



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : IRRIGATION ET

DRAINAGETHEME DU PROJET :

**Etude du périmètre d'irrigation de sirat Secteur Est (760 ha) à partir
barrages Cheliff et Kerrada (W.Mostaganem).**

PRESENTE PAR :

M^r Rahmani Abdelwahhab

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M^r : Meddi Mohamed	Professeur	Président
M^r : Yahyaoui Samir	M.C.B	Examineur
M^{me} : MAZOUZI Sabra	M.A.A	Examineur
M^{me} :Aziez Ouahiba	M.C.A	promotrice

Décembre -2021

Remerciements

Je remercie Dieu qui m'a donné le courage d'achever ce modeste travail.

*Je tiens à remercier vivement tous ceux qui m'ont apporté un soutien pour
l'élaboration de ce mémoire de fin d'études.*

*Mes plus vifs remerciements vont à ma promotrice Mme **AZIEZ OUAHIBA**
pour leurs efforts afin de mener ce travail à terme.*

*Je remercie également le président et les membres du jury qui me feront
L'honneur de juger mon travail.*

*Je tiens à présenter par l'occasion mes respect à : Mr directeur Hebbouche
AbdelHamid ,Mr Yahiaoui Samir,Mr Bouziane Omar , Mr Abdelhadi Ammari,
Mr Benkaci Tarek et tous les enseignants qui ontcontribué à ma formation.*

Abdelwahhab Rahmani

Dédicace

*Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail,
en signe de respect et de reconnaissance envers :*

*Mes chers parents pour tous les sacrifices et leur
soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve
afin que je réussisse.*

Une spéciale dédicace pour :

*En un mot, à toute ma famille, mes amis de l'ENSH:
Fadhila, Ibrahim, Mohamed, Imen, Omar, Salma, Nour
Elhouda, Adelouadoud et Walid
Et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma
formation.*

Abdelwahhab Rahmani

الملخص :

لقد قمنا في هذه المذكرة بدراسة عامة للمناخ ، التربة و الماء ضمن المنطقة التي سننجز فيها مشروعنا. هذا العمل يندرج في إطار دراسة و متابعة إستغلال مساحة مسقية، تقع في بلدية سيرات، والية مستغانم، انطلاقا من سدي شلف وكرادة و هذا بإستعمال أحسن تقنيات السقي بالتقطير للحصول على مردود جيد و كذا المحافظة على الثروات حاولنا استعمال أحسن الطرق لحساب حاجة المزروعات من الماء مع الحفاظ على مردودية جيدة في التوزيع من أجل الحصول على إنتاج زراعي و فير بأقل التكاليف.

Résumé :

Dans ce travail, nous avons fait une étude générale (climat, sol, eau...) sur la région où nous réalisons notre projet. Le but de ce travail est de faire une étude et suivi d'exploitation d'un périmètre irrigué, situé dans la plaine de la commune de Sirat de la wilaya de Mostaganem, à partir du barrages Cheliff et Kerrada en utilisant les meilleures techniques d'irrigation, pour atteindre un bon rendement, tout en préservant les ressources hydriques, la qualité de sol et des eaux.

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

Abstract:

In this work, we made a general study (climate, soil, water...) on the region where we are carrying out our project. The aim of this work is to carry out a study and monitoring of the operation of an irrigated perimeter, located in the plain of the municipality of sirat de lawilaya de Mostaganem, from the cheliff and kerrada dams using the best irrigation techniques to achieve a good yield, while preserving water resources, soil and water quality. By adopting the best methods of calculating the water needs of crops, having a good coefficient of efficiency for distribution, in order to have good agricultural production at the lowest cost.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERAL.....	01
---------------------------	----

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

I.1. Présentation de la wilaya de Mostaganem	02
I.2 Présentation générale de la zone d'étude	03
I.3 Etude Climatique.....	05
I.3.1.Les précipitations.....	05
I.3.2.La température de l'air	05
I.3.3.L'humidité relative de l'air	06
I.3.4. Les vents.....	07
I.3.5. L'insolation.....	07
I.3.6.Les phénomènes climatique accidentelles	08
I.3.6.1.La neige	08
I.3.6.2.La grêle.....	08
I.3.6.3.Le sirocco.....	09
I.3.7 Indices Agro-météorologiques	09
I.3.7.1.Indice de Martonne	09
I.3.7.2.Classification du climat selon le diagramme d'Emberger.....	11
I.3.7.3.Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen	12
I.4.Conclusion.....	14

Chapitre II : Ressources en sol

II.1 Introduction	15
II.2 Etude pédologique	15
II.3 Classification des sols du périmètre SIRAT.....	16
II.3.1. Les sols calcimagnésiques.....	16
II.3.1.1 Les Rendzines	16
II.3.1.1.1.Description d'un profil type: Profil n°1	17
II.3.1.1.2.Description morphologique du profil n°1.....	17
II.3.1.1.3.Résultats analytiques.....	18
II.3.1.1.4.Interprétation et valeur agronomique	18
II.3.2. Les sols bruns calciques	19
II.3.2.1. Description d'un profil type Profil n°2	19
II.3.2.2. Description morphologique du profil.....	19
II.3.2.3. Résultats analytique.....	20
II.3.2.4. Interprétation et valeur agronomique	21
II.4 Aptitudes culturales	21
II.5 Qualité des sols.....	23
II.5.1. conductivités électriques.....	23
II.6 Conclusion.....	23

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie..

III.1 Introduction.....	24
III.2 Ressource en eau	24
III.2.1. Les ressources superficielles	24
III.2.2. Les ressources souterraines	25

III.3 Compositions chimiques de l'eau d'irrigation	27
III.3.1. La salinité	28
III.3.2. Le coefficient d'adsorption du sodium SAR (Sodium Absorption Ration).....	29
III.4 Etude hydrologique	32
III.4.1. Etude des pluies annuelles	32
III.4.2. Présentation de la station météorologique.....	32
III.4.3. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique	33
III.5. Etude de l'échantillon	35
III.5.1. Choix du type de loi	35
III.5.2. Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale	35
III.5.3. Test de validité de l'ajustement à la loi choisie	37
III.5.4. Test de Khi carré pour la loi Normale	38
III.6 Détermination de l'année de calcul	39
III.6 Conclusion.....	40

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

IV.1 Introduction.....	41
IV.2 Choix des cultures à mettre en place de la région d'études	41
IV.3 Définition d'un régime d'irrigation	41
IV.4 Besoins en eau des cultures	41
IV.4.1 Définition.....	40
IV.4.2 L'évapotranspiration réelle	41
IV.4.3 L'évapotranspiration potentielle ou de référence	42
IV.4.4 Formule de Penman	43
IV.5 Calcul des pluies efficaces.....	45
IV.5.1 Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures	45
IV.6 Assolement et rotation des cultures	51

IV.7 Des débits à transiter par le réseau collectif	50
IV.7.1 Calcul des débits Spécifiques	57
IV.7.2 Débit caractéristique	58
IV.8 Conclusion.....	58

Chapitre : Dimensionnement du réseau de distribution

V.1 Introduction.....	55
V.2 Taille des îlots d'irrigation	55
V.2.1. débit fictif continu.....	56
V.2.1. débit d'équipement.....	56
V.3 l'emplacement des bornes d'irrigation dans les îlots	57
V.4 modalité de distribution.....	57
V.4.1. L'irrigation à la demande.....	57
V.4.2. l'irrigation au tour d'eau.....	58
V.4.3. tour d'arrosage à l'antenne.....	58
V.4.4. tour d'arrosage à la borne.....	58
V.5 la méthodologie de dimensionnement	59
V.6 calcul des débits des ilots	59
V.6.1. données de base du dimensionnement	59
V.6.2. choix du type de borne	59
V.6.3. choix de diamètre de la borne.....	60
V.7 choix de tracé.....	60
V.8 matériaux de construction des canalisations.....	61
V.8.1. choix du matériau des conduites.....	61
V.8.2. les matériaux.....	61
V.8.2.1. conduites en fonte.....	61
V.8.2.2. conduites en acier.....	61
V.8.2.3. conduites en pvc (polyvinyle de chlorure).....	61
V.8.2.4. avantage des canalisations en PEHD.....	62
V.9 optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution	62
V.10. dimensionnement des canalisations.....	62
V.10.1. vitesse admissible.....	62
V.10.2. calcul des diamètres.....	62
V.10.3. calcul des pertes de charge.....	63
V.11. conclusion.....	80

Chapitre VI : Les techniques d'irrigation

VI.1. Introduction.....	81
VI.2. Choix des techniques d'irrigation.....	81
VI.2.1. L'irrigation de surface	81
VI.2.2. l'irrigation par aspersion (pivot).....	82

VI.2.3.1'irrigation localisée (goutte à goutte.).....	84
VI.3.Choix des techniques d'arrosage.....	85
VI.4.Conclusion.....	86

Chapitre VII : Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

VII.1 Introduction.....	87
VII.2 Définition.....	87
VII.3 Composition d'une installation goutte à goutte.....	87
VII.3.1. Point de fourniture d'eau.....	87
VII.3.2. Composition L'unité de tête.....	87
VII.3.3. La conduite principale	88
VII.3.4. Le porte-rampes.....	88
VII.3.5. Les rampe	88
VII.3.6. Les distributeurs.....	88
VII.3.7. Différents types de distributeurs.....	88
VII.4 Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte.....	89
VII.4.1. Données générales Caractéristique du goutteur.....	89
VII.5 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée.....	89
VII.6 Calculs hydrauliques.....	91
VII.7 Conclusion.....	96

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

VIII.1 Introduction.....	98
VIII.2 Calcul du volume des travaux.....	98
VIII.2.1. Implantation des tracés des tranchées sur le terrain.....	98
VIII.2.2. Excavation des tranchées	98
VIII.3 Charge d'investissement.....	105
VIII.3.1. Devis estimatif et quantitatif des bornes d'irrigation.....	105
VIII.4 Conclusion	106

Conclusion Générale

LISTE DES TABLEAUX

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

Tableau N°I.1 : Précipitations moyennes mensuelles de 1990 à 2014.....	5
Tableau N°I.2 : Moyenne des données mensuelles des températures de 1990 à 2014.....	6
Tableau N°I.3 : Humidité relative de la région d'étude	6
Tableau N° I.4: Valeurs moyennes de la vitesse du vent.....	7
Tableau N° I.5 : Nombre de jours de neige par mois.....	7
Tableau N° I.6 : Nombre de jours de grêle par mois	7
Tableau N° I.7 : Nombre de jours moyen mensuel de sirocco.....	8
Tableau N° 8 : Classement de l'Indice selon De Martonne	9
Tableau I.9 : Moyennes mensuelles de précipitations et de températures	13

Chapitre II : Ressources en sol

Tableau II.1 : caractéristique du profile N°1	17
Tableau II.2 : caractéristique physico-chimique du sol 1.....	18
Tableau II.3 : caractéristique du profil N°2	19
Tableau II.4 : caractéristique physico-chimique du sol.....	20
Tableau II.5 : Aptitudes culturale	22
Tableau II.6 : La conductivité du sol.....	23

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

Tableau III.1 Compositions chimiques de l'eau du barrage CHELIFF	27
Tableau III.2 Compositions chimiques de l'eau du barrage KERRADA	28
Tableau III.3 Présentation de la station météorologique de BOUGHIRAT	32
Tableau III.4 Précipitation mensuelle de la station Mostaganem.....	32
Tableau III.5. Test d'homogénéité de Wilcoxon.....	34

Tableau III.6 Ajustement à la loi normale.....	36
Tableau III.7.Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.....	39

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau IV.1 Résultat de calcul de L'Evapotranspiration de référence (ETo).....	44
Tableau IV.2Pluies efficaces calculées.....	45
Tableau IV.3 Besoins en eau d'irrigation de pomme de terre	46
Tableau IV.4 Besoins en eau d'irrigation de la Pastèque	47
Tableau IV.5 Besoins en eau d'irrigation de carotte.....	47
Tableau IV.6 Besoins en eau d'irrigation de la tomate	48
Tableau IV.7 Besoins en eau d'irrigation de la petit poi	48
Tableau IV.8 Besoins en eau d'irrigation de le chou vert	49
Tableau IV.9 Besoins en eau d'irrigation du melon	49
Tableau IV.10 Besoins en eau d'irrigation de de pommier	50
Tableau IV.11 Besoins en eau d'irrigation de pécher.....	50
Tableau IV.12 Besoins en eau d'irrigation d'oignon sec	51
Tableau IV.13: Récapitulatif des besoins pour l'assolement 1.	51
Tableau IV.14: Récapitulatif des besoins pour l'assolement 2.	52

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution

Tableau V.1 : Caractéristiques des ilots avec les débits de chaque borne.....	67
Tableau V.2 : Choix du diamètre de la borne.....	60
Tableau V.3 : Les paramètres de perte de charge.....	63
Tableau V.4: Calculs hydrauliques du réseau de distribution	80

Chapitre VI : Les techniques d'irrigation

Tableau VI.1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage... ..	85
---	----

Chapitre VII : Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

Tableau VII.3 Caractéristiques de la conduite de la porte rampe (01)	95
Tableau VII.5 Caractéristique de la conduite secondaire	96
Tableau VII.6 : résumer des caractéristique de la conduite secondaire (Q,D , l , ΔH).....	96

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Tableau VIII-01 : calcul du volume de déblai pour le réseau.....	99
Tableau VIII-02 : calcul du volume de sable pour le réseau... ..	101
Tableau VIII-03 : calcul du volume de remblai	102
Tableau VIII-04 : calcul du volume excédentaire	103
Tableau VIII-05 : calcul la surface du grillage.....	104
Tableau VIII-06 : Estimation du coût de pose de canalisation de l'adduction.....	105
Tableau VIII-07 : Devis estimatif et quantitatif des conduites... ..	106
Tableau VIII-08 : Devis estimatif et quantitatif des bornes d'irrigation	106

Liste des figures :

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

Figure I.1 : Carte de la Wilaya de Mostaganem et découpage communal.....	2
Figure I.2 : Carte situation géographique de la commune de Sirat.....	4
Figure I.3 : Diagramme bioclimatique d'Emberger.....	12
Figure I.4 : Diagramme ombrothermique de la wilaya de Mostaganem.....	13

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

Figure III.1 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation du barrage du Cheliff...	30
Figure III.3 : Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss.....	37

Chapitre VI : Les techniques d'irrigation.

Figure VI.1: irrigation par aspersion.....	83
Figure VI.2 : Irrigation par goutte à goutte	84

LISTE DES PLANCHES

Désignation	Numéro
Plan de situation du périmètre SIRATWILAYA DE MOSTAGANEM	Plan 1
Plan du réseau d'adduction du périmètre SIRAT, WILAYA DE MOSTAGANEM.	Plan 2
Plan d'occupation du sol, WILAYA DEMOSTAGANEM	Plans 3
Profil en long de la conduite principale dupérimètre de SIRAT, WILAYA MOSTAGANEM.	Plan 4

LES ANNEXES

Annexe 01 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution

Introduction générale

Les ressources en eau représentent un élément fondamental dans le développement économique d'un pays.

Dans le cadre des efforts de l'état pour le développement du secteur de l'agriculture et de la bonne exploitation des terres agricoles et dans le contexte du développement économique, avait bénéficié d'une importance majeure.

En effet dans ce projet nous allons étudier les conditions naturelles de la région, la source d'eau et sa qualité, nous allons calculer les besoins en eau des cultures.

Le projet d'irrigation du périmètre se base sur les facteurs et paramètres qui conditionnent la mise en valeur du projet d'irrigation tels que: les aptitudes culturales des sols, les conditions naturelles de la région, ainsi que les besoin en eau des culture, sans oublier l'étude économique de ce projet.

Chapitre I :

Présentation de la

zone d'étude

Introduction :

Avant tout projet, une analyse des différentes conditions géographique, démographique, géologique, et climatologique de la zone d'étude relève d'une grande importance puisque cela est directement lié aux choix à entreprendre par la suite. C'est l'objectif de ce premier chapitre.

I. 1. Présentation de la wilaya de Mostaganem :

Dans ce chapitre, nous présentons les paramètres climatiques ainsi que les différentes Caractéristiques physiques qui sont favorables à la mise en valeur en irrigation. La zone d'étude concerne le périmètre de SIRAT, qui est situé dans la wilaya Mostaganem.

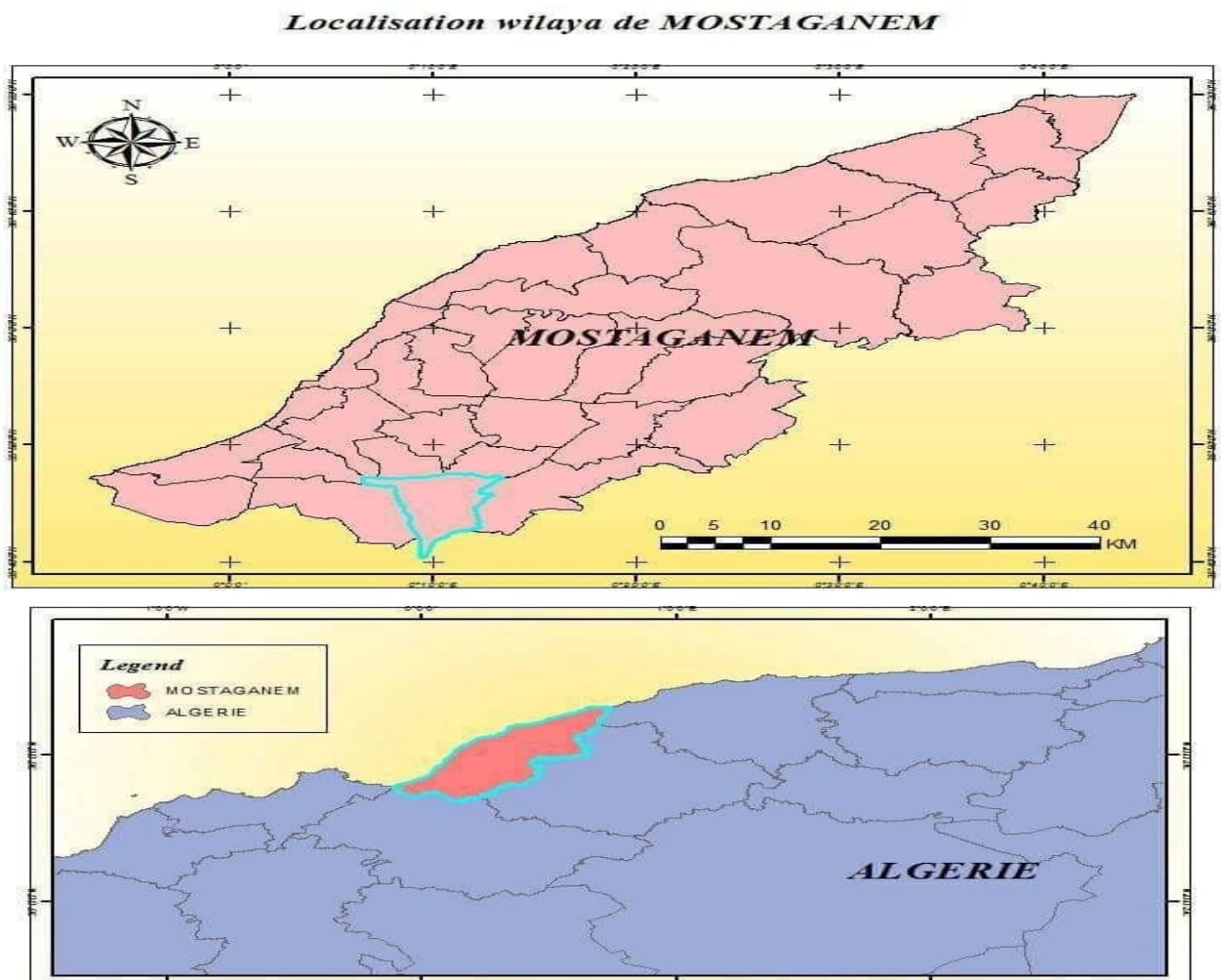


Figure I.1 : Carte de la wilaya de Mostaganem et découpage communal

I.2. Présentation de la zone d'étude :

Périmètre de Sirat : SIRAT est une commune de la wilaya de Mostaganem ; elle est située au sud-est de Mostaganem dont les coordonnées sont : 35° 45' 05'' Nord et 0° 15' 12'' Sud

Le périmètre de SIRAT relève du territoire de la daïra de Boughirat wilaya de Mostaganem. Il couvre une superficie totale de 760 ha, géographiquement il se localise dans la partie septentrionale de la wilaya de Mostaganem. Le périmètre présente les limites suivantes :

- Au nord : La commune de TOUAHRIA
- A l'Est : La commune de CHNAIFIA
- A l'Ouest : Douar EL ZOURG ;
- Au sud : Douar EL KOURBIA.

