ajustement à la loi log-normale (Galton)	37
Tableau III 6 Test de validité de l'ajustement.....	38
Tableau III.7: Reconstitution de l'année de probabilité à fréquence de 80%.....	39

Chapitre IV :

Tableau . IV.1 Répartition des cultures du secteur DR35.....	41
Tableau . IV.2 Le cycle végétatif des différentes cultures.....	41
Tableau IV.3 Calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.0.....	45
Tableau IV.4 Coefficients culturaux (Kc) des cultures.....	46
Tableau. IV. 5 Pluies efficaces calculées à l'aide du logiciel CROPWAT V 8.0	47
Tableau. IV. 6 Les profondeurs d'enracinement en (m) des différentes cultures.....	48
Tableau. IV. 7 Estimation des besoins en eau des agrumes.....	49
Tableau. IV.8 Estimation des besoins en eau des Pêchers	49
Tableau. IV.9 Estimation des besoins en eau des Abricotiers	50
Tableau. IV.10 Estimation de besoin en eau de la Tomate.....	50
Tableau. IV.11 .Estimation de besoin en eau de la carotte.....	51
Tableau. IV.12 .Estimation de besoin en eau de la pomme de terre.....	51
Tableau. IV.13 .Estimation de besoin en eau du blé.....	52
Tableau. IV.14 Résultat des besoins d'irrigation.....	52
Tableau. IV.15 Estimation des volumes totaux d'irrigation.....	54

Chapitre V:

Tableau V.1: Choix du diamètre de la borne.....	60
Tableau V.2 Calcul des débits des ilots et choix du diamètre des bornes.....	61
Tableau V.3 Les paramètres de perte de charge de la loi de Lechapt-Calmon.....	63
Tableau V.4 dimensionnement du réseau de distribution.....	66

Chapitre VI

Tableau VI.1 Avantage et inconvénient d'irrigation de surface.....	71
Tableau VI.2 Avantage et inconvénients d'irrigation par aspersion.....	73
Tableau VI.3 Avantage et inconvénients d'irrigation localisée.....	75
Tableau VI.4 Analyse multicritère du choix de la technique d'irrigation.....	76

Chapitre VII

Tableau VII.1: Calcul du diamètre de la conduite tertiaire.....	85
Tableau VII.2: Tableau récapitulatif.....	86

Chapitre VIII

Tableau VIII.1. Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.....	87
Tableau VIII.2. Calcul des différents volumes :.....	92
Tableau - VIII.3 Coût des travaux de terrassement.....	92
Tableau VIII - 4 Estimation des équipements hydrotechniques.....	93
Tableau.VIII.5 Equipements internes de ilot d'irrigation localisé.....	93
Tableau VIII.6 cout total du projet.....	94

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 Plan de situation de la plaine de Mitidja.....	2
Figure I.2 Localisation géographique de la plaine de la Mitidja.....	
Figure I.3 Localisation du périmètre de la Mitidja centre tranche (I et II).....	4
Figure I.5 le périmètre (DR35).....	5
Figure I.4 Limite des secteurs.....	5
Figure I.6 le périmètre étudiée.....	6
Figure I- 7 Graphique des pluies moyennes mensuelles en (mm).....	8
Figure I- 8 Graphique de la température moyenne mensuelle.....	9
Figure I- 9 Graphique Vitesse moyenne mensuelle des vents.....	10
Figure I-10 Graphique de l'évaporation Moyenne mensuelle.....	10
Figure I- 11 Graphique Insolation moyenne.....	11
Figure I- 12 Graphique de l'humidité relative moyenne mensuelle.....	12
Figure I- 13 diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	14
Figure I-14. Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	15
Figure I.15: Chevelu hydrographique et stations pluviométriques.....	16

Chapitre II

Figure II.1 Carte des aptitudes des terres agricoles de la Mitidja.....	23
---	----

Chapitre III

Figure III.1 Barrage de Douera.....	26
Figure III.2 diagramme de Riverside.....	29
Figure III.3 Code de la station de Soumaa.....	30
Figure III.4 Ajustement à la loi normale par HYFRAN.....	36
Figure III.5 Ajustement à la loi Log-normale par HYFRAN.....	37

Chapitre IV.

Figure IV.1 Graphique de l'évapotranspiration (ET0).....	46
--	----

Chapitre V

Figure V.1 Schéma explicatif du transfert Harrach-Douera.....	57
---	----

Chapitre VI

Figure VI.1 irrigation de surface.....	69
Figure VI.2 schéma Irrigation par planche.....	70
Figure VI.3 Irrigation par submersion	71
Figure VI.4 Aspersion fixe.....	72
Figure VI.5 Aspersion mobile (par pivot).....	72
Figure VI.6 irrigation localisé.....	73
Figure VI.7 Systèmes d'irrigation.....	75

Chapitre VIII

Figure VIII.1. Schéma d'une tranchée.....	89
---	----

Liste des planches

Planche 1 : Profil en long de la conduite de transfert (Harrach –Douera) Wilaya. (Alger-Blida.)

Planche 2 : Carte de l'occupation du sol périmètre DR35 (249ha)

Planche 3 : Carte de réseau de distribution de périmètre DR35(249ha)

Planche 4 : Projection d'un réseau localisé sur l'ilot 06 (4.2ha) du périmètre DR35

Introduction générale

L'agriculture, est une activité traditionnelle et fondamentalement vitale, elle est à l'origine de l'émergence des civilisations et donc du développement qui s'en est suivi. Elle s'est développée là où les conditions hydro-pédologiques étaient naturellement aptes à la culture. Ainsi les anciens peuples se sont sédentarisés en pratiquant l'irrigation pour subvenir à leurs besoins vitaux de plus en plus croissants et se prémunir des éventuelles années de «vaches maigres ».

Aujourd'hui, la sécheresse qui a commencé à sévir depuis plusieurs décennies (les années 80, 90) et une pluviométrie capricieuse rendent le problème de l'eau particulièrement difficile. En effet, les ressources en eau sont relativement limitées et se réduisent progressivement, au détriment de l'agriculture.

La situation de l'agriculture en Algérie reste très délicate, la production agricole est étroitement liée à l'intensification de l'agriculture qui ne peut se faire qu'à partir des systèmes d'irrigation modernes.

Une grande partie de la superficie irrigable n'est pas actuellement suffisamment approvisionnée en eau pour permettre des cultures sensibles ou délicates. Le développement de l'agriculture est encore loin et va dépendre de la réalisation d'infrastructures hydrauliques, du renouvellement des populations agricoles et de la gestion des secteurs agricoles.

Le développement nécessite la mise en valeur du potentiel hydraulique, ainsi qu'une Politique et une planification des ressources en eau de toutes les infrastructures de mobilisation de l'eau (barrages, réseaux d'irrigation et l'épuration des eaux usées...).

Notre travail s'inscrit dans ce cadre global, il porte sur l'étude et le dimensionnement du périmètre d'irrigation du sous-secteur DR 35 Mitidja centre à partir du **barrage de DOUERA**

L'objectif de notre travail est d'amener l'eau d'irrigation nécessaire aux terres afin d'augmenter le rendement agricole par une meilleure gestion et utilisation des ressources en eau et cela, en adoptant un système d'irrigation moderne qui impose sa fiabilité, à savoir: L'irrigation sous pression. Cette technique présente de multiples avantages, comme l'efficacité de l'eau et l'obtention de rendements importants

Afin de répondre à cet objectif, une étude détaillée du relief et de la pédologie du site sera présentée dans les chapitres 1 et 2, l'analyse des ressources en eau et les besoins en eau des cultures sera détaillée dans les chapitres 3 et 4, ensuite l'étude d'adduction et distribution qui est nécessaire à une gestion efficace sera détaillée dans le chapitre 5, le dimensionnement et les techniques d'irrigation seront détaillées dans les chapitres 6 et 7, et à la fin le chapitre 8 sera consacré l'étude technico-économique.

Chapitre I: présentation de la zone d'étude

I .Introduction :

La plaine de la Mitidja est une vaste zone de terres très fertiles qui couvre une superficie géographique de 130.000 ha environ répartie à travers 04 Wilayas du Centre du pays qui sont respectivement : BOUMERDES, ALGER, BLIDA et une petite partie dans la Wilaya de TIPASA.

Elle est limitée à l'Ouest par l'Oued Nador et à l'Est par l'Oued Boudouaou et bordée par deux zones élevées : au Sud par les piémonts de la chaîne montagneuse de l'Atlas Blidéen et au Nord par le Sahel qui est une bande collinaire de quelques kilomètres de large qui borde la mer Méditerranée et sur laquelle est située la ville d'Alger .(figure. I.1 et I.2)

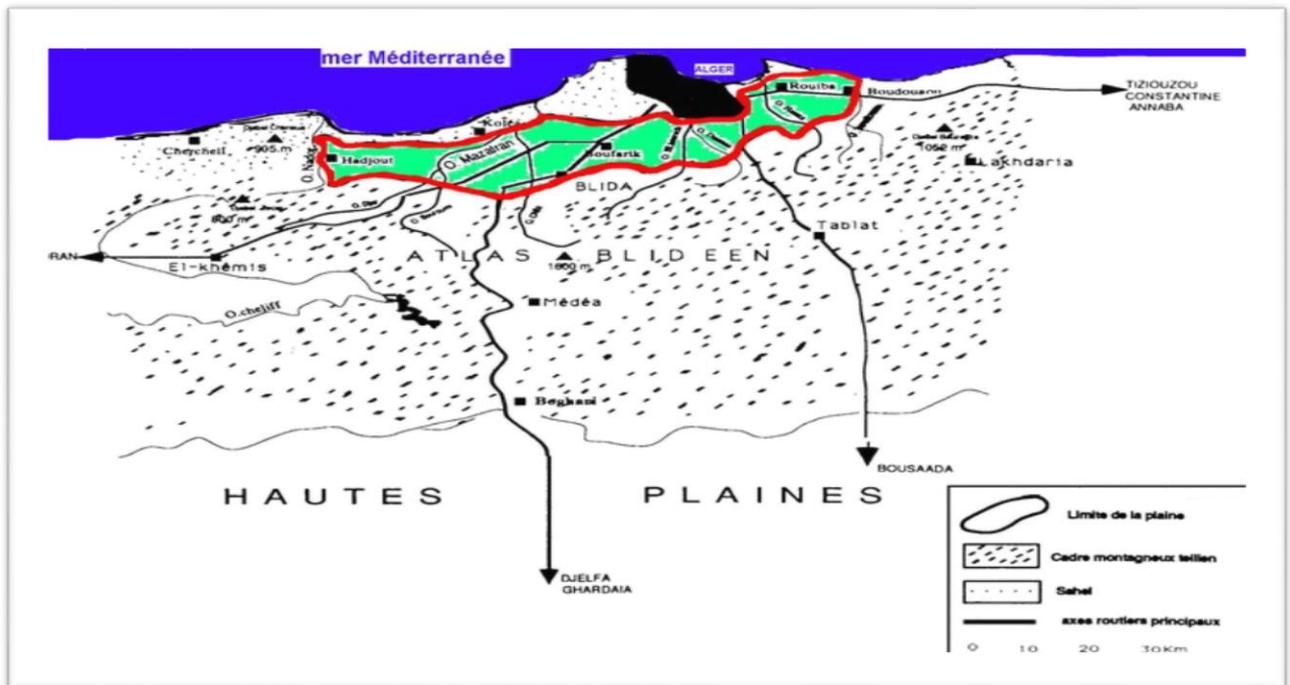


Figure I.1 Plan de situation de la plaine de Mitidja.

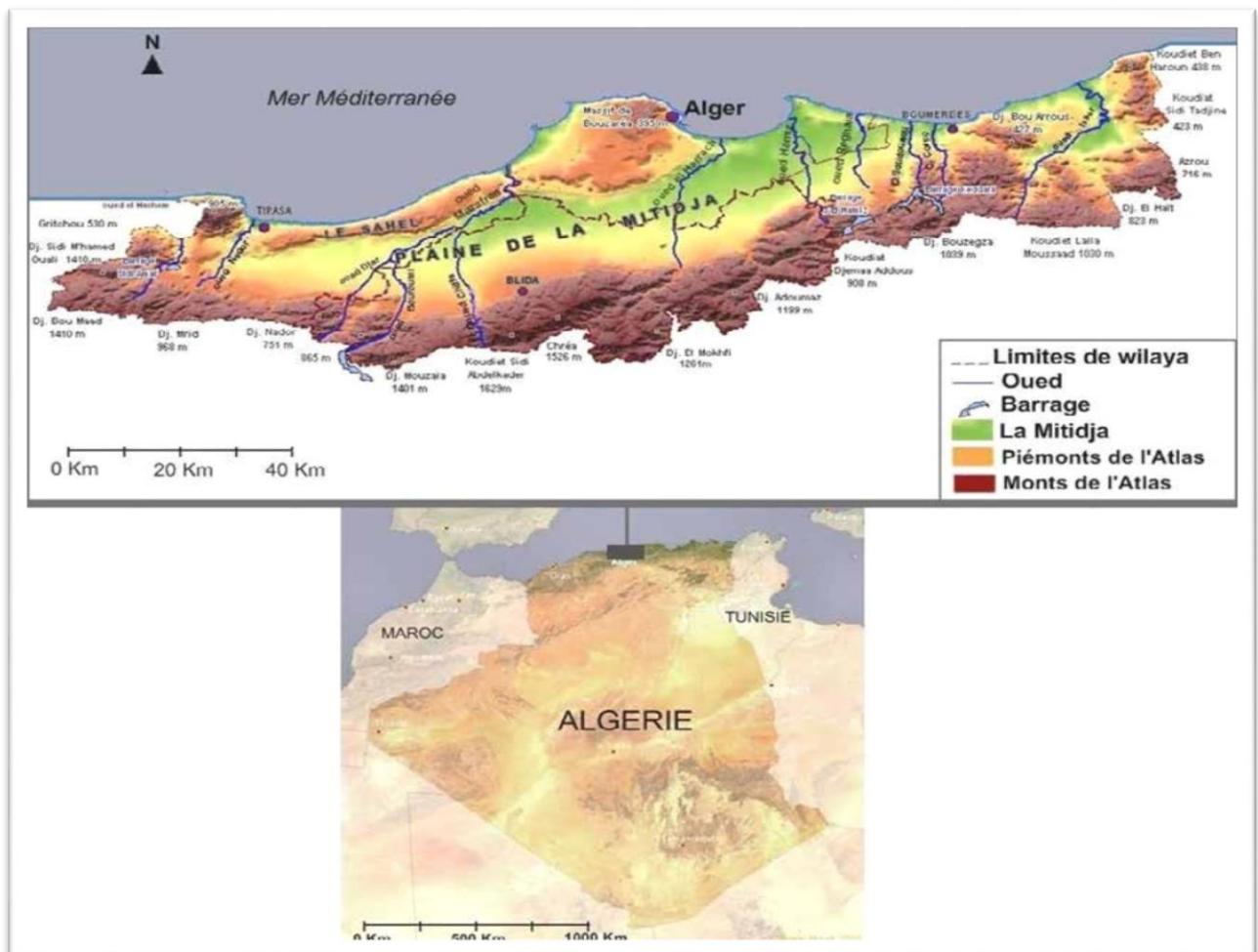


Figure I.2 Localisation géographique de la plaine de la Mitidja

Cette étude portera sur le périmètre de la Mitidja centre tranche II Du point de vue de l'aménagement hydro-agricole, la plaine est divisée en 3 unités liées à la ressource en eau qui les irrigue : Mitidja Ouest, Mitidja Est et Mitidja centre.

- 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 périmètre de la Mitidja centre est subdivisé en 2 périmètres :

1. Périmètre de la Mitidja centre tranche I : qui contient 2 secteurs DR1 (3.332 ha) et DR2 (3.758 ha)
2. Périmètre de la Mitidja centre tranche II : qui contient 2 secteurs DR3 (6550 ha) et DR4 (3540 ha)

I.1 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 (figure I.3) 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 (figure I.4)

**Secteur DR3 :

D'une superficie de **(6650 ha)** est composé de huit (08) sous-secteurs et plus grand des secteurs en matière superficie du mitidja centre, la voie ferrée Alger-Blida traverse le dit secteur

-/Au nord de la voie ferrée le secteur est divisé en 04 sous-secteurs comme suit :

-**DR31=1102 ha** est situé entre l'autoroute et les canaux d'assèchement (oueds Terro et Tleta). ;

-**DR32=303 ha** est situé à l'ouest de sidi Aïd ;

-**DR33=862 ha et DR34=1471 ha** ces deux sous-secteurs sont situés entre Boufarik et la gare de Birtouta

-/ Au sud de la voie ferrée le secteur est divisé en 04 sous-secteurs :

-**DR35=679 ha et DR36=1356 ha** sont situés à l'Est de Ouled Chebel et qui comprennent respectivement les zones entre (Ouled Chebel-Cw 111) et entre (CW 111-l'oued El Harrach)

-**DR37=191 ha et DR38=686 ha** sont situés à l'Ouest de Ouled Chebel dont la ligne de séparation suit à près le tracé de la conduite de transfert D=2000mm

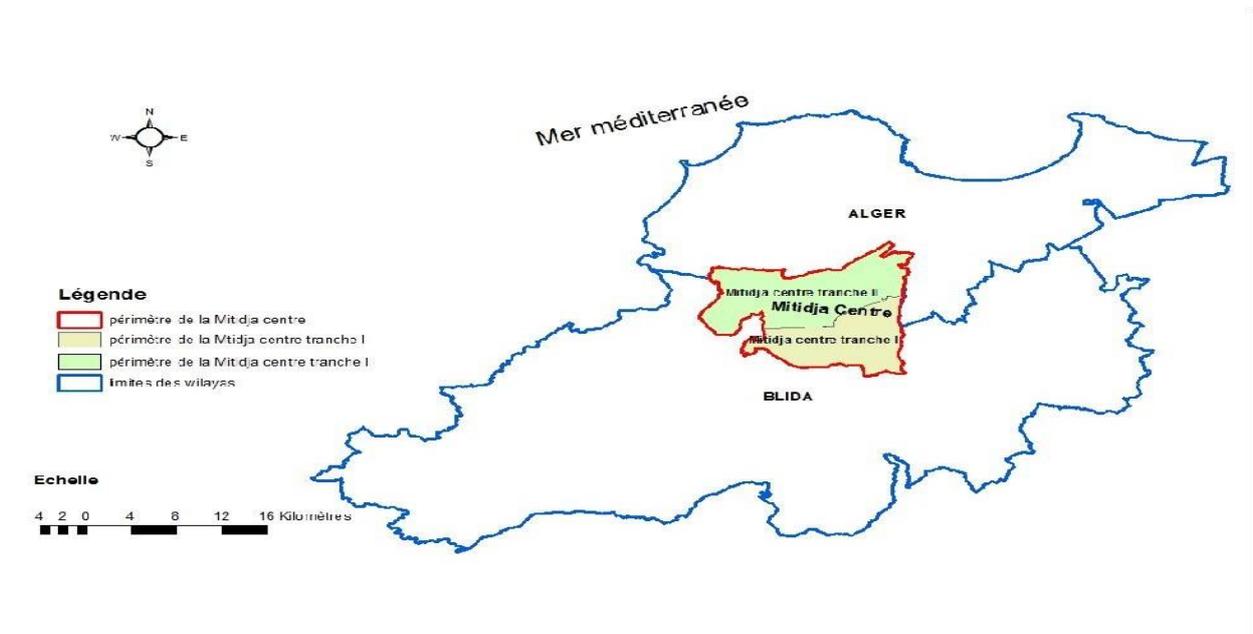


Figure I.3 Localisation du périmètre de la Mitidja centre tranche (I et II)

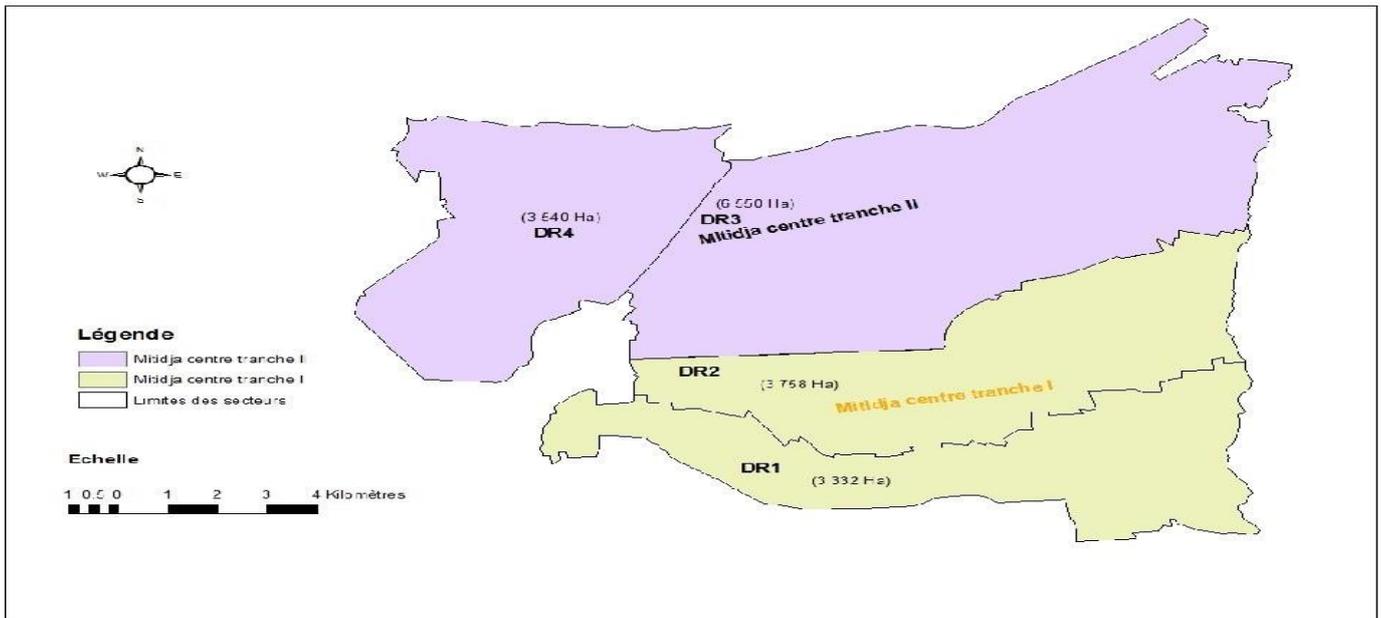


Figure I.4 Limite des secteurs

I.2 Présentation du Sous-Secteur DR 35 :

Notre zone d'étude fait partie du secteur DR 3, d'une superficie de 679 ha, sont situés à l'Est de Ouled Chebel et qui comprennent respectivement les zones entre (Ouled Chebel-Cw 111) et entre (CW 111-l'oued El Harrach), et il est délimité par l'Est Haouch El Bey et Haouch Derradji



Figure I.5 le périmètre (DR35)

- Comme le périmètre irrigué est garnd d'une superficie totale 679 ha .Donc notre projet est prévu à être concrétisé sur une surface de 249 Ha



Figure I.6 le périmètre étudiée

I.3 Caractéristique de la région :

I.3.1 Géomorphologie et relief :

La plaine de la Mitidja est généralement plane et de pente faible. La Mitidja centre se trouve à une élévation comprise entre 20 et 100 m, mais des terres plus élevées se trouvent sur le cône de déjection de Blida qui atteint une élévation de 200 m. La pente générale du terrain diminue progressivement du Sud au Nord. Elle dépasse 1% sur le cône de Blida et près de la limite Sud autour de Bouinan. Elle diminue à moins de 0.5% dans la partie Nord de la zone et devient pratiquement nulle dans les bas-fonds des zones dépressionnaires, qui comprennent notamment le bassin du Mazafran dans le Nord-Ouest de la zone. (Hydro aménagement unité Mitidja Centre)

-Du nord au sud de la région de la Mitidja, on peut définir trois unités géomorphologiques :

* Le sahel :

il correspond à un ensemble de collines, formant la limite nord de la plaine de la Mitidja où l'altitude moyenne est de 200 mètres. La pente moyenne est de 4,5%, ce qui favorise les ruissellements des eaux et empêche de ce fait une grande partie à s'infiltrer.