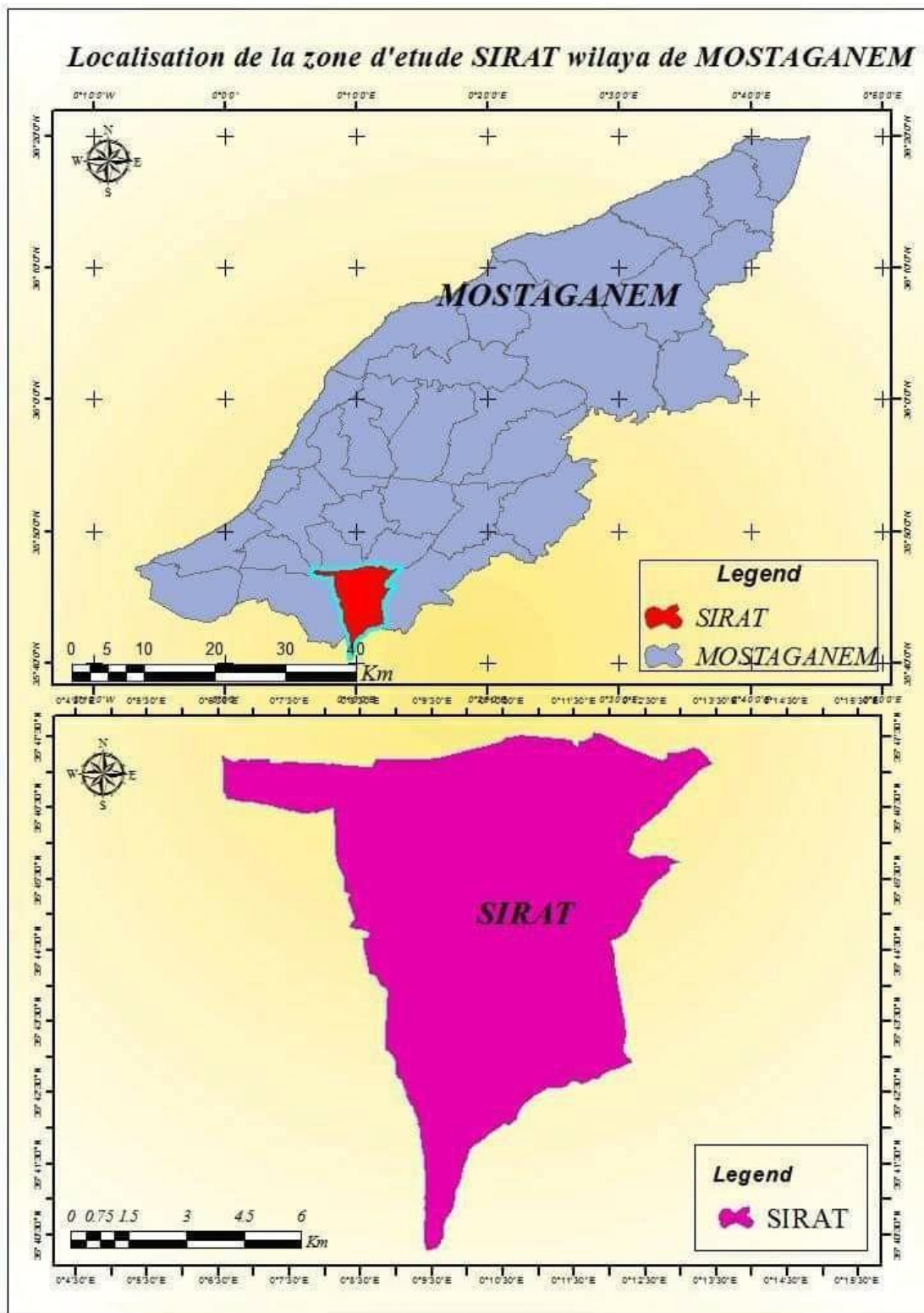


Figure I.2 : Carte de situation géographique de SIRAT

I.3. Etude Climatique :

I.3.1. les précipitations :

L'irrigation est directement liée à la pluviométrie car en cas de manque ou de perturbation de cette dernière qu'intervient l'apport artificiel d'eau pour assurer ce déficit éviter de mettre la plante dans un stress hydrique.

Tableau I.1: les précipitations moyennes mensuelles et annuelles en mm

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Août.	Année
Pluie moyenne (mm)	23.59	34,35	73.65	61.30	56.58	46.14	36.37	36.40	25.64	3.51	1.83	5.46	404.82

Source : ONM Mostaganem (1990/2014)

La moyenne arithmétique du périmètre est de 404,82 mm, des quantités appréciables sont notées en automne avec 131 mm et en été elles sont relativement faibles, apportées sous forme d'orages qui provoquent des dégâts importants sur les cultures. Les précipitations les plus importantes pour l'agriculture sont celles enregistrées durant les périodes d'automne au printemps.

I.3.2. Températures de l'air

Etant un facteur limitant important, la connaissance des températures et de leurs amplitudes est indispensable au choix des facteurs d'irrigation et des cultures à mettre en place. Le **Tableau 2** indique les valeurs moyennes mensuelles des températures, les moyennes maximales et minimales.

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I.2 : Les variations moyennes mensuelles et annuelles de la température en °C

MOIS	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Août	Année
Température max(°C)	27,51	24,04	19,12	16,34	15,58	16,22	18,38	20,22	23,15	27,04	30,09	30,87	268.56
Température min(°C)	17,07	13,74	9,53	6,93	5,72	5,99	7,85	9,09	12,63	16,01	18,63	19,43	142.714
Température moy	22,29	18,89	14,33	11,64	10,65	11,11	13,12	14,66	17,89	21,53	24,36	25,15	205.62

Source : ONM Mostaganem (1990-2014)

Les températures minimales sont observées en janvier, avec une moyenne interannuelle variant entre 5,72 et maximale est relevée au mois d'Août avec une température 30.87 °C. En moyenne, la température minimale est de l'ordre de 10,65 °C, alors que les températures maximales sont 25,15 °C.

I.3.3. Humidité de l'air

C'est un élément important du cycle hydrologique qui représente la quantité réelle de vapeur d'eau contenue dans l'air. Elle est directement liée au déficit hygrométrique qui est simplement la différence entre la pression de vapeur à l'intérieur de la feuille et la pression de vapeur de l'air. Ce déficit détermine la perte d'eau d'une plante donc la demande en eau d'irrigation

Tableau I.3 : Moyennes mensuelles et annuelles de l'Humidités relative en (%)

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Août	Année
Humidité relative (%)	67,93	70,12	73,65	74,43	74,46	72,84	71,15	67,70	66,20	63,82	62,32	63,7	69,03

Source : ONM Mostaganem (1990-2014)

D'après le tableau on remarque que l'humidité relative annuelle moyenne est de 69.03

I.3.4. Le vent

Le vent est qu'un mouvement de l'air qui constitue notre atmosphère produit par le réchauffement de l'atmosphère de façon non uniforme par le soleil alors l'air chauffé se dilate et se met en mouvement. Le vent constitue la première cause de mauvaise répartition d'eau d'irrigation au sol et des ravages sur les cultures. Le tableau ci-dessous montre les variations de la vitesse du vent.

Tableau I.4 : Valeurs moyennes de la vitesse du vent

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan.	Fev.	Mar	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Aou.	Année
Vitesse du vent (m/s)	1,68	1,62	1,75	1,88	1,89	2,06	2,01	2,39	2,24	2,09	1,77	1,67	1,68

Source : ONM Mostaganem (1990-2014)

- La vitesse moyenne mensuelle du vent observée oscille entre 1,62m/s en Octobre et 2,39m/s en Avril.
- Les dominants sont principalement ceux de direction Nord-ouest. Les vents secs et chauds (sirocco) affect et aussi la wilaya de Mostaganem.

I.3.5. L'insolation

L'insolation est parmi les facteurs qui conditionnent l'activité de la photosynthèse et elle varie selon le site.

Tableau I.5 : Valeurs moyennes des durées d'insolation journalières en Heure/jour

MOIS	Sep	Oct	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUIL	AOU
Heure/jour	8.34	6.89	5.64	5.32	5.56	6.41	7.42	8.28	8.71	9.79	9.44	9.81

Source : ONM Mostaganem (1990-2014)

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

D'après ce tableau, on voit que la durée d'insolation varie en fonction des mois de saison, elle augmente en juin avec 9,79 heures, et diminue en hiver durant le mois de décembre avec 5,32 heures par jour

I.3.6. Les phénomènes climatique accidentelles :

I.3.6.1. La neige :

La neige influe d'une manière directe sur le développement des végétaux, le nombre de jours de

Neige est donné dans le tableau suivant :

Tableau I.6 : Nombre de jours de neige par mois

Mois	sep	oct	Nov	dec	jan	fev	Mars	avr	mai	jun	Jui	aou
Nombre de jours	0	0	0	0.3	0.9	0.6	0	0	0	0	0	0

Chute de neige est observée depuis le mois de Décembre à Février, le nombre de jours de neige maximum est au mois de Janvier. Le nombre moyen de jours de neige est de 0.6.

I.3.6.2. La grêle :

Le nombre de jours où il y a de la grêle est donné dans le tableau N°07

Tableau I.7 : Nombre de jours de grêle par mois

MOIS	Sep	oct	Nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	jun	juil	aout
Nbres de jours	0	0	0	0	0	0.1	0.5	0.2	0.2	0	0	0

Dans la zone étudiée le plus souvent il y a de la grêle au mois de mars.

I.3.6.3. Le sirocco :

Le sirocco appelé aussi Chili ou Chihili est un vent chaud et sec qui souffle du Sahara vers le littoral. Il est très néfaste pour les végétaux car il peut provoquer le flétrissement de la plante ainsi que les chutes de rendement, il augmente l'évapotranspiration des cultures à une fréquence annuelle assez faible, 4 à 5 jours par an, entre mai et septembre avec un maximum en août, donc sa connaissance est primordiale pour le choix des espèces à préconiser dans le périmètre.

Tableau I.8: Nombre de jours moyen mensuel de sirocco

Mois	sep	oct	Nov	dec	jan	Fev	mar	avr	mai	jun	juil	aou
Nombre De jours	2.1	0.8	1.3	0.4	0.3	0.4	1.3	1.9	1.5	2.5	5.2	

Source : ONM Mostaganem (1990-2014)

Le tableau N°8 montre une période bien déterminée de l'année, qui s'étale du mois de Mars à Octobre avec un nombre de jours moyen annuelle de 24 jours.

I.3.7. Indices Agro-météorologiques :

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

I.3.7.1. Classification de climat selon l'indice d'aridité de Martone :

Cet indice permet de préciser le degré de sécheresse de la région et par conséquent de renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation:

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

Avec :

- ✓ I_A : indice climatique ;
- ✓ P : précipitation moyenne annuelle (mm) ;
- ✓ T : Température moyenne annuelle (°C).

Tableau I.9 : Classification du climat selon Martonne

Valeurs de I	Type de climat	Irrigation
I<5	Désertique	Indispensable
5<I<10	Très sec	Indispensable
10<I<20	Sec	Souvent Indispensable
20<I<30	Relativement humide	Parfois utile
I>30	Humide	Inutile

Dans notre cas, on trouve :

$$I = 405 / (10 + 17) \rightarrow I = 15$$

On constate que l'indice d'aridité est compris entre 10 et 20 ce qui se traduit que notre région est soumise à par un climat sec et une irrigation Souvent Indispensable.

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

Le quotient pluviométrique d'Emberger permet de déterminer l'étage bioclimatique et la valeur du coefficient pluviométrique en utilisant la formule et le diagramme bioclimatique d'Emberger. Ils'exprime par la formule suivante :

$$Q = \frac{1000.p}{\frac{M+m}{2}(M-m)} \dots\dots\dots(I.2)$$

Avec :

- ✓ **Q** : coefficient pluviométrique **d'Emberger**
- ✓ **P** : précipitation moyenne annuelle en (405 mm)
- ✓ **M** : moyenne des maximas du mois le plus chaud (31°C)
- ✓ **m** : moyenne des minimas du mois le plus froid (6°C)Pour:

Le calcul du quotient pluviométrique donne les valeurs suivantes :

Tableau I.10 : Quotient pluviométrique

Précipitations (mm)	m (k°)	M (k°)	Q (m /°K)	Etage bioclimatique
404.82	279	304	55.26	semi-aride à hiver tempéré

D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER, (**Figure I.11**), la valeur de

Q = 55.26 mm /°K pour une température du mois le plus froid, **T = 8.5 °C**, nous donne un étage bioclimatique «semi-aride à hiver tempéré».

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique 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 **semi-aride** Sous étage : à hiver tempéré.

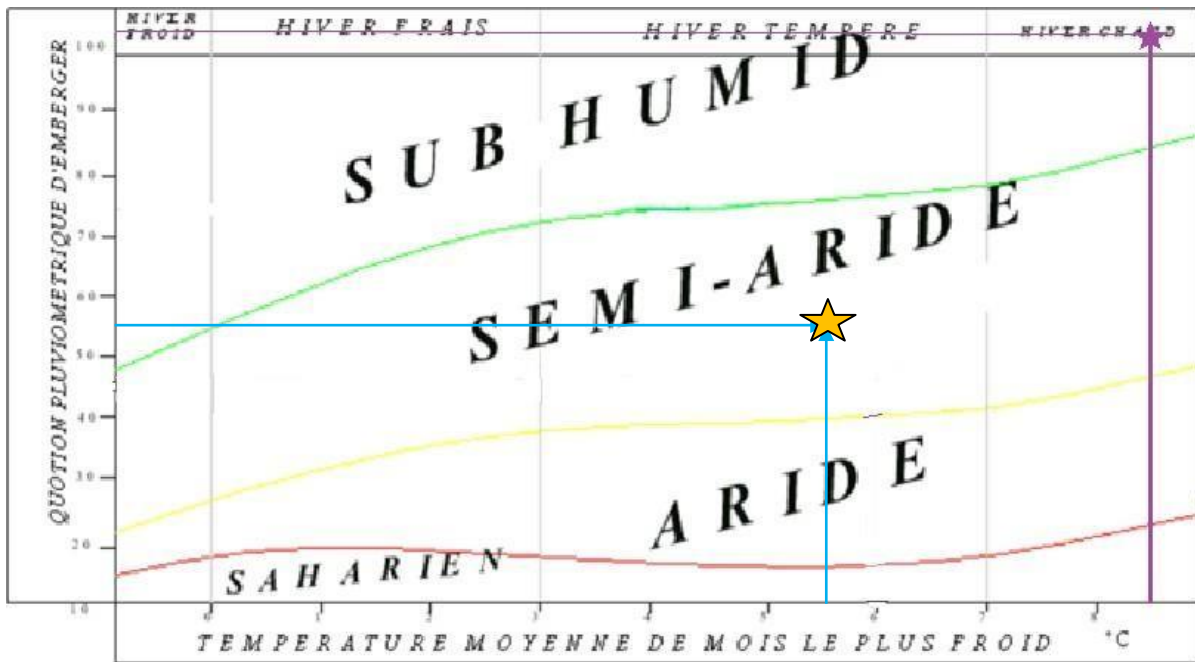


Figure I.11 : Diagramme bioclimatique d'Emberger

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

Pour connaître la succession de périodes sèches et humides durant l'année, on trace le Climogramme de Gaussen à l'aide des données climatiques. Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonnée les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies dont l'échelle est égal à la moitié de celle des précipitations. Lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, il y'a sécheresse, dans le Cas contraire on dit que la période est humide. La détermination de cette période est d'une grande importance puisqu'elle permet d'identifier les périodes où l'irrigation est indispensable.

Tableau I.11 : Moyennes mensuelles de précipitations et de températures

MOIS	jan	fév.	mar	Avr	mai	juin	Jill	août	Sep	oct.	nov.	déc.	Total annuel
Pluie (mm)	56.58	46.14	36.37	36.4	25.64	3.51	1.83	5.46	23.59	34.35	73.65	61.3	404.82
T_{moy}(C°)	10.65	11.11	13.12	14.66	17.89	21.53	24.36	25.15	22.29	18.89	14.33	11.64	22,29

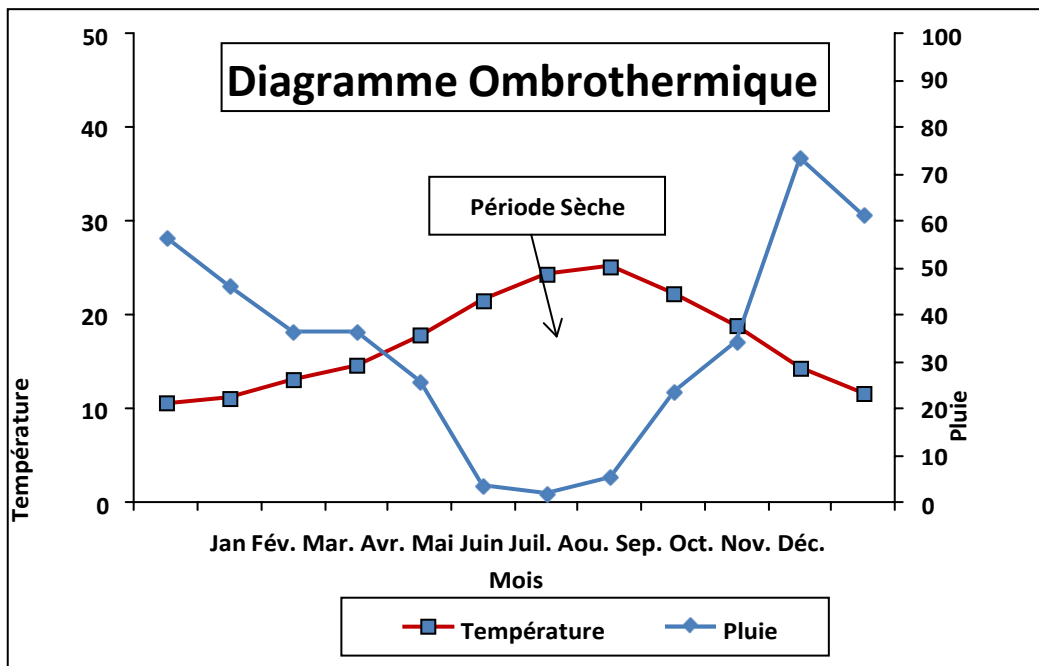


Figure I.2: Diagramme ombrothermique de la wilaya de Mostaganem

Discussion du diagramme

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

I.4. Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons dégagé les principales caractéristiques climatiques de notre région d'étude. Le périmètre d'irrigation de la ville de SIRAT présente une pluviométrie annuelle de 404mm. Les paramètres climatiques et agro-météorologiques indiquent que la zone d'étude est relativement semi-aride. L'introduction de l'irrigation est donc indispensable pour un développement des cultures et une intensification de l'agriculture dans cette zone.

Chapitre II :

Ressources en sol

II.1. Introduction :

Le sol désigne l'ensemble hétérogène des matériaux issus de l'évolution d'un substrat minéral sous l'action combinée de facteurs climatiques (température, précipitation) et de l'activité biologique (racines de végétaux, animaux fouisseurs, accumulation de matière organique en décomposition, micro-organismes). Le sol joue le rôle d'un réservoir d'alimentation en eau des plantes, il est donc essentiel de bien connaître ses caractéristiques et son mode de fonctionnement qui sont utiles dans le dimensionnement du périmètre d'irrigation. Les principales contraintes et critères pris en considération pour la classification des sols sont : la texture, le critère d'hydromorphie, la présence et la profondeur de la nappe, la porosité, la salinité et le calcaire actif.

II.2. Etude pédologique :

L'étude pédologique est une étape essentielle pour l'agriculture car le sol est la base essentielle de toute production agricole et l'étude pédologique pour but de définir les sols destinés à l'irrigation et de localiser les zones après la mise en valeurs en irrigation.

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, SAR et CE) qui influent sur les possibilités culturales de la zone à irriguer .La bonne connaissance des sols permet le bon choix des cultures.

II.3. Classification des sols du périmètre SIRAT :

Le périmètre se compose de glacis à pente douce et de plaine avec pistes aménagées qui permettent l'accès facile aux parcelles. La prospection pédologique et l'analyse des paramètres physico chimiques, ont permis de reconnaître une seule classe appartenant aux sols calcimagnésiques.,

On a distingué au niveau de cette classe deux types de sols :

II.3.1. Les sols calcimagnésiques:

C'est la classe la plus importante du point de vue superficie et qualité. Elle se subdivise en deux sous classes :

- I) Les Rendzines
- II) les sols bruns calcaires.

Ils se caractérisent par une texture fine à très fine et une hétérogénéité des horizons de profondeur. Du point de vue aptitude culturale, lorsqu'ils sont associés à des sols plus défavorables (rigosols) (sont à exclure de la mise en valeur), ils sont considérés comme inaptes à l'irrigation en raison de la faible profondeur du sol. Lorsqu'ils forment des unités homogènes, ils seront réservés aux cultures maraîchères, céréalières et cultures industrielles. L'arboriculture est à éviter. La protection contre les vents marins et le labour profond sont indispensables

II.3.1.1. Les Rendzines

Ces sols calcimagnésiques peu évolués à profil de type A/C, avec un horizon A bien structuré et assez pourvu en matière organique, ont été observés en plaine et sur glacis à faciès riche en calcaire.

II.3.1.1.1. Description d'un profil type:

Profil n°1 : Données générales :

Tableau II.1 : caractéristique du profil N°1

Géomorphologie	plaine
Pente	0-4%
Occupation actuelle	Culture maraichères
Coordonnées	X=245500.33 Y=396250.76 Z=70m
Aspect de surface	/
Classification	
Classe	Sols calcimagnésiques
S/Classe	Sols carbonatés
Groupe	Rendzine
S/groupe	Rendzine modale

Source : BNDER

II.3.1.1.2. Description morphologique du profil n°1:

0 — 40 cm : sec, couleur 10YR5/4, texture limono argileuse, structure polyédrique fine, pas de charge, nombreuses racines fines, bonne activité biologique, matière organique directement décelable, poreux, friable, forte effervescence à Hcl, transition nette.

II.3.1.1.3. Résultats analytiques:

Tableau II.2 : caractéristique physico-chimique du sol 1

Numéro du profil		01
Code laboratoire numéro		1
Horizons		H1
Profondeur en cm		0-40
Granulométrie (en %)	Argile	34,20
	Limon Fin	21,30
	Limon Grossière	20,10
	Sable Fin	17,40
	Sable Grossière	14,20
Caco3 Total	(en %)	32,45
Caco3 Actif	(en %)	13,10
CEC (en méq /100 g)		20,63
PH(au 1/5)		9,45
C.Emmhos/cm. (1 /5)		0,01
C %		1,32
MO %		3,10
Gypse %		/

Source : BNDER

II.3.1.1.4. Interprétation et valeur agronomique:

Ces sols peu profonds, présentent une texture légèrement dominée par la fraction limon argileuse avec une bonne structure et une porosité adéquate des agrégats. Chimiquement, ces sols offrent des propriétés moyennement favorables qui s'articulent autour de :

- ✓ Des teneurs en calcaire actif inférieures à 20% tolérables par une grande gamme de cultures ;
- ✓ Un Ph légèrement alcalin moyennement favorable à la nutrition des plantes ;

- ✓ Une fertilité chimique appréciable exprimée par une capacité d'échange cationique supérieure à 20 méq /100 g de sol et un taux de matière organique variant entre 1 et 3% dans tous les profils analysés.

De ces propriétés, il ressort que ces sols présentent une convenance moyenne pour la céréaliculture et les cultures fourragères, mais une bonne aptitude pour les cultures maraichères et l'arboriculture rustique, notamment les espèces tolérant les fortes teneurs en calcaire telles que le figuier, l'olivier, l'amandier et le grenadier.

II.3.2. Les sols bruns calciques :

Reposant à faible ou moyenne profondeur sur des roches en cours d'altération seront réservés aux cultures maraichères, céréalières et fourragères.

Les travaux d'aménagement se limitent à la protection contre les vents marins et au labour profond.

II.3.2.1. Description d'un profil type Profil n°2 :

Données générales :

Tableau II.3 : caractéristique du profil N°2

Géomorphologie	Replat
Pente	0-3%
Occupation actuelle	Grandes cultures
Aspect de surface	/
Coordonnées	X=245038.68 Y=3961975.45 Z=40.5m
Classification	
Classe	Sols calcimagnésiques
S/Classe	Sols carbonatés
Groupe	Sols bruns calcaire
S/groupe	Vertique e

Source : BNDER

II.3.2.2. Description morphologique du profil :

0 — 40 cm : sec, couleur 10YR5/4, texture limono-argileuse, structure polyédrique fine, présence des fentes de retrait de 1 à 2 cm de large, pas de charge, nombreuses racines fines, bonne activité biologique, matière organique directement décelable, poreux, friable, effervescence moyenne à Hcl, transition nette.

40 — 80 cm : sec, couleur 10YR4/3, texture limono argileuse, structure polyédrique moyenne, pas de charge, quelques racines fines, activité biologique très faible, matière organique non directement décelable, porosité moyenne, peu compact, forte effervescence à Hcl avec calcaire an amas friable, transition nette.

II.3.2.3. Résultats analytique:

Tableau II.4 : caractéristique physico-chimique du sol

Numéro du profil		02	
Code laboratoire numéro		2	3
Horizons		H1	H2
Profondeur (cm)		0-40	40-80
Granulométrie (en %)	A	31,50	36,10
	LF	18,40	21,60
	LG	15,90	16,30
	SF	21,80	17,60
	SG	12,40	8,40
Caco3 Total (en %)		23,63	28,63
Caco3 Actif (en %)		10,69	13,30
CEC (en méq /100 g)		16,57	19,31
PH (au 1/5)		8,20	8,13
C.Emmhos/cm. (1/5)		0,39	0,45
C %		1,20	0,75
MO %		2,06	1,29
Gypse %		/	/

Source : BNDER

II.3.2.4. Interprétation et valeur agronomique :

Ces sols moyennement profonds présentent des caractéristiques physico chimiques favorables à leur utilisation, et qui s'articulent autour :

- ✓ Un aspect de surface sans aucune contrainte pour les travaux du sol ;
- ✓ Une profondeur de 80 cm permettant l'introduction d'une large gamme de cultures.
- ✓ Absence de niveau limitant (croûte et encroûtement).
- ✓ Une texture limono argileuse avec une bonne structure des agrégats favorables à tout type d'utilisation.
- ✓ Absence du risque de salinité exprimé par une conductivité électrique faible.
- ✓ Des teneurs en calcaire actives inférieures à 15% tolérables par une large gamme de cultures.
- ✓ Une bonne fertilité chimique exprimée par une capacité d'échange cationique variant entre 17 et 21 méq/100 g de sol, et des taux de matière organique bien incorporés en profondeur.

De ces caractéristiques, il ressort que cette unité morpho pédologique sans contraintes majeures, peut convenir à tout type d'utilisation notamment aux céréales (blé et orge), aux cultures fourragères, aux cultures maraichères (tomate, piment, poivron, courgette, navet, pomme de terre, oignons, artichaut, etc.) et à l'arboriculture fruitière.

II.4. Aptitudes culturales :

Les aptitudes culturales des différentes unités pédologiques définies ont été établies en tenant compte des paramètres édaphiques suivants :

- La profondeur du sol
- La texture du sol (selon la profondeur des racines de la culture)
- La structure des horizons en fonction de l'enracinement de la culture.
- Présence d'éléments grossiers dans le profil
- L'hydrologie
- La salinité du sol
- Le calcaire
- La réaction du sol (PH)

Tableau II .5 : Aptitudes culturale :

Type de sol	Type de contrainte	Aptitude	
		Bonne	Moyenne
Rendzine modale	Profondeur	olivier, figuier, amandier, vigne, grenadier	Orge, luzerne, vesce, Tomate, pomme de terre, navet, choux —fleur, laitue, aubergine,
			pastèque, melon, piment-poivron, primeurs
Sols bruns Calcaires	Aucune contrainte	Orge, blé tendre, blé dur, vesce, luzerne, Tomate,	
Modaux		pomme de terre, navet,	/
		choux—fleur,laitue, aubergine,pastèque,	
		melon, piment-poivron,	
		Primeurs	

En tenant compte des contraintes et potentialités intrinsèques des sols du périmètre étudié, le choix des cultures a été élaboré sans tenir compte des considérations économiques qui pourraient orienter ce choix.

Les cultures céréalières, fourragères et maraîchères peuvent donner de bons rendements sur les sols bruns calcaires modaux et des rendements moyens sur les rendzines dont la profondeur ne permet pas des labours profonds. Les espèces non exigeantes en profondeur et très tolérantes au calcaire actif telles que l'olivier, l'amandier, le figuier, le grenadier et la vigne, conviennent parfaitement sur les rendzines modales.

II.5. Qualité des sols :

II.5.1. conductivités électriques :

Pour les profils analysés, les conductivités électriques moyennes, maximales et minimales sont rappelées ci-dessous :

Tableau II.6 : La conductivité du sol

Zone	Classification nECe moyenne	Nombre de profil	conductivité électrique .CE mmhos/cm	
			Maximale (M)	Minimale (m)
Périmètre de boguirat	ECe <1	2	0.45	0.01

Interprété en fonction d'une échelle au terme de conductivité électrique de l'extrait

- 00 - 0,6 mmhos/cm : non salins
- 0,6 - 1,2 mmhos/cm : peu salins
- 1,2 - 2,4 mmhos/cm : Salé
- 2,4 - 6 mmhos/cm : fortement salé
- > 6 mmhos/cm : Extrêmement salé

II.6. Conclusion

Ce chapitre a été traité l'analyse agro-pédologie de la zone d'étude Pour bien choisir le type de la culture à mettre en place nous avons quelques paramètres à respecter à savoir la pédologie du sol (structure, texture et la perméabilité) qui joue un rôle très important, les paramètres physico-chimiques du sol et de l'eau sans oublier le climat qui est un facteur essentiel.

Chapitre III :

Ressources en eau et

hydrologie

III.1. Introduction

Dans les projets d'irrigation d'un grand périmètre, la mobilisation des ressources en eau est importante, car l'aménagement agricole d'un périmètre est tributaire de l'existence de ressources en eau disponibles et suffisantes pour le développement de toutes les spéculations cultivées dans ce périmètre.

Le but principal de ce chapitre est de déterminer les caractéristiques en eau et de la qualité de l'eau d'irrigation, ainsi que les caractéristiques statistiques des pluies de fréquence données qui vont nous permettre de quantifier les besoins en eau qui peuvent alimenter notre zone d'étude.

III.2. Ressource en eau

La ressource en eau prévue initialement proviendra des barrages Cheliff et Kerrada, et aussi des eaux souterraines.

III.2.1. Les ressources superficielles

Une partie est mobilisée par des différents barrages :

✓ **Barrage de Cheliff :**

▪ **Caractéristiques techniques du Barrage Cheliff :**

Hauteur du Barrage : 48 m ;

Longueur en crête : 440 m ;

Superficie du BV : 44000 Km²;

Apport annuels : 1295 hm³/an;

Apport solides : 8 hm³/an;

Capacité totale : 50 hm³;

Capacité utile : 15 à 20 hm³.

✓ **Barrage de KERRADA :**

▪ **Caractéristiques techniques du Barrage Kerrada (Barrage Réservoir) :**

Hauteur du Barrage : 85 m;

Longueur en crête : 800 m;

Capacité totale : 70 hm³;

Capacité utile : 60 hm³;

III.2.2. Les ressources souterraines

Pour la qualité de la ressource souterraine, les paramètres régulièrement mesurés par l'ANRH forment une analyse chimique, incluant en particulier :

- pH,
- DBO5, DCO et Oxygène dissous,
- Dureté,
- Résidu solide,
- Nutriments organiques: N et P,
- Anions: NO₃⁻, Cl⁻, SO₄⁻⁻
- Cations: Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺.

A partir des données recueillies auprès de l'ANRH d'Oran au niveau du Plateau de Mostaganem (qui constitue le principal aquifère de la wilaya) et de mesures antérieures, un bilan relativement exhaustif de la qualité des eaux souterraines a pu être établi dans le cadre de l'Etude (Sogréah/2009/Plateau de Mostaganem).

Les normes considérées sont celles recommandées par l'OMS.

Ce bilan a montré que la qualité de l'eau est bonne pour la majorité des paramètres physicochimiques. Cependant il est noté quelques paramètres ayant des concentrations parfois importantes. La comparaison avec les valeurs recommandées par l'OMS permet de mettre en évidence ces concentrations.

- **PH :**
Le pH mesuré est compris entre 6,8 et 7,4. Ce pH est conforme aux valeurs généralement admises.
- **Température :**
La température varie entre 19 et 22°C.
- **Résidu sec :**
La valeur limite recommandée par l’OMS est de 1000 mg/l. Or, au niveau du plateau, plus de 80% des points mesurés ont des valeurs de résidus secs supérieures à cette valeur.
- **Chlorure :**
La valeur limite des ions chlorures admise dans l’eau potable en Europe est de 250 mg/l. Au niveau des analyses disponibles, on observe que 24% des points d’eau mesurés respecte cette limite. Le reste des valeurs est essentiellement compris entre 250 et 1000 mg/l. La répartition des concentrations est hétérogène.
- **Nitrate :**
La majorité des mesures (76% des points) montre des concentrations en nitrates supérieures à la réglementation de l’OMS (50 mg/l). La plus forte concentration mesurée est de 225 mg/l, le point de mesure est cependant situé dans le golfe d’Arzew donc hors du plateau de Mostaganem.
- **Sulfate :**
Environ 60% des points respectent la valeur de 250 mg/l recommandée par l’OMS. L’origine de ces valeurs élevées semble essentiellement liée à l’agriculture (épandage d’engrais notamment), qui est l’activité principale du Plateau.

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

En conclusion pour la plupart des exploitants la qualité de l'eau souterraine est jugée bonne, à l'exception toutefois dans les moyennes et grandes exploitations où il est fait souvent état de salinité élevée que dans les plus petites.

III.3. Compositions chimiques de l'eau d'irrigation

Les caractéristiques chimiques de l'eau sont indispensables pour le choix des cultures et l'estimation de la dose d'irrigation, pour cela en fait des analyses sur la composition chimique de l'eau des barrages, nous à donner les résultats suivants :

Tableau III.1 : Compositions chimiques de l'eau du barrage CHELIFF

Elément	mg/l	méq/l
Ca ⁺⁺	143	7,15
Mg ⁺⁺	98	8.16
Na ⁺	391	17
Cl ⁻	539	15.18
SO ₄	644	13.41
NH ₄	2.4 mg/l	
PO ₄	0.1 mg/l	
NO ₃	09 mg/l	
DBO ₅	9.7 mg/l	
DCO	48 mg/l	
MO	8.3 mg/l	
O ₂ dissous	72.7 %	
Résiduel sec à 110°C	2080 mg/l	
Minéralisation	1288mg/l	
Conductivitéà25°C	0.7mmhos/cm	
PH	7	
Turbidité (FTU)	3	

Tableau III.2 : Compositions chimiques de l'eau du barrage KERRADA

Elément	mg/l	méq/l
Ca ⁺⁺	141	7,05
Mg ⁺⁺	90	7.5
Na ⁺	306	13.3
Cl ⁻	416	13.2
SO ₄	560	11.66
NH ₄	0.33 mg/l	
PO ₄	0.06 mg/l	
NO ₃	07 mg/l	
DBO ₅	7.1 mg/l	
DCO	38 mg/l	
MO	7.6 mg/l	
O ₂ dissous	68.6 %	
Résiduel sec à 110°C	1660 mg/l	
Minéralisation	1288mg/l	
Conductivité à 25°C	0.7mmhos/cm	
PH	7	
Turbidité (FTU)	2	

III.3.1. La salinité

La salinité constitue l'aspect le plus important qui pose un problème dès l'instant où l'accumulation des sels dans la zone racinaire atteint une concentration qui provoque une baisse de rendement pouvant aller jusqu'au dépérissement de la culture.