***La plaine de la Mitidja :**

au sud du Sahel, s'étend la plaine de la Mitidja d'une superficie de 1450 km² orientée WSW – E.N.E. Elle est limitée par l'Atlas Blidéen au sud, son altitude moyenne varie de 50 à 100 mètres, la pente dans la plaine tend vers zéro, ce qui favorise l'infiltration des eaux, là où les conditions géologiques le permettent (formation de surface perméable).

***L'Atlas :**

la chaîne de l'Atlas forme sur 30 km environ une barrière continue où l'altitude moyenne est de 1400 mètres, certains sommets peuvent atteindre 1600 mètres. Les reliefs y sont escarpés et les oueds très encaissés, la pente atteint par endroits 30% ce qui favorise surtout l'écoulement superficiel.

La plaine offre sur le plan géomorphologique une assez grande homogénéité Ce phénomène est lié à la nature subsidient de cette unité. Le paysage apparaît ainsi sous différents aspects.

I.3.2 Le Climat de la Mitidja :

Le climat se définit comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné.

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 leur cycle végétatif et sur leurs besoins en eau. De ce fait le climat est parmi les facteurs qui entrent dans le choix des cultures.

La plaine de la Mitidja se situe au Nord de l'Atlas Blidéen (1620m, pic de Chréa), qui la protège de l'influence saharienne. Elle se trouve par sa position géographique soumise à l'influence du régime climatique méditerranéen.

Le climat est méditerranéen avec une influence continentale (le sirocco en été), des hivers pluvieux et doux, et des étés chauds et secs

● La pluviométrie :

Les pluviométries moyennes mensuelles sur une période d'observation de 28 ans (1990 à 2018) à la station de Soumaa sont représentées sur le tableau suivant :

.Tableau I- 1 Pluies moyennes mensuelles (28 ans) –

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
Pm (mm)	25.18	55.86	99.49	95.76	102.47	75.91	69.45	64.92	45.08	5.37	4.07	7.52

Source(ANRH.2018)

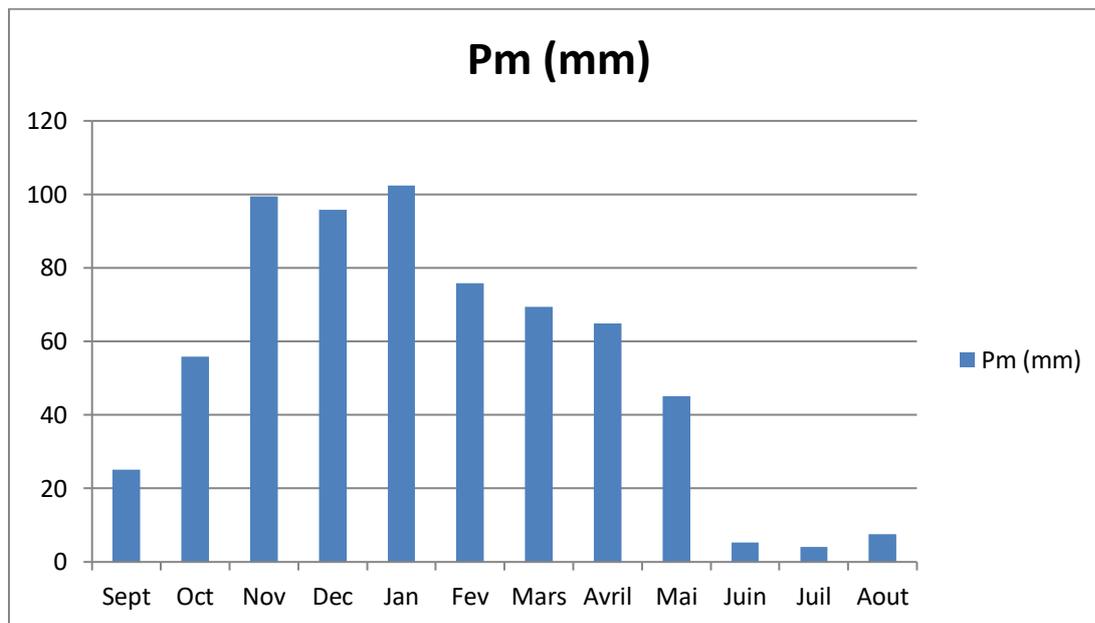


Figure I- 7 Graphique des pluies moyennes mensuelles en (mm).

● **La Température :**

Les températures jouent un grand rôle dans la détermination de la période de l'irrigation tout a fait comme les précipitations. Et un facteur qu'il ne faut pas négliger puisqu'il est à la base de l'évapotranspiration des cultures et donc directement lié au calcul de leurs besoins en eaux. les paramètres climatiques (1990-2018) sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau I- 2 Températures moyenne mensuelles (1990-2018)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
Tmin(°C)	7.1	9,8	6,6	11,4	15,7	17,1	23,1	19.1	21,5	18,4	15,4	3
Tmax(°C)	13.6	15,2	21,8	20,3	26,7	31	32,6	40.9	31,3	28,6	21	19,3
Tmoy(°C)	10.35	12,9	14.2	15,85	21	25,7	28,8	30	26	22,2	17,8	11,15

(Source ANRH).

Avec :

$$T_{moy} = (T_{max} + T_{min}) / 2$$

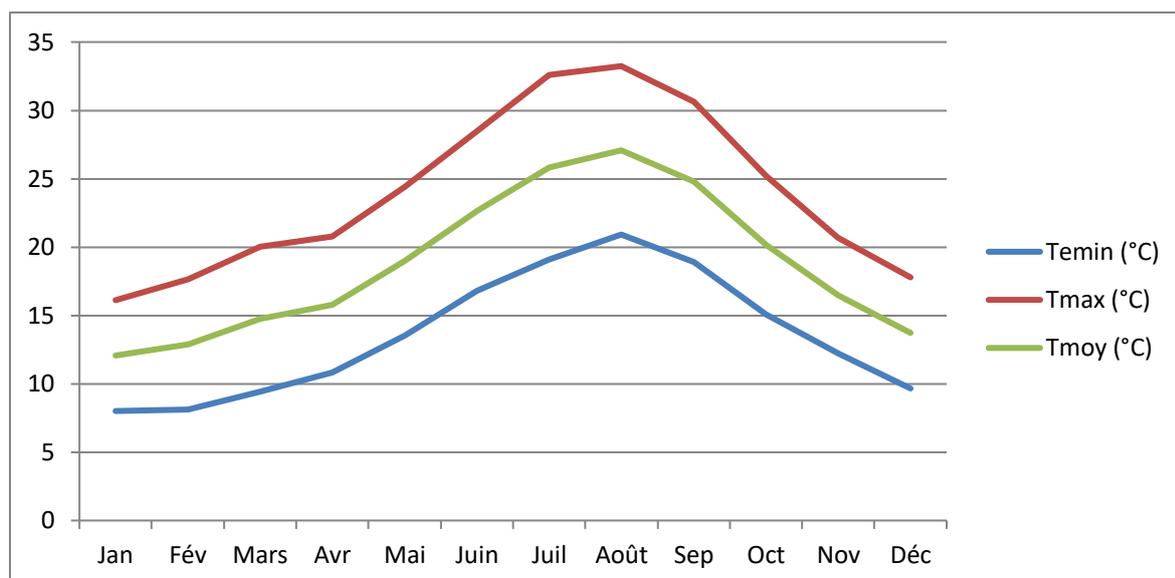


Figure I.8 Graphique de la température moyenne mensuelle.

Le minima absolu est de 3°C pour les mois de décembre, janvier, le maxima absolu est de 40 °C pour le mois d'aout

La moyenne mensuelle du mois le plus froid est de 10.35°C et celle du mois le plus chaud est de 30°C elle correspond respectivement aux mois de Janvier et Août.

Sur le périmètre, la température moyenne annuelle est de 19.66°C.

● le vent :

Le vent est un facteur destructif vu son influence directe sur les sols, la végétation et les autres facteurs telles que les précipitations et l'évapotranspiration. Il intervient aussi dans le choix de type d'irrigation. (Aspersion ou gravitaire) ainsi que dans l'élaboration du système de protection des périmètres (réseau de brise-vent).

Les vents dominants sont ceux qui soufflent du N.E et de l'Ouest, Le maximum des forces des vents se situe au cours de l'hiver pour cette raison on doit utiliser des brises vent. Le minimum se situe aux mois d'été.

La répartition moyenne mensuelle de la vitesse des vents est donnée dans le tableau I.3

Tableau I.3 Vitesse moyenne mensuelle des vents (1990-2018)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	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 : A.G.I.D, 2018)

Il en résulte du **tableau I.3** que la vitesse moyenne annuelle des vents varie de 2,5 à 3 m/s, le maximum est de l'ordre de 4 m/s.

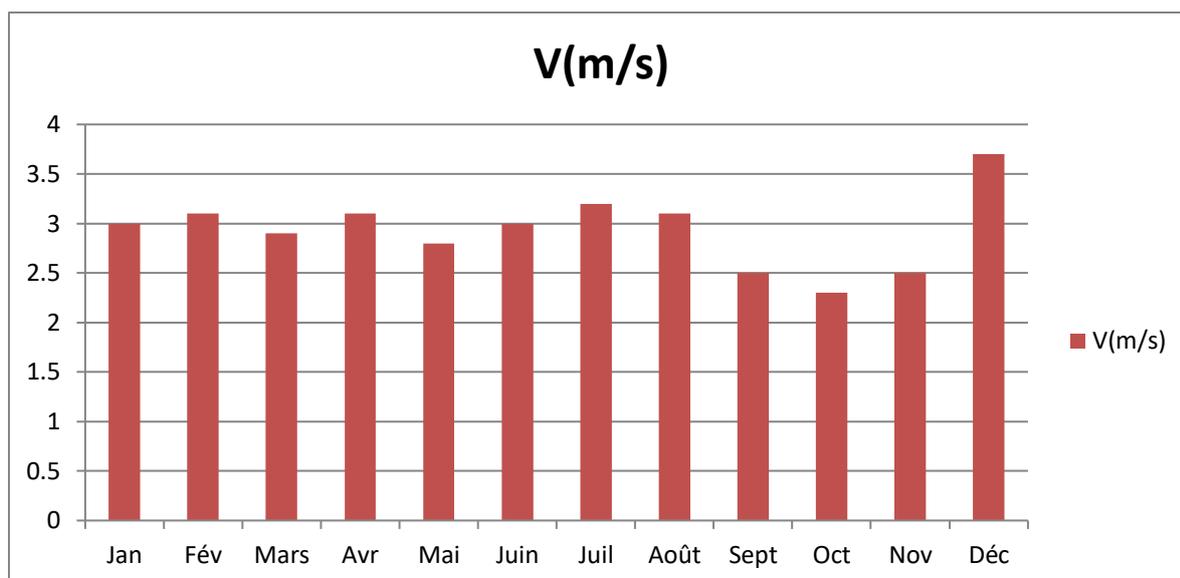


Figure I. 9 Graphique Vitesse moyenne mensuelle des vents

● **Evaporation :**

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

Tableau I.4 Moyenne mensuelle de l'évaporation (1990-2018)

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, 2018)

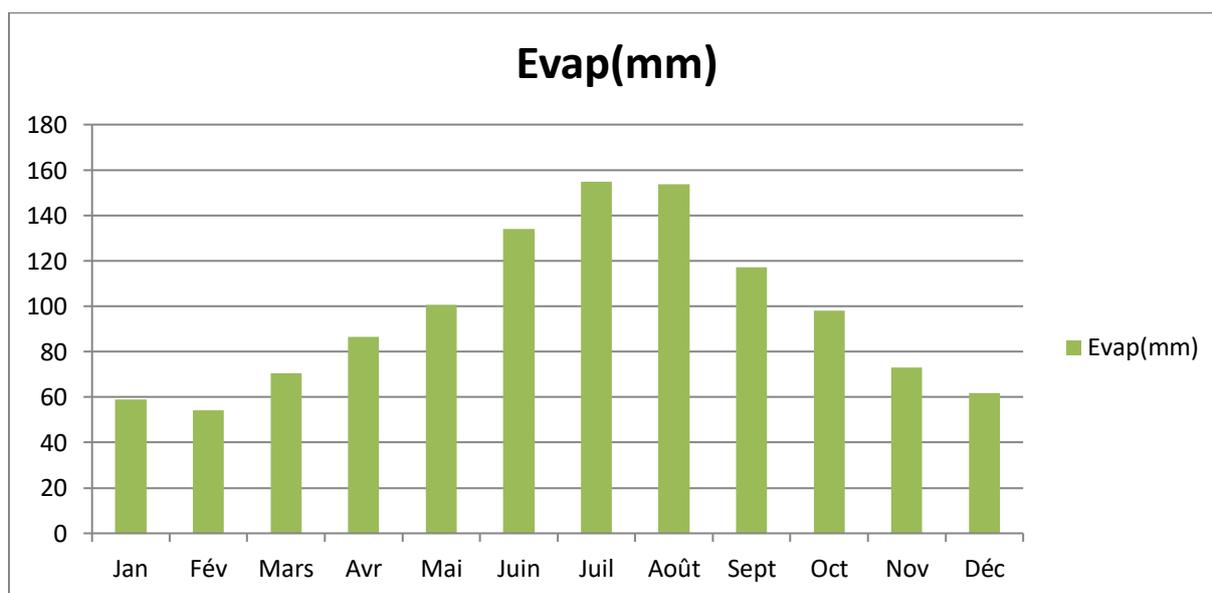


Figure I-10 Graphique de l'évaporation Moyenne mensuelle

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**).

● **Insolation :**

L'insolation est la période durant laquelle le soleil brille sur le sol, Elle dépend de la latitude, de l'époque de l'année, de l'exposition solaire et de la nébulosité, ce qui explique les variations des valeurs d'un site à l'autre.

L'insolation est un paramètre climatique que l'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle.

La répartition moyenne mensuelle de l'insolation est donnée dans le tableau I.5.

Tableau I.5 Insolation moyenne (1990-2018)

Mois	Jan.	Févr.	Mars	Avr.	Mai.	Juin.	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Insolation Moy (heures)	4,43	6,00	7,09	7,65	9,66	10,12	11,29	10,58	9,29	7,07	5,32	4,09

Source (ANRH.BLIDA.2018)

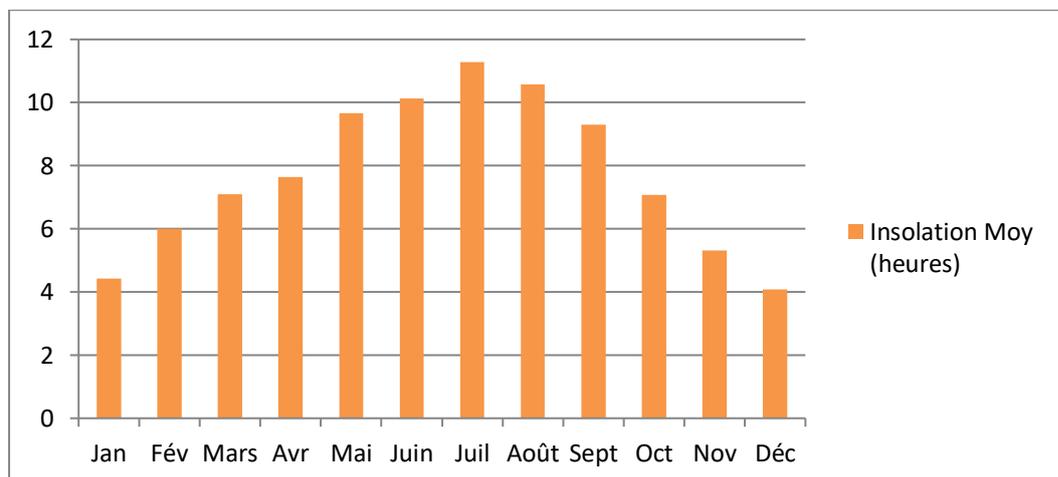


Figure I. 11 Graphique Insolation moyenne

- **Humidité relative de l'air :**

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

La répartition moyenne mensuelle de l'humidité relative est donnée dans le tableau I.6.

Tableau I.6 Moyenne mensuelle de l'humidité relative

Mois	Jan.	Févr.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Hr (%)	76,2	76,2	72,9	70,9	70,3	66,6	63	70,2	68,6	70	73,2	79,4

Source(ANRH.BLIDA, 2018)

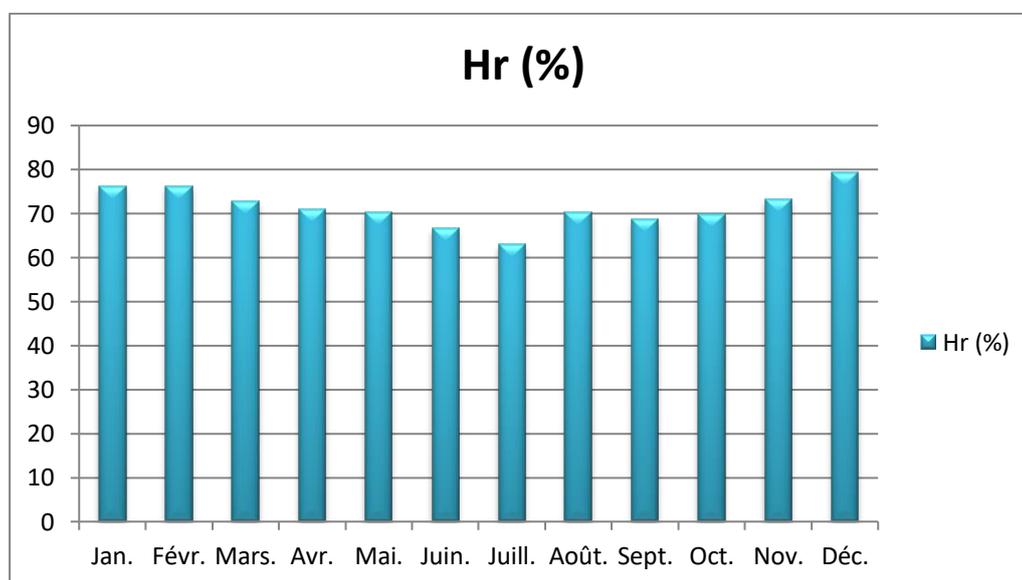


Figure I.12 Graphique de l'humidité relative moyenne mensuelle

- **La grêle :**

La grêle un est phénomène qui se produit rarement de février a avril. On observe en moyenne une à deux averses de grêle dans l'année (source : service technique unité Mitidja Centre).

- **Indices climatiques :**

a)Indice d'aridité de Martonne : C'est le degré de sécheresse du climat de la région Il est calculé par la formule suivante :

$$I_A = P / (T + 10)$$

Avec :

I_A : Indice climatique de Martonne.

P : Précipitation annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C)

$$\text{Donc : } I_A = 651.36 / (19.66 + 10) = 22$$

$$I_A = 22$$

Tableau I. 7 : Les limites de climat d'après l'indice de Martonne

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

(source ENSH)

$$I_A = 22$$

Donc $20 < I_A \leq 30$ ce qui correspond d'après les valeurs du tableau au climat « relativement humide » d'où l'irrigation est parfois utile

b) Quotient pluviométrique d'Emberger

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

$$Q = 1000 / [(M + m)(M - m) / 2] = (2000 \cdot P) / (M^2 - m^2)$$

Avec :

Q : coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

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

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

$$M = 273 + 31.3 = 304.3 \text{ K}$$

$$m = 273 + 6.6 = 279.6 \text{ K}$$

$$\text{D'où : } Q = 2000 \cdot \left[\frac{651.36}{[(304.3)^2 - (279.6)^2]} \right] = 90.32$$

$$Q=90.32$$

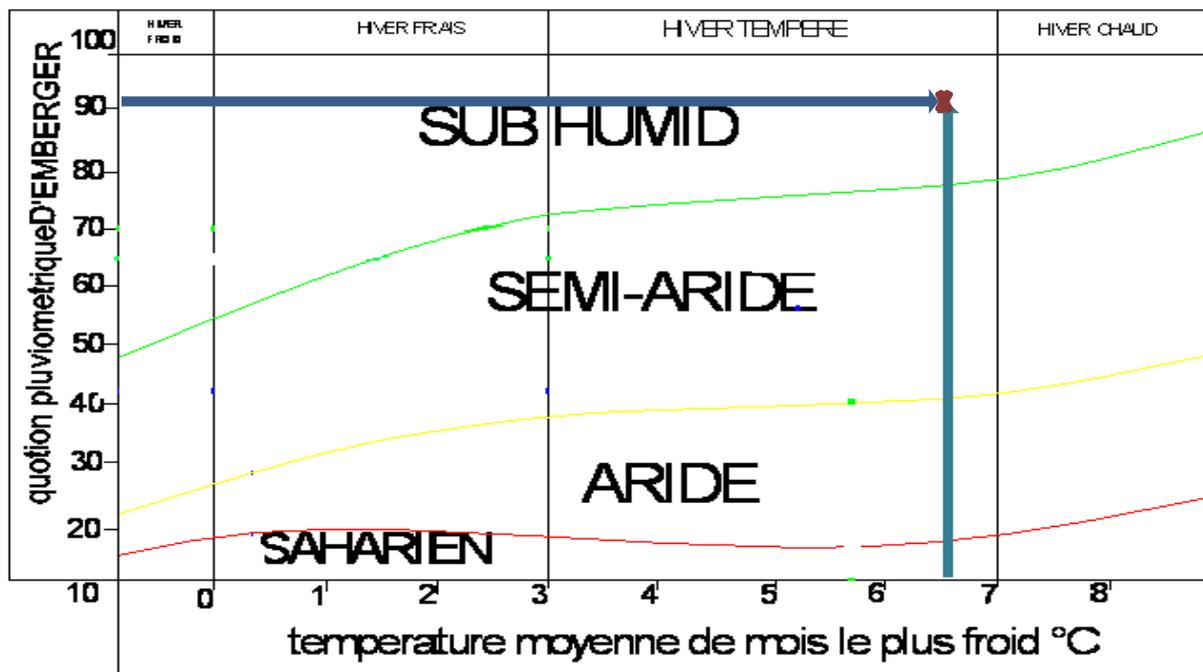


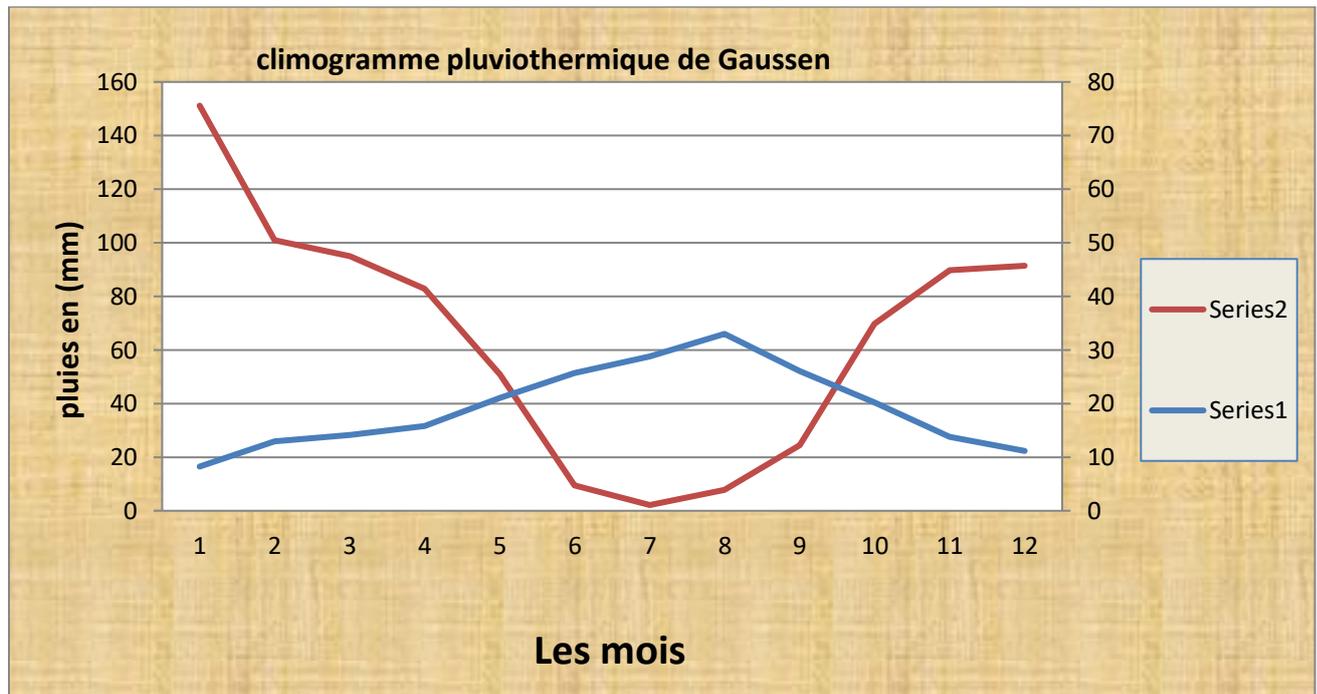
Figure I.13 diagramme bioclimatique d'EMBERGER

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER, et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut confirmer que notre région se situe dans :

- L'étage bioclimatique : sub-humide
- Sous étage : hiver chaud

c) Climogramme de Gaussen :

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



Série 1 : Temp (°C) . série 2 : Pluies en (mm)

Figure I.14. Diagramme ombrothermique de Gausсен

Description du graphe :

Les deux courbes se croisent et la surface délimitée mesure l'intensité de la saison sèche et la saison humide

Dans notre cas, la période sèche commence du mois de Mai jusqu'au fin de mois de Septembre. La saison humide allant du mois Octobre jusqu'au demi de mois d'avril

I.3.3 Réseau hydrographique :

La plaine de la Mitidja est traversée par six importants oueds qui assurent le drainage des bassins versants montagneux de la chaîne de l'Atlas. Nous rencontrons d'Est en Ouest les oueds : Hamiz, Djemaa, El Harrach, Chiffa, Bouroumi, Djer. En aval de la plaine de la Mitidja, l'oued Bouroumi et l'oued Chiffa confluent pour former l'oued Mazafran. L'oued Harrach rencontre l'oued Djemaa dans les environs de Baba Ali. A l'Est de l'oued Hamiz, s'écoule l'oued Reghaia qui est considéré comme secondaire. Les oueds mentionnés ci-dessus sont en grande partie en liaison hydraulique avec la nappe de la Mitidja puisque leurs eaux peuvent s'infiltrer ou inversement drainer la nappe.

La plaine est partagée en quatre bassins fluviaux : celui d'oued Nador, d'oued Mazafran, d'oued Harrach et du Hamiz. Alors que la plaine s'allonge dans une direction d'Est-Ouest, ces derniers la transverses perpendiculairement selon des directions méridiennes. Ces oueds côtiers présentent un certain nombre de caractéristiques communes :

- Ils prennent tous naissance dans l'Atlas et sont tous de dimensions restreintes
- Tous présentent un profil longitudinal divisé en deux parties très distinctes.
- Leur pente est très forte en montagne
- Dans un passé récent elles ont été constamment maintenues par le jeu tectonique
- Ce sont des oueds aux vallées étroites, profondes, encaissées (Rabehaoui et Belaidi, ANRH, 2005)

Tableau I.8 : Principaux sous bassins versants de la Mitidja et leurs principaux oueds.

Bassins versants (BV)	Principaux oueds
Nador (BV Occidental)	Nador, Bourkika, Meuraad, Bouharoun, Bouyéersen
Mazafran (Premier sous BV central)	Djer, Bou Roumi, Chiffa
El Harrach (Deuxième sous BV central)	Djemaa, Semar
Hamiz et Réghaia (Bassin oriental)	Hamiz, Réghaia



Figure I.15: Chevelu hydrographique et stations pluviométriques.

I-4) Conclusion :

Dans ce chapitre, après localisation du périmètre d'étude, les conditions naturelles ont été étudiées, ce qui amène aux résultats suivants

La plaine de la Mitidja n'est pas assez homogène sur le plan climatique. La pluviométrie présente une certaine hétérogénéité dans le temps et l'espace. Lors de cette dernière décennie, le climat est devenu chaud, donc le climat est à la limite sub-humide étant donné que la Mitidja était toujours dans le climat sub-humide. La période pluvieuse commence dès le mois de novembre pour se terminer au début du mois d'Avril, l'irrigation est indispensable à partir de fin mois d'Avril jusqu'au mois d'Octobre.

Chapitre II: Ressource en sol

II.1.Introduction :

Dans ce chapitre on détermine les caractéristiques physiques du sol de la zone d'étude. L'étude pédologique est un facteur primordial pour prendre en compte la nature et la distribution des caractéristiques et des contraintes relevant des sols.

II.2 Etude pédologique

La pédologie est la science qui étudie la formation et l'évolution d'un sol sous l'action du milieu, du climat, de l'activité biologique, et de la végétation.

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

C'est grâce à la pédologie que l'on peut connaître précisément les contraintes et les atouts des sols « aptitudes des sols aux cultures, fertilité naturelle » en plus des facteurs climatiques permettant de raisonner certains aménagements afin de préserver l'équilibre écologique. 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

La plaine de la Mitidja correspond à la zone la plus fertile, mais aussi la plus soumise aux exploitations et aux activités agricoles du nord de l'Algérie. Les sols de la Mitidja sont caractérisés par une texture limoneuse en surface et limono argileuse en profondeur.

En effet ces sols appartiennent à 4 classes, celles des sols peu évolués, des sols à sesquioxydes de fer, des sols calcomagnésiques et des vertisols ; les sols peu évolués sont les plus étendus et ils recouvrent près de 75000 ha

II.2.1 Le but de l'étude pédologique :

Toute pédologie d'un sol permet d'évaluer sa capacité à assurer un bon développement végétatif des cultures envisagées et à valoriser économiquement l'investissement. Estimer le degré de contribution des sols du périmètre à l'alimentation hydrique des plantes à irriguer.

A choisir les techniques d'arrosage les plus adaptées aux conditions du sol et de culture (aspersion, goutte à goutte, submersion). Les aptitudes culturales sont appréciées en confrontant les exigences des productions possibles.

Fixer les règles à respecter pour une conduite des arrosages dans le système (sol-culture) pratiqué, nécessite une connaissance approfondie des sols à l'échelle de la parcelle d'exploitation agricole. Il s'agit en effet pour l'irrigant d'économiser l'eau et d'adapter les apports aux besoins de la plante. Mais il faut aussi protéger les eaux des nappes phréatiques et du réseau hydrographique contre les risques de pollution

II.2.2 Classification des sols de la Mitidja Centre :

Selon la classification (CPCS), les sols de la plaine de la Mitidja se rangent essentiellement dans 06 classes : sols à sesquioxydes de fer, et les sols hydromorphes. sols minéraux bruts, sols peu évolués, verti sols, sols calcimagnésiques

- **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 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.

- **Sols minéraux bruts**

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 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.

II.3 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.3.1 Description du profil pédologique :

Le point d'implantation du profil au niveau de la parcelle est prélevé au 13 Avril 2012. La profondeur du profil dépend des caractéristiques des sols observés sur site, quant à la profondeur des horizons est fonction du changement de la couleur.

La classification et la caractérisation du sol résultante de l'étude des différentes caractéristiques physico-chimiques et hydrodynamique du profil à savoir:
Structure, texture, solution du sol ...

Horizon A: 0-30 cm
Horizon B: 30-60 cm
Horizon c: 60-90 cm

Couleur:
Horizon A: 7.5 YR 5/2
Horizon B: 7.5 YR 6/6
Horizon C: 7.5 YR 6/2

II.3.2 Etude granulométrique :

L'étude granulométrique nous permet de connaître la texture du sol. La texture du sol est sa composition en différents éléments, le triangle textural nous permet de la déterminer, en connaissant les pourcentages des éléments fins et grossiers qui constituent ce sol, les analyses granulométriques du profil pédologique sont présentées sur le tableau suivant :

Tableau II- 1 Analyse granulométrique du profil pédologique (ANRH)

Profondeur (cm)	Argile (%)	Limon (%)	Sable(%)	Texture
0-30	32.54	42.61	24.85	Limono – argilo- sableux
30-60	11.64	32.09	56.3	Sablo- limono- argilo
60-90	31.26	48.51	20.23	Limono- argilo- sableux

D'après le tableau, on peut dire que notre sol à une texture limono- argileuse, et on confirme ce résultat sur le triangle de texture, il est pauvre en matières organiques, ces agrégats sont facilement détruits par l'irrigation.

II.3.3 Propriétés physique de notre sol

Ce tableau représente les différentes propriétés physiques de notre sol sur différente profondeur :

Tableau II- 2 Propriétés physiques de notre sol. (Source ANRH)

Profondeur (cm)	0-30	30-60	60-90
Densité réelle	2.5	2.31	2.5
Densité Apparente	1.41	1.25	1.4
Porosité (%)	44	46	44
La vitesse d'infiltration (m/s)	7.10^{-6}	$5.08.10^{-6}$	7.10^{-6}

-D'après la vitesse d'infiltration, on remarque que notre sol est perméable

II.4 Les caractéristiques chimiques des sols :

II.4.1 Le PH eau :

Lors d'une irrigation ou une pluie, les ions H^+ contenus dans le sol se trouvent à l'état dissocié. Ils sont libérés dans la solution du sol et augmentent sa concentration. L'acidité correspondant à cette concentration définit le PH eau.

Tableau II- 3 Caractéristiques chimiques du sol. (ANRH)

Profondeur (cm)	Propriétés chimiques du sol	
	PH eau	CE ($\mu S/cm$)
0-30	8.50	150
30-60	8.68	83
60-90	8.21	48.5

II.4.2 Analyse des paramètres hydrodynamique ;

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- 4 Propriétés hydrodynamiques du profil pédologique. (Source ANRH)

Caractéristiques	Hcc (%)	H _{PF} (%)	Porosité (%)	Hcc- H _{PF} (%)	RU mm/m
Horizon (cm)					
0-30	22	12	44	12	140
30-60	18	10	42	8	120
60-90	22	12	44	12	140

H_{PF}: Humidité au point de flétrissement

Hcc: Humidité à la capacité au champ

Hcc- H_{PF} : Humidité disponible

RU: Réserve utile.

II.5 Géologie et hydrogéologie

La zone d'étude est une vaste plaine sublittoral formée au début du quaternaire (GLANGEAUD, 1932). ECREMENT .Niane(1971) a montré que la géologie est complexe et caractérisée par une dominance d'alluvions quaternaires. Niane(1977) « les grès, le calcaire, les argiles et les marnes sont les principaux matériaux présent en Mitidja.

La structure géologique de la région des couches permet de distinguer âges et la nature lithologique des roches en deux étages :

- Un étage inférieur formé par le crétacé inférieur et le Miocène.
- Un étage supérieur formé par le pliocène marin, le pliocène continental et les dépôts quaternaires.

Le Miocène : ce sont des formations géologiques à faciès mixtes marin et continental et à multiples séries. Elles se manifestent à base de grès quartzeux, de conglomérats et des marnes rouges, blanches et à tripolis

Le Crétacé : il est à base de matériaux marneux et marno-calcaires riches en gypse s'alternant avec des roches gréseuses à faciès quartzeux

-Le bassin de la Mitidja s'est défini en tant qu'unité structurale à la fin du Miocène après que ce soient produits les principaux mouvements de la période de l'orogénèse alpine. Les phénomènes d'affaissement et de sédimentation se poursuivent pendant le Pléistocène en modifiant la forme et la distribution des dépôts (Arezki, TAZDAIT, 2012)

-Deux petites unités géologiques ont été regroupées avec la formation de la Mitidja. Il s'agit des sables d'unaires qui longent la baie d'Alger et des alluvions récentes des lits d'oueds. Ces deux unités sont composées de matériaux ayant en apparence une continuité avec la formation de la Mitidja

-La nappe de Mitidja est très hétérogène, elle composée de graviers et de galets alternant avec des limons et argiles, occupe toute l'étendue la plaine. L'épaisseur moyenne de ces alluvions est de l'ordre de 100 à 200 m mais qui va diminuer vers le Sud pour atteindre l'Atlas. Sa limite inférieure est constituée par les marnes de la formation d'El-Harrach et sa limite supérieure est libre sauf dans la zone du Mazafran où la nappe est captive

II.6 Aptitude des terres de la Mitidja

Les sols de la Mitidja ont fait l'objet d'une évaluation de leurs aptitudes culturales par le bureau national des études du développement rural (**BNEDER, 2000**), qui donne les résultats suivants

Classe A1 : Il s'agit de terres de plaine de très bonne qualité (0 à 3% de pente), moyennement profonde à profonde et irrigable. On les retrouve surtout en Mitidja (Hadjout, Mouzaia, Beni-Mered, Boufarik, Bougara, Baraki, Eucalyptus, Rouiba) mais aussi dans l'Est algérois (périmètre de l'Isser dans la région de Bordj-Menaïel à Leghata), sur la frange côtière du Sahel (Plaines littorales, Ouest de Cheraga à Zeralda et de Fouka à Bou ismail) et le long des vallées des oueds Nador et Hachem, dans la région du Chenoua-Zaccar. Les sols de cette classe occupent une surface d'environ 83 400 ha

Classe A2 : Ce sont des terres de plaine ou de colline et piémont (pente de 3 à 12,5%), de bonne qualité, moyennement profondes à profondes, irrigables ou cultivables en sec. Souvent, elles sont déclassées (par rapport à la classe A1) en raison de la nécessité du drainage (certaines zones de Mitidja). De tels sols se rencontrent notamment en Mitidja (Région de Bourkika, Ameer El Ain, Mouzaia à Soumâa, au nord de Boufarik ainsi qu'une bonne partie la Mitidja Est). Les sols de la classe A2 s'étendent sur une superficie de 62 350 ha

Classe A3 : Ce sont des terres de colline ou de piémont, paysage de vallons et coteaux du Sahel Ouest Algérois (Sahel argilo-marneux de Dely Brahim à Douera Nord), collines de l'Est algérois dans les régions de Zemmouri, Chaabet El Aneur, Bordj-Menaïel. La pente y est contraignante (12,5 à 25%) et leur profondeur variable. Il n'y a généralement pas de possibilité d'irrigation et d'agriculture intensive. Les sols de cette classe représentent une surface d'environ 33 760 ha

Classe A4 : pentes de plus de 25% et faible profondeur du sol, pas de possibilité d'irrigation C'est une catégorie de terres plus ou moins marginales où la pente devient un facteur de déclassement majeur, la profondeur du sol y est généralement insuffisante. L'agriculture intensive n'y est pas praticable. De tels sols s'observent dans le Sahel Ouest-Algérois (région de Shaoula, Souidania, Douera Sud, Mahelma, Sidi-Abdellah) et l'Est algérois autour de Zemmouri, Cap Djenet et au Nord-Est et sud-est de Bordj Menaïel. Ces sols s'étendent sur 20450 ha

Classe A5 : Ce sont, en général, des terres de piémont ou de basses montagnes d'aptitudes diverses et intriquées, aptitude globale à la mise en valeur agro-sylve-pastorale (agriculture de montagne). Ces terres s'étendent sur environ 30.000 ha

Classe A6 : Il s'agit de terres recouvertes d'une végétation forestière ou dont la vocation est forestière en raison d'un relief accidenté où les risques d'érosion hydrique sont élevés. Leur surface est d'environ 140.000 ha

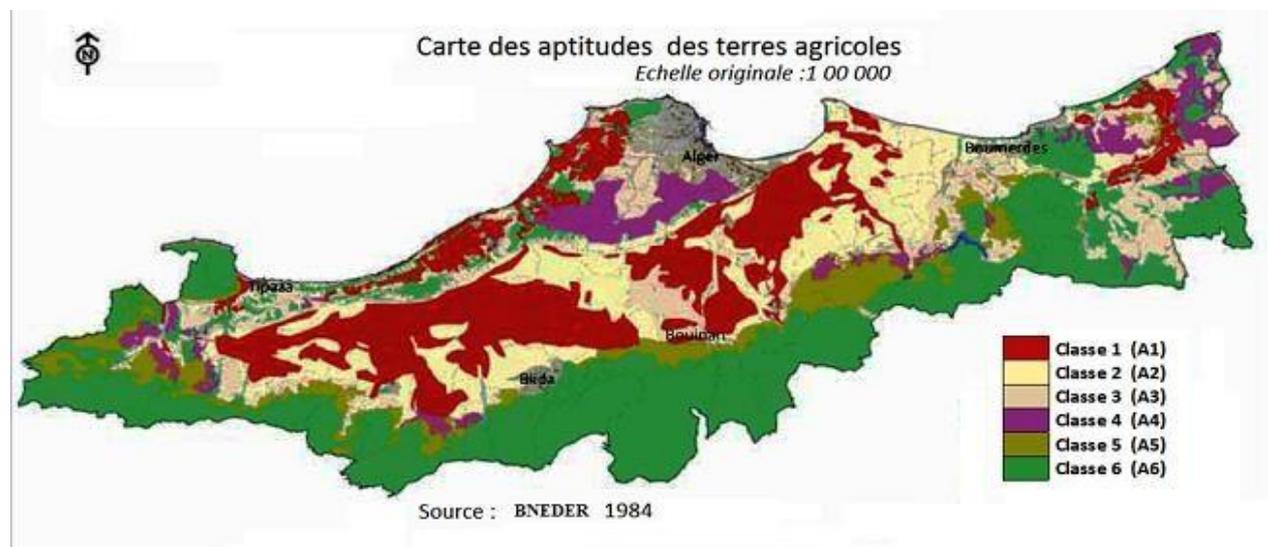


Figure II.1 Carte des aptitudes des terres agricoles de la Mitidja

Secteur agricole	Superficie (ha)	Pente %	Classe d'aptitude	%
Mitidja Est-Algérois, Plaine littorale du Sahel	83 400	0-3	A1	22,33
Mitidja	62 350	3-12 ,5	A2	16,69
Sahel, Est-Algérois	33 760	12,5-25	A3	9,03
Sahel, Est-Algérois	20 450	>25	A4	5,47
Est-Algérois, Chenoua-Zaccar, Atlas blidéen	30 138		A5	8,06
Est-Algérois, Chenoua-Zaccar, Atlas blidéen	143 388		A6	38,39
TOTAL	373 486			100,00

Tableau II 5 : Répartition et superficie des classes d'aptitudes culturales

D'après cette classification on relève que pratiquement toute la Mitidja se situe en zone A1 et A2, c'est-à-dire qu'il s'agit de zones de pente nulle ou faible avec des sols moyennement profonds à profonds, irrigables mais qui nécessitent par endroits un drainage

II.7 Conclusion

Cette partie a été consacré à l'analyse agro-pédologique de la zone d'étude (sous-secteur DR 35). Cette prospection pédologique, qui a porté sur une superficie d'environ 249 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

Chapitre III : Ressource en eau- Hydrologie :

III.1 Ressource en eau :

L'alimentation de la Mitidja centre est assurée en partie par les ressources en eaux du Barrage Douera et en partie par les eaux souterraines, ce barrage est situé hors cours d'eau, Il est envisagé de le remplir dans un premier temps à partir de la dérivation de l'Oued Harrach. la plaine de la Mitidja centre est délimitée par l'oued Chiffa et celui d'el Harrach

III.1.1 L'alimentation en eau d'irrigation DR 3 :

Le secteur DR3 sera alimenté à partir de la conduite de transfert El Harrach-Douéra et il est prévu 04 points de départ (piquages) sur cette conduite de transfert Ø 2000mm du Douera-El Harrach. Les besoins annuels en eau à la tête du secteur est de 39.52 hm^3 .

- Le **1^{er}** piquage se trouve juste après le franchissement de l'autoroute et longe cette dernière jusqu'à Baba Ali pour desservir le sous-secteur DR31.
- Le **2^{ème}** piquage est situé au nord d'Ouled Sidi Aïd. En fait, il ya deux branchements distincts sur la conduite à ce piquage : un branchement relatif aux sous-secteurs DR32 et DR34 et l'autre branchement relatif à l'adducteur DR3 qui franchira la voie ferrée pour arriver à la tête des réseaux des sous-secteurs DR35 et DR36.
- Le **3^{ème}** piquage se trouve juste au nord de la voie ferrée et dessert le sous-secteur DR33
- Le **4^{ème}** piquage est situé entre la voie ferrée et la station de pompage principale SPP . un branchement est prévu pour les sous –secteurs DR37 et DR38.

III.1.2 Le barrage de Douera :

Le Barrage de Douera est situé dans la vallée de l'oued Ben Amar à environ 2,5 Km au sud-ouest de la ville de Douera ,dont l'étude est terminée depuis 1995 est un barrage hors cours d'eau ('off stream'), Le barrage comprendra une digue en terre avec noyau argileux et aura les caractéristiques principales suivantes

- Niveau normal de la retenue : 148 m NGA
- Niveau minimum d'exploitation : 100m NGA ;
- Volume utile : 110 hm^3

Le remplissage du Barrage est assuré par deux transferts :

- Le transfert l'oued Harrach-Douera par un volume dérivable moyen de $70,2 \text{ hm}^3/\text{an}$ avec une capacité de transfert de $8 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Le transfert l'oued Mazafran-Douera par un volume dérivable moyen de $58,6 \text{ hm}^3/\text{an}$ avec une capacité de transfert de $8 \text{ m}^3/\text{s}$.