L'eau des deux barrages Kerrada et Chélif prévue pour l'irrigation du périmètre ont une conductivité électrique CE = 0.54 mmhos/cm, et CE = 0.7 mmhos/cm donc le risque de salinité est moyen. Ce qui présente un risque moyen, et convient pour les plantes moyennement tolérantes.

III.3.2. Le coefficient d'adsorption du sodium SAR (Sodium Absorption Ration) :

Si l'eau est riche en sodium celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exerce alors une action de défoliant, pour apprécier le risque alcalin, on compare la concentration en ion Na⁺,

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

celle en ion Ca^{++} et Mg^{++} , il est défini comme suit :

Avec: Na^+ , Ca^{++} et Mg^{++} meq/l

$$SAR(\text{chelif}) = \frac{\text{Na}^+}{\frac{\sqrt{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}}{2}} = 6.14$$

$$SAR(\text{kerrada}) = \frac{\text{Na}^+}{\frac{\sqrt{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}}{2}} = 4.9$$

On prend la valeur la plus défavorable c.-à-d. le SAR le plus élevé S.A.R = 6.14. Donc on obtient un Risque faible.

Si on se réfère au diagramme de classification des eaux d'irrigation, on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un degré d'alcalinité faible (C2, S1), ce qui stipule que notre eau pourra être utilisée dans les projets d'irrigation.

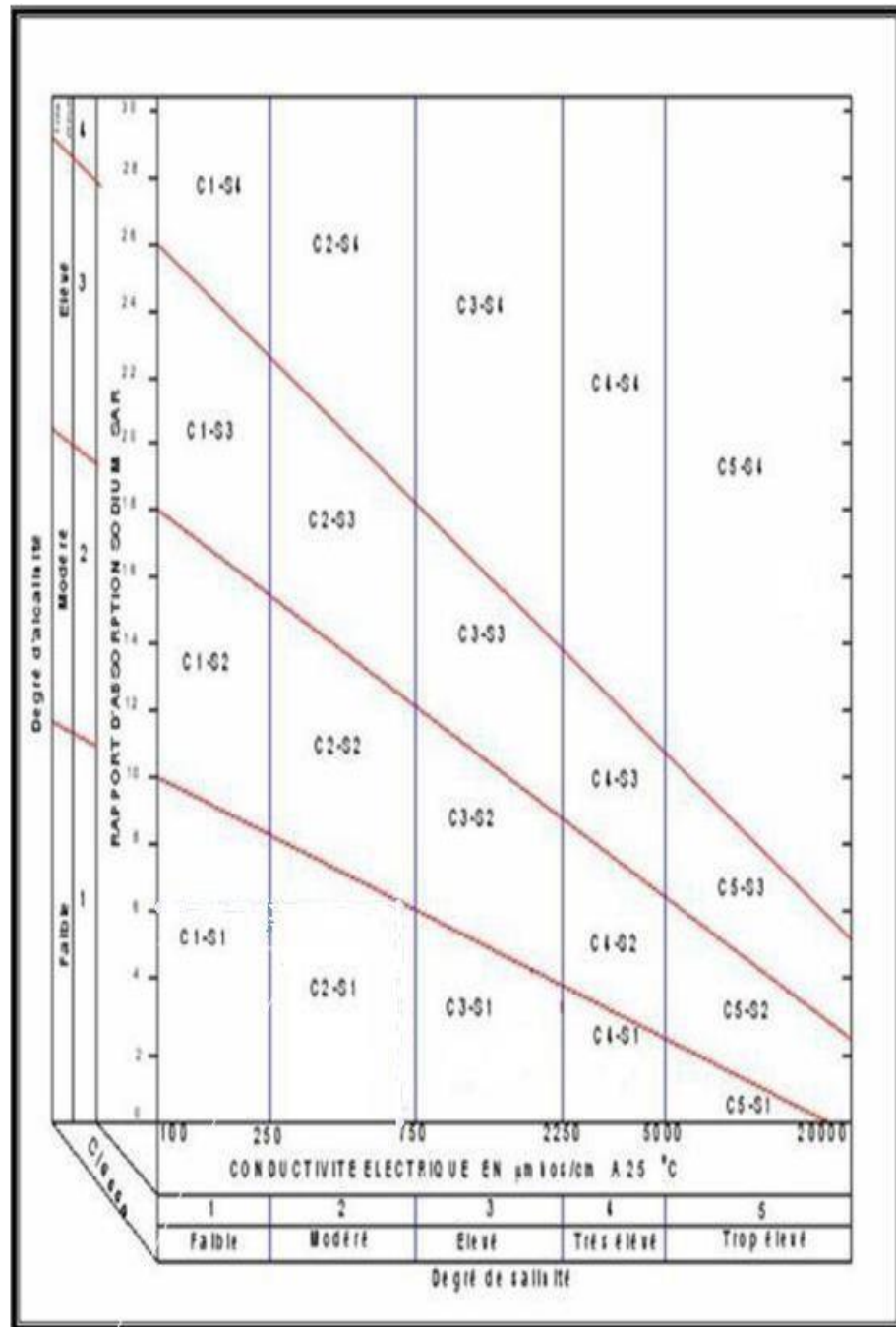


Figure III.1: Diagramme de classification des eaux d'irrigation du barrage du Cheliff

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

III.4. Etude hydrologique

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

Ce volet a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences donné, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, l'étude porte sur : la détermination de l'année de calcul, l'homogénéisation des séries pluviométriques, et l'étude fréquentielle des séries pluviométriques par des lois statistiques.

III.4.1. Etude des pluies annuelles

Pour l'étude des pluies, nous avons exploré un échantillon de données pluviométriques de la station de Mostaganem ; les données d'observation ont été collectées sur une période de 24 ans.

III.4.2. Présentation de la station météorologique

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

Tableau III.3 : Présentation de la station météorologique de BOUGHIRAT

Station	Code	Latitude	Longitude	Altitude
Boughirat	111609	35°46'	00°15'	85 m

La répartition des pluies de la station est comme suit :

Tableau III.4 : Précipitation mensuelle de la station Mostaganem

année	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aou.	Annuel
1990	7,5	24,6	29,6	29,9	108,5	0	28,9	58,8	11,8	0	5,9	0	305,5
1991	9	35,9	80,6	11,5	28,3	60,7	133,5	6,8	26,8	2	1,2	0,4	396,7
1992	1,5	9,1	34,7	23,8	42,4	0	54	8,8	36,2	31,8	7,2	0,3	249,8
1993	5,8	55,9	55,7	9,7	0	68,1	23	26,1	25,3	4,7	0	3,3	277,6
1994	20,5	23,7	34,8	3	40,2	47,9	1,4	36,5	8,4	0	0	0	216,4
1995	24,7	15,3	86,1	61,1	47,2	37	56,8	14,8	0,6	3,1	5,7	1,4	353,8
1996	35,3	30,2	3,4	48,5	134,7	105	39,9	59,5	24,8	0	5,6	0,8	487,7

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

1997	23,4	37,9	66,9	56,1	79,4	4,2	0	111	16,8	1,6	2	11,4	410,7
1998	6,2	10,9	26,1	69,2	49	32,5	12,7	33	49,2	0	2,4	9,2	300,4
1999	23	24,5	74,2	62,1	89,1	81,2	51,5	4,5	3	1,2	0,7	13,2	428,2
2000	143	60	118	27	5	0	14	21	32	0,5	0	0,5	421
2001	7	17	178	45	43	140	3	68	21	1	0	0,1	523,1
2002	1	41	71	9	7	0	70	60	42	2	1	11	315
2003	0	36	75	78	72	47	7	63	14	1	0	0	393
2004	5	65	95	147	27	43	12	13	61	14	0	1	483
2005	21	45	108	44	11	67	26	6	0,5	1	0	1	330,5
2006	37	1	6	216	118	82	10	24	111	4	0	0	609
2007	42	73	69	59	41	65	83	0	0	0,1	2	42	476,1
2008	36	45	169	129	28	7	17	6	21	9	7	0	474
2009	28	4	22	35	64	15	36	45	20	1	0	1	271
2010	6	72	65	16	48	70	49	52	12	4	2	23	419
2011	5	41	79	45	72	26	29	87	49	0	0	0	433
2012	14	59	151	81	74	26	64	3	0	0	0	14	486
2013	25	6	75	145	69	62	46	94	48	0	3	2	575
2014	62,8	25,7	68,2	81,6	116,8	66,8	41,6	8,1	6,6	5,8	0	1	485
Moyenne	23,59	34,35	73,65	61,30	56,58	46,14	36,37	36,40	25,64	3,51	1,83	5,46	404,82
Max	143	73	178	216	134,7	140	133,5	111	111	31,8	7,2	42	
Min	0	1	3,4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	

III.4.3. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique

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

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

- ✓ On divise la série complète en deux sous séries : x et y tel que: N_1 et N_2
- ✓ Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_2 > N_1$

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

- ✓ On constitue par la suite, la série x unions y a près a voir classé la série de pluie d'origine par ordre décroissant. 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 : $W_{min} < W_y < W_{max}$

Wy: Somme des rangs des sous séries

$$W_{min} = \left[\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1) * N_1 - 1}{2} \right) - 11.9966 \left(\frac{N_1 * N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{0.5} \right]$$

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

N1=10 et N2=14

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

Tableau III.5 : Test d'homogénéité de Wilcoxon

Rang	La Série P (mm)	Séries X (mm)	séries-Y (mm)	Décroissant (mm)	Y union X
1	305,5	483	305,5	609	X
2	396,7	330.5	396,7	575	X
3	249,8	609	249,8	523.1	Y
4	277,6	476.1	277,6	487.7	Y
5	216,4	474	216,4	486	X
6	353,8	271	353,8	483	X
7	487,7	419	487,7	476.1	X
8	410,7	433	410,7	474	X
9	300,4	486	300,4	433	X
10	428,2	575	428,2	428.2	Y
11	421		421	421	Y
12	523,1		523,1	419	X
13	315		315	410.7	X
14	393		393	396.7	Y
15	483			393	Y
16	330,5			353.8	Y
17	609			330.5	X
18	476,1			315	Y
19	474			305.5	Y
20	271			300.4	Y

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

21	419			277.6	Y
22	433			271	X
23	486			249.8	Y
24	575			216.4	Y

Nous avons : $91.02 < 102 < 158.98$ donc $W_{min} < W_y < W_{max}$

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

III. 5 : Etude de l'échantillon

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

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

III.5.1. Choix du type de loi

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

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

III.5.2. Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

Le procédé de calcul consiste à:
Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.

Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.

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

$$\text{Variable réduite de gauss : } U = \frac{X - \bar{X}}{s}$$

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

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

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

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

$$XP\% = \bar{X} + \sigma * U_{p\%}$$

Avec : XP%: précipitation de probabilité

P%.U_{p%}: variable réduit de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

σ : Écart type

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN. Les résultats obtenus figurent au tableau III-7et au Figure III-5

Tableau III.6 : Ajustement à la loi normale

T	F	P%	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
100.0	0.9900	644	40.2	565 - 723
50.0	0.9800	616	36.8	544 - 688
20.0	0.9500	574	31.9	511 - 636
10.0	0.9000	536	28.0	481 - 591
5.0	0.8000	491	24.1	444 - 538
2.0	0.5000	405	20.6	364 - 445
1.2500	0.2000	318	24.1	271 - 365

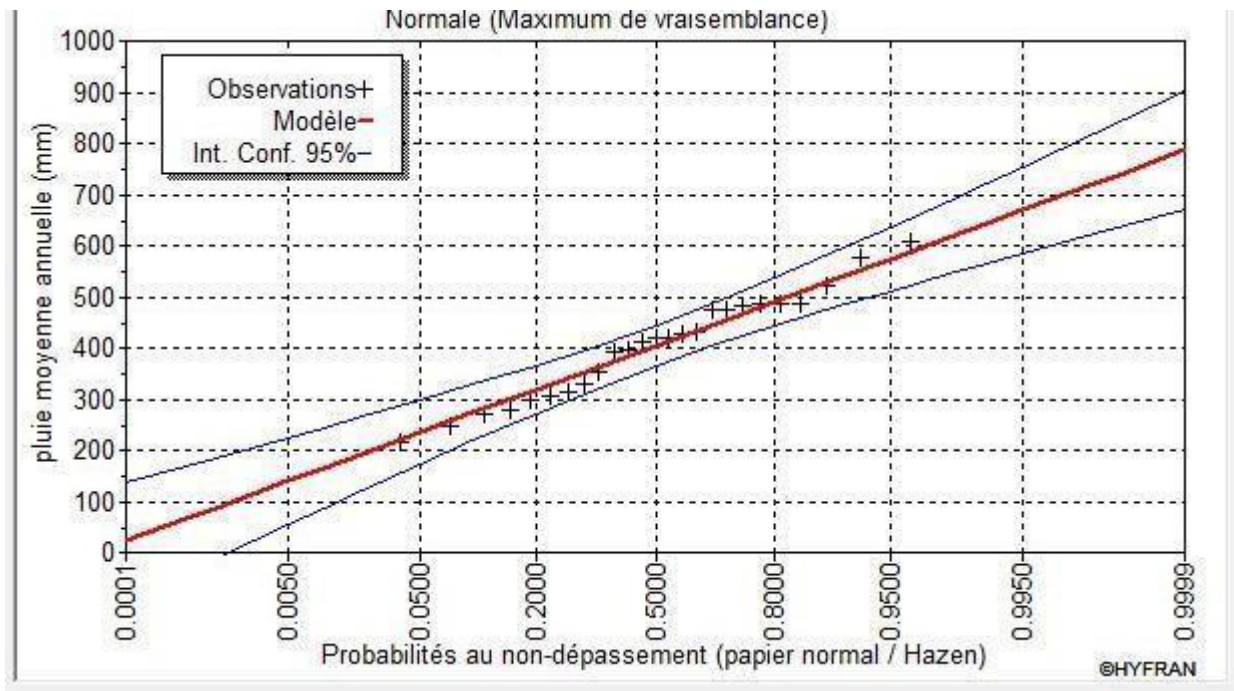


Figure III.2 : Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss

III.5.3. Test de validité de l'ajustement à la loi choisie

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

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

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

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

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

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

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

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

Avec :

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

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

III.5.4. Test de Khi carré pour la loi Normale

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

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

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

La table de χ^2 :

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

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

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

$$\chi^2_{\text{Calculé}} = 4$$

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

$$\chi^2_{\text{Théorique}}$$

$$\chi^2_{\text{Calculé}} = 5 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.5$$

III.6. Détermination de l'année de calcul

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

$$P_{\text{théorique } 80\%} = 312\text{mm.}$$

$$P_{\text{théorique } 50\%} = 391\text{mm.}$$

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

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

Avec : i : mois

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

Tableau III.7 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul

mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
P_{i, moy} (mm)	23,5 9	34,3 5	73,65	61,30	56,58	46,14	36,37	36,40	25,64	3,51	1,83	5,46
P_{sec80%} (mm)	18.8	27.4	58.77	48.91	45.15	36.8	29	29.04	20.46	2.8	1.46	4.36

III.7. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les principales caractéristiques hydrologiques du périmètre d'étude et estimé les pluies mensuelles de l'année de calcul qui seront la base de dimensionnement de notre périmètre d'irrigation.

Chapitre IV :

Besoins en eau

IV.1 Introduction :

L'objectif de ce chapitre est de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des calculs définis auparavant, telle que les doses et les dates d'arrosage qu'il faut appliquer aux cultures cultivées au cours de la période de végétation, afin de compenser le déficit hydrique dans la couche active du sol.

L'eau qui constitue la plante est libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé, le Reste est évaporé par le so

1. L'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration. Ce phénomène conditionne et détermine les besoins en eau des cultures.

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

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

- ✓ Les conditions climatiques de la région étudiée.
- ✓ La qualité et la disponibilité de l'eau d'irrigation.
- ✓ L'aptitude culturale des sols, basée sur l'étude pédologique

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

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

IV.4.Besoins en eau des cultures

IV.4.1.Définition

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

IV.4.2. L'évapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC) :

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Le plus souvent, elle est inférieure à un L'évapotranspiration potentielle, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation. donc, c'est l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions : agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales,

- **La pluie efficace, Peff**, représente la fraction des précipitations qui est effectivement utilisée par la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation profonde. Le choix de la méthode appropriée pour le calcul des précipitations efficaces demande une réflexion sérieuse. Différentes méthodes ont ainsi été développées, chacune prenant en compte le climat de la région où doivent s'effectuer les mesures. tel qu'on a :

$$ETM = K_c \times ET_0 \quad (IV.1)$$

Avec :

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

ET₀ : représente l'évapotranspiration définie par **Penman** comme étant la quantité d'eau transpirée par unité de temps par une végétation courte et verdoyante, recouvrant complètement le sol, de hauteur uniforme et qui ne manque jamais d'eau. Elle se calcule à partir de la formule de Penman-Monteith et des données climatiques de la région.

ET₀ dépend de :

- T_m : températures moyenne, exprimées en °C.
- HR_m : humidités de l'air moyen, exprimées en %.
- V_m : vitesses du vent moyen, exprimées en m/s.
- P : précipitations exprimées en mm.
- N : nombre de jours de précipitation par mois
- Insol. : Durée d'insolation, exprimée en heure.
- E₀ : évapotranspiration de référence calculée par la méthode de Penmann-Montheih, exprimée en mm/jour.

IV.4.3. Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence :

L'évapotranspiration de référence (**ET₀**) était estimée à partir d'un gazon tondu fréquemment à 10 cm et bien alimenté en eau.

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 est toujours préférable d'utiliser des formules empiriques suffisamment variées, et adaptées à différents climats.

Formule Modifiée de Penman_Monteith :

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

$$ETO = \frac{0,408 \Delta (Rn-G) + \gamma \frac{Cste}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \quad (IV.2)$$

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].

Pour l'exécution des calculs, nous avons appliqué le logiciel CROPWAT, où nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique de Sirat :w⊕

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

CHAPITRE IV :BESOINS EN EAU

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_0 calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau IV.1.

Tableau IV.1: Calcul de l'évapotranspiration.