Dans le cas envisagé d'un remplissage simultané à partir des 2 oueds Harrach et Mazafran, les simulations indiquent que le volume total transféré atteint $86,9 \text{ hm}^3/\text{an}$ avec une capacité de transfert de $8 \text{ m}^3/\text{s}$ pour les 2 oueds

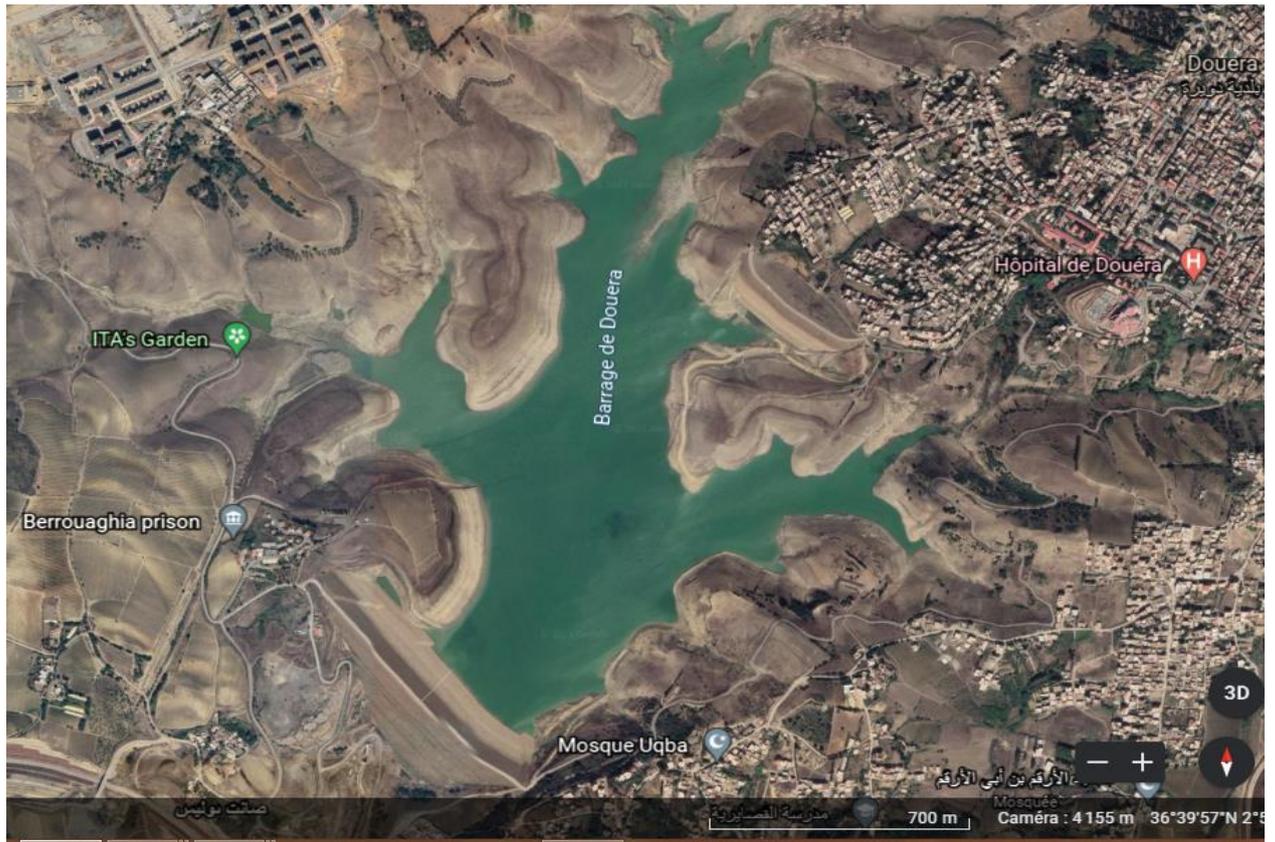


Figure III.1 Barrage de Douera

III.1.3 Les eaux souterraines :

Le périmètre irrigué à partir des eaux souterraines concerne le reste de la Mitidja centre qui représente une superficie totale de 15 800 ha.

L'irrigation par des eaux souterraines est basée sur des forages individuels au niveau des exploitations, plutôt que par des réseaux collectifs alimentés par des champs de captage.

III.2 Qualité des eaux d'irrigation

La qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un paramètre essentiel pour le rendement des cultures, le maintien de la productivité du sol et la protection de l'environnement. Ainsi, les propriétés physiques et chimiques du sol, telles que sa structure et sa perméabilité, sont très sensibles au type d'ions potentiellement échangeables présents dans les eaux d'irrigation.

La qualité de l'eau d'irrigation peut être mieux déterminée par une analyse chimique au laboratoire. Les facteurs les plus importants pour déterminer la qualité requise de l'eau dans l'agriculture sont les suivants:

- PH
- Salinité
- Conductivité électrique
- Degré d'Adsorption du Sodium ou (SAR)

III.2.1 La salinité :

La salinité caractérise la teneur en sel dans l'eau d'irrigation

L'excès de teneur en sel est l'un des soucis principaux avec l'eau utilisée pour l'irrigation.

Une concentration élevée en sel dans l'eau ou dans les sols affectera négativement le rendement des récoltes, provoquera une dégradation des sols et une pollution des eaux souterraines.

L'utilisation d'une eau salée pour l'irrigation dépendra de plusieurs facteurs:

- La tolérance en sel de la récolte
- Les caractéristiques du sol sous l'irrigation Les conditions climatiques.
- Les procédures de gestion des sols et de l'eau.

En général, l'eau utilisée pour l'irrigation doit avoir un degré faible ou moyen de salinité

III.2.2 La conductivité électrique

La conductivité électrique (CE) mesurée à 25°C est exprimée en mmhos/cm rend compte de la salinité globale des eaux.

-Quatre classes de risque salin ont été définies :

- C1 : Risque faible $CE \leq 0,25$.
- C2 : Risque moyen $0,25 < CE \leq 0,75$.
- C3 : Risque élevé $0,75 < CE \leq 2,25$.
- C4 : Risque très élevé $CE > 2,25$
-

*CE (ds/m).

III.2.3 Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

Si l'eau est riche en sodium celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculante, pour apprécier le risque alcalin, on compare la concentration en ion Na^+ , celle en ion Ca^{++} et Mg^{++} avec Na^+ , Ca^{++} et Mg^{++} en meq/l

-Quatre classes de risque alcalin ont été définies, en relation avec le risque salin :

- S1 : Risque faible $S.A.R \leq 10$.
- S2 : Risque moyen $10 < S.A.R \leq 18$.
- S3 : Risque élevé $18 < S.A.R \leq 26$.
- S4 : Risque très élevé $S.A.R > 26$

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

III.3 Caractéristique des eaux d'irrigation :

Notre zone d'étude est irriguée à partir du Barrage Douera qui est alimenté par l'oued el Harrach.

Les résultats des analyses des eaux d'irrigation d'oued Harrach faites par le laboratoire de l'ANRH sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau III.1 .Caractéristiques des eaux d'irrigation.

Année	Mois	Calcium (mg/l)	Magnésium (mg/l)	Sodium (mg/l)	Potassium (mg/l)	pH	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	SAR
2010	Août	84	45	142	3	8.6	571	3.09
2011	Août	98	43	200	4	8,1	560	4.2
2012	Juillet	68	37	200	2	8,2	420	4.8

D'après les résultats des analyses des eaux d'oued Harrach le SAR est inférieure à 10, la conductivité électrique est entre 0.25 ds/m et 0.75ds/m, donc l'eau est classée dans la Classe (C2 S1) d'après le Diagramme de classification des eaux d'irrigation

III.3.1 Classification de l'eau d'irrigation selon l'U.S.S. L (1954) :

C'est la classification la plus utilisé en ce qui concerne l'irrigation proposée parlaboratoire de Riverside (RICHARD 1954), elle est basée sur :

Selon la salinité et le risque d'alcalinisation des eaux destiné à l'irrigation. C'est-à-dire :

- La conductivité électrique exprimée en ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
- Le SAR (% de Na échangeable)

D'après le diagramme de Riverside : les eaux d'oued Harrach sont de classe **C2S1** ce qui veut dire que l'irrigation avec cette eau est possible sans aucune nuisance sur le sol ou les plantes puisque l'alcalinité est faible et le risque de salinité est moyen donc un léger lessivage est à effect

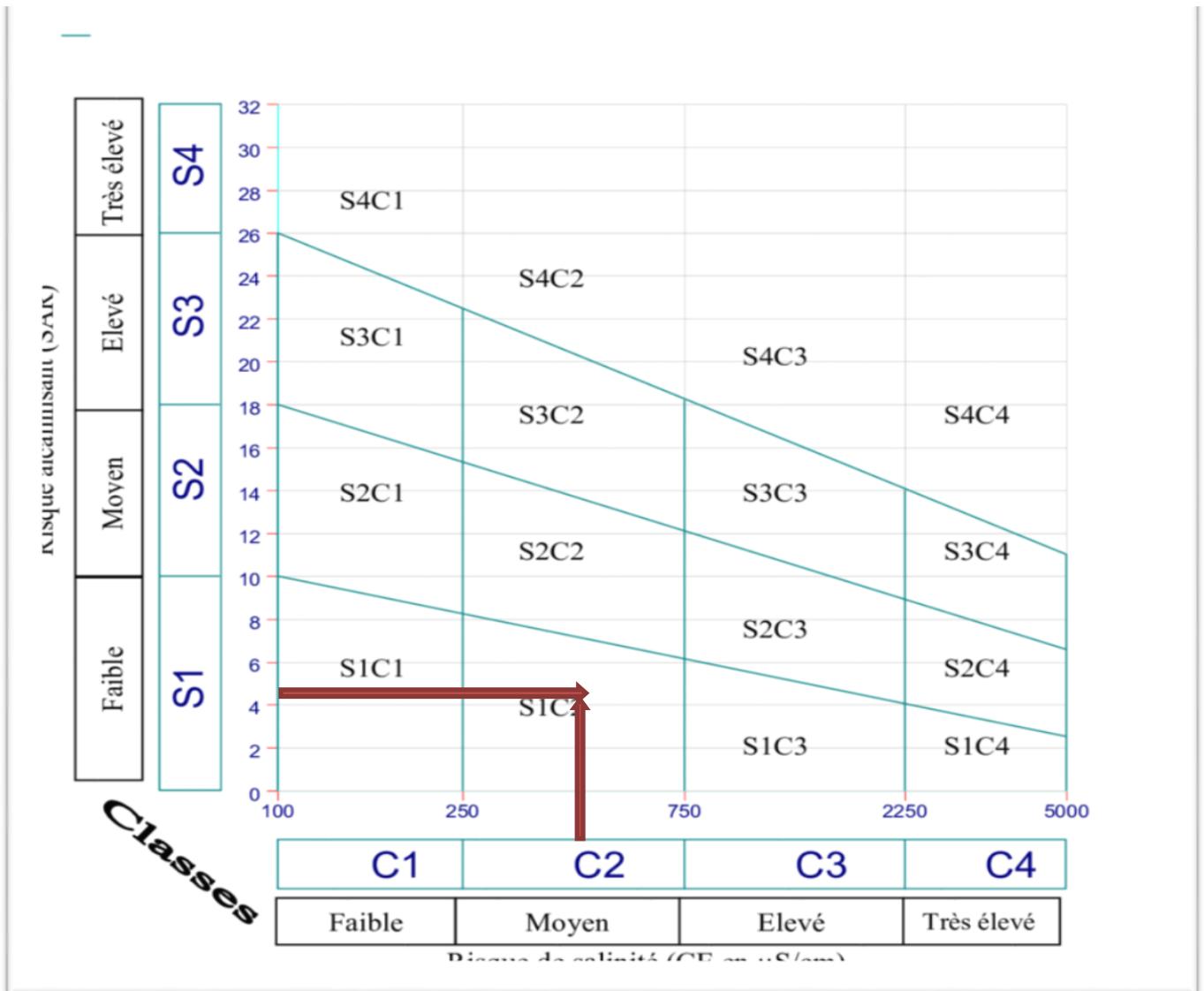


Figure III.2 diagramme de Riverside

III.4. Etude hydrologique :

En terme général le besoin en eau est défini comme le niveau d'évapotranspiration d'une culture indemne de maladie et poussant dans une parcelle d'une surface supérieure à un hectare dans des conditions optimales de sol. Ces dernières consistent en une fertilité et une humidité suffisantes pour atteindre le potentiel de production de la culture dans le milieu considéré.

III.4.1 Traitement des données pluviométriques :

Afin d'estimer le déficit des précipitations pour les besoins en eau d'irrigation, une analyse Statistique doit être faite sur la base des enregistrements pluviométriques effectués sur une longue période. Cette étude porte sur :

- Détermination de l'année de calcul.
- L'homogénéisation des séries pluviométriques.
- L'étude fréquentielle des séries pluviométriques par des lois statistiques

III.4.2 Présentation de la série pluviométrique :

Les pluviométries moyennes mensuelles sur une période d'observation de 28 ans (1990 à 2018) à la station de **Soumaa** sont représentés sur le tableau suivant :

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

Figure III.3 Code de la station de Soumaa

Tableau III.2 Pluie moyenne mensuelle observé de la station de Soumaa (1990-2018)

Année	sep	oct	nov	déc	janv	fer	mars	avril	Mai	jun	Jul	Aout	tot
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
2016	11.5	6.4	77.9	149.5	308.6	22.5	47.5	19.8	2.5	6.8	0	34.2	687.2
2017	23.6	27	136.2	123.9	35.3	98.7	130.3	170.9	82	54.5	0	0	882.4
2018	28.30	84.2	120.3	108.5	144.3	27.5	45	59.9	36.1	1	0	5.7	660.8
Moy	25.18	55.86	99.49	95.76	102.47	75.91	69.45	64.92	45.08	5.37	4.07	7.52	

III.5. Etude statistique des précipitations

III.5.1 Etude de l'homogénéisation de La série pluviométrique:

Dans le cadre de l'étude hydrologique, nous avons vitrifié toutes les données recueillies auprès de la station météorologique de Boufarik afin de faire à comparatif selon les formules du test d'homogénéisation pour conclure des résultats qui m'ont servies de base de calcul. De ce fait, il est utile de signaler que l'analyse hydrologique a été basée sur l'exploitation de toutes les données nécessaires pour effectuer le test.

A l'effet de l'existence de plusieurs tests, notre cas est effectué suivant le **test des rangs** ou **test de Wilcoxon** car il est supposé être le plus puissant des tests non paramétriques qui se basent sur le principe suivant :

- On divise la série complète en deux sous séries : x et y tel que : N_1 et N_2 , Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement : $N_2 > N_1$.
- On constitue par la suite, la série x union y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. à ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels 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 de sous séries des X_i .

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

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

Tableau III.3 Test de Wilcoxon pour la station de Soumaa

série d'origine (mm)	série X	Séries Y	X Union Y par ordre croissant	Rang
513.7	513.7	344.6	274.8	1
646.6	646.6	954.3	344.6	2
418.4	418.4	678.8	418.4	3
558.6	558.6	574	426.4	4
827.9	827.9	811.7	428.4	5
590.1	590.1	748.8	513.7	6
557.6	557.6	790.8	577.6	7
687.3	687.3	867.3	558.6	8
708.8	708.8	793.5	574	9
274.8	274.8	588.3	588.3	10
732	732	610.1	590	11
600	600	626.5	600	12
426.4	426.4	687.2	610.1	13
428.4	428.4	882.4	626.5	14
344.6		660.8	646.6	15
954.3			660.8	16
678.8			678.8	17
574			687.2	18
811.7			687.3	19
748.8			708.8	20
790.8			732	21
867.3			748.8	22
793.5			790.8	23
588.3			793.5	24
610.1			811.7	25
626.5			827.9	26
687.2			867.3	27
882.4			882.2	28
660.8			954.3	29

On a alors selon le tableau :

- $N_1=14$; $N_2=15$;
- $W_x=168$
- $W_{\min}=164.59$ $W_{\min} < W_x < W_{\max} \Rightarrow 164.6 < 168 < 255.4$
- $W_{\max}=255.41$

III.5.2 Conclusion :

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

. III.6 Etude de l'échantillon et choix de la loi d'ajustement :

III.6.1 Lois d'ajustement des pluies :

Les données de pluies annuelles sont souvent ajustables à des lois statistiques nombreuses, ceci est dû à la faible variabilité interannuelle pour certaines stations. Dans notre cas, on utilise pour celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées dans le cas de pluies annuelles sont les suivantes :

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

III.6.1.a).Ajustement à la loi normale (Gauss) :

L'ajustement des séries selon la loi normale (**loi de Gauss**) s'adapte parfaitement pour parvenir à des résultats précis des pluies moyennes annuelles

La méthode de Gauss consiste à:

- Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Classer les fréquences des valeurs observées par la formule :

$$F(x) = \frac{n - 0.5}{N}$$

Avec :

n : Numéro d'ordre
N: nombre d'années observées

- Calculer la moyenne arithmétique :

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

- Calculer l'écart type :

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Remarque : les calculs suivants ont été réalisés à l'aide de logiciel hydraulique **HYFRAN**, pour confirmation

Station :SoumaaRésultats de l'ajustement **Normale (Gauss)** (Maximum de vraisemblance)

Nombre d'observations: 29

Paramètre :

mu : 641.024

sigma :164.039

Quantiles :

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/ (1-q)

Tableau III.4 Ajustement à la loi normale (Gauss)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0.9999	1250	87.0	1080 - 1420
2000	0.9995	1180	78.3	1030 - 1330
1000	0.9990	1150	74.3	1000 - 1290
200	0.9950	1060	64.2	938 - 1190
100	0.9900	1020	59.4	906 - 1140
50	0.9800	978	54.4	871 - 1080
20	0.9500	911	47.2	818 - 1000
10	0.9000	851	41.4	770 - 933
5	0.8000	779	35.6	709 - 849
3	0.6667	712	31.9	649 - 774
2	0.5000	641	30.5	581 - 701

Paramètres	Valeurs
Minimum (min)	275
Maximum (max)	954
Moyenne (moyé)	641
Ecart type (δ)	164
Médiane (Me)	647
Coefficient de variation (Cv)	0.256
Coefficient d'asymétrie (Cs)	-0.280
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2.46

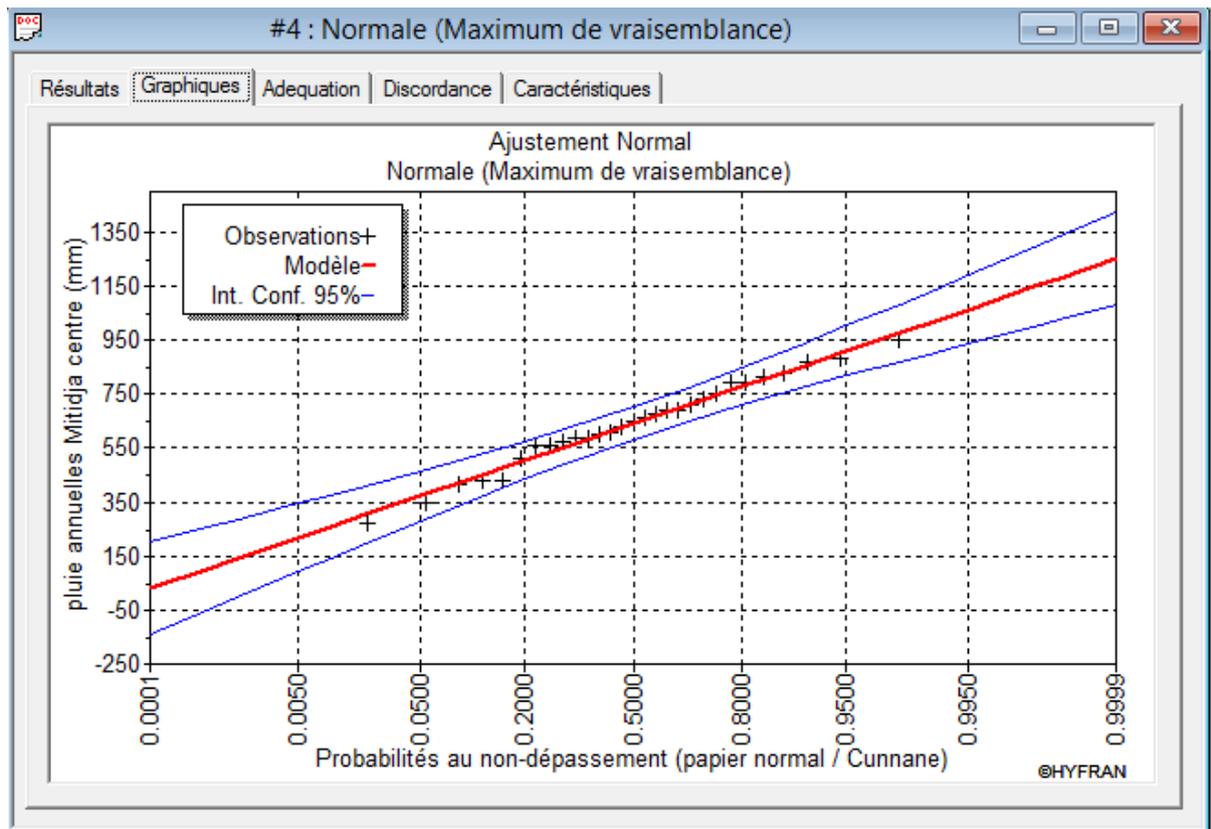


Figure III.4 Ajustement à la loi normale par HYFRAN

III.6.1.b).Ajustement à la loi log-normale (Galton) :

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station **Soumaa** sont regroupés dans le tableau ci-dessous avec présentation graphique sur le papier de **Galton**

Station : Soumaa

Résultats de l'ajustement **log-normale (Galton)** (Maximum de vraisemblance)

Nombre d'observations: 29

Paramètre :

mu : 6.42645

sigma :0.288105

Quantiles :

$q = F(X)$ (probabilité au non-dépassement)

$T = 1/(1-q)$

Tableau III.5 Ajustement à la loi log-normale (Galton)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0.9999	1800	276	1260-2350
2000	0.9995	1590	219	1160-2020
1000	0.9990	1510	196	1120-1890
200	0.9950	1300	146	1010-1580
100	0.9900	1210	126	961-1460
50	0.9800	1120	107	908-1330
20	0.9500	993	82.3	831-1150
10	0.9000	894	65.1	766-1020
5	0.8000	788	49.3	691-884
3	0.6667	700	39.2	623-776
2	0.5000	618	33.1	553-683

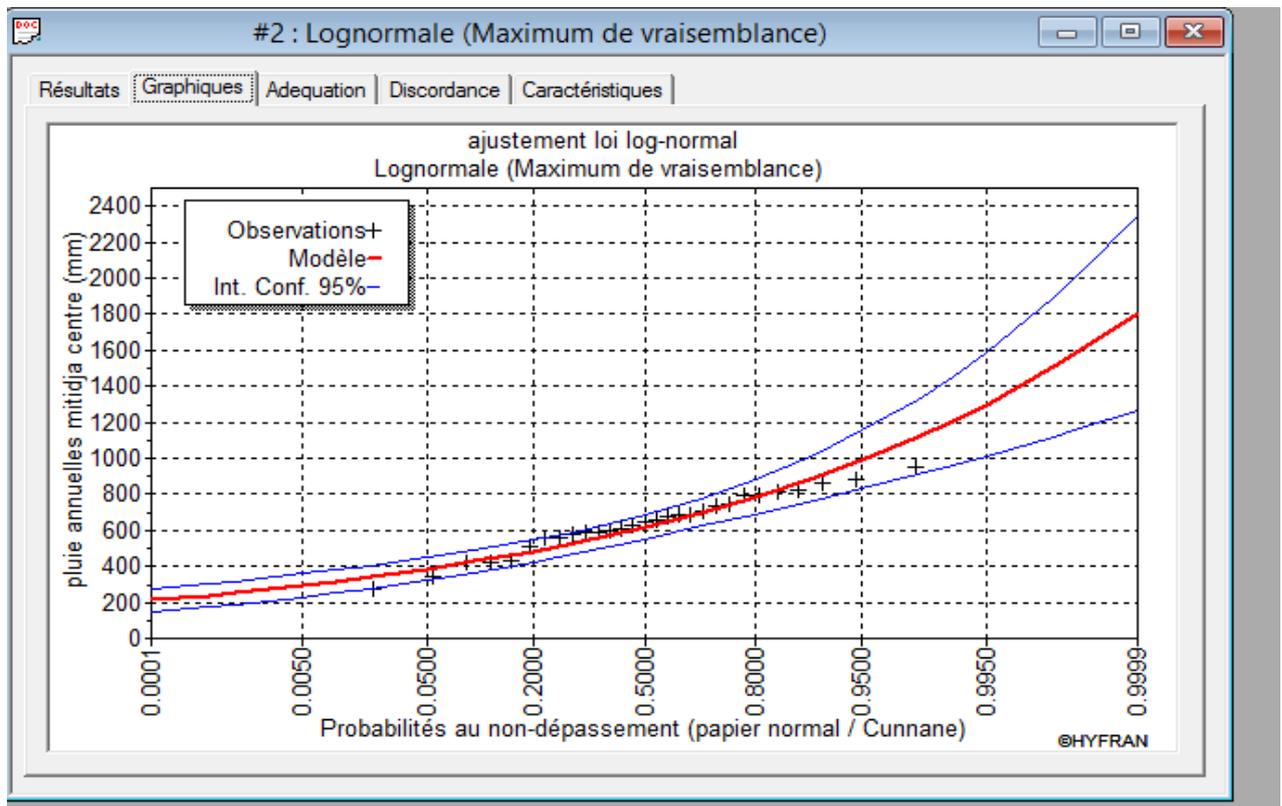


Figure III.5 Ajustement à la loi Log-normale par **HYFRAN**

III.6.2 Test de validité d'un ajustement

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

A partir du logiciel HYFRAN on obtient les résultats suivants

Tableau III 6 Test de validité de l'ajustement

	Loi normal	Loi log-normal
χ^2 calculée	3,5	6,66
α	0.7829	0.5150
γ	5	5

A partir du tableau de Pearson on peut tirer la valeur de χ^2 théorique, telle:

$$\chi^2 \text{ théorique} = f(\gamma, \alpha)$$

Le test de khi-deux (χ^2) montre que les deux lois présentent une même adéquation, sur latable de Pearson khi-deux (χ^2) théorique = 13,0098, pour : $\alpha = 0.07$ et $\gamma = 5$

Donc : χ^2 calculée < χ^2 théorique (pour les deux lois)

L'adéquation de la loi est bien définie, ce qui résulte que l'ajustement est correct avec une certaine probabilité : $1-\alpha$ soit 95%.

Après l'examen d'ajustement sur les deux lois il en résulte que la **loi normale (Gauss)** s'ajuste mieux à la série des pluies annuelles pour la station de **SOUMAA**

III.6.3 Détermination de l'année de calcul

A partir des résultats obtenus (loi normale) nous retenons que les estimations de la pluviométrie moyenne annuelle dans la région de Mitidja centre , est de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante, c'est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%).

Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% on utilise la loi suivante

$$P_{i,80\% \text{ de chaque mois}} = P_{i, \text{ de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique } 80\%(\text{annuel})}}{P_{\text{théorique } 50\%(\text{annuel})}}$$

D'après le tableau de l'Ajustement à la loi normale, nous avons obtenus

$$P_{80\%} = 788\text{mm} \text{ et } P_{50\%} = 618 : \text{d'où } \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} = 1.27$$

On remarque que $\frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} > 1$ donc l'année de calcul est obtenue selon la loi suivante :

$$P_{i,80\% \text{ de chaque mois}} = P_{i, \text{ de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique } 20\% (\text{annuel})}}{P_{\text{théorique } 50\% (\text{annuel})}}$$

Les valeurs retirées du tableau de l'Ajustement à la loi normale, donne ce qui suit :

$$P_{20\%} = 485\text{mm} \quad \text{d'où} \quad \frac{P_{20\%}}{P_{50\%}} = 0.78$$

Donc $P_{i,80\%}$ de chaque mois est donnée dans le tableau suivant :

Tableau III.7: Reconstitution de l'année de probabilité à fréquence de 80%

Mois	sep	Oct	nov	Dec	Jan	fev	mars	Avril	Mai	juin	juil	Aout
P (mm)	25.18	55.86	99.49	95.76	102.47	75.91	69.45	64.92	45.08	5.37	4.07	7.52
P80% (mm)	19.644	43.54	77.60	74.7	79.92	59.20	54.17	50.63	35.16	4.18	3.17	5.86

III.7 Conclusion

La mobilisation des ressources en eau est une étape importante pour l'élaboration d'un projet hydro-agricole. Dans notre cas, le périmètre des plaines setifiennes sera irrigué à partir du barrage de douira. Ce dernier représente une opportunité pour la région vue la rareté de la ressource en eau.

Les eaux du barrage de douira ont un pH normal compatible pour l'irrigation, l'eau contenant une faible quantité de sodium, alcalinité faible et une salinité moyen qui peut être utilisée pour l'irrigation.

L'irrigation du périmètre à partir du barrage de douira est donc sans contraintes.

L'étude hydrologique a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80%, afin de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante, afin de satisfaire ses besoins

Chapitre IV: Besoins en eau des cultures

IV.1 Introduction :

Les pluies, en particulier leur part efficace, fournissent une partie de l'eau requise pour satisfaire les besoins d'évapotranspiration des cultures. Le sol peut stocker une partie de l'eau de pluie et la restitue aux cultures en période de déficit. Sous les climats humides, ce mécanisme suffit pour assurer une croissance satisfaisante dans des systèmes de culture sans irrigation. Dans des conditions arides ou en cas de saison sèche prolongée, il est nécessaire d'irriguer pour compenser le déficit d'évapotranspiration (transpiration des cultures et évaporation à partir du sol) dû à l'insuffisance ou à l'irrégularité des précipitations.

La consommation d'eau pour l'irrigation est définie comme étant le volume d'eau nécessaire pour compenser le déficit, d'une part l'évaporation potentielle et d'autre part les pluies efficaces pendant la période de croissance des cultures et le changement dans la teneur en eau du sol. Elle varie considérablement en fonction des conditions climatiques, des saisons, des cultures et des types de sol.

IV.1.1 Les aptitudes culturales :

Le choix des cultures se fait selon plusieurs facteurs qui sont :

IV.1.1.a) climat :

La plante a des exigences climatiques telles que la quantité de chaleur nécessaire pour accomplir son cycle, températures critiques, minimales et optimales, besoins en eau et périodes critiques

IV.1.1.b) Sol :

Les caractéristiques des sols ont une importance pour le choix des cultures, telle que la structure, le PH et la profondeur de la nappe.

IV.1.1.c) Choix des cultures :

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

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturale des sols basée sur l'étude pédologique.
- Des disponibilités des moyens de production.
- La demande commerciale traduisant les profils des agriculteurs.

D'après les résultats apportés sur notre zone d'étude on peut dire que notre secteur convient donc aux cultures suivantes :

- Les cultures maraîchères ; tomates, pomme de terre, poivron, pastèque, courgette, carotte etc. ;
- Les cultures fourragères : Mais, luzerne, bersim, blé etc. ;
- Les cultures industrielles : betterave, tabac, tomate industrielle etc.
- Les arboricultures : agrumes, vigne, olivier etc

IV .2 Besoins en eau des cultures :

Selon **Doorenbos et Pruitt (1976)** : « Le besoin en eau d'une culture est la quantité d'eau nécessaire pour compenser l'évapotranspiration d'une culture en bon état sanitaire, établit dans un champ de grande superficie, dans des conditions de sol non limitant du point de vue de la disponibilité de l'eau et de la fertilité, et conduisant au rendement cultural potentiel dans des conditions climatiques données ».

Plus précis, les besoins en eau d'irrigation sont définis comme étant le niveau d'évapotranspiration d'une culture saine (maladie) et poussant dans une parcelle d'un hectare dans des conditions optimales permettant un bon rendement dans la production.

La détermination des besoins en eau d'une culture nécessite une bonne connaissance des plantes et aussi les données climatique et pédologique de la région pour pouvoir estimer la réserve en eau utile du sol 'RU' et la réserve facilement utilisable par la plante 'RFU'

IV .2.1 Calcul de l'évapotranspiration :

L'évapotranspiration est un phénomène complexe intégrant à la fois l'évaporation de l'eau du sol (phénomène physique) et la transpiration de la couverture végétale (phénomène physiologique). Sous le nom l'évapotranspiration, englobe la totalité de la consommation d'eau d'une plante mise en place, pour éviter le stress hydrique.

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

On distingue : l'évapotranspiration de référence (**ET₀**), l'évapotranspiration potentielle (**ETP**) et l'évapotranspiration réelle (**ETR**).

IV.2.2 Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ET₀) :

L'évapotranspiration de référence (ET₀) 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.

Décrit le transport de l'eau depuis la surface vers l'atmosphère, ou la quantité maximale d'eau susceptible d'être perdue en phase vapeur, sous un climat donné , par un couvert végétal continu spécifié (gazon) bien alimenté en eau et pour un végétal en pleine croissance ; l'**ET₀** caractérise la demande en fonction des conditions climatiques exprimer en mm/j .

Il existe deux méthodes pour estimer l'**ET₀** :

- Les méthodes directes « instruments et appareils » ;
- Les méthodes indirectes « utilisation des formules empiriques ».

Vu la complexité de la mise en œuvre d'un dispositif de mesure de l'évapotranspiration potentielle et à défaut de mesures directes. Il existe plusieurs formules de calcul, les principales sont :

IV.2.2.a) Les méthodes directes :

- **l'évapotranspirationmètre ou cuve lysimètre :**

Un appareil qui sert à mesurer l'évapotranspiration dans un sol nu ou généralement sur un lieu planté (couvert végétal)

- **Le bac évaporant (bac Colorado):**

Un appareil simple qui permet de mesurer directement l'évapotranspiration d'une nappe d'eau libre. Sous réserve qu'il soit correctement installé.

IV.2.2.b) Les méthodes indirectes :

Ces méthodes de calcul de l'ETP se font suivant des formules ne comportant que des données climatiques.

- **La formule de TURC (1960) basée sur la température et le rayonnement :**

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

$$\text{ETP} = 0.40 (I_g + 50) \times [T / (T + 15)] \text{ en mm/mois}$$

Dans le quelle :

- ETP : évapotranspiration mensuelle (mm/ mois).
- I_g : radiation globale en (cal/cm²/jour).
- T : température moyenne mensuelle (° C)

Remarque :

Le coefficient 0.40 est réduit à 0.37 durant le mois février.

Si l'humidité relative de l'air est inférieure à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée

$$\text{ETP} = 0.40 (I_g + 50) \times \frac{T}{T + 15} \times 1 + \frac{50 - Hr}{70} ..$$

avec :

$$I_g = I_{ga} (0.18 + 0.62) \frac{h}{H}$$

Dans le quelle :

- T : température moyenne mensuelle (° C).
- I_{ga} : radiation globale en (cal/cm²/jour).
- Hr : l'humidité de l'air en (%).
- I_{ga} : radiation maximale théorique.
- H : durée astronomique de jour en (heur/mois).
- h : durée de l'insolation de la station considérée en (heur/mois).
- (h/H) : L'insolation relative en (heur).

- **Formule de Blaney- Criddle (1959)**

Elle utilise des paramètres facilement accessibles et introduit des coefficients culturaux susceptibles d'ajustement aux données locales éventuelles. Le facteur f (en mm) de cette formule s'exprime comme suit :

$$ET0 = (0,46 \times T + 8,13) \times P$$

T : (°C) est la température moyenne

P : le pourcentage de la durée d'éclairement pendant la période considérée.

- **Formule de Thornthwaite (1948)**

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.

- **Formule Modifiée de Penman-Monteith (1948)**

La formule la plus employée aujourd'hui est la formule de Penman-Monteith modifiée:

$$ET0 = \frac{0,408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{Cste}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

Avec:

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

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_0 calculés à l'aide du logiciel **CROPWAT V.8**, fondé sur la méthode de **PANMAN** et **MONTHIEL**.

Pour exploiter le logiciel cité ci-dessus on doit fournir les données climatiques mensuelles chiffrées à la station météorologique de Boufarik telles que :

- Les températures minimales et maximales mensuelles. (C°)
- l'humidité relative de l'air exprimé en (%).
- l'insolation journalière en heure.
- la vitesse de vent en m/s.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_0 calculée à l'aide du logiciel **CROPWAT 8.0** sont récapitulés dans le tableau suivant

Tableau IV.3 Calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.0

ET ₀ PenMon par mois							
Pays		Algérie		Station		Soumaa	
Altitude		177 m.		Latitude		36.00 °N	
				Longitude		2.00 °E	
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ET ₀
	°C	°C	%	m/s	hours	MJ/m ² /day	mm/day
January	7.1	13.6	76	3.0	4.4	8.4	1.45
February	9.8	15.2	76	3.1	6.0	12.0	1.90
March	6.6	21.8	73	2.9	7.1	16.1	3.04
April	11.4	20.3	71	3.1	7.7	19.5	3.48
May	15.7	26.7	70	2.8	9.7	23.8	4.82
June	17.1	31.0	67	3.0	10.1	25.0	5.81
July	23.1	32.6	63	3.2	11.3	26.4	6.63
August	19.1	40.9	70	3.1	10.6	24.0	7.14
September	21.5	31.3	69	2.5	9.3	19.7	4.82
October	18.4	28.6	70	2.3	7.1	13.9	3.43
November	15.4	21.0	73	2.5	5.3	9.6	2.23
December	3.0	19.3	79	3.7	4.1	7.5	1.95
Average	14.0	25.2	71	2.9	7.7	17.2	3.89

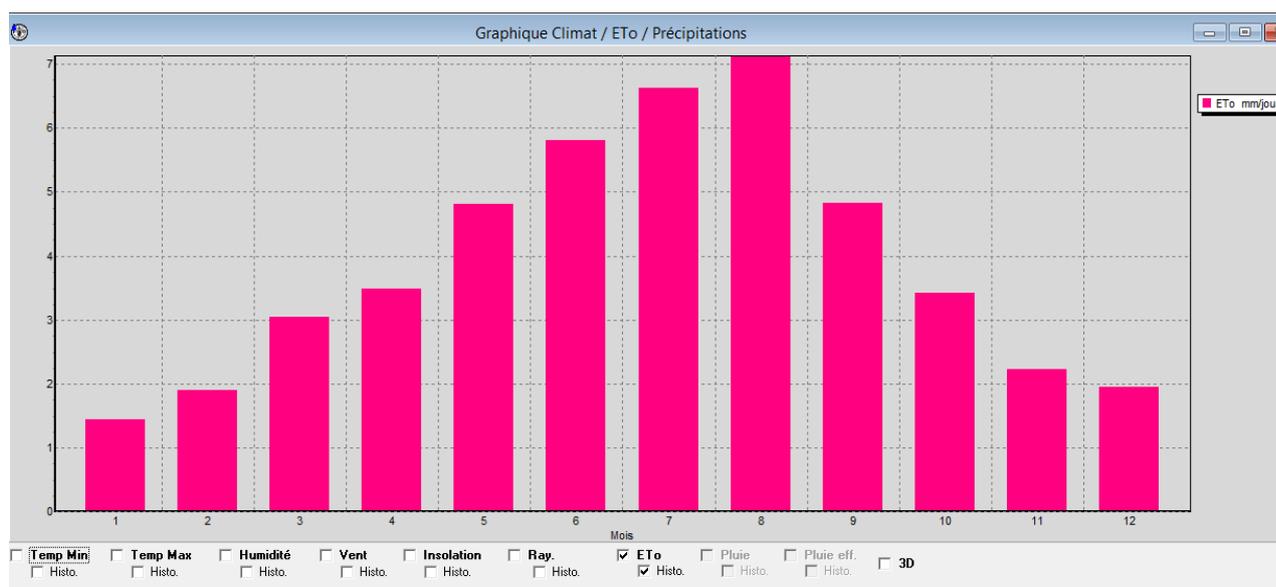


Figure IV.1 Graphique de l'évapotranspiration (ET0)

IV.2.3 Calcul de l'évapotranspiration maximale (ETM) :

L'Evapotranspiration maximale c'est la valeur maximale de l'évaporation d'une culture, elle dépend du stade phénologique de la culture et elle dépend aussi des conditions pédologiques et climatiques.

L'évapotranspiration maximale (ETM) est mesurée comme suit :

$$ETM = ET_0 \times Kc$$

Kc : coefficient cultural

Et₀ : évapotranspiration de référence

• **Les coefficients culturaux (Kc)**

Les valeurs du coefficient cultural (Kc) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante, de la vitesse du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude

Tableau IV.4 Coefficients culturaux (Kc) des cultures.

Cultures/mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout
Agrumes	0.75	0.65	0.65	0.65	0.5	0.5	0.6	0.6	0.65	0.7	0.9	0.8
Pêchers	0.95	0.95	0.95	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.65	0.6	0.8	0.76
Abricotiers	0.72	0.62	0.53	0.54	0.5	0.6	0.6	0.63	0.65	0.75	0.8	0.76
Tomate	-	-	-	-	-	-	0.5	0.85	1.15	0.9	-	-
Carotte	0.7	0.9	1.05	1	0.95	-	-	-	-	-	-	-
P. terre	-	-	-	-	-	-	0.75	0.9	0.98	0.75	-	-
Blé	-	-	0.4	0.75	0.9	1	1.1	1.15	0.85	0.8	-	-

IV.2.4 Calcul de la pluie efficace

Elle est définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur.

L'eau des précipitations efficaces est répartie, à la surface du sol, en deux fractions : le ruissellement et l'infiltration. Et c'est la pluie effectivement retenue dans la zone racinaire

On utilise directement le logiciel **CROPWAT 8.0**

Tableau. IV. 5 Pluies efficaces calculées à l'aide du logiciel **CROPWAT V 8.0**

	Pluie	Pluie eff.
	mm	mm
Janvier	79.9	63.9
Février	59.2	47.4
Mars	54.2	43.3
Avril	50.6	40.5
Mai	35.2	28.1
Juin	4.2	3.3
Juillet	3.2	2.5
Août	5.9	4.7
Septembre	19.6	15.7
Octobre	43.5	34.8
Novembre	77.6	62.1
Décembre	74.7	59.8
Total	507.8	406.2

IV.3 Calcul des Besoins en eaux d'irrigation des cultures :

Par définition le bilan hydrique d'une culture donnée est la différence entre d'une part les besoins en eau des cultures tels que déterminés par le climat et les caractéristiques végétales (ETM) et d'autre part la somme des apports effectifs des précipitations.

Le calcul des volumes d'eau d'irrigation s'effectue d'une période à une autre durant tout le cycle végétatif, selon la formule qui suit :

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

Avec:

ETM : évapotranspiration potentielle de référence (mm/mois)

P_{eff} : pluie efficace (mm)

RFU : c'est la réserve facilement utilisable par les cultures, dans cette approche elle exprime l'humidité du sol du mois précédent accessible aux cultures.

Le calcul de la RFU se fait comme suit :

$$\mathbf{RFU} = \mathbf{Y} \times (\mathbf{H}_{cc} - \mathbf{H}_{pf}) \times \mathbf{D}_a \times \mathbf{Z}$$

Avec:

Y : degré de tarissement 2/3

Da : densité apparente (1.4)

Z : profondeur d'enracinement (mm) ;

H_{cc} : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (27%)

H_{pf} : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend (13%).

L'irrigation est faite lorsque B (bilan hydrique) > 0 (il y deficit d'irrigation)

Tel que:

Les profondeurs d'enracinement des différentes cultures en Z (m)

Tableau. IV. 6 Les profondeurs d'enracinements en (m) des différentes cultures.

Cultures/mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Agrumes	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Pêchers	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Abricotiers	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Tomate	-	-	-	-	-	-	0.5	0.7	0.6	0.6	-	-
Carotte	0.3	0.6	0.5	0.6	0.6	-	-	-	-	-	-	-
P. terre	-	-	-	-	-	-	0.4	0.6	0.6	0.6	-	-
Blé	-	-	0.1	0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	-	-

- **Calcul des besoins bruts**

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 :

$$\mathbf{B}_{brut} = \frac{\mathbf{B}_{net}}{\mathbf{E}f}$$

Avec:

Ef : l'efficacité du réseau

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

Dans notre cas, on a considéré une efficacité globale de **0.75**

IV.4) Estimation des besoins en eau des cultures

Les Besoins en eaux des cultures sont détaillés comme suit :

IV.4.1) Estimation des besoins en eau des agrumes**Tableau. IV. 7** Estimation des besoins en eau des agrumes

mois	P 80% (mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z (mm)	RFU_Theo	RFU_reel	Kc	ETM (mm/mois)	B _{net} (mm)
Sept	19.644	15.7	144.6	1500	195	0	0.75	108.45	92.75
Octo	43.54	34.8	102.9	1500	195	0	0.65	66.885	23.345
Nov	77.60	62.1	66.9	1500	195	65	0.65	43.485	0
Déc	74.7	59.8	58.5	1500	195	97.5	0.65	38.025	0
Janv	79.92	63.9	43.5	1500	195	195	0.5	21.75	0
Févr	59.2	47.4	57	1500	195	97.5	0.5	28.5	0
Mars	54.17	43.3	91.2	1500	195	97.5	0.6	54.72	0
Avril	50.63	40.5	104.4	1500	195	0	0.6	62.64	22.14
Mai	35.16	28.1	144.6	1500	195	0	0.65	93.99	65.89
Juin	4.18	3.3	174.3	1500	195	0	0.7	122.01	118.71
Juil	3.17	2.5	198.9	1500	195	0	0.9	179.01	176.51
Août	5.86	4.7	214.2	1500	195	0	0.8	171.36	166.66

IV.4.2) Estimation des besoins en eau des Pêchers**Tableau. IV.8** Estimation des besoins en eau des Pêchers

mois	P 80% (mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z (mm)	RFU_Theo	RFU_reel	Kc	ETM (mm/mois)	B _{net} (mm)
Sept	19.644	15.7	144.6	1300	169	0	0.95	137.37	121.67
Octo	43.54	34.8	102.9	1300	169	0	0.95	97.755	62.955
Nov	77.60	62.1	66.9	1300	169	56.3	0.95	63.555	0
Déc	74.7	59.8	58.5	1300	169	56.3	0.8	46.8	0
Janv	79.92	63.9	43.5	1300	169	169	0.7	30.45	0
Févr	59.2	47.4	57	1300	169	169	0.6	34.2	0
Mars	54.17	43.3	91.2	1300	169	84.5	0.5	45.6	0
Avril	50.63	40.5	104.4	1300	169	84.5	0.5	52.2	0
Mai	35.16	28.1	144.6	1300	169	0	0.65	93.99	65.89
Juin	4.18	3.3	174.3	1300	169	0	0.6	104.58	101.28
Juil	3.17	2.5	198.9	1300	169	0	0.8	159.12	156.62
Août	5.86	4.7	214.2	1300	169	0	0.76	162.792	158.092

IV.4.3) Estimation des besoins en eau des Abricotiers**Tableau. IV.9** Estimation des besoins en eau des Abricotiers

mois	P 80% (mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z (mm)	RFU_Theo	RFU_reel	Kc	ETM (mm/mois)	B _{net} (mm)
Sept	19.644	15.7	144.6	1300	169	0	0.72	104.112	88.412
Octo	43.54	34.8	102.9	1300	169	0	0.62	63.798	29
Nov	77.60	62.1	66.9	1300	169	56.3	0.53	35.457	0
Déc	74.7	59.8	58.5	1300	169	56.3	0.54	31.59	0
Janv	79.92	63.9	43.5	1300	169	84.5	0.5	21.75	0
Févr	59.2	47.4	57	1300	169	84.5	0.6	34.2	0
Mars	54.17	43.3	91.2	1300	169	56.3	0.6	54.72	0
Avril	50.63	40.5	104.4	1300	169	0	0.63	65.772	25.272
Mai	35.16	28.1	144.6	1300	169	0	0.65	93.99	65.89
Juin	4.18	3.3	174.3	1300	169	0	0.75	130.725	127.425
Juil	3.17	2.5	198.9	1300	169	0	0.8	159.12	156.62
Août	5.86	4.7	214.2	1300	169	0	0.76	162.792	158.092