Pays : Algérie				Station : SIRAT			
Altitude : 85m.		latitude : 35°46'N		Longitude : 0°15'E			
Mois	Temps min °C	Temps max °C	Humidité %	Vent km/jour	Insol Heures	Radiation MJ/m ² .jour	ET ₀ - penman mm/moins
Janvier	5.7	15.6	74	163	5.6	9.7	44.95
Février	6.0	16.2	73	177	6.4	12.6	52.64
Mars	7.8	18.4	71	206	7.4	16.7	84.32
Avril	9.1	20.2	68	193	8.3	20.5	104.4
Mai	12.6	23.1	66	180	8.7	22.5	129.58
Juin	16.0	27.0	64	152	9.8	24.6	147.3
Juillet	18.6	30.1	62	144	9.4	23.7	160.89
Août	19.4	30.9	64	145	9.8	23.0	159.03
Septembre	17.1	27.5	69	145	8.3	18.6	117.3
Octobre	13.7	24.0	68	139	6.9	13.9	83.7
Novembre	9.5	19.1	70	151	5.6	10.1	56.1
Décembre	6.9	16.3	74	162	5.3	8.8	43.71
Moy	11.87	22.37	68.58	163.09	7.62	17.06	98.66

IV.5.Pluies efficaces :

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, percolation en profondeur ...

Il est difficile d'évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits.

Par conséquent, en l'absence de telles données, nous utiliserons la méthode du pourcentage fixé. Dans notre cas on fixe le pourcentage à 80 %.

Tableau IV.2 : Pluies efficaces pour chaque mois

Mois	Sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout
pmoy (mm)	23,59	34,35	73,65	61,30	56,58	46,14	36,37	36,40	25,64	3,51	1,83	5,46
p80%	18.8	27.4	58.77	48.91	45.15	36.8	29	29.04	20.46	2.8	1.46	4.36
Peff	15,04	21,92	47,02	39,13	36,12	29,44	23,2	23,23	16,37	2,24	1,17	3,49

IV.5.1 Calcul des besoins en eau d'irrigation :

$$B = ETM - (P_{eff} + K \cdot RFU_{i.1}) \quad (IV.3)$$

Avec :

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

ETM : évapotranspiration (mm/mois).

K : coefficient qui dépend des conditions climatologiques

Peff : pluie efficace

CHAPITRE IV :BESOINS EN EAU

RFU_{i-1} : 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 :

$$\mathbf{RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D_a \cdot Z} \quad \mathbf{(IV.4)}$$

Y : degré de tarissement. 2/3

Da : densité apparente (1.2).

Z : profondeur d'enracinement mm.

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

Hpf : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend (13%)

Pe_{eff} : pluie efficace.

Tableau IV.3 : Calcul des besoins en eau de pomme de terre (S).

Mois	p80%(mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THE O	Rsi-1	KC	ETM	B (mm)
Septembre	18,8	15,04	117,3	0	0	0	0	0	0
Octobre	27,4	21,92	83,7	0	0	0	0	0	0
Novembre	58,77	47,016	56,1	0,4	44,8	29,87	0,4	22,44	0
Décembre	48,91	39,13	43,71	0,6	67,2	67,2	0,6	26,23	0
Janvier	45,15	36,12	44,95	0,6	67,2	67,2	0,6	26,97	0
Février	36,8	29,44	52,64	0,6	67,2	67,2	0,6	31,58	0
Mars	29	23,2	84,32	0,6	67,2	67,2	0,6	50,59	0
Avril	29,04	23,232	104,4	0	0	0	0	0	0
Mai	20,46	16,37	129,58	0	0	0	0	0	0

CHAPITRE IV :BESOINS EN EAU

Tableau IV.4: Calcul des besoins en eau de la **Pastèque**.

Mois	p80%(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	Rsi-1	KC	ETM	B(mm)
Septembre	18,8	15,04	117,3	1,2	134,4	0	0,85	99,705	84,665
Octobre	27,4	21,92	83,7	0	0	0	0	0	0
Novembre	58,77	47,02	56,1	0	0	0	0	0	0
Décembre	48,91	39,13	43,71	0	0	0	0	0	0
Janvier	45,15	36,12	44,95	0	0	0	0	0	0
Février	36,8	29,44	52,64	0	0	0	0	0	0
Mars	29	23,2	84,32	0	0	0	0	0	0
Avril	29,04	23,23	104,4	0,7	78,4	52,27	0,5	52,2	0
Mai	20,46	16,37	129,58	0,8	89,6	59,73	0,75	97,18	21,08
Juin	2,8	2,24	147,3	0,9	100,8	0	1,05	154,66	152,42
Juillet	1,46	1,17	160,89	1,1	123,2	0	0,9	144,80	143,63
Août	4,36	3,49	159,03	1,2	134,4	0	0,7	111,32	107,83

Tableau IV.5 : Calcul des besoins en eau de carotte.

Mois	p80%(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z(m)	RFU_THEO	Rsi-1	KC	ETM	B(mm)
Septembre	18,8	15,04	117,3	0	0	0	0	0	0
Octobre	27,4	21,92	83,7	0,3	33,6	22,4	0,4	33,48	0
Novembre	58,77	47,02	56,1	0,4	44,8	29,87	0,5	28,05	0
Décembre	48,91	39,13	43,71	0,5	56	56	0,7	30,60	0
Janvier	45,15	36,12	44,95	0,7	78,4	78,4	0,9	40,45	0
Février	36,8	29,44	52,64	0,7	78,4	78,4	0,85	44,74	0
Mars	29	23,2	84,32	0,7	78,4	78,4	0,7	59,02	0
Avril	29,04	23,23	104,4	0	0	0	0	0	0
Mai	20,46	16,37	129,58	0	0	0	0	0	0
Juin	2,8	2,24	147,3	0	0	0	0	0	0
Juillet	1,46	1,17	160,89	0	0	0	0	0	0
Août	4,36	3,49	159,03	0	0	0	0	0	0

CHAPITRE IV :BESOINS EN EAU

Tableau IV.6 : Calcul des besoins en eau de la tomate

Mois	p80%(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z(m)	RFU_THE O	Rsi-1	KC	ETM	B(mm)
Septembre	18,8	15,04	117,3	1,2	134,4	0	0,85	99,70	84,66
Octobre	27,4	21,92	83,7	0	0	0	0	0	0
Novembre	58,77	47,02	56,1	0	0	0	0	0	0
Décembre	48,91	39,13	43,71	0	0	0	0	0	0
Janvier	45,15	36,12	44,95	0	0	0	0	0	0
Février	36,8	29,44	52,64	0	0	0	0	0	0
Mars	29	23,2	84,32	0	0	0	0	0	0
Avril	29,04	23,23	104,4	0	0	0	0	0	0
Mai	20,46	16,37	129,58	0,7	78,4	52,27	0,5	64,79	0

Tableau IV.7 : Calcul des besoins en eau de le petit poi

Mois	p80%(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z(m)	RFU_THEO	Rsi-1	KC	ETM	B(mm)
Septembre	18,8	15,04	117,3	0	0	0	0	0	0
Octobre	27,4	21,92	83,7	0	0	0	0	0	0
Novembre	58,77	47,02	56,1	0	0	0	0	0	0
Décembre	48,91	39,13	43,71	0	0	0	0	0	0
Janvier	45,15	36,12	44,95	0,4	44,8	44,8	0,5	22,47	0
Février	36,8	29,44	52,64	0,7	78,4	78,4	0,8	42,11	0
Mars	29	23,2	84,32	0,7	78,4	78,4	1	84,32	0
Avril	29,04	23,23	104,4	0,7	78,4	52,27	0,95	99,18	0
Mai	20,46	16,37	129,58	0,7	78,4	52,27	0,5	64,79	0
Juin	2,8	2,24	147,3	0	0	0	0	0	0
Juillet	1,46	1,168	160,89	0	0	0	0	0	0
Août	4,36	3,49	159,03	0	0	0	0	0	0

CHAPITRE IV :BESOINS EN EAU

Tableau IV.8 : Calcul des besoins en eau du chou vert

Mois	p80%(mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z(m)	RFU_THE O	R _{si} -1	KC	ETM	B(mm)
Septembre	18,8	15,04	117,3	0,7	78,4	0	0,5	58,65	43,61
Octobre	27,4	21,92	83,7	0,9	100,8	67,2	0,85	71,14	0
Novembre	58,77	47,02	56,1	1,2	134,4	89,6	1,15	64,51	0
Décembre	48,91	39,13	43,71	1,2	134,4	134,4	0,85	37,15	0
Janvier	45,15	36,12	44,95	0	0	0	0	0	0
Février	36,8	29,44	52,64	0	0	0	0	0	0
Mars	29	23,2	84,32	0	0	0	0	0	0
Avril	29,04	23,23	104,4	0	0	0	0	0	0
Mai	20,46	16,37	129,58	0	0	0	0	0	0

Tableau IV.9 : Calcul des besoins en eau de le melon

Mois	p80%(mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z(m)	RFU_THE O	R _{si} -1	KC	ETM	B(mm)
Septembre	18,8	15,04	117,3	1,5	168	0	0,85	99,70	84,66
Octobre	27,4	21,92	83,7	0	0	0	0	0	0
Novembre	58,77	47,02	56,1	0	0	0	0	0	0
Décembre	48,91	39,13	43,71	0	0	0	0	0	0
Janvier	45,15	36,12	44,95	0	0	0	0	0	0
Février	36,8	29,44	52,64	0	0	0	0	0	0
Mars	29	23,2	84,32	0	0	0	0	0	0
Avril	29,04	23,23	104,4	1	112	74,67	0,5	52,2	0
Mai	20,46	16,37	129,58	1,25	140	93,34	0,75	97,18	0

CHAPITRE IV :BESOINS EN EAU

Tableau IV.10 : Calcul des besoins en eau de pommier

Mois	p80%(mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z(m)	RFU_THE O	R _{si-1}	KC	ETM	B(mm)
Septembre	18,8	15,04	117,3	1,5	168	0	0,7	82,11	67,07
Octobre	27,4	21,92	83,7	1,5	168	112	0,7	58,59	0
Novembre	58,77	47,02	56,1	1,5	168	112	0,7	39,27	0
Décembre	48,91	39,13	43,71	1,5	168	168	0,7	30,59	0
Janvier	45,15	36,12	44,95	1,5	168	168	0,7	31,46	0
Février	36,8	29,44	52,64	1,5	168	168	0,7	36,85	0
Mars	29	23,2	84,32	1,5	168	168	0,8	67,46	0
Avril	29,04	23,23	104,4	1,5	168	112	0,85	88,74	0
Mai	20,46	16,37	129,58	1,5	168	112	0,85	110,14	0

Tableau IV.11 : Calcul des besoins en eau de pêcher

Mois	p80%(mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z(m)	RFU_THEO	R _{si-1}	KC	ETM	B(mm)
Septembre	18,8	15,04	117,3	1,5	168	0	0,55	64,51	49,47
Octobre	27,4	21,92	83,7	1,5	168	112	0,55	46,03	0
Novembre	58,77	47,02	56,1	1,5	168	112	0,55	30,85	0
Décembre	48,91	39,13	43,71	1,5	168	168	0,75	32,78	0
Janvier	45,15	36,12	44,95	1,5	168	168	0,75	33,71	0
Février	36,8	29,44	52,64	1,5	168	168	0,75	39,48	0
Mars	29	23,2	84,32	1,5	168	168	0,75	63,24	0
Avril	29,04	23,23	104,4	1,5	168	112	0,55	57,42	0
Mai	20,46	16,37	129,58	1,5	168	112	0,55	71,27	0
Juin	2,8	2,24	147,3	1,5	168	0	0,55	81,01	78,77
Juillet	1,46	1,17	160,89	1,5	168	0	0,55	88,49	87,32
Août	4,36	3,49	159,03	1,5	168	0	0,55	87,47	83,98

CHAPITRE IV :BESOINS EN EAU

Tableau IV.12 : Calcul des besoins en eau de OIGNON SEC

Mois	p80%(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z(m)	RFU_THE O	Rsi-1	KC	ETM	B(mm)
Septembre	18,8	15,04	117,3	0	0	0	0	0	0
Octobre	27,4	21,92	83,7	0	0	0	0	0	0
Novembre	58,77	47,02	56,1	0	0	0	0	0	0
Décembre	48,91	39,13	43,71	0	0	0	0	0	0
Janvier	45,15	36,12	44,95	0	0	0	0	0	0
Février	36,8	29,44	52,64	0	0	0	0	0	0
Mars	29	23,2	84,32	0,4	44,8	44,8	0,5	42,16	0
Avril	29,04	23,23	104,4	0,4	44,8	29,87	0,75	78,3	25,20
Mai	20,46	16,37	129,58	0,4	44,8	29,87	1	129,58	83,34

IV.6. Calcul des besoins en eau des assolements

Tableau IV.13: Récapitulatif des besoins pour l'assolement 1

Mois	Melon	Pastèque	Tomate	Chouvert	Bes/max	Somme
Septembre	84,66	84,66	84,66	43,61	84,66	297.60
Octobre	0	0	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	0	0	0
Décembre	0	0	0	0	0	0
Janvier	0	0	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0

CHAPITRE IV :BESOINS EN EAU

Avril	0	0	0	0	0	0
Mai	0	21,08	0	0	21,08	21,08
Juin	152,42	152,42	122,96	0	152,42	427.81
Juillet	143,63	143,63	159,72	0	159,72	446.99
Août	107,83	107,83	179,40	0,00	179,40	395.06

Tableau IV.14: Récapitulatif des besoins pour l'assolement2.

Mois	Pomme de terre primeur	Carotte	Petit pois	Oignonsec	Bes/max	Somme
Septembre	0	0	0	0	0,00	0,00
Octobre	0	0	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	0	0,00	0,00
Décembre	0	0	0	0	0,00	0,00
Janvier	0	0	0	0	0,00	0,00
Février	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	25,20	25,20	25,20
Mai	0	0	0	83,345333 3	112,48	146.89
Juin	0	0	0	137,695	83,34	83,34
Juillet	0	0	0	127,544	127,54	127,54
Août	0	0	0	131,6875	131,69	131,69

CHAPITRE IV :BESOINS EN EAU

IV. 15. Calendrier d'occupation des sols

La répartition d'occupation des sols, relative aux cycles culturaux retenus pour le projet, est insérée dans le calendrier suivant :

MOIS \ CULTURES	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avri	Mai	Jui	Juill	
	MARAICHAGE PLEIN CHAMP												
Carotte			—————										
Chou vert		—————											
Oignon sec	—————							—————					
Petit pois						—————							
P. de terreprimeur				—————									
Pastèque	—————								—————				
Melon	—————								—————				
Tomate	—————									—————			
CULTURES ARBORICOLES													
Pommier	—————												
Pêcher	—————												

IV.7.Des débits à transiter par le réseau collectif

IV.7.1 débits spécifiques :

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. Ces débits spécifiques sont définis par la formule [2-7] et permettront de déterminer les débits à la parcelle et à l'entête de l'entité d'étude.

$$qs = \frac{B_{net} \cdot 10 \cdot 1000}{N_j \cdot N_i \cdot 3600 \cdot 0.75} \text{ l/s/ha} \quad (IV.5)$$

Tels que :

qs : débit spécifique

Bnet : besoin net du mois de pointe en mm/mois.

Ni : nombre des heures d'irrigation=22h

N_j : 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 de juillet(Assolement 1), soient donc **446.988mm/mois.**

Le débit spécifique calculé est très important, il est de 2.51l/s/ha, ce débit dépasse les normes (1.5 l/s/ha), ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement.

Dans ce cas, on a deux méthodes pour estimer le débit spécifique :

- Prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures ;
- Prendre en considération la moyenne des débits spécifiques des cultures les plus exigeante ;
- Prendre en considération le débit spécifique de la culture la plus exigeant ;

On prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante (**Tomate**) pour le mois de pointe (juillet) $B_{pt}=159,72\text{mm/mois}$

$q_s=0.90\text{l/s/ha}$

IV.7.2 Evaluation du débit caractéristique :

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

$$Q_{car} = q_s * S \text{ (IV.6)}$$

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

$$Q_{car} = q_s * S = \mathbf{0.90 \text{ l/s /ha} * 760 \text{ ha} = 684 \text{ l/s}}$$

IV.7 Conclusion :

L'évaluation quantitative des besoins en eau d'irrigation, nécessite de prendre en compte l'information météorologique pédologique et culturale. L'étude des besoins en eau permettra aux agriculteurs de permuter et de diversifier leur plan de cultures, tout en garantissant leur besoin en eau.

Chapitre V

Dimensionnement du réseau de distribution

V.1. Introduction :

Notre attention dans ce présent chapitre est d'accentuer à la mise au point de la méthodologie d'optimisation du réseau de distribution d'irrigation, qu'est constitué essentiellement par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression ou gravitairement aux différents exploitants, par l'intermédiaire des bornes (prises) Découpage des îlots d'irrigation :

Le terme « Ilot d'irrigation » est par définition la plus petite entité hydro-agricole desservie par une borne d'irrigation. Pour éviter tout conflit entre agriculteurs, les limites des îlots d'irrigation sont celles des exploitations ou des parcelles ou à défaut les limites facilement matérialisées sur terrain. Chaque borne, et même chaque sortie, doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire :

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

Cette borne comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément, en particulier lorsqu'elle se trouve en limite de plusieurs exploitants. Donc le découpage des îlots sera basé sur le parcellaire existant, tel qu'il a été établi par l'étude foncière qui est comme suite :

- ✓ La délimitation du périmètre de 760ha se trouve sur le territoire de la commune de Boughirat.
- ✓ La structure foncière du périmètre est représentée par le secteur privé et comprend plusieurs Propriétaires identifiés.

Nous considérons d'abord les différents facteurs concernant :

- Le dimensionnement et le découpage des îlots et examinons par la suite la situation foncière de la zone d'étude, avec un découpage provisoire des îlots selon les principes indiqués ci-dessous:

V.2. Taille des îlots d'irrigation:

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

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

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

V.2.1. Débit fictif continu:

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

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

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

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

Tableau V.1

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

V.2. L'emplacement des bornes d'irrigation dans les îlots

Chaque îlot sera desservi par une prise d'irrigation sur le réseau de distribution par conduites qui suivent les limites de ces îlots. Par conséquent, la prise serait toujours située sur la limite de l'îlot sur le côté amont dans le cas de petites surfaces et au centre dans le cas de grandes parcelles.

V.3. Modalité de distribution

V.4.1. L'irrigation à la demande

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

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

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

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

- Avec un tour d'arrosage, à module fixe et uniforme sur tout le réseau, chaque irrigant pourra irriguer au cours d'un tour d'eau, pendant une durée proportionnelle à la surface irriguée.
- Avec un tour d'arrosage à module variable sur tout le réseau : dont les conduites de desserte sont calculées de manière à obtenir un fonctionnement continu au cours du tour d'eau et en fonction de la surface irriguée. L'inconvénient de ce mode, est le respect de tour d'arrosage, qui nous mène à concevoir un organisme de contrôle. Pour apporter une solution adéquate à ce problème, nous devons prévoir deux modalités:

V.4.3. Tour d'arrosage à l'antenne:

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

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

V.4.4. Tour d'arrosage à la borne

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

V.4. La méthodologie de dimensionnement

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

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

V.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 culturale.

Ce débit a été évalué à: $q_s = 0.9 \text{ l/s/ha}$

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

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

- ✓ **Q_b** : Débit caractéristique de chaque îlot (l/s)
- ✓ **q_s** : Débit spécifique moyen (l/s/ha)
- ✓ **S** : Superficie de l'îlot (ha)

V.6.1. Données de base du dimensionnement

Le débit spécifique est évalué **0.9 l/s/ha**.

La surface du périmètre est égale à **760.00 ha**

V.6.2. Choix du type de borne

Le choix de la borne dépend de la surface :

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

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

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

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

V.6. Choix de tracé :

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

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

V.7. Matériaux de construction des canalisations:

V.8.1. Choix du matériau des conduites:

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

V.8.2. Les matériaux:

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

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

V.8.2.1. Conduites en fonte:

Présentent plusieurs avantages :

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

V.8.2.2. Conduites en acier:

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

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

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

V.8.2.4. Les avantages des canalisations enPEHD

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

V.8.Optimisation des diamètres des canalisations durés eau collectif dedistribution

Ayant déterminé les débits de pointe à transiter. On est amené à calculer les diamètres des canalisations satisfaisant aux conditions techniques et donnant le coût minimum. Pour ce faire, on doit disposer des données suivantes:

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

V.9. Dimensionnement des canalisations

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

V.10.1.Vitesse admissible

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

V.10.2Calcul 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

$$D = \sqrt{\frac{4.Q.0.001}{\pi.V}} \dots \dots \dots (v.2)$$

Avec :

- **Q** : débit, exprimé en m³/s.
- **D**: diamètre exprimé en mm
- **V** : vitesse économique de l'ordre de 1.25 m/s

V.10.3.Calcul des pertes de charge

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

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

Avec:

- **h_{Pu}**: perte de charge unitaire en mm/mlQ : débit en m³/s
- **D** : diamètre de la conduite considérée
- **L, M et N** : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (Ks) des canalisations
- **C** : coefficient compris une majoration de 10 % pour les pertes de charge singulière

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

Tableau V. 3 : Les paramètres de perte de charge :

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

Pour une conduite en fonte ou en PEHD, nous avons la rugosité $K=0,1\text{mm}$, avec les paramètres suivants: $L=1.2$, $M=1.89$, $N=5.19$.

Les résultats de calculs sont donnés dans le tableau Annexe

Chapitre VI :

Les techniques

d'irrigation

VI.1.Introduction

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

VI.2. Choix des techniques d'irrigation

Le choix de la technique d'irrigation est basé essentiellement sur l'abondance de la ressource en eau et les conditions naturelles rencontrées à savoir

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

Les différentes techniques d'arrosage rencontrées dans le monde peuvent être ramenées à

(3) grands types :

- Irrigation gravitaire ou irrigation de surface.
- Irrigation par aspersion.
- Irrigation localisée

VI.2.1. L'irrigation de surface :

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

a) L'irrigation par ruissellement :

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

b) L'irrigation par submersion :

Elle se pratique en recouvrant le sol avec une couche d'eau épaisse qui séjournera le temps nécessaire par laquelle s'infiltré à la profondeur utile. Cette profondeur est fonction des besoins nécessaire pour la croissance des plantes.

Cette méthode reste valable dans le cas des terrains perméable et de pente inférieur à 2 %.

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

c) L'irrigation par infiltration :

L'eau coule dans les fossés, rigoles ou raies et s'infiltré latéralement dans le sol jusqu'aux racines des plantes, avec un débit relativement faible comparativement aux autres procédés, Dans cette méthode, une partie seulement du sol qui reçoit directement l'eau, le reste est humecté par infiltration latérale.

❖ Avantages et les inconvénients de l'irrigation par gravité :

- **Les avantages**

- Permet d'irriguer des grandes surfaces.
- Coût d'investissement relativement faible.
- Besoins en énergie nuls

- **Les inconvénients**

- Elle nécessite un aménagement préalable du terrain.
- Le volume d'eau utilisé est important.
- Pertes d'eau considérable.
- Elle nécessite beaucoup de mains d'œuvre.
- La durée de l'arrosage est plus longue.

VI.2.2. l'irrigation par aspersion :

L'eau est acheminée aux cultures sous forme de pluie artificielle, grâce au différents asperseurs alimentés en eau sous pression, . Une technique facile à appliquer et permettant l'exploitation du maximum de la surface cultivée en économisant une quantité importante d'eau..



Figure VI.1 : Irrigation par aspersion

❖ **Avantages et les inconvénients de l'irrigation par aspersion :**

Les avantages

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

Les inconvénients

- Coût élevé (prix d'achat du matériel très important) ;
- Tassement du sol ;
- Favorise le développement des mauvaises herbes ;
- L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante ;

VI.2.3. L'irrigation localisée (goutte à goutte) :

L'irrigation goutte à goutte, consiste à délivrer l'eau en gouttes à la surface du sol avec une faible dose. L'eau est canalisée dans des tuyaux en plastique munis d'orifices appelés goutteur. L'eau est délivrée au voisinage immédiat de la plante de sorte que l'humidification soit limitée à la zone racinaire du sol. Ceci correspond à une utilisation plus efficace de l'eau qu'avec l'irrigation de surface ou par aspersion, où l'humidification concerne la totalité du sous-sol des plantations. En irrigation au goutte à goutte, la fréquence des arrosages est supérieure à celle des autres méthodes, ce qui maintient une forte humidité du sol, favorable à la croissance des cultures.



Figure VI.2 : Irrigation par goutte à goutte

✚ Avantages et les inconvénients de l'irrigation localisée :

✚ Les Avantages

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

Chapitre VI : Les techniques d'irrigation

✚ Les inconvénients

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

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 est nécessaire pour aboutir au choix de la technique d'irrigation la plus adéquate pour la zone considérée, notre analyse est détaillée comme suit :

Tableau VI. 1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage

Contraintes	Irrigation de surface Par Rigole	Irrigation par Aspersion	Irrigation localisée
• Evaporation	+	++	++
• Vent (1.9 m/s)	+++	+	+++
• Texture (argileux- limoneuse)			
• Perméabilité	++	++	+++
• Pente • Qualité d'eau (bonne)	+++	+++	+++
• Cultures • Maraîchage	+++ +++	+++ ++	+++ +++
• céréales	+++	+++	+
• arbres	X	+++	+++
• Contraintes économique	+++	+++	X
• économie d'eau	X	X	+++
		++	+++

Remarque: x: inadéquat ou déconseillé ; +: Adapté avec réserve;

++: Adapté ; +++: Très adapté

VI.4 Conclusion :

Le choix du système d'irrigation reste toujours un critère de la réussite de l'investissement, un système d'irrigation mal choisi peut entraîner des pertes économiques très graves. C'est pour ça qu'on doit le prendre en considération. Le choix de l'irrigation localisée est très coûteux, mais leur utilisation fait économiser l'eau pour les régions où elle manque, et c'est encore un réseau qui persiste plusieurs années si on le maintient régulièrement. Pour un investissement de long terme, l'irrigation localisée demeure un bon voire le meilleur, choix pour avoir une grande productivité et pour que l'investissement soit rentable.

Chapitre VII :

Dimensionnement

d'un réseau goutte à

goutte

VII.1. Introduction :

L'irrigation localisée ou irrigation par le goutte à goutte peut être considérée comme une solution pratique aux problèmes de la sécheresse au même titre que les méthodes traditionnelles de l'irrigation de surface et de l'irrigation par aspersion. Elle permet une très grande efficacité de l'irrigation. Dans ce chapitre on va dimensionner une partie de notre périmètre par le goutte à goutte dont le but principal est d'économiser le maximum d'eau.

VII.2. Définition:

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

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

VII.3.1 Point de fourniture d'eau :

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

VII.3.2 Composition L'unité de tête :

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

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

Les éléments fertilisants. L'installation comprend :

VII.3.2.1 Unité de filtration :

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

➤ **Filtre à tamis :**

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

➤ **Filtre à sable :**

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

VII.3.2.2.Injecteur d'engrais :

Il comporte une vanne montée entre l'entrée et la sortie d'arroseur qui permet de dévier une partie de la pression du réseau dans la cuve et d'agir sur la solution fertilisante.

Ainsi, la solution est aspirée par la crépine située dans la cuve

VII.3.3. La conduite principale :

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

VII.3.4. Le porte-rampes :

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

VII.3.5. Les rampe :

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

VII.3.6. Les distributeurs :

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

La classification des goutteurs peut se faire selon :

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

VII.3.6.1. Différents types de distributeurs :

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

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

Chapitre VII : Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

- ✚ **Tubes poreux:** la paroi à structure poreuse laisse passer l'eau, ils sont généralement enterrés.
- ✚ **Mini diffuseurs:** ils sont toujours placés en dérivation, fixés directement sur la rampe, fonctionnent comme de petits asperseurs statiques ne couvrant qu'une partie de la surface du sol au voisinage des cultures.

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

VII.4.1. Données générales :

- Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail. Le réseau d'irrigation sera installé sur BR 641 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 2.9 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 7.95 hectares,

➤ **Culture :**

- Tomate
- Espacement entre plants :
- Espacements entre rangs : 1 m
- Espacements entre plants : 0.7 m
- Besoins de pointe 179.40mm

VII.4.2. Caractéristique du goutteur :

- Débit nominal : 02 l/h
- Pression nominal : 10 m.c.e
- Espacement des goutteurs : 0.5 m
- Le nombre de goutteurs par arbre : 01

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

➤ **Pour la tomate:**

D'après la quantification des besoins, le mois de pointe pour la culture de tomate est le mois de juillet $B=179.40$ mm.

VII.5.1 Les besoins journaliers :

En eau d'irrigation localisée pour le pommer sont calculés par les formules suivantes :
 B_j = Besoin du mois de pointe(mm).

$$B_j = \frac{\text{besoin du mois de point}}{\text{Nombre de jours}}$$



$$B_j = \frac{179.40}{31} = 5.8 \text{ mm/j}$$

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

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 :

D'où:

$$BjL = Bj * KrBjL = 5.80*0.8=4.64\text{mm/j}$$

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

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

$$Dp = (Hcc-Hpf).Da.Y.Z.P\% = RFU * P\%$$

$$RFU = (Hcc-Hpf).Da.Y.Z$$

$$P\% = 100\%$$

Tel que : Hcc : humidité a la capacité au champ (Hcc=27%)

Hpf : humidité au point de flétrissement (Hpf=13%)

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

Z : profondeur d'enracinement en (Z=0.6m)

Da : est la densité apparente du sol (Da=1.2)

RFU= 67.2 mm

P : Pourcentage du sol humidifié.

VII.5.4. Fréquence des arrosages :

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

Elle est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{Bjl} = \frac{67.2}{4.64} = 15 \text{ jour}$$

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

- **La dose réelle :**

$$Dr = Fr * BjL = 15 * 4.64 = \mathbf{69.6\text{mm}}$$

- **La dose brute :**

$$D_{brute} = \frac{Dr}{Cu * eff} = \frac{69.6}{0.8 * 0.9} = 96.67 \text{ mm}$$

Cu : coefficient d'uniformité Cu=80%

Eff : efficience du réseau d'irrigation :90%

VII.5.5. Durée d'arrosage par mois :

$$\theta = \frac{Dn * Spd * Sr}{n * qg}$$
$$= \frac{96.66 * 1 * 0.7}{1 * 2} = 33.83 \text{ heures/mois}$$

On prend **34 heures**.

VII.5.6. Durée d'arrosage journalier :

$$D_j = \frac{\text{duré d'arrosage}}{Fr}$$
$$= \frac{34}{15} = 3 \text{ heures/jour}$$

VII.5.7. Nombre de poste :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Duré d'arrosage journalier}}$$
$$= \frac{22}{3} = 8 \text{ postes}$$

VII.5.8. Surface de la parcelle :

$$Sp = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}}$$
$$Sp = \frac{7.95}{8} = 0.994 \text{ haa}$$

VII.6. Calculs hydrauliques :

VII.6.1. Condition hydraulique :

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

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

La variation maximale de la pression

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

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

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

$H(n)$ pression nominal

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

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

Le débit de rampe :

$$Q_r = Q_g * N_r$$

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

Avec:

Q_r : Débit de rampe

Q_g : Débit des goutteur

N_g/r : Nombre des goutteurs par rampe

N_r : Nombre des rampes

Q_{pr} : Débit de porte ramp

Avec :

La longueur de la rampe (L_r) : 71 m

La longueur de la porte rampe (L_{pr}): 140 m

La longueur de la conduite secondaire (L_s) : 131m

VII.6.1.1. Le nombre de plantes par rampe:

$$N \text{ plantes} = L_r/E_r = 71/0.7 = 101 \text{ plantes}$$

VII.6.1.2. Nombre de goutteurs par rampe

$$N_g = N_{\text{plantes}} * n = 101 * 1 = 101 \text{ goutteurs}$$

VII.6.1.3. Le nombre de rampes:

$$N_r = L_{pr}/E_r = 140/1 = 140 \text{ rampes}$$

VII.6.2. Débit de la

rampe:

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 101 * 2 = 202 \text{ l/h}$$

VII.6.3. Débit de la porte rampe:

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 202 * 140 = 28280 \text{ l/h}$$

VII.6.4. Débit de la conduite secondaire :

$$Q_{cs} = 28280 \text{ l/h}$$

VII.6.5. Dimensionnement des différentes parties du réseau :

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

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

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

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

➤ La répartition de la perte de charge est :

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

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

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

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

Avec :

- $P_{dc}(r)$: la perte de charge dans la rampe
- $Q(r)$: le débit de la rampe en l/h
- $L(r)$: la longueur de la rampe en m

- $\varnothing r(cal)$: le diamètre de rampes
- $\varnothing pr(cal)$: le diamètre de porte rampe

VII.6.5.1. Vérification des pertes de charges :

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

La perte de charge unitaire

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

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

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

Ou : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

VII.6.6. Calculs hydrauliques de la rampe:

$$\varnothing r(cal) = \left[\frac{P \cdot d \cdot c(r) \cdot 2.75}{0.478 \cdot (r)^{1.75} \cdot L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = \left[\frac{1.2 \cdot 2.75}{0.478 \cdot 202^{1.75} \cdot 71} \right]^{-\frac{1}{4.75}}$$

$\varnothing r = 11.54593$; Alors on prend DN=16mm

$$V = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0.202 / 3600}{3.14 \cdot 0.016^2} = 0.279 \text{ m/s}$$

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} = \frac{0.478}{2.75} \cdot 16^{-4.75} \cdot 202^{1.75} = 3.59 \cdot 10^{-3}$$

$$H_{cal} = L_r \cdot i = 0.255 \text{ m}$$

VII.6.7. Calculs hydrauliques de la porte rampe :

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

Culture	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
Tomatte	140	140	28280	0.6	95.18	110	0.827	0.302

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

VII.6.8. Calcul les diamètres de la conduite secondaire

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

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

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

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

VII.6.9. Calcul de caractéristique de conduites secondaires :

Tableau VII.4 Caractéristique de la conduite secondaire :

Culture	L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Tomate	131	28280	1.25	93.86	110	0.827	0.282

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

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

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

Tableau VII.5: Tableau résumer des caractéristique de la conduite secondaire (Q,D , l,ΔH)

	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire
Longueur(m)	71	140	131
Diamètre(mm)	16	110	110
Débit (l/h)	202	28280	28280
Pertes de charge(m)	0.255	0.302	0.282

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

$$\Delta h = 10 + 0.255 + 0.302 + 0.282 = 10.839 \text{m}$$

VII.7. Conclusion :

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

Chapitre VIII :
Calcule
technico-économique

VIII.1. Introduction

A travers ce chapitre on fera une estimation du cout global du projet de l'aménagement hydro-agricole du périmètre Sirat. Pour se faire il est important de quantifier l'ensemble des travaux à entreprendre et qui sont :

- Réseau de distribution.
- Conduite d'adduction.
- Travaux divers.

VIII.2. Calcul du volume des travaux

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

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

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

VIII.2.1. Implantation des tracés des tranchées sur le terrain

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

VIII.2.2. Excavation 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.

pour assurer un écoulement naturel des eaux d'infiltrations.

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

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

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

VIII.2.2.1. Calcul de la largeur de la tranchée

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

$$b = D + 2a.$$

b : largeur de la tranchée (m) ;

D : diamètre de la conduite (m) ;

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

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

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

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

VIII.2.2.2. Calcul du volume de déblai

$$V = L \cdot b \cdot H$$

V_d : Volume des déblais de la tranchée en

(m^3) ; L : Longueur de la tranchée en (m) ;

H : profondeur de la tranchée (m).

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

\varnothing (mm)	Profondeur	Longueur	largeur de la tranchée	Volume
	(m)	(m)	(m)	(m^3)
800	1,7	71.14	1,4	169.3132
710	1,61	103.47	1,31	218.2285
630	1,53	320.38	1.23	602.9231
560	1,46	181.07	1.16	306.6601
500	1,4	85.49	1.1	131.6546
450	1,35	20.8	1.05	29.484
315	1,215	166.71	0.915	185.3357

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

280	1,18	128.27	0.88	133.1956
250	1.15	102.29	0.85	99.9885
225	1.125	116.977	0.825	108.5693
200	1.1	180.01	0.6	118.8066
180	1.08	379.75	0.58	237.8754
160	1.06	463.11	0.56	274.9021
140	1.04	251.03	0.54	140.9784
125	1.025	374.56	0.525	201.5601
110	1.01	509.81	0.51	262.6031
90	0.99	535.32	0.49	259.6837
80	0.98	359.11	0.48	168.9253
75	0.975	342	0.475	158.3887
63	0.963	419.132	0.463	186.8780
50	0.95	215.79	0.45	92.2502
40	0.94	193.888	0.44	80.1921
32	0.932	112.55	0.432	45.3153
25	0.925	25.19	0.425	9.9028

Donc le volume total du déblai est : $V_d = 4223.6144 \text{ m}^3$

VIII.2.2.3. Calcul du volume du lit de sable

$$V_s = L.b .e$$

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

e : épaisseur du sable, $e = 10 \text{ cm}$

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

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

Ø (mm)	Longueur	largeur de la tranchée	Volume
	(m)	(m)	(m ³)
800	71.14	1,4	9.9596
710	103.47	1,31	13.5546
630	320.38	1.23	39.4067
560	181.07	1.16	21.0041
500	85.49	1.1	9.4039
450	20.8	1.05	2.184
315	166.71	0.915	15.2540
280	128.27	0.88	11.2878
250	102.29	0.85	8.6946
225	116.977	0.825	9.6506
200	180.01	0.6	10.8006
180	379.75	0.58	220.255
160	463.11	0.56	25.9342
140	251.03	0.54	13.5556
125	374.56	0.525	19.6644
110	509.81	0.51	26.0003
90	535.32	0.49	26.2307
80	359.11	0.48	17.2373
75	342	0.475	16.245
63	419.132	0.463	19.4058
50	215.79	0.45	9.7105
40	193.888	0.44	8.5311
32	112.55	0.432	4.8622
25	25.19	0.425	1.0706

Donc le volume du sable : $V_s = 559.9032 \text{ m}^3$.