IV.4.4) Estimation de besoin en eau de la Tomate**Tableau. IV.10** Estimation de besoin en eau de la Tomate

mois	P 80% (mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z (mm)	RFU_Theo	RFU_reel	Kc	ETM (mm/mois)	B _{net} (mm)
Sept	19.644	15.7	144.6	0	0	0	0	0	0
Octo	43.54	34.8	102.9	0	0	0	0	0	0
Nov	77.60	62.1	66.9	0	0	0	0	0	0
Déc	74.7	59.8	58.5	0	0	0	0	0	0
Janv	79.92	63.9	43.5	0	0	0	0	0	0
Févr	59.2	47.4	57	0	0	0	0	0	0
Mars	54.17	43.3	91.2	500	65	0	0.5	45.6	2.3
Avril	50.63	40.5	104.4	700	91	0	0.85	88.74	48.24
Mai	35.16	28.1	144.6	600	143	0	1.15	166.79	138.7
Juin	4.18	3.3	174.3	600	143	0	0.9	156.87	153.57
Juil	3.17	2.5	198.9	0	0	0	0	0	0
Août	5.86	4.7	214.2	0	0	0	0	0	0

IV.4.5) Estimation de besoin en eau de la carotte**Tableau. IV.11 .Estimation de besoin en eau de la carotte**

mois	P 80% (mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z (mm)	RFU_Theo	RFU_reel	Kc	ETM (mm/mois)	B _{net} (mm)
Sept	19.644	15.7	144.6	300	39	0	0.7	101.22	85.52
Octo	43.54	34.8	102.9	600	78	0	0.9	92.61	57.81
Nov	77.60	62.1	66.9	500	117	0	1.05	70.245	8.145
Déc	74.7	59.8	58.5	500	117	39	1	58.5	0
Janv	79.92	63.9	43.5	500	117	58.5	0.95	41.325	0
Févr	59.2	47.4	57	0	0	0	0	0	0
Mars	54.17	43.3	91.2	0	0	0	0	0	0
Avril	50.63	40.5	104.4	0	0	0	0	0	0
Mai	35.16	28.1	144.6	0	0	0	0	0	0
Juin	4.18	3.3	174.3	0	0	0	0	0	0
Juil	3.17	2.5	198.9	0	0	0	0	0	0
Août	5.86	4.7	214.2	0	0	0	0	0	0

IV.4.6) Estimation de besoin en eau de la pomme de terre**Tableau. IV.12 .Estimation de besoin en eau de la pomme de terre**

mois	P 80% (mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z (mm)	RFU_Theo	RFU_reel	Kc	ETM (mm/mois)	B _{net} (mm)
Sept	19.644	15.7	144.6	0	0	0	0	0	0
Octo	43.54	34.8	102.9	0	0	0	0	0	0
Nov	77.60	62.1	66.9	0	0	0	0	0	0
Déc	74.7	59.8	58.5	0	0	0	0	0	0
Janv	79.92	63.9	43.5	0	0	0	0	0	0
Févr	59.2	47.4	57	0	0	0	0	0	0
Mars	54.17	43.3	91.2	400	52	26	0.75	68.4	25
Avril	50.63	40.5	104.4	600	78	39	0.9	93.96	53.46
Mai	35.16	28.1	144.6	600	78	0	0.98	141.708	113.608
Juin	4.18	3.3	174.3	600	78	0	0.75	130.725	127.425
Juil	3.17	2.5	198.9	0	0	0	0	0	0
Août	5.86	4.7	214.2	0	0	0	0	0	0

IV.4.7) Estimation de besoin en eau du blé

Tableau. IV.13 .Estimation de besoin en eau du blé

mois	P 80% (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (mm)	RFU_Theo	RFU_reel	Kc	ETM (mm/mois)	Bnet(mm)
Sept	19.644	15.7	144.6	0	0	0	0	0	0
Octo	43.54	34.8	102.9	0	0	0	0	0	0
Nov	77.60	62.1	66.9	100	13	0	0.4	26.76	0
Déc	74.7	59.8	58.5	300	39	19.5	0.75	43.875	0
Janv	79.92	63.9	43.5	400	52	26	0.9	39.15	0
Févr	59.2	47.4	57	600	78	0	1	57	9.6
Mars	54.17	43.3	91.2	600	78	0	1.1	100.32	57.02
Avril	50.63	40.5	104.4	600	78	0	1.15	120.06	79.56
Mai	35.16	28.1	144.6	600	78	0	0.85	122.91	94.81
Juin	4.18	3.3	174.3	600	78	0	0.8	139.44	136.14
Juil	3.17	2.5	198.9	0	0	0	0	0	0
Août	5.86	4.7	214.2	0	0	0	0	0	0

Après le calcul des besoins en eau des cultures on fait un petit récapitulatif des résultats mois par mois. Nous pourrons ainsi dégager le mois de pointe qui correspond au mois ou la demande en eau est maximale.

Tableau. IV.14 Résultat des besoins d'irrigation

mois	Agrumes	pêchers	Abricotiers	Tomate	Carotte	P.terre	Blé	max	Besoin nets total(mm)
Sept	92.75	121.67	88.412	0	85.52	0	0	121.67	388.352
Octo	23.345	62.955	29	0	57.81	0	0	62.955	173.11
Nov	0	0	0	0	8.145	0	0	8.145	8.145
Déc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Janv	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Févr	0	0	0	0	0	0	9.6	9.6	9.6
Mars	0	0	0	2.3	0	25	57.02	57.02	84.32
Avril	22.14	0	25.272	48.24	0	53.46	79.56	79.56	228.672
Mai	65.89	65.89	65.89	138.7	0	113.60	94.81	138.7	561.78
Juin	118.71	101.28	127.425	153.57	0	127.42	136.14	153.57	764.545
Juil	176.51	156.62	156.62	0	0	0	0	176.51	489.75
Août	166.66	158.09	158.092	0	0	0	0	166.66	482.844

IV.5 Calcul de débit spécifique :

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

$$Q_s = \frac{B_{net} \times 10 \times 1000}{N \times T \times 3600 \times K}$$

- **B_{net}** : besoin net du mois de pointe en mm/mois.
- **T** : nombre des heures d'irrigation=24h
- **N** : nombre de jours du mois de pointe =30 jours
- **K** : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ≈ 0.75

D'où les besoins de pointe correspondent au mois **Juin**

$$B_{net} = 764.545 \text{ mm/mois}$$

$$Q_s = \frac{764.545 \times 10 \times 1000}{30 \times 24 \times 3600 \times 0.75}$$

$$Q_s = 3.93 \text{ l/s/ha} > 1.5 \text{ l/s/ha}$$

Le débit spécifique obtenu est supérieur à **1.5 l/s/ha**. Il y'a un risque de surdimensionnement du réseau. Pour y remédier, on choisit le débit spécifique de la culture la plus exigeante pour le mois de pointe. Pour notre cas on prend le débit spécifique de la culture la plus exigeante (**Tomat 153.57 mm**).

Donc le débit spécifique pris en considération pour notre périmètre est de : **q_s = 0.79 l/s/ha** ; ce débit est largement inférieur à **1.5 l/s/ha** donc le choix de ce débit reste valable.

IV.6 Calcul de débit caractéristique :

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

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

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

S : la superficie nette à irriguer = **249ha**

Qcar = **qs. S** = $0.79 \times 249 = 196.71$ l/s.

Q caractéristique=196.71 l/s

IV.7 Estimation des volumes d'eau d'irrigation:

L'estimation du volume d'eau d'irrigation nous permet d'évaluer le volume d'eau nécessaire d'eau d'irrigation,

La détermination de ce volume est basée principalement sur l'estimation des besoins en eau totale de notre périmètre d'étude.

Le tableau suivant représente les différents volumes d'irrigation trouvés :

Tableau. IV.15 Estimation des volumes totaux d'irrigation

Cultures	Besoins nets (mm)	Besoins nets (m3/ha)	Superficie(ha)	Efficienc	Besoins bruts (m3/ha)	Besoins totaux (m3)
Agrumes	666.005	6660.05	87.15	0.75	8880.066667	773897.81
Pêchers	666.505	6665.05	49.8	0.75	8886.733333	442559.32
Abricotiers	650.711	6507.11	37.35	0.75	8676.146667	324054.078
Tomate	342.81	3428.1	17.43	0.75	4570.8	7669.044
Carotte	151.475	1514.75	17.43	0.75	2019.666666	35202.789
P. terre	319.48	3194.8	19.92	0.75	4259.733333	84853.8879
Blé	377.13	3771.3	19.92	0.75	5028.4	100165.728
Total (m³)						1325843.337

On remarque que le volume nécessaire pour les besoins des cultures sur notre périmètre durant toute leur période végétative est de l'ordre de **1.3 Hm³**. Et comme le barrage d'alimentation est de capacité de **102 Hm³** ce qui explique qu'on peut extraire ce volume à partir du barrage DOUERA.

IV.8 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé la phase la plus importante d'un projet d'irrigation choisi, les cultures qu'on va implanter dans notre périmètre et nous avons déterminé leurs besoins en eau, sur la surface d'étude de **249 ha**. ce qui nous a permis d'estimer le débit spécifique de notre périmètre (**$q_s = 0.79 \text{ l/s /ha}$**) en tenant compte de la culture la plus exigeante a causes des contraintes agricoles et agronomique.

Les besoins nets en eau d'irrigation, réservés à l'irrigation de la surface d'étude sont de l'ordre de **1325843.337 m^3**

De ces résultats on conclue que la capacité de barrage suffit largement pour irriguer La partie du périmètre d'étude **DR35** (249 ha), ce qui nous a permit de procéder aux calculs des différents débits pour trouver le débit caractéristique arrêté à

Q caractéristique = 196.71 l/s

Chapitre V : Etude de système d'adduction et de distribution

Introduction

Le but de ce chapitre est d'expliquer le fonctionnement des systèmes d'adduction mis en place et l'élaboration d'un tracé qui répondra aux recommandations de poses usuelles et permettra la plus adéquate exploitation

V.1 Type d'adduction

D'après leur fonctionnement, les adductions peuvent être classées en trois groupes :

- Adduction gravitaire
- Adduction par refoulement
- Adduction mixte

V.1.1 Adduction gravitaire

C'est une adduction où l'écoulement se fait gravitairement. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte supérieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

V.1.2 Adduction par refoulement

C'est une adduction où l'écoulement se fait sous pression à l'aide des machines hydro-électriques. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte inférieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

V.1.3 Adduction par mixte

C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduite est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon.

V.2 Alimentation en eau du périmètre

Le périmètre du secteur DR3 dont la surface nette est de 299 Ha, sera irrigué à partir du barrage de Douera, qui est situé en amont du périmètre.

V.3 Organisation du périmètre :

L'organisation du périmètre est la première contrainte dans un aménagement hydro-agricole, la conception du parti du périmètre DR35 (249 ha) a été faite en discrétisant le périmètre en 14 ilots dont la superficie varie de 9 ha à 31 ha.

V.4 Transfert Harrach-Douera

Pour le remplissage du barrage de Douera, les ouvrages assureront le transfert de l'eau depuis le réservoir de régulation situé à la sortie des bassins de décantation de la prise du Harrach jusqu'au barrage. Le plan d'eau nominal dans le réservoir de régulation est de 124,7m.

le remplissage du barrage s'effectuera par le haut, en-dessous du niveau normal de la retenue qui est de 148 m. l'eau sera refoulée par la station de pompage Harrach-Douera, située à peu près à mi-chemin le long de la conduite de transfert.

Le débit nominal du transfert pour le remplissage du barrage est de 8 m³/s.

Les ouvrages de transfert fonctionnent aussi dans le sens inverse pour l'adduction d'eau d'irrigation à partir du barrage Douera vers le réseau de distribution.

La conduite de transfert entre les ouvrages de dérivation et le barrage de Douera traverse le périmètre et a une longueur de 24Km environ. Elle a un diamètre de 2000mm réalisée en PRV.

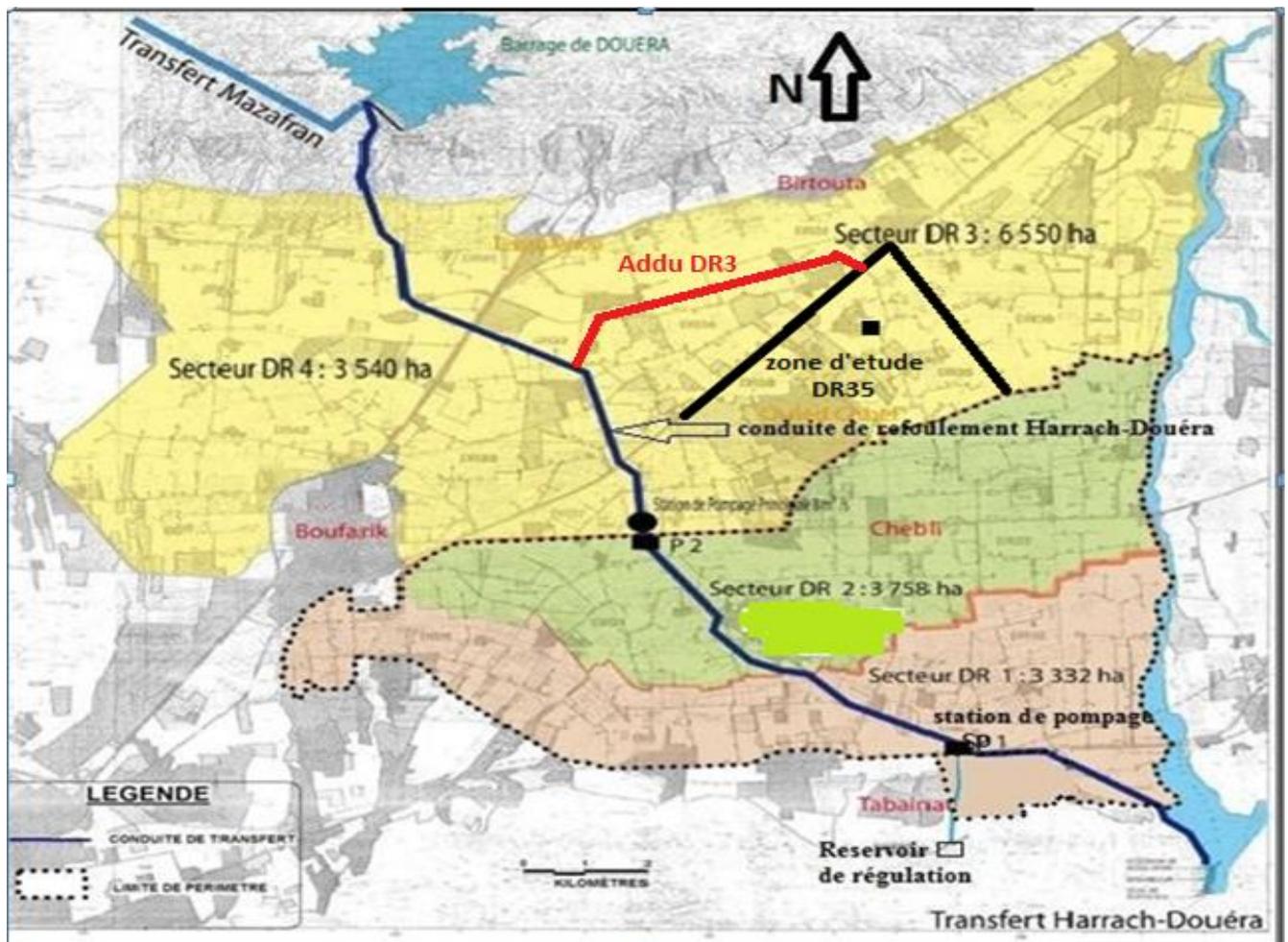


Figure V.1 Schéma explicatif du transfert(Harrach- Douera)

V.5 Mode de fonctionnement du transfert

Compte tenu de son double rôle de transfert/adduction, la conduite Harrach-Douera doit répondre à quatre cas de fonctionnement possible :

- Remplissage de Douera à partir du Harrach, sans irrigation simultanée (cas général de période pluvieuse).
 - Remplissage de Douera avec irrigation simultanée (cas par exemple, de période sèches pendant l'hiver)
 - Irrigation à partir du Harrach avec complément à partir de Douera (cas par exemple, du printemps, lorsque les besoins en eau d'irrigation dépassent le débit dérivé)
 - Irrigation uniquement à partir de Douera (cas où le débit du Harrach est nul ou la dérivation du Harrach est arrêtée).
- La zone basse, dans le Nord de la plaine, qui peut être alimentée toujours par gravité à partir de barrage de Douera vers (secteur DR3)

V.6 Ilots et bornes d'irrigation :

V.6.1 disposition des ilots d'irrigation

Le terme <îlot d'irrigation> décrit l'unité hydro agricole, alimentée par une seule borne d'irrigation. Dans le cas d'un réseau de distribution au niveau du périmètre, la borne représente le point limite du réseau où l'administration du réseau intervient directement dans la gestion de l'eau. En aval de la borne, la gestion de l'eau est à la charge de l'exploitant, ou d'un groupe d'exploitants.

V.6.2 Taille des ilots 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
- la superficie des unités foncières existantes

V.6.2.1 Débit fictif continu

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

V.6.2.2 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

V.6.3 L'emplacement des bornes d'irrigation dans les îlots

Chaque îlot sera desservi par une prise d'irrigation sur le réseau de distribution par les conduites qui suivent les limites de ces îlots.

Par conséquent, on admet généralement que l'implantation des bornes serait située sur la limite de l'îlot sur le côté amont dans le cas de petites surfaces et au centre dans le cas les grands îlots.

V.6.4 Rôle et fonction de la borne d'irrigation :

Chaque îlot sera équipé d'un ouvrage de desserte appelé borne d'irrigation, qui comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément.

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 débit de l'îlot
- Régler la pression
- Encaisser les suppressions accidentelles
- Compter les volumes distribués par la prise

- Il est prévu que les bornes d'irrigation seront conçues en admettant le principe de la desserte individuelle, c'est à dire que chaque unité foncière à l'intérieur d'un îlot aura sa propre sortie équipée d'un compteur individuel.

V.6.5 Calcul des débits des îlots

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 culturelle.

Ce débit a été évalué à : **$q_s = 0.79/s/ha$**

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

$$Q_b = q_s \cdot S_i$$

Avec :

- Q_b : Débit de chaque îlot (l/s)
- q_s : Débit spécifique (l/s/ha)
- S_i : Superficie de l'îlot (ha)

V.6.6 Choix du diamètre de la borne

Les diamètres des bornes en fonction des débits sont détaillés dans le tableau suivant :

Tableau V.1: Choix du diamètre de la borne.

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	D= 65mm
$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11l/s) $< Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s)	D= 100mm
$80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s) $< Q < 1200 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	D= 150mm
$Q > 1200 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	D= 200 mm

Tableau V.2 Calcul des débits des ilots et choix du diamètre des bornes

N° de l'ilot	Nombre de parcelles	Surface planimétrique (ha)	Débit spécifique (l/s/ha)	Débit (l/s)	Diamètre de la borne (mm)	Matériel
I1	1	20.3	0.79	16.037	100	PEHD
I2	1	30.4	0.79	24.016	150	PEHD
I3	1	28.5	0.79	22.551	150	PEHD
I4	1	14	0.79	11.6	100	PEHD
I5	1	14.9	0.79	11.77	100	PEHD
I6	1	4.2	0.79	3.32	100	PEHD
I7	1	22.7	0.79	17.93	100	PEHD
I8	1	17.7	0.79	13.98	100	PEHD
I9	1	9.6	0.79	7.58	100	PEHD
I10	1	12.5	0.79	12.12	100	PEHD
I11	1	19	0.79	15.01	100	PEHD
I12	1	12.9	0.79	10.19	100	PEHD
I13	1	24	0.79	18.96	100	PEHD
I14	1	14.8	0.79	11.69	100	PEHD

V.7 Calculs hydrauliques du système d'adduction

Pour les besoins des calculs hydrauliques du système d'adduction le dimensionnement se fera sur : la desserte gravitaire

-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)

V.7.1 Tracé du réseau de distribution :

Pour le choix du tracé du réseau de distribution, il est impératif de s'assurer de certaines considérations, qu'on résume en :

- 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
- Éviter les forêts, bois et zones marécageuses, ainsi que la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,).

V.8 Dimensionnement du réseau de distribution

Après avoir calculé les débits des ilots, nous procédons au dimensionnement des conduites et qui doit répondre aux normes hydrauliques suivantes :

- **La vitesse admissible :**

La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s et 2 m/s. Dans notre étude, on prend la vitesse admissible dans la conduite égale à 1.5 m/s

- **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 l/s

D : diamètre exprimé en mm

V : vitesse d'écoulement dans les conduits

- **Calcul des pertes de charge :**

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de LECHAPT et CALMON, qui est donnée par la formule suivante :

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

Avec :

h_{pu} : 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 (K_s) des canalisations

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

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

Tableau V.3 Les paramètres de perte de charge de la loi de Lechapt-Calmon

K (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

-Les pertes de charge singulières sont estimées à 10% des pertes de charge linéaires. Les calculs hydrauliques sont détaillés dans le tableau qui suivra.

-L'estimation des pressions est basée sur le principe de Bernoulli entre le point A et le point B

$$Z_1 + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H$$

Où h_1 et h_2 sont les hauteurs de pressions

V_1 et V_2 sont les vitesses d'écoulement dans A et B

Z_1 et Z_2 sont les côtes du terrain naturel.

V.8.1 Matériaux de construction des canalisations

V.8.1.1 Choix du matériau des conduites

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression et débit 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.8.1.2 Les matériaux

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

V.8.1.3 Caractéristiques des canalisations

- **Conduites en fonte**

La fonte est un matériau noble apte à prendre en charge les grandes pressions, il n'est pas sensible à la corrosion et sa pose se fait sans grande contrainte. Néanmoins elle nécessite beaucoup de pièces spéciales ainsi son prix devient onéreux mais acceptable par rapport à la longévité de la conduite.

- **Conduites en PEHD**

Les tuyaux en matière plastique sont les plus légers de tous les tuyaux. Ils sont faciles à couper, à poser et à assembler si certaines précautions sont prises. Ils supportent des pressions élevées, et une résistance aux contraintes (choc, écrasement, déplacement du terrain). Disponible sur le marché avec un coût est relativement faible

- **PRV (polyester renforcé verre) :**

C'est un matériau composite constitué d'une matrice polymère (appelée résine) renforcée par des fibres ou parfois par des microsphères de verre, Ses propriétés de résistance (mécanique, chimique) et sa densité sont très favorables, comparé aux métaux. et sa résistance à la corrosion.