VIII.2.2.4. Remblaiement des tranchées

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

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

V_d : Volume du déblai en (m3) ;

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

V_s : Volume du lit de sable (m3).

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Tableau VIII-03 : calcul du volume de remblai

Ø (mm)	Longueur	V Sable	V Déblai	V Conduite	V Remblai
	(m)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
800	71.14	9.9596	169.3132	35.7589	123.5947
710	103.47	13.5546	218.2285	40.9658	163.7081
630	320.38	39.4067	602.9231	99.8703	463.6461
560	181.07	21.0041	306.6601	44.5977	241.0583
500	85.49	9.4039	131.6546	16.7859	105.4648
450	20.8	2.184	29.484	3.3081	23.9919
315	166.71	15.2540	185.3357	12.9919	157.0898
280	128.27	11.2878	133.1956	7.8982	114.0096
250	102.29	8.6946	99.9885	5.0211	86.2728
225	116.977	9.6506	108.5693	4.6511	94.2676
200	180.01	10.8006	118.8066	5.6552	102.3508
180	379.75	220.255	237.8754	9.6635	7.9569
160	463.11	25.9342	274.9021	9.3114	239.6565
140	251.03	13.5556	140.9784	3.8643	123.5585
125	374.56	19.6644	201.5601	4.5965	177.2992
110	509.81	26.0003	262.6031	4.8449	231.7579
90	535.32	26.2307	259.6837	3.4055	230.0475
80	359.11	17.2373	168.9253	1.8051	149.8829
75	342	16.245	158.3887	1.5109	140.6328
63	419.132	19.4058	186.8780	1.3065	166.1657
50	215.79	9.7105	92.2502	0.4237	82.116
40	193.888	8.5311	80.1921	0.2436	71.4174
32	112.55	4.8622	45.3153	0.0905	40.3626
25	25.19	1.0706	9.9028	0.0124	8.8198

Donc le volume total du remblai est : 3345.1282 m³

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

VIII.2.2.5. Calcul du volume excédentaire

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

Tableau VIII-04 : calcul du volume excédentaire

Ø (mm)	Longueur	Volume d	volume r	volume excédentaire
	(m)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
800	71.14	169.3132	123.5947	45.7185
710	103.47	218.2285	163.7081	54.5204
630	320.38	602.9231	463.6461	139.277
560	181.07	306.6601	241.0583	65.6018
500	85.49	131.6546	105.4648	26.1898
450	20.8	29.484	23.9919	5.4921
315	166.71	185.3357	157.0898	28.2459
280	128.27	133.1956	114.0096	19.186
250	102.29	99.9885	86.2728	13.7157
225	116.977	108.5693	94.2676	14.3017
200	180.01	118.8066	102.3508	16.4558
180	379.75	237.8754	7.9569	229.9185
160	463.11	274.9021	239.6565	35.2456
140	251.03	140.9784	123.5585	17.4199
125	374.56	201.5601	177.2992	24.2609
110	509.81	262.6031	231.7579	30.8452
90	535.32	259.6837	230.0475	29.6362
80	359.11	168.9253	149.8829	19.0424
75	342	158.3887	140.6328	17.7559
63	419.132	186.8780	166.1657	20.7123
50	215.79	92.2502	82.116	10.1342
40	193.888	80.1921	71.4174	8.7747
32	112.55	45.3153	40.3626	4.9527
25	25.19	9.9028	8.8198	1.083

Donc le volume excédentaire total est $V_{exc} = 878.4862 \text{ m}^3$

VIII.2.2.6. Le grillage avertisseur

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

Tableau VIII-05 : calcul la surface du grillage

Ø (mm)	Longueur	largeur de la tranchée	Surface de grillage
	(m)	(m)	(m ²)
800	71.14	1,4	57.596
710	103.47	1,31	135.5457
630	320.38	1.23	394.0674
560	181.07	1.16	210.0412
500	85.49	1.1	94.039
450	20.8	1.05	21.84
315	166.71	0.915	152.5396
280	128.27	0.88	112.8776
250	102.29	0.85	86.9465
225	116.977	0.825	96.5060
200	180.01	0.6	108.006
180	379.75	0.58	220.255
160	463.11	0.56	259.3416
140	251.03	0.54	135.5562
125	374.56	0.525	196.644
110	509.81	0.51	260.0031
90	535.32	0.49	262.3068
80	359.11	0.48	172.3728
75	342	0.475	162.45
63	419.132	0.463	194.0581
50	215.79	0.45	97.1055
40	193.888	0.44	85.3107
32	112.55	0.432	48.6216
25	25.19	0.425	10.7057

La surface totale du grillage avertisseur est : **3574.7361 m²**.

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

VIII.2.2.7 Estimation de cout de pose de canalisation de l'adduction

Tableau VIII-06 : Estimation du coût de pose de canalisation de l'adduction.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA	TVA (19%)	Montant
déblai en terrain	m3	4223.6144	400	1689445.76	0,19	2010440.454
lit de sable	m3	559.9032	1000	559903.2	0,19	666284.808
remblaiement de la tranchée	m3	3345.1282	450	1505307.69	0,19	1791316.151
Le grillage avertisseur	m2	3574.7361	35	263678,1	0,19	308503,38
volume excédentaire	m3	878.4862	200	820470	0,19	959949,9
					TOTAL(DA) TTC	5736494.693

VIII.3. Charge d'investissement :

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

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

VIII.3.1 Devis estimatif et quantitatif des bornes d'irrigation :

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

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Tableau VIII-07 : Devis estimatif et quantitatif des conduites

Ø (mm)	Longueur(m)	prix(DA)	Prix total(DA)	Prix total(DA)
800	71.14	31722.86	2256764.26	2685549.47
500	85.49	17885.15	1529001.474	1819511.753
450	20.8	15982.11	332427.888	395589.1867
250	102.29	11542.36	1180668.004	1404994.925
200	180.01	10323.10	1858261.231	2211330.865
125	374.56	7836.22	2935134.563	3492810.13
80	359.11	3422.31	1228985.744	1462493.035
			TOTAL(DA)	13472279.36

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

Désignation	Unité	Quantité	prix unitaire DA	prix total DA
Borne	U	180	40000	7200000
Total				7200000

VIII.4. Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons calculé le devis estimatif et quantitatif de notre projet d'irrigation pour le périmètre de SIRAT, avec un coût total d'environ **26 408 774.05 DA**

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

Conclusion générale

Dans ce mémoire nous avons dimensionné le réseau d'irrigation du périmètre SIRAT à partir du barrages de cheliff et kerrada.

Pour atteindre cet objectif nous avons commencé par la présentation de la zone d'étude ainsi une étude climatique pour dégager toutes les caractéristiques du milieu et nous avons conclu que le climat de la zone d'étude est de type semi-aride.

Par la suite nous avons abordé l'étude agro-pédologie qui a pour but de dégager les propriétés physico-chimique du sol ainsi l'aptitude culturale du notre périmètre en question, ainsi nous avons abordé la problématique liée à la disponibilité de l'eau et la qualité de l'eau et nous avons conclu que la qualité de l'eau destinée à l'irrigation est acceptable.

L'étude hydrologique nous permet de choisir la série pluviométrique annuelle qu'on doit prendre pour le calcul des besoins en eau des cultures. La détermination des besoins en eau d'irrigation se fait sur la base du bilan hydrique et la détermination de l'évapotranspiration potentielle se fait par la méthode modifiée de Penman Monteith. Après avoir calculé les besoins en eau à l'irrigation nous avons calculé le débit spécifique qui entre dans le dimensionnement du réseau d'irrigation.

Le dimensionnement du réseau de distribution se fait sur la base de l'équation de continuité ainsi la vérification des vitesses et des pressions de service se fait à l'aide du EXCEL.

A la fin nous avons abordé le dimensionnement à la parcelle en tenu compte que les techniques d'irrigation les plus approprié dans notre cas est l'irrigation localisé (goute à goutte).

BIBLIOGRAPHIQUES

A. Phocaidès : Manuel des techniques d'irrigation sous pression (ROME, 2008).

Abdelaziz LOUAMRI : Sciences & Technologie D – N°30, Décembre (2009), pp. 43-52 – Algerie.

B. Molle, D. Baudequin, S. Haidar : Choix du busage et conduite de l'irrigation par pivots - Prise en compte de la capacité d'infiltration du sol ingénieries - E A T, 1998, p. 57 - p. 69.

<hal-00461143>.

Organisation des nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture :

Irrigation et drainage des terres arides en fonction des problèmes des salinités et d'alcalinités.

Yvon Dorsstant : institut interaméricain de coopération pour l'agriculture.

Jean Robert Tiercelin : Traité de l'irrigation (Technique et documentation 1998).

Ministre de l'agriculture et de la pêche maritime de Maroc : Fonds de développement Agricole (Maroc- avril 2013)

BULLTIN DE FAO N° 24 : Irrigation et drainage, irrigation des vergers (INAF).

BOULAINÉ, J : Pédologie appliquée (Masson, paris, 1980).

LES ANNEXES

Annexe 01 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution

N°	Branche	TR	Superficie desservie		Débit	D _{Cal}	D _{Cor}	V _{pr}	V _{cor}	L	Perte decharge		Cote piézométrique		CoteduT.N		Charge		Pression statique		Classe de pression
			partiel	Cumulé	Q						(m)	Linéaire	Totale	(m)	(m)	Amont	Avale	Amont	Avale	Amont	
Borne	S _{BR}		(ha)	(ha)	(l/s)	(mm)	mm	(m/s)	(m/s)	(m)	(mm/m)	(m)	Amont	Avale	Amont	Avale	Amont	Avale	Amont	Avale	
	BR17	PJ-N2	-	755.59	680.03	759.95	800	1.50	1.35	27.80	2.30	0.06	77.80	77.74	77.80	77.50	-	-	0.24	0.30	0.03
		N2-N3	14.87	740.72	666.65	752.43	800	1.50	1.33	38.34	2.21	0.08	77.74	77.65	77.50	70.62	0.24	7.03	0.30	7.12	0.71
		N3-N4	100.00	640.72	576.65	699.80	710	1.50	1.46	23.25	3.1	0.07	77.65	77.58	70.62	68.25	7.03	9.33	7.12	9.40	0.94
		N4-N5	38.51	602.21	541.99	678.45	710	1.50	1.37	80.22	2.74	0.22	77.58	77.36	68.25	63.75	9.33	13.61	9.4	13.83	1.38
		N5-N6	23.69	578.52	520.67	664.97	630	1.50	1.67	69.20	4.71	0.33	77.36	77.03	63.75	55.25	13.61	21.78	13.83	22.11	2.21
		N6-N7	31.52	547.00	492.30	646.60	630	1.50	1.58	80.67	4.22	0.34	77.03	76.69	55.25	53.75	21.78	22.94	22.11	23.28	2.33
		N7-B365	7.95	539.05	485.15	641.88	630	1.50	1.56	15.91	4.10	0.07	76.69	76.63	53.75	53.55	22.94	23.08	23.28	23.14	2.31
		B365-B364	1.22	537.83	484.05	641.16	630	1.50	1.55	7.16	4.09	0.03	76.63	76.60	53.55	53.70	23.08	22.90	23.14	22.93	2.29
		B364-B362	2.13	535.70	482.13	639.88	630	1.50	1.55	14.20	4.05	0.06	76.60	76.54	53.70	53.55	22.90	22.99	22.93	23.05	2.30
		B362-N8	3.15	532.55	479.30	638.00	630	1.50	1.54	54.30	4.01	0.22	76.54	76.32	53.55	53.73	22.99	22.59	23.05	22.81	2.28

		N8-B381	4.14	528.41	475.57	635.52	630	1.50	1.53	3.51	3.95	0.01	76.32	76.31	53.73	50.00	22.59	26.31	22.81	26.32	2.63
		B381-B382	1.13	527.28	474.55	634.84	630	1.50	1.52	15.85	3.93	0.06	76.31	76.25	50.00	45.80	26.31	30.45	26.32	30.51	3.05

		B382-N9	2.07	525.21	472.69	633.59	630	1.50	1.52	13.96	3.90	0.05	76.25	76.19	45.80	52.28	30.45	23.91	30.51	23.97	2.40
		N9-N10	42.09	483.12	434.81	607.67	630	1.50	1.40	45.62	3.31	0.15	76.19	76.04	52.28	54.31	23.91	21.73	23.97	21.88	2.19
		N10-N11	72.34	410.78	369.70	560.33	560.00	1.50	1.50	57.88	4.44	0.26	76.04	75.78	54.31	47.29	21.73	28.49	21.88	28.75	2.88
		N11-N12	14.41	396.37	356.73	550.42	560.00	1.50	1.45	76.62	4.14	0.32	75.78	75.47	47.29	55.00	28.49	20.47	28.75	20.78	2.08
		N12-B519	7.13	389.24	350.32	545.34	560	1.5	1.42	30.96	4.00	0.21	75.47	75.34	55.00	53.92	20.47	21.42	20.78	21.55	2.15
		B519-N13	21.33	376.91	331.12	530.29	560	1.50	1.35	15.61	3.58	0.06	75.34	75.29	53.92	59.29	21.42	16.00	21.55	16.05	1.61
		N13-N14	8.41	359.50	323.55	524.19	500	1.50	1.65	25.34	6.16	0.16	75.29	75.13	59.29	51.12	16.00	24.01	16.05	24.17	2.42
		N14-B532	24.60	334.90	301.41	505.94	500.00	1.50	1.54	10.80	5.36	0.06	75.13	75.07	51.12	47.17	24.01	27.90	24.17	27.96	2.80
		B532-B511/512	4.82	330.08	297.07	502.29	500.00	1.50	1.51	6.17	5.21	0.03	75.07	75.04	47.17	45.00	27.90	30.04	27.96	30.07	3.01
		B511/512-B531	3.92	326.16	293.54	499.29	500.00	1.50	1.50	3.00	5.09	0.02	75.04	75.03	45.00	45.23	30.04	29.80	30.07	29.81	2.98
		B531-N15	4.53	321.63	289.47	495.81	500.00	1.50	1.47	5.84	4.95	0.03	75.03	75.00	45.23	44.00	29.80	31.00	29.81	31.03	3.10
		N15-N16/17	14.90	306.73	276.06	484.19	500.00	1.50	1.41	34.34	4.51	0.15	75.00	74.84	44.00	44.31	31.00	30.53	31.03	30.69	3.07
		N16/17-N18	65.43	241.30	217.17	429.46	450.00	1.50	1.37	20.80	4.87	0.10	74.84	74.74	44.31	43.27	30.53	31.47	30.69	31.57	3.16

		N18-B645	111.39	129.91	116.92	315.11	315.00	1.50	1.50	119.71	9.21	1.10	74.74	73.64	43.27	41.22	31.47	32.42	31.57	33.52	3.35
		B645 - B646 /647	7.00	122.91	110.62	306.50	315.00	1.50	1.42	47.00	8.26	0.39	73.64	73.25	41.22	39.18	32.42	34.07	33.52	34.46	3.45
		B646 /647-N19	13.60	109.31	98.38	289.05	280.00	1.50	1.60	40.00	12.10	0.48	73.25	72.77	39.18	39.10	34.07	33.67	34.46	34.15	3.41
		N19-B650	65.68	43.63	39.27	182.61	180.00	1.50	1.54	38.58	19.81	0.76	72.77	72.00	39.10	39.00	33.67	33.00	34.15	33.77	3.38
		B650 -B652	8.11	35.52	31.97	164.77	160.00	1.50	1.59	50.81	24.40	1.24	72.00	70.76	39.00	38.00	33.00	32.76	33.77	34.00	3.40
		B652 -B655	13.59	21.93	19.74	129.47	125.00	1.50	1.61	7.00	34.14	0.24	70.76	70.52	38.00	42.00	32.76	28.52	34.00	28.76	2.88
		B655 -B656	12.64	9.29	8.36	84.27	90.00	1.50	1.31	50.19	34.88	1.75	70.52	68.77	42.00	50.00	28.52	18.77	28.76	20.52	2.05
	BR1 7.1	N1-B327	-	6.46	5.81	70.27	75.00	1.50	1.32	5.41	44.09	0.24	77.80	77.80	77.80	77.65	-	0.15	-	0.39	0.04
		B327 -B328	2.00	4.46	4.01	58.39	63.00	1.50	1.29	28.15	52.72	1.48	77.80	76.32	77.65	75.00	0.15	1.32	0.39	2.80	0.28
	BR1 7.2	N2-N2.1	-	14.87	13.38	106.61	110.00	1.50	1.41	20.00	30.96	0.62	76.32	77.74	77.50	72.65	1.18-	5.09	0.30	5.71	0.57
		N2.1-B393	9.34	5.53	4.98	65.01	63.00	1.50	1.60	38.25	80.35	3.07	77.74	74.66	72.65	70.00	5.09	4.66	5.71	7.74	0.77

		B393 -B394	1.2 1	4.3 2	3.89	57. 46	63.00	1.50	1.2 5	25. 49	49. 52	1.2 6	74. 66	73. 40	70. 00	68. 00	4.6 6	5.4 0	7.7 4	6.6 6	0.67
		B394 -B395	1.7 5	2.5 7	2.31	44. 32	40.00	1.50	1.8 4	14. 24	189 .07	2.6 9	73. 40	70. 71	68. 00	66. 50	5.4 0	4.2 1	6.6 6	6.9 0	0.69
	BR1. 2 .1	N2.1- B329	-	9.3 4	8.41	84. 49	90.00	1.50	1.3 2	28. 30	35. 25	1.0 0	77. 74	76. 74	72. 65	71. 89	5.0 9	4.8 5	5.7 1	5.8 5	0.58
		B329 -B330	3.4 2	5.9 2	5.33	67. 27	63.00	1.50	1.7 1	15. 60	91. 84	1.4 3	76. 74	75. 31	71. 89	70. 00	4.8 5	5.3 1	5.8 5	6.7 4	0.67
	BR	N3- B331	-	100	90.00	276	280.00	1.50	1.4	36.	10.	0.3	77.	77.	70.	67.	7.0	10.	7.1	10.	1.07