V.8.1.4 Choix du matériau

Dans le cas de notre étude, on choisira un matériau selon le diamètre de la conduite :

- Fonte pour les conduites de 400 à 1800 mm.
- PEHD pour les conduites de diamètre inférieurs à 400mm

N° du tronçon		Longueur du tronçon L(m)	Surface (ha)	Débit spécifique Qsp (l/s/ha)	Débit Q(l/s)	Débit Q(m³/s)	Diamètre calculé (mm)	Diam. norm (mm)	Vitesse réelle (m/s)	Perte charge total ΔH_t (m/m)	Cote Terrain Z(m)	Cote piezo (m)	Pressin P(m)
début de tronçon	Fin De tronçon												
piquage conduit Douera-El harrach	branchement du périmètre	5662	1973.41	0.79	1559	1.559	1248.6	1250	1.27	1	36.9	96.3	59.4
branchement du périmètre	N1	405	248.98	0.79	196.7	0.1967	443.5	450	1.23	2.2	35	96.2	61.2
N1	B1	270	20.3	0.79	16.04	0.01604	126.64	150	0.9	2.1	36.3	96.2	59.9
N1	B2	450	30.40	0.79	24.02	0.02402	154.98	175	1	2.2	36.5	88.6	52.1
N1	N2	305	198.6	0.79	156.95	0.15695	396.16	400	1.24	2	35.7	95.6	59.9
N2	N3	140	58.12	0.79	45.92	0.04592	214.3	220	1.2	8.5	37.3	92.4	55.1
N3	B3	60	28.54	0.79	22.55	0.02255	150.1	150	1.27	9.6	37.9	90.5	52.6
N3	N4	85	29.58	0.79	23.37	0.02337	152.9	150	1.32	2.9	37.562	90.2	52.63
N4	B4	190	14.68	0.79	11.6	0.0116	107.7	125	0.94	7	37.8	91	53.2
N4	N5	205	14.9	0.79	11.77	0.01177	108.48	125	0.95	4.7	39	84.8	45.8
N5	B5	310	14.9	0.79	11.77	0.01177	108.48	125	0.95	2.1	38.2	84.1	45.9
N2	N6	390	54.16	0.79	42.79	0.04279	206.85	220	1.12	10.3	35.6	84.6	49
N6	B6	195	4.1	0.79	3.3	0.0033	57.44	100	0.42	5	36.4	82.8	46.4
N6	N7	215	50	0.79	39.49	0.03949	198.7	200	1.25	9.4	36	79.3	43.3
N7	B7	115	22.7	0.79	17.93	0.07793	279	300	1.10	11.4	36.8	78.1	41.3
N7	N8	535	27.3	0.79	21.56	0.02156	146.83	150	1.22	1.6	37	78.8	41.8
N8	B8	140	17.7	0.79	13.98	0.01398	118.23	125	1.13	8	36.5	82.2	45.7
N8	N9	785	9.6	0.79	7.58	0.00758	87	100	0.95	5.2	36	81.4	44.4

N9	B9	75	9.6	0.79	7.58	0.0075	87	100	0.95	4.4	35.8	81.4	45.6
N2	N10	475	86.37	0.79	68.24	0.0682	261.15	300	0.96	4.2	38	80.8	42.8
N10	B10	375	15.34	0.79	12.12	0.01212	110	125	1	1.3	37.4	80.3	42.9
N10	N11	435	71.03	0.79	56.12	0.0561	236.85	250	1.14	1.5	40	95.4	55.4
N11	B11	175	19	0.79	15.01	0.0150	122.47	125	1.22	11	39.9	93.8	53.9
N11	N12	120	52.03	0.79	41.11	0.0411	202.73	225	1.03	4.7	39.88	93.5	53.62
N12	B12	125	12.89	0.79	10.19	0.010	100	100	1.27	3.7	40.1	87.8	47.3
N12	N13	305	39.13	0.79	30.92	0.0309	175.78	200	1	4.8	40.9	85.5	44.6
N13	B13	225	24	0.79	18.96	0.0189	137.4	150	1.06	1.3	39.9	95	55.1
N13	N14	710	14.79	0.79	11.69	0.0116	107.7	125	0.94	5.4	42.3	88.5	46.2
N14	B14	155	14.79	0.79	11.96	0.0116	107.7	125	0.94	6.9	41.5	86.2	44.7

Tableau V.4 dimensionnement du réseau de distribution

V.9 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordé les variantes d'aménagement du système d'adduction et détaillé les structures et facteurs régissant la conception et la gestion d'un système d'adduction ainsi que les calculs hydrauliques des canalisations

- Dans le cadre de la réalisation du projet, le périmètre est découpé en **14** îlots d'irrigation alimentés chacun par une borne d'irrigation, avec une superficie totale de **249 ha** et une taille moyenne de **17.6 ha**.

-En deuxième phase, nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du système gravitaire et d'adduction du périmètre d'étude, ce qui a permis d'estimer les pressions aux bornes.

Ces pressions sont généralement satisfaisantes et dans certains cas supérieures à 2.5 bars, ce qui permet l'introduction de réseaux d'irrigation performants tels que le goutte à goutte.

de notre cas valeurs des pressions aux bornes qui varient de (4 bars à 6 bars) (1bar=10 m).

Cette phase de calcul nous a permis :

De calculer le réseau d'adduction qui est constitué d'une conduite (adducteur DR3) diamètre 1250mm. [Piquage de conduite d'El Harrach-Douéra (2000mm) vers périmètre étudié (249 ha)]

Chapitre VI : Etude des techniques d'irrigation

Introduction

Pour une exploitation particulière, le choix de la méthode d'irrigation dépend d'un grand nombre de facteurs techniques, économiques et sociologiques.

- Les facteurs techniques incluent le type de culture, le type du sol, la structure parcellaire, la topographie et la qualité de l'eau.
- Les facteurs socio-économiques se rapportent à la structure de l'exploitation, les coûts d'investissement, les frais de fonctionnement et d'entretien, le niveau technique de l'exploitant et les besoins en main d'œuvre

Le choix du système d'irrigation est le problème le plus délicat pour la bonne répartition des eaux, provenant de différentes sources, sur le sol de façon que les plantes puissent tirer le maximum d'eau.

Dans ce chapitre on va étudier les différentes techniques d'irrigation puis on va choisir la celle qui correspond le mieux avec les caractéristiques de notre périmètre

VI.1 Choix des techniques d'irrigation

Plusieurs facteurs entrent en considération pour le choix des techniques d'irrigation etsite celle-ci :

- La pente du terrain à irriguer;
- Le débit dont on dispose ;
- Nature du sol (perméabilité) ;
- Nature des cultures ;
- Rentabilité de l'opération

VI .2 Les différentes techniques d'irrigation

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

1. L'irrigation gravitaire ou de surface ;
2. L'irrigation par aspersion ;
3. L'irrigation par micro-irrigation (goutte à goutte)

VI.2.1 Irrigation gravitaire (ou de surface)

Les irrigations de surface recouvrent l'ensemble des techniques d'irrigation où l'eau disponible en tête de parcelle est répartie sur le terrain à irriguer par un écoulement gravitaire de surface, ne nécessitant aucun aménagement adéquat du sol.

L'apport en eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissèlement, infiltration, et capillarité).

En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissèlement et submersion et infiltration latérale ou de haut en bas

L'irrigation de surface ou irrigation gravitaire est le mode d'irrigation le plus ancien et le plus répandu dans le monde



Figure VI.1 irrigation de surface

VI.2.1 .1 L'irrigation par ruissèlement (par planches)

L'irrigation à la planche, s'effectue par ruissèlement d'une lame d'eau sur une planche (terrain en pente parfaitement nivelée) délimitée par deux diguettes longitudinales ou levées. L'eau est déversée à la partie supérieure de la planche constituant le petit côté d'un rectangle

On divise la surface à irriguer en bandes rectangulaires prise dans le sens de la plus grande pente. En général, la largeur des planches varie de 5 à 30 m. et leur longueur de 50 à 800 m. L'irrigation par planches convient le mieux aux pentes inférieures à 0,5%

L'irrigation par planches s'applique aux cultures telles que les prairies, les céréales et les vergers. La préparation des planches est minutieuse et coûteuse et exige une main-d'œuvre qualifiée et des équipements de terrassement performants

Les pertes par percolation profonde et en culture est importante, et font remonter dangereusement le niveau des nappes phréatiques.

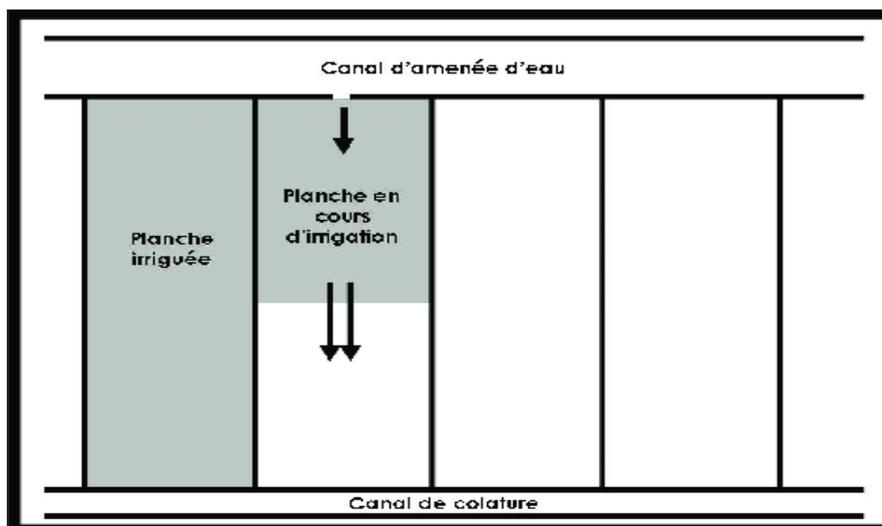


Figure VI.2 schéma Irrigation par planche

VI.2.1 .2 L'irrigation par infiltration (à la raie)

C'est une méthode qui consiste à faire distribuer l'eau par des rigoles ou raies avec un débit relativement faible comparativement aux autres procédés. Dans cette méthode, une partie seulement du sol qui reçoit directement l'eau.

La forme des sections des raies peut être triangulaire, trapézoïdale ou parabolique avec :

- Largeur : 25 à 40 cm.
- Profondeur : 15 à 30 cm.

L'arrosage à la raie se pratique sur les terrains d'environ 0,5 à 4 % de pente et convient à toutes les cultures de céréales et de plantes sarclées (Maïs, Coton, Pomme de terre etc.). L'arrosage à la raie pose de sérieux problèmes d'application de l'eau lorsque la longueur des raies devient importante (supérieure à 250 m.).

Il exige une main d'œuvre abondante et qualifiée pour la conduite des arrosages

VI.2.1.3 Irrigation Par Submersion (bassin)

Le principe consiste à donner au sol une couche d'eau plus au moins épaisse, qu'on laisse séjourner pendant le temps nécessaire pour qu'elle pénètre par infiltration à la profondeur utile permettant ainsi. .

La pratique de la submersion, nécessite l'aménagement du terrain en bassins de submersion, avec des petites digues de 30 à 40 cm. de hauteur et une revanche minimum de 10 cm.

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

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

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

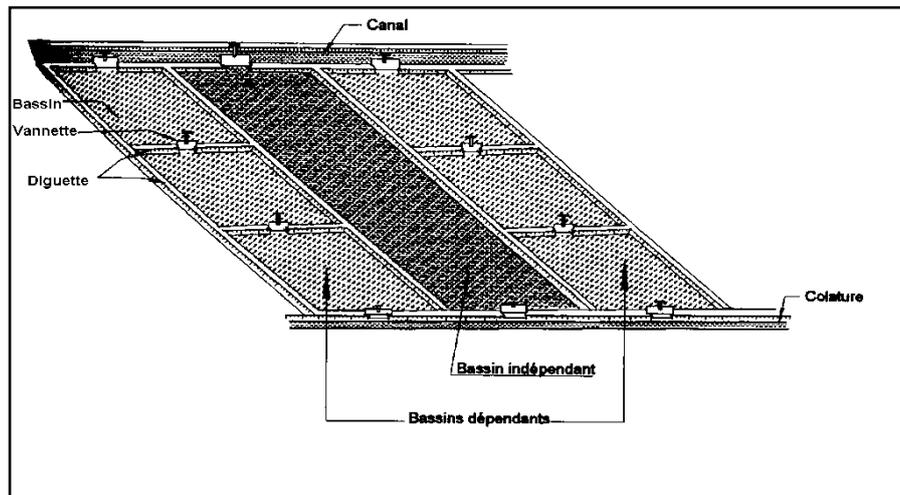


Figure VI.3 Irrigation par submersion

Le tableau suivant représente les avantages et inconvénient de l'irrigation de surface :

Tableau VI.1 Avantage et inconvénient d'irrigation de surface

Avantage	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -Coût d'investissement relativement faible -Besoins en énergie faibles ou nul -Insensible au vent. -Bonne adaptation aux eaux usées -Réalimentation de l'aquifère - Possibilité d'utilisation d'eau sale (en pratiquant le lessivage du Sol) 	<ul style="list-style-type: none"> -Perte importante d'eau. selon la nature du sol -Temps d'irrigation important. -Nécessité de nivellement du terrain -Main d'œuvre importante -faible efficacité -Pollution possible par déversement

VI.2.2 L'irrigation par aspersion

C'est un réseau de conduites sous pression portant des asperseurs ou des buses, conçu pour projeter des jets ou pulvériser de l'eau sous forme de fine gouttes à la surface du sol. C'est un système d'irrigation intégré, l'eau circule dans des canalisations et sort par des tuyaux mobiles qui la distribuent aux cultures grâce à des systèmes d'aspersion.

Le but d'une irrigation par aspersion est l'application uniforme de l'eau sur l'aire occupée par la culture et est utilisée pour l'arrosage des cultures les plus diverses : fourragères, maraîchères, céréales, vergers, vigne, etc....

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

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

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

Pour l'installation à la parcelle en pratique, deux solutions extrêmes peuvent être envisagées:

- L'installation totalement fixée (pompe, canalisation, asperseur)
- l'installation totalement mobile.



Figure VI.4 Aspersion fixe



Figure VI.5 Aspersion mobile (par pivot)

Le tableau suivant regroupe les avantages et inconvénients de cette technique d'irrigation:

Tableau VI.2 Avantage et inconvénients d'irrigation par aspersion

Avantage	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -Elle ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface d'irrigation -Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie -Le système s'adapte à n'importe quel type de terrain (pente) et à n'importe quel type de sol -Elle permet un dosage précis et une répartition régulière de la quantité d'eau distribuée ; -Possibilité d'automatisation du système d'irrigation -Elle permet d'économiser près de 50% d'eau par rapport au système gravitaire 	<ul style="list-style-type: none"> -Investissement important -Contrainte au vent (irrigation perturbée) -Les eaux chargées peuvent provoquer l'abrasion ou le colmatage des buses -Développement de mauvaises herbes - Dépense énergétique élevée,

VI.2.3 L'irrigation par micro-irrigation (goutte à goutte)

La micro irrigation ou « irrigation localisée », appelée aussi goutte à goutte consiste à distribuer par un réseau de canalisations sous faible pression l'eau nécessaire directement au pied des végétaux. C'est un système très économe en eau puisqu'il ne consomme que ce dont la plante a besoin. Ce sont des systèmes très utilisés en maraîchage, en arboriculture et en horticulture.

**Figure VI.6** irrigation localisée

VI.2.3.1 Composantes d'une installation d'un réseau goutte à goutte

Une installation d'un réseau goutte à goutte requiert de l'amont vers l'aval les éléments suivants :

a) un point de fourniture d'eau (sous pression : pompage, borne de réseau, château d'eau, etc.).

b) l'unité ou la station de tête comprend les différents appareils pour garantir le bon fonctionnement et la sécurité du réseau. Elle permet de réguler la pression et le débit, de filtrer l'eau et d'y introduire des éléments fertilisants, comporte les appareils suivants :

- Compteur, clapet anti-retour
- régulateur de pression (manomètre), Vanne, Débitmètre : pour contrôler le débit et le régler en fonction du bassin.
- Organe de Filtration : la filtration de l'eau est une fonction essentielle de la station de l'eau, ceci pour éviter un colmatage des goutteur

VI.2.3.2 Conduites et rampes

a) La conduite principale :

C'est la conduite qui relie au point de fourniture d'eau les divers porte-rampes (amiante ciment, PVC)

b) 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).

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

d) Les distributeurs: les distributeurs constituent la partie essentielle de l'installation et les différents types (goutteurs, gaine, tubes poreux, mini diffuseurs, orifice calibré)

Le tableau suivant regroupe les avantages et inconvénients de cette technique d'irrigation:

Tableau VI.3 Avantage et inconvénients d'irrigation localisée

Avantage	Inconvénients
-Rendement des cultures importants ; -Excellent efficacité d'arrosage à la parcelle ; -Très faible besoin de main d'œuvre ; -Insensibilité au vent ; -Pas de pertes d'eau dans les conduites de transport (si entretien régulier) -Technique adaptée à tout type de sol -Automatisation possible	-Investissement important ; -Besoins énergétiques importants -Les techniques les plus récentes, nécessitent des formations spécialisées -La maintenance des installations est coûteuse -La réalimentation des nappes phréatiques par infiltrations, est réduite -Risque d'obstruction des goutteurs

- En résumé les systèmes d'irrigation dans la figure suivant:

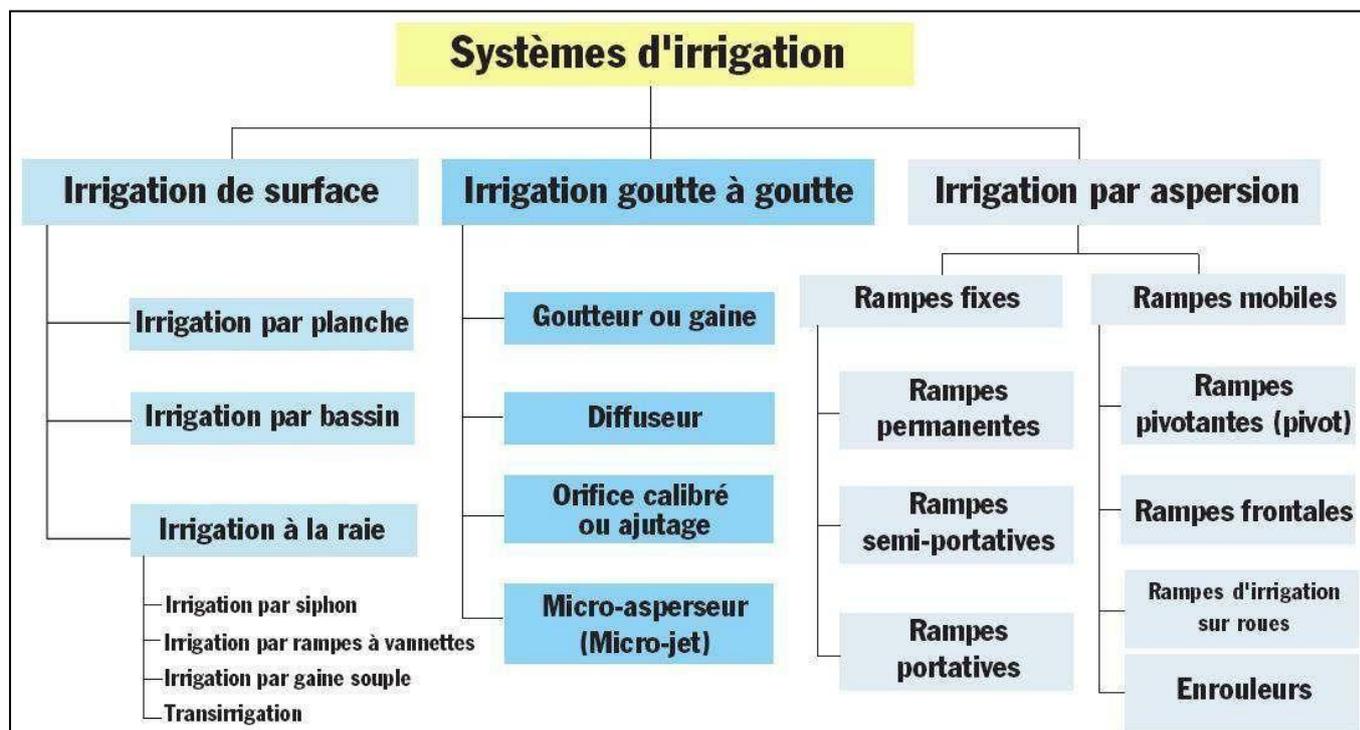


Figure VI.7 Systèmes d'irrigation

VI.3 Choix de la technique d'arrosage

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de connaître toutes les contraintes de chaque type d'arrosage. Une analyse multicritères des techniques d'arrosage basée sur différentes contraintes, dont la qualité des ressources en terre et en eau, les coûts financiers et techniques est nécessaire pour aboutir au choix de la technique d'irrigation la plus adéquate pour la zone considérée

Tableau VI.4 Analyse multicritère du choix de la technique d'irrigation.

Contraintes	Irrigation de surface par Rigole	Irrigation par Aspersion	Irrigation localisée (goutte à goutte)
Evaporation	+	++	+++
Vent (1.9 m/s)	+++	+	+++
Texture (argileux-limoneuse)	++	++	+++
Perméabilité (bonne)	++	+++	+++
Pente	+	++	+++
Qualité d'eau (moyenne)	++	++	+
Cultures :			
Maraîchage	+++	+++	+++
Céréales	X	+++	X
Arbres	+++	X	+++
Contrainte économique :			
économie d'eau	X	++	+++

Remarque :

x : inadéquat ou déconseillé

++ : Adapté

+++ : Très Adapté.

+: Adapté avec réserve

VI.4 Conclusion

Les différents systèmes d'irrigation présentent tous des avantages et des inconvénients, leur mode de fonctionnement et leurs champs d'utilisation. Cependant leur choix dépend d'un ensemble de paramètres, tels que la qualité des ressources en terre et en eau, les coûts d'investissement financiers et technique, et type de culture et mode d'arrosage y correspondant.

Dans notre cas la technique qu'on projettera vise à irriguer notre périmètre est irrigation par goutte à goutte

Chapitre VII : Dimensionnement du réseau d'irrigation

Introduction

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de combler le déficit en eau, pour cela il faut réaliser les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes.

Quel que soit l'origine de l'eau (nappe souterraine, eau de barrage) et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), il faut bien la répartir sur le sol de façon à ce que les plantes en tirent le maximum de profit. Cependant on doit envisager un choix minutieux du mode d'irrigation et de la technique d'arrosage en compatibilité avec les contraintes de la région d'étude.

L'objectif du présent chapitre, est le calcul des installations d'irrigation à la parcelle, pour l'irrigation localisée (goutte à goutte) dont les calculs vont être portés sur une parcelle type.

VII.1 Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte

Dans cette partie on devra faire le dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte appelé aussi système d'irrigation localisé, nous avons choisis d'étudier la culture des **Abricotiers** et cela par l'intermédiaire des caractéristiques calculées précédemment

VII.1.1 Données générales

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée nécessite la connaissance de données de base comme la surface de l'ilot, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail [Ollier et Poirre, 1983]

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°6, dont les pressions calculées sont de l'ordre de 4.6 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 4.2 ha et présente une forme relativement rectangulaire

- **La culture** : Abricotiers
- **Besoin de pointe** : 158.09 mm en Août
- **Caractéristiques de la surface occupées par Abricotiers:**

-Surface : 4.2 ha

-Longueur : 338m

-Largeur : 125m

- **Organisation du réseau** : Avec un écartement de 4*4m, et un espacement

des goutteurs 2m et 2 goutteurs pour chaque arbre.

- **Caractéristique du goutteur**

-Débit nominal : 4 l/h

-Pression nominal : 10 m.c.e

-Espacement des goutteurs : 2 m

-Le nombre de goutteurs par arbre : 2

VII.1.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

a) Influence du taux de couverture du sol :

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

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

K_r dépend du taux de couverture du sol ($C_s = 60\%$) par les plantes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après [Ollier et Poirre, 1983]:

- KELLER ET KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85}$$

- La formule de FREEMAN ET GARZOLI :

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

- La formule de DECROIX (CTGREF) :

$$K_r = 0.1 + C_s$$

On prévoit un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc :

- $K_r = 0.70$ Selon KELLER et KARMELI
- $K_r = 0.80$ Selon FREEMAN ET GARZOLI
- $K_r = 0.70$ Selon DECROIX (CTGREF)

On prendra un coefficient $K_r = 0.80$

$$B_{jl} = B_j \times K_r$$

Le besoin maximum = 158.09 mm (mois de pointe Août)

Besoin en eau journalière : $B_j = 158.09/30 = 5.26$ mm/jour

$$B_{jl} = 5.26 \times 0.8 = \mathbf{4.20 \text{ mm/j}}$$

b) Dose nette (Dose pratique)

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire.

La différence par rapport aux autres systèmes (gravitaire ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur h [Ollier & Poirée, 1981].

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

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

Tel que :

- Hcc : humidité a la capacité au champ (27%)
- Hpf : humidité au point de flétrissement (13%)
- Y : degré d'extraction de l'eau du sol (2/3)
- Z : profondeur d'enracinement en (1300mm)
- Da : Densité apparente 1.4
- P : Pourcentage du sol humidifié

$$P\% = \frac{n.Spd.Sh}{Sa.Sr}$$

- P% : Pourcentage du sol humidifié
- N : Nombre de points de distribution par arbre .:
- Spd : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre
- Sh : Largeur de la bande humidifiée
- Sr : Ecartement entre rangs d'arbres
- Sa : Espacement des arbres sur les rangs.

$$P\% = 25 \%$$

$$D_p = (27 - 13) \times \frac{2}{3} \times 1300 \times 1.4 \times 25 \% = 42.46 \text{ mm}$$

c) Calcul de la dose brute

$$D_{brute} = \frac{D_p}{c_u \times Eff}$$

Avec :

- C_u : coefficient d'uniformité qui est egal a 90%
- Eff : efficience du réseau d'irrigation qui est egal a 90%

D'où :

$$= \frac{42.46}{0.9 \times 0.9} = 52.42 \text{ mm/mois}$$

d) Calcul de la fréquence d'arrosage

La fréquence d'arrosage est en fonction du besoin journalier qu'il faut satisfaire et de la dose réelle nette, elle est donnée par la formule suivante :

$$F_r = \frac{\text{dose nette}}{B_{jl}}$$

$$F_r = \frac{42.46}{4.2} = 10.10 \text{ jours}$$

Donc on prend $F_r = 10$, et on recalcule la nouvelle dose réelle nette tel que:

$$D_r = 10 \times 4.2 = 42 \text{ mm}$$

La nouvelle dose brute est alors égale a :

$$D_{brute} = \frac{42}{0.9 \times 0.9} = 51.85 \text{ mm}$$

e) La durée d'arrosage par mois

$$\theta = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{n \times Q_g}$$

Avec :

- S_d : Espacement entre les distributeurs.
- S_r : Espacement entre les rangs.
- n : le nombre des goutteurs.
- Q_g : Débit des goutteurs

$$\theta = \frac{51.85 \times 2 \times 4}{4 \times 2} = 51.85 \text{ heures/mois}$$

f) Durée d'arrosage journalier

$$D_j = \frac{\text{Durée d'arrosage}}{F_r}$$

$$D_j = \frac{51.85}{10.10} = 5.13 \text{ heures/jours}$$

g) Nombre de postes

Le nombre de postes par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{22}{5.13} = 4.24 \text{ postes} \dots$$

On prend **4** postes

h) La surface du poste

La surface du poste est définie par la formule suivante :

$$S_p = \frac{\text{La surface totale}}{\text{Le nombre de postes}} = \frac{4.2}{4} = 1.05 \text{ ha}$$

A partir de cette surface, on peut déduire les dimensions nécessaires des rampes et des portes rampes.

VII.1.3 Calcul hydraulique

a) Conditions hydrauliques de base :

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

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

La variation maximale de la pression :

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

Avec :

- K : constante dimensionnelle donnée par le fabricant
- H : la pression dans la rampe en mètre colonne d'eau
- X : exposant caractérisant le goutteur

X= 0.3 a .8 pour les goutteurs non autorégulant, pour les goutteurs autorégulant X est voisin de 0, dans notre cas on prend X=0.5.

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

Avec :

- q(g) : Débit nominal du goutteur
- H(n): Pression nominale

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

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

b) Le débit :

$$Q_r = Q_g \times N_g$$

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

Avec :

- Q_r : *debit de la rampe (l/h)*
- Q_{pr} : *debit du porte rampe (l/h)*
- Q_g : *debit du goutteur (l/h)*
- N_r : *nombre de rampes*
- N_g : *nombre de goutteurs*

-Le porte rampe coupe la surface du terrain au milieu de l'ilot, donc on a

La longueur de la rampe est de : 169 m

La longueur de la porte rampe est de : 125 m

c) Le nombre d'arbres par rampe :

$$N_{\text{arbres/rampe}} = \frac{L_r}{E_R} = \frac{169}{4} = \mathbf{42 \text{ arbres}}$$

d) Le nombre des goutteurs par rampe :

$$N_{\text{goutteurs/rampe}} = N_{\text{arbres}} \times n = 42 \times 2 = \mathbf{84 \text{ goutteurs}}$$

e) Le nombre des rampes

$$N_r = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{125}{4} = \mathbf{32 \text{ rampes}}$$

f) Débit de la rampe :

Les débits des goutteurs sont de 1 à 8 l/h et ils ont une pression de 1 bar. En pratique, on utilise le plus souvent 2 l/h pour les cultures maraîchères et 4 l/h pour les cultures pérennes.

$$Q_r = Q_g \times N_g$$

$$Q_r = 4 \times 84 = \mathbf{336 \text{ l/h}}$$

g) Débit de la porte rampe :

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

$$Q_{pr} = 336 \times 31 = \mathbf{10416 \text{ l/h} = 2.9 \text{ l/s}}$$

h) Le nombre de porte rampe :

$$N_{pr} = 1 \text{ porte rampe}$$

i) Débit de la conduite tertiaire :

$$Q_{ct} = Q_{pr} \times N_{pr}$$

$$Q_{ct} = 10416 \times 1 = \mathbf{10416 \text{ l/h}}$$

VII.1.4 Dimensionnement des canalisations du réseau

Les rampes et les portes rampes sont généralement fabriquées en polyéthylène de basse densité ou bien en polyéthylène de haute densité, et qui sont conçues pour résister à des pressions nominales de 4 à 6 bars.

- **La conduite tertiaire (conduite d'approche) :**

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

- **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 (PEMD), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).

- **Les rampes :**

Qui sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité , diamètre normalisé(16,20,25,32,40,50,63,75,90,110,125mm), à l'exception de quelques installations ou l'on a utilisé du PVC rigide de petit diamètre.

Le diamètre de rampes ainsi que des portes rampes est calculé d'après les formules suivantes

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

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

Avec

- Pdc(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

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

$$Pdc(\text{sing}) = 2 * 0,1 = 0,2 \text{ mce}$$

$$pdc(\text{sing}) = 0,2$$

$$Pdc(\text{linéaire}) = 2 - 0,2 = 1,8 \text{ mce}$$

$$pdc(\text{linéaire}) = 1,8 \text{ mce}$$

La répartition de la perte de charge est :

- 1/3 sur les porte- rampes $P.d.c(pr) = 1.8 * 1/3 = 0,6 \text{ m c e}$;
- 2/3 sur les rampes $P.d.c(r) = 1.8 * 2/3 = 1,2 \text{ m c e}$

VII.1.5 Vérification des pertes de charges

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour un $D = 20 \text{ mm}$, Perte de charge selon hazen-williams.

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

Avec:

L: longueur de la conduite

Q : débit en (m/s)

D : diamètre intérieur de a canalisation

VII.1.6 Calcul du diamètre de la rampe et vérification de la perte de charge

a) Calcul du diamètre :

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

$$\varnothing_{r(cal)} = 16.71 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé de 20 mm

b) Vérification de la perte de charge :

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

CW=140 PEBD, L=169m, D=0.020 m, Q= 336l/ h = 9.33×10⁻⁵m³/s

$$\Delta H_{\text{Rampe}} = 1.19 \text{ m}$$

La valeur de la perte de charge est inférieure à 1.2 m.c.e (hr max) et remarque que la perte de charge ne dépasse pas la limite imposée par la règle de Christiansen.

VII.1.7 Calcul du diamètre du porte rampe et vérification de la perte de charge

a) Calcul du diamètre :

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

$$\varnothing_{pr(cal)} = 64.33 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé de 75 mm.

b) Vérification de la perte de charge :

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

$C_w=140$ PEBD, $L=125$ m, $D=0.075$ m, $Q=10416$ l/h = 2.9×10^{-3} m³/s

$\Delta H_{\text{Porte rampe}} = 0.85\text{m} > 0.6$ ► elle n'est pas vérifiée donc on joue sur diamètre. Pour réduire les pertes de charge, on prend $D=90\text{mm}$

Et on trouve $\Delta H_{\text{Porte rampe}} = 0.34 < 0.6$ ► vérifié

Les pertes de charges totales dans le réseau sont de 1.53m, donc elles sont inférieures à 1.8 m. On remarque que la perte de charge totale ne dépasse pas la limite imposée par la règle de Christiansen.

VII.1.8 Calcul du diamètre de la conduite tertiaire

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

Avec :

Q : débit de la conduite considérée (m³/s)

V : vitesse d'écoulement (m/s)

Après normaliser le diamètre, et on recalcule notre nouvelle vitesse V_{cal} (m/s). Et on fait la même chose pour les pertes de charge avec la loi

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

Tableau VII.1: Calcul du diamètre de la conduite tertiaire.

Culture	Surface m ²	L(m)	Q (m ³ /s)	V supposée (m/s)	D _{cal} (mm)	D _n (mm)	V _{cal} (m/s)	h _{cal} (m)
Abricotiers	42111	20	0.0029	1.05	62.29	90	0.50	0.06

VII.1.9 La pression d'eau a 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).

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

Tableau VII.2: Tableau récapitulatif.

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
Longueur(m)	169	125	20
Diamètre(m)	0.02	0.09	0.09
Débit (m³/s)	9.33×10^{-5}	0.0029	0.0029
Pertes de charge(m)	1.19	0.34	0.06

A partir du tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'à le goutteur le plus défavorable.

Donc la pression demandée à la borne égale à la pression nominale plus la somme des pertes de charges

$$P(m) = 10 + 1.19 + 0.34 + 0.06 = 11.59m$$

Les pertes de charges ainsi que la pression calculée est de l'ordre de 1.2 bars ce qui est suffisant pour effectuer le système goutte à goutte dans cette parcelle.

VII.2 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement de l'irrigation à la parcelle d'un système goutte à goutte ou localisée.

Dans notre cas, nous avons choisi d'irriguer la culture du l'abricotier par le système localisée.

Pour cette technique d'irrigation on doit tenir compte des facteurs agronomiques et hydrauliques afin d'aboutir à un bon dimensionnement. Elle est nettement plus économique que n'importe quelle autre technique d'irrigation et donc elle est plus économique en terme de ressource en eau pour participer dans le développement d'agriculture.

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Introduction

L'étude du devis quantitatif et estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation du projet d'irrigation projeté, ce calcul consiste à déterminer les quantités de tout le matériel ainsi que les différentes opérations à effectuer sur le terrain, et cela par la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais.

Pour notre projet nous avons les travaux suivants :

- Canalisation du Réseaux de distribution
- Terrassement
- Equipement hydrotechnique
- Equipements internes de(ilot N°06) d'irrigation localisé

VIII.1 Estimation de l'aménagement agricole :

VIII.1.1 Canalisation du réseau de distribution

Les prix des conduites sont détaillés comme suit :

Tableau VIII.1. Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.

Type Conduite (mm)	unité	quantité	Prix (Da/ml)	total
Ø100	ml	395	600	237000
Ø125	ml	2260	800	1808000
Ø150	ml	1175	1 000.00	1175000
Ø175	ml	450	1 250.00	562500
Ø200	ml	520	1 400.00	72800
Ø220	ml	530	2 145.55	113741.5
Ø225	ml	120	2 335.55	280266
Ø250	ml	435	2 500.00	1087500
Ø300	ml	590	3 200.00	1888000
Ø400	ml	305	5 000.00	1525000
Ø450	ml	405	5 500.00	2227500

Totale (HT)= 10 977 307.5 DA

VIII.1.2 Frais des travaux sur réseau d'irrigation (Terrassement)

s'agit des frais des travaux exécutés pour la réalisation des tranchées et autreplacements pour la pose de canalisations :

a) Exécution des tranchées:

C'est une opération de terrassement (déblais) qui consiste à faire des excavations.

Ces excavations seront faites par une pelle hydraulique et les déblais seront posés à côté de la tranchée, l'autre côté étant réservé au bardage des conduites.

b) Pose du lit de sable :

Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 20cm dans notre cas.

c) Pose des conduites:

Avant la pose des conduites dans chaque fouille, on procède à un tri des conduites de façon à écarter celles qui ont subies des chocs ; et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage, dans le fond de la fouille.

Au cours de pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour n'avoir pas des difficultés au raccordement des conduites.

d) Epreuve de joint et de la canalisation :

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,8 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite lors du fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0.2 bar

e) Remblayage des tranchées :

C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation

f) Nivellement et compactage:

Une fois le remblai fait, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage pour augmenter la densité des terres et éviter le tassement par la suite.

VIII.1.3 Calcul des volumes des travaux de et de distribution

La pose des conduites dans le réseau se fait dans des tranchées conçues selon le tracé et l'itinéraire des lignes de conduites et prend en compte les longueurs, les largeurs et les hauteurs de chaque tranchée conçue à recevoir une conduite de diamètre spécifique La largeur de la tranchée varie selon la section des conduites

a) Calcul du volume de terrassement :

- Largeur du fond de la tranchée

La largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite on laisse 30 cm d'espace de chaque côté de la conduite.

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

$$B = d + 0.6 \text{ (m)}$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

- Profondeur de la tranchée

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

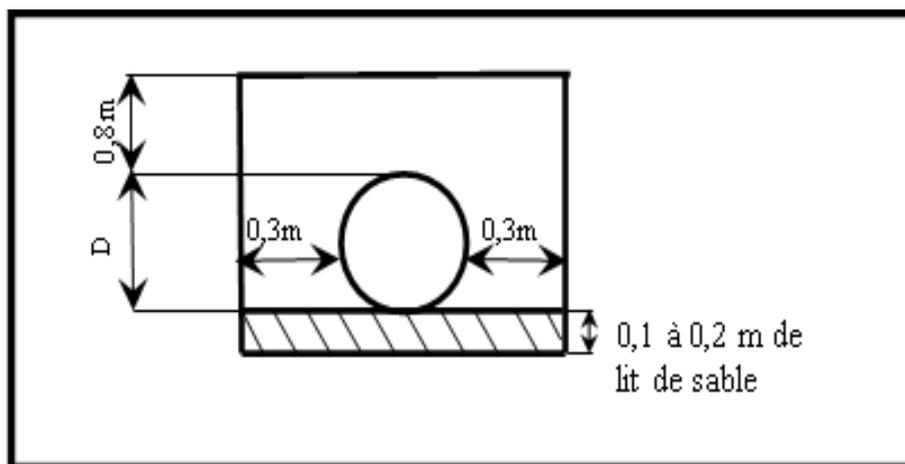


Figure VIII.1. Schéma d'une tranchée

Avec :

$$H_{Tr} = e + d + h \text{ (m)}$$

H_{tr}: Profondeur de la tranchée (m)

e : hauteur du lit de pose (0.12m)

d : diamètre de la conduite (m)

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite (0.8m)

- **Section de la tranchée**

Les sections des tranchées sont :

$$S_{tr} = B \times H_{tr}$$

Avec :

H_{tr} : Profondeur total de la tranchée (m)

b : Largeur du fond de la tranchée (m)

- **Volume à excaver**

Le volume d'excavation est

$$V_d = S_{tr} \times L = (B \times H_{tr}) \times L$$

Avec :

v_d : Volume du déblai (m³)

S_{tr} : La section de la tranchée (m²)

L : Longueur de la tranchée (m).

B : Largeur de la tranchée (m).

H_{tr} : La hauteur de la tranchée (m).

- **Volume de remblais :**

$$V_r = V_d - V$$

V_r : Volume du remblai compacté (m³)

V_d : Volume du déblai (m³)

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

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

- **Calcul du volume du lit de sable**

Ce lit correspond à une couche de sable de 12cm sur le fond du tranché, c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule ce volume en utilisant la formule suivante :

$$V = e \times b \times L \quad (m^3)$$

L : Longueur de la tranchée (m).

e : hauteur du lit de pose (m)

b : Largeur du fond de la tranchée (m)

VIII.2 Dépense des travaux

Les frais de terrassement sont est égal à :

- **Pour les déblais**

$$F_{deb} = V_{deb} \times K_{deb}$$

Avec :

K_{deb} : Prix de 1 m³ de déblai=400 DA

V_{deb} : Volume total de déblai

- **Pour les remblais**

$$F_{rem} = V_{rem} \times K_{rem}$$

Avec :

K_{rem} : Prix de 1 m³ de remblai = 300 DA

V_{rem} : Volume total du remblai

VIII.2.1 Calcul des différents volumes :**Tableau VIII.2.** Calcul des différents volumes :

conduite(Ø)mm	b(m)	H(m)	L(m)	V _{deb} (m ³)	V _{cond} (m ³)	V _{sabl} (m ³)	V _{remb} (m ³)
Ø100	0.7	1.100	395	304.15	3.10	33.18	267.87
Ø125	0.725	1.125	2260	1843.31	27.73	196.62	1618.96
Ø150	0.75	1.150	1175	1013.43	20.76	105.75	883.92
Ø175	0.775	1.175	450	409.78	10.82	41.85	375.11
Ø200	0.8	1.200	520	499.2	16.33	49.92	432.95
Ø220	0.82	1.220	530	530.212	20.14	52.152	457.92
Ø225	0.825	1.225	120	121.27	4.77	11.88	104.62
Ø250	0.85	1.250	435	462.18	21.35	44.37	396.46
Ø300	0.9	1.300	590	690.3	41.70	63.72	584.88
Ø400	1	1.400	305	427	38.32	36.6	352.08
Ø450	1.05	1.450	405	616	64.41	51.03	500.56
totale				6916.83		687.07	5975.62

VIII.2.2 Cout de travaux de terrassement**Tableau - VIII.3** Coût des travaux de terrassement.

conduite	Unité de mesure ¹	quantité	Prix unitaire(DA)	Montant (DA)
Déblais	m ³	6916.83	400	2766732
Pose du lit de sable	m ³	687.07	1100	755777
Remblais de tranchée	m ³	5975.62	300	1792686

TOTALE=5 315 195 DA

VIII.3 Estimation des Equipements hydrotechniques

Tableau VIII - 4 Estimation des équipements hydrotechniques

Equipements	Unité	Final	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Robinetts Vannes				
D100	U	4	23500	94000
D125	U	8	27600	220800
D150	U	5	31000	155000
D220	U	5	46000	230000
D300	U	2	10000	20000
D400	U	2	15000	30000
Total (DA)				749800
Bornes				
B100	U	12	54700	656400
B150	U	2	114700	229400
Total (DA)				885800

TOTALE=1 635 600 DA

VIII.4 Devis du réseau d'irrigation localisé

Tableau.VIII.5 Equipements internes de ilot d'irrigation localisé

Appareil	unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Total (DA)
Goutteurs pour Abricotiers (ilot06) Débit 4l/h	U	2604	31	80724
Porte rampe en Polyéthylène DN 90	ml	125	420	52500
Rampe goutteurs DN 20	ml	169	40	6760
Conduite tertiaire DN 90	ml	20	200	4000
			Total	143981

TOTALE=143 981 DA

VIII.5 Coût total du projet**Tableau VIII.6** cout total du projet

Divers travaux	Montant (DA)
1- Canalisation	10 977 307.5
2- Terrassement	5 315 195
3- Equipement hydrotechnique	1 635 600
4- Equipements internes de(ilot 06) d'irrigation localisé	143 981
Totale (Ht)	18 072 083.5
Tva (19%)	3 433 695.865
Total TTC	21 505 779.37

VIII.6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons déterminé le devis général du projet sous-secteur (**DR 35 249ha**) du réseau de distribution, en premier lieu nous avons fait une étude quantitative des volumes des travaux Terrassement. Comme deuxième étape nous avons estimé le cout du projet qui est de **21 505 779.37DA**.

Le cout du projet est relativement élevé, mais on doit noter que ce réseau est rentable à moyen terme.

Conclusion générale

Conclusion générale

Au cours de ce travail, nous avons étudié les différentes composantes du projet d'irrigation de la Mitidja DR35, et nous avons réalisé l'étude nécessaire du système d'irrigation pour la mise en valeur de 249 ha de surface dans la partir de l'eau provenant du barrage de Douira.

En guise de conclusion, nous présentons les principaux aux quels l'étude a abouti, ils peuvent se résumer comme suit :

- La zone d'étude (DR35) est une zone fertile propice au développement arboculturale et maraichère et jouit d'un climat sub-humide avec un régime pluviométrique variable en volume et réparti dans le temps. L'irrigation est indispensable durant la période allant du mois d'Avril au mois d'Octobre (les mois les plus secs sont Juin et Juillet).
- La zone d'étude est également propice à l'irrigation avec un rendement appréciable, l'étude pédologique a déterminé le type de sol, ainsi que les cultures répondant à l'aptitude culturale du sol.
- L'irrigation du périmètre à partir du barrage de douira avec un conduite de transfert (2000mm) et il y a un piquage de cette conduite vers notre périmètre avec un adducteur (1250mm)
- L'évaluation des besoins en eau des cultures fait ressortir un déficit hydrique qu'il faudra combler en apportant un volume annuel de 1.3 Hm³ d'eau d'irrigation pour une superficie de 249ha via un réseau d'irrigation judicieusement dimensionné.
- Les calculs hydrauliques nous indiquent qu'on dispose de multiples choix concernant le système d'irrigation et cela vu les valeurs des pressions aux bornes qui varient de (4 bars-6 bars).
- Les différents systèmes d'irrigation présentent tous des avantages et des inconvénients, cependant leur choix dépend d'un ensemble de paramètres, tels que la qualité des ressources en terre et en eau, les coûts d'investissement financiers et technique, et type de culture et mode d'arrosage y correspondant. Les systèmes économiseurs d'eau sont souvent recommandés
- Le dimensionnement de l'irrigation a la parcelle d'un système de goutte à goutte où l'irrigation localisée est fortement encouragé, car elle est nettement adaptée et la plus économique, particulièrement en période de limitation des ressources en eau.
- Le devis quantitatif total du projet secteur DR 35 est estimé à **21 505 779.37 DA**.

Références bibliographiques

- **MATARI, I (2012).** Dimensionnement du réseau d'irrigation du sous- secteur DR35 de la Mitidja centre ;
- **TOUAIBIA, BENINA.** Manuel d'hydrologie ISBN.BLIDA Algérie. mars 2004, 166p
- **MESSAHEL M. (2013-2014).** Syllabus de cours : irrigation et drainage. Document nonpublié, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH), Blida
- **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.
- **FAO.** Irrigation and Drainage Paper no., 2007 , Manuel des techniques d'irrigation sous pression.
- **AVERS.R.S.WESTEOT D.W.** Qualité de l'eau d'irrigation, bulletin de la FAO n°29 (Rome Italie).1983.
- **PHOCAIDES, A.** Manuel des techniques d'irrigation sous pression. 2 ed. FAO : Rome,2008.
- **BOULAIN, J :** Pédologie appliquée (Masson, paris, 1980)

Liste des abréviations

ONID : Office Nationale d'Irrigation et Drainage

ONM : Office National de Météorologique.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

ENSH :Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique.

FAO : Food and Agriculture Organization ou bien l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

BNEDER : Bureau National Etudes pour le Développement