	17. 3			.00		.47			6	40	16	7	65	28	62	00	3	28	2	65	
		B331 -N3.1	11. 08	89. 27	80.34	261 .21	250.0 0	1.50	1.6 4	64. 07	14. 65	0.9 4	77. 28	76. 34	67. 00	66. 00	10. 28	10. 34	10. 65	11. 28	1.13
		N3.1- N3.2	16. 45	72. 82	65.54	235 .92	225.0 0	1.50	1.6 5	53. 32	16. 98	0.9 1	76. 34	75. 44	66. 00	65. 00	10. 34	10. 44	11. 28	11. 34	1.13
		N3.2- N3.3	17. 76	55. 06	49.55	205 .14	200.0 0	1.50	1.5 8	20. 00	18. 09	0.3 6	75. 44	75. 07	65. 00	64. 00	10. 44	11. 07	11. 34	11. 44	1.14
		N3.3- B407	10. 31	44. 75	40.28	184 .94	180.0 0	1.50	1.5 8	90. 00	20. 82	1.8 7	75. 07	73. 20	64. 00	57. 89	11. 07	15. 31	11. 44	17. 18	1.72
		B407 -B408	12. 42	32. 33	29.10	157 .20	160.0 0	1.50	1.4 5	77. 19	20. 29	1.5 7	73. 20	71. 63	57. 89	56. 72	15. 31	14. 91	17. 18	16. 48	1.65
		B408 -B410	8.2 7	24. 06	21.65	135 .61	140.0 0	1.50	1.4 1	20. 21	22. 74	0.4 6	71. 63	71. 18	56. 72	57. 00	14. 91	14. 18	16. 48	14. 63	1.46
		B410 - B409	2.7 0	21. 36	19.22	127 .77	125.0 0	1.50	1.5 7	5.6 6	32. 43	0.1 8	71. 18	70. 99	57. 00	56. 00	14. 18	14. 99	14. 63	15. 18	1.52
		B409 -B411	2.5 7	18. 79	16.91	119 .84	125.0 0	1.50	1.3 8	8.1 8	25. 22	0.2 1	70. 99	70. 79	56. 00	56. 44	14. 99	14. 35	15. 18	14. 55	1.46

		B411 -B414	2.8 0	15. 99	14.39	110 .55	110.0 0	1.50	1.5 2	120 .38	35. 69	4.3 0	70. 79	66. 49	56. 44	55. 00	14. 35	11. 49	14. 55	15. 79	1.58
		B414 -B412	3.4 7	12. 52	11.27	97. 82	90.00	1.50	1.7 7	14. 46	62. 61	0.9 1	66. 49	65. 58	55. 00	54. 48	11. 49	11. 10	15. 79	12. 01	1.20
		B412 -B413	4.9 0	7.6 2	6.86	76. 32	75.00	1.50	1.5 5	37. 00	60. 94	2.2 5	65. 58	63. 33	54. 48	54. 36	11. 10	8.9 7	12. 01	11. 22	1.12
	BR1 7. 3.1	N3.1- B398	-	16. 45	14.81	112 .13	110.0 0	1.50	1.5 6	20. 40	37. 73	0.7 7	76. 34	75. 57	66. 00	63. 13	10. 34	12. 44	11. 28	13. 21	1.32
		B398 -B397	2.7 4	13. 71	12.34	102 .37	110.0 0	1.50	1.3 0	14. 73	26. 40	0.3 9	75. 57	75. 18	63. 13	63. 00	12. 44	12. 18	13. 21	12. 57	1.26
		B397	4.4	9.2	8.36	84.	90.00	1.50	1.3	24.	34.	0.8	75.	74.	63.	63.	12.	10.	12.	11.	1.17

		- B396	2	9		27			1	00	88	4	18	35	00	50	18	85	57	68	
BR 17. 3.2		N3.2- B399	-	17. 75	15.98	116 .48	110.0 0	1.5 0	1.6 8	11. 01	43. 80	0.4 8	75. 44	74. 95	65. 00	62. 00	10. 44	12. 95	11. 34	13. 44	1.34
		B399 -B400	3.8 8	13. 87	12.48	102 .96	110.0 0	1.5 0	1.3 1	19. 27	27. 01	0.5 2	74. 95	74. 43	62. 00	61. 53	12. 95	12. 90	13. 44	13. 42	1.34
		B400 -B402	2.9 7	10. 90	9.81	91. 28	90.00	1.5 0	1.5 4	22. 15	47. 72	1.0 6	74. 43	73. 38	61. 53	61. 13	12. 90	12. 25	13. 42	13. 30	1.33
		B402 -B401	2.3 9	8.5 1	7.66	80. 65	75.00	1.5 0	1.7 3	25. 96	75. 67	1.9 6	73. 38	71. 41	61. 13	62. 00	12. 25	9.4 1	13. 30	11. 38	1.14
		B401 -B403	5.9 5	2.5 6	2.30	44. 23	40.00	1.5 0	1.8 3	38. 05	187 .63	7.1 4	71. 41	64. 27	62. 00	60. 95	9.4 1	3.3 2	11. 38	10. 46	1.05
BR 17. 3.3		N3.3- B406	-	10. 31	9.28	88. 77	90.00	1.5 0	1.4 6	26. 28	42. 79	1.1 2	75. 07	73. 95	64. 00	59. 76	11. 07	14. 19	11. 44	15. 31	1.53
		B406 -B405	3.5 8	6.7 3	6.06	71. 72	75.00	1.5 0	1.3 7	41. 86	47. 77	2.0 0	73. 95	71. 95	59. 76	58. 52	14. 19	13. 43	15. 31	15. 43	1.54
		B405 -B404	3.3 4	3.3 9	3.05	50. 90	50.00	1.5 0	1.5 5	33. 60	102 .18	3.4 3	71. 95	68. 52	58. 52	58. 00	13. 43	10. 52	15. 43	13. 95	1.40
BR 17. 4		N4- B340	-	38. 51	34.66	171 .56	180.0 0	1.5 0	1.3 6	50. 61	15. 51	0.7 9	77. 58	76. 79	68. 25	60. 00	9.3 3	16. 79	9.4 0	17. 58	1.76
		B340 - N332	0.7 4	37. 77	33.99	169 .91	160.0 0	1.5 0	1.6 9	11. 57	27. 52	0.3 2	76. 79	76. 48	60. 00	65. 54	16. 79	10. 94	17. 58	11. 25	1.13

	B332 -B339	9.5 0	28. 27	25.44	147 .00	140.0 0	1.5 0	1.6 5	14. 20	31. 19	0.4 4	76. 48	76. 03	65. 54	63. 55	10. 94	12. 48	11. 25	12. 93	1.29
	B339 -B341	17. 43	10. 84	9.76	91. 02	90.00	1.5 0	1.5 3	16. 50	47. 20	0.7 8	76. 03	75. 25	63. 55	62. 29	12. 48	12. 96	12. 93	13. 74	1.37
	B341 - B338	6.5 6	4.2 8	3.85	57. 20	63.00	1.5 0	1.2 4	37. 20	48. 63	1.8 1	75. 25	73. 44	62. 29	63. 00	12. 96	10. 44	13. 74	12. 25	1.23

BR17. 5	N5-B343	-	23. 69	21.32	134 .56	140.0 0	1.50	1.3 9	16. 00	22. 06	0.3 5	77. 36	77. 01	63. 75	61. 91	13. 61	15. 10	13. 83	15. 45	1.54
	B343 -B342	5.5 4	18. 15	16.34	117 .78	125.0 0	1.50	1.3 3	32. 30	23. 57	0.7 6	77. 01	76. 24	61. 91	59. 11	15. 10	17. 13	15. 45	17. 90	1.79
	B342 -B344	7.3 5	10. 80	9.72	90. 86	90.00	1.50	1.5 3	29. 00	46. 86	1.3 6	76. 24	74. 89	59. 11	59. 06	17. 13	15. 83	17. 90	17. 18	1.72
	B344 -B345	4.6 4	6.1 6	5.54	68. 62	63.00	1.50	1.7 8	29. 29	99. 27	2.9 1	74. 89	71. 98	59. 06	59. 22	15. 83	12. 76	17. 18	15. 67	1.57
BR17. 6	N6-B348	-	31. 52	28.37	155 .22	160.0 0	1.50	1.4 1	12. 25	19. 31	0.2 4	77. 03	76. 80	55. 25	58. 00	21. 78	18. 80	22. 11	19. 03	1.90
	B348 - B347	1.5 2	30. 00	27.00	151 .43	160.0 0	1.50	1.3 4	21. 86	17. 52	0.3 8	76. 80	76. 41	58. 00	57. 00	18. 80	19. 41	19. 03	19. 80	1.98
	B347 - B346	3.6 6	26. 34	23.71	141 .89	140.0 0	1.50	1.5 4	48. 85	27. 15	1.3 3	76. 41	75. 09	57. 00	56. 00	19. 41	19. 09	19. 80	20. 41	2.04
	B346 -N6.1	6.0 0	20. 34	18.31	124 .69	125.0 0	1.50	1.4 9	16. 77	29. 46	0.4 9	75. 09	74. 59	56. 00	55. 00	19. 09	19. 59	20. 41	20. 09	2.01
	N6.1-B361	11. 36	8.9 8	8.08	82. 85	90.00	1.50	1.2 7	55. 00	32. 64	1.8 0	74. 59	72. 80	55. 00	54. 88	19. 59	17. 92	20. 09	19. 71	1.97
	B361 -B360	4.4 8	4.5 0	4.05	58. 65	63.00	1.50	1.3 0	29. 55	53. 65	1.5 9	72. 80	71. 21	54. 88	54. 00	17. 92	17. 21	19. 71	18. 80	1.88

	B360 -B363	3.0 0	1.5 0	1.35	33. 86	32.00	1.50	1.6 8	24. 44	209 .53	5.1 2	71. 21	66. 09	54. 00	54. 33	17. 21	11. 76	18. 80	16. 88	1.69
BR17. 6.1	N6.1-B357	1.0 4	11. 54	10.39	93. 92	90.00	1.50	1.6 3	20. 32	53. 36	1.0 8	74. 59	73. 51	55. 00	55. 00	19. 59	18. 51	20. 09	19. 59	1.96
	B357 -B358	1.2 7	10. 27	9.24	88. 60	90.00	1.50	1.4 5	11. 69	42. 46	0.5 0	73. 51	73. 01	55. 00	54. 61	18. 51	18. 40	19. 59	18. 90	1.89
	B358 - B359	4.5 6	5.7 1	5.14	66. 06	63.00	1.50	1.6 5	19. 07	85. 56	1.6 3	73. 01	71. 38	54. 61	54. 30	18. 40	17. 08	18. 90	18. 71	1.87

		B359 -B356	1.1 6	4.5 5	4.10	58. 97	63.00	1.50	1.3 1	7.6 5	54. 82	0.4 2	71. 38	70. 96	54. 30	54. 00	17. 08	16. 96	18. 71	17. 38	1.74
		B356 - B355	1.1 6	3.3 9	3.05	50. 90	50.00	1.50	1.5 5	25. 09	102 .18	2.5 6	70. 96	68. 40	54. 00	54. 10	16. 96	14. 30	17. 38	16. 86	1.69
BR17. 7		N7- B366	-	7.9 5	7.16	77. 95	75.00	1.50	1.6 2	4.2 9	66. 22	0.2 8	76. 69	76. 41	53. 75	54. 30	22. 94	22. 11	23. 28	22. 39	2.24
		B366 -B367	0.5 3	7.4 2	6.68	75. 31	75.00	1.50	1.5 1	19. 14	57. 84	1.1 1	76. 41	75. 30	54. 30	54. 23	22. 11	21. 07	22. 39	22. 18	2.22
BR17. 8		N8- B381	-	4.1 4	3.73	56. 25	50.00	1.50	1.9 0	12. 98	151 .18	1.9 6	76. 32	74. 36	53. 73	53. 29	22. 59	21. 07	22. 81	23. 03	2.30
		B381 - B380	1.1 3	3.0 1	2.71	47. 96	50.00	1.50	1.3 8	14. 29	80. 94	1.1 6	74. 36	73. 20	53. 29	54. 28	21. 07	18. 92	23. 03	20. 08	2.01
		B380 - B379	1.5 1	1.5 0	1.35	33. 86	32.00	1.50	1.6 8	5.4 8	209 .53	1.1 5	73. 20	72. 06	54. 28	54. 28	18. 92	17. 78	20. 08	18. 92	1.89
BR17. 9		N9- B383	-	42. 09	37.88	179 .36	180.00	1.50	1.4 9	14. 29	18. 47	0.2 6	76. 19	75. 93	52. 28	55. 27	23. 91	20. 66	23. 97	20. 92	2.09
		B383 -N9.1	8.4 4	33. 65	30.29	160 .37	160.00	1.50	1.5 1	16. 39	21. 95	0.3 6	75. 93	75. 57	55. 27	58. 39	20. 66	17. 18	20. 92	17. 54	1.75
		N9.1- B385	10. 30	23. 35	21.02	133 .59	140.00	1.50	1.3 7	15. 29	21. 44	0.3 3	75. 57	75. 24	58. 39	51. 37	17. 18	23. 87	17. 54	24. 20	2.42
		B385 - B386	0.9 0	22. 45	20.21	130 .99	125.00	1.50	1.6 5	62. 27	35. 75	2.2 3	75. 24	73. 01	51. 37	55. 29	23. 87	17. 72	24. 20	19. 95	2.00

	B386 -B387	0.8 5	21. 60	19.44	128 .49	125.0 0	1.50	1.5 8	22. 12	33. 14	0.7 3	73. 01	72. 28	55. 29	54. 44	17. 72	17. 84	19. 95	18. 57	1.86
	B387 -B388	1.1 0	20. 50	18.45	125 .18	125.0 0	1.50	1.5 0	10. 28	29. 92	0.3 1	72. 28	71. 97	54. 44	56. 39	17. 84	15. 58	18. 57	15. 89	1.59
	B388 - B371	13. 92	6.5 8	5.92	70. 92	75.00	1.50	1.3 4	7.9 6	45. 71	0.3 6	71. 97	71. 61	56. 39	55. 00	15. 58	16. 61	15. 89	16. 97	1.70

	BR17. 9.1	N9.1-B384	-	10. 30	9.27	88. 73	90.00	1.50	1.4 6	12. 89	42. 70	0.5 5	75. 57	75. 02	58. 39	54. 23	17. 18	20. 79	17. 54	21. 34	2.13
		B384 -B392	1.0 1	9.2 9	8.36	84. 27	90.00	1.50	1.3 1	13. 28	34. 88	0.4 6	75. 02	74. 55	54. 23	51. 00	20. 79	23. 55	21. 34	24. 02	2.40
		B392 -B391	1.4 9	7.8 0	7.02	77. 21	75.00	1.50	1.5 9	52. 28	63. 79	3.3 4	74. 55	71. 22	51. 00	52. 48	23. 55	18. 74	24. 02	22. 07	2.21
	BR17. 10	N10-N10. 1	-	72. 34	65.11	235 .14	225.00	1.50	1.6 4	14. 29	16. 76	0.2 4	76. 04	75. 80	54. 31	42. 15	21. 73	33. 65	21. 88	33. 89	3.39
		N10.1-B417	23. 20	49. 14	44.23	193 .80	200.00	1.50	1.4 1	22. 24	14. 48	0.3 2	75. 80	75. 48	42. 15	50. 00	33. 65	25. 48	33. 89	25. 80	2.58
		B417 - B426	4.5 8	44. 56	40.10	184 .55	180.00	1.50	1.5 8	34. 28	20. 65	0.7 1	75. 48	74. 77	50. 00	47. 78	25. 48	26. 99	25. 80	27. 70	2.77
		B426 - B420	4.1 8	40. 38	36.34	175 .68	180.00	1.50	1.4 3	14. 22	17. 02	0.2 4	74. 77	74. 53	47. 78	46. 00	26. 99	28. 53	27. 70	28. 77	2.88
		B420 -B419	6.5 5	33. 83	30.45	160 .80	160.00	1.50	1.5 2	22. 33	22. 18	0.5 0	74. 53	74. 03	46. 00	46. 30	28. 53	27. 73	28. 77	28. 23	2.82
		B419 -B418	1.2 8	32. 55	29.30	157 .73	160.00	1.50	1.4 6	17. 30	20. 56	0.3 6	74. 03	73. 68	46. 30	45. 00	27. 73	28. 68	28. 23	29. 03	2.90
		B418 -N10. 2	10. 78	21. 77	19.59	128 .99	125.00	1.50	1.6 0	20. 20	33. 66	0.6 8	73. 68	73. 00	45. 00	44. 23	28. 68	28. 77	29. 03	29. 45	2.94

		N10.2-B421	4.9 0	16. 87	15.18	113 .55	110.0 0	1.50	1.6 0	23. 18	39. 64	0.9 2	73. 00	72. 08	44. 23	42. 30	28. 77	29. 78	29. 45	30. 70	3.07
		B421 -B517	3.8 2	13. 05	11.75	99. 87	90.00	1.50	1.8 5	15. 28	67. 91	1.0 4	72. 08	71. 04	42. 30	41. 00	29. 78	30. 04	30. 70	31. 08	3.11
		B517 - B516	8.3 1	4.7 4	4.27	60. 19	63.00	1.50	1.3 7	32. 27	59. 40	1.9 2	71. 04	69. 13	41. 00	54. 10	30. 04	15. 03	31. 08	16. 94	1.69

		B516 -B515	0.9 2	3.8 2	3.44	54. 03	50.00	1.50	1.7 5	19. 27	129 .13	2.4 9	69. 13	66. 64	54. 10	54. 30	15. 03	12. 34	16. 94	14. 83	1.48
		B515 - B518	1.3 9	2.4 3	2.19	43. 10	40.00	1.50	1.7 4	28. 92	169 .41	4.9 0	66. 64	61. 74	54. 30	54. 23	12. 34	7.5 1	14. 83	12. 41	1.24
BR17. 10. 1		N10.1- B415	-	20. 57	18.51	125 .39	125.00	1.50	1.5 1	18. 28	30. 12	0.5 5	75. 80	75. 25	42. 15	53. 29	33. 65	21. 96	33. 89	22. 51	2.25
		B415 -B416	1.1 6	19. 41	17.47	121 .80	125.00	1.50	1.4 2	23. 00	26. 88	0.6 2	75. 25	74. 63	53. 29	55. 00	21. 96	19. 63	22. 51	20. 25	2.03
		B416 - B428	1.4 3	17. 98	16.18	117 .23	110.00	1.50	1.7 0	34. 19	44. 92	1.5 4	74. 63	73. 10	55. 00	56. 00	19. 63	17. 10	20. 25	18. 63	1.86
		B428 -B429	1.5 1	16. 55	14.90	112 .47	110.00	1.50	1.5 7	17. 29	38. 18	0.6 6	73. 10	72. 44	56. 00	53. 19	17. 10	19. 25	18. 63	19. 91	1.99
		B429 -B427	1.2 3	15. 04	13.54	107 .22	110.00	1.50	1.4 3	27. 19	31. 65	0.8 6	72. 44	71. 58	53. 19	52. 29	19. 25	19. 29	19. 91	20. 15	2.01
		B427 -B425	1.5 3	13. 81	12.43	102 .74	110.00	1.50	1.3 1	37. 15	26. 78	0.9 9	71. 58	70. 58	52. 29	51. 00	19. 29	19. 58	20. 15	20. 58	2.06
		B425 -B424	7.7 3	12. 28	11.05	96. 88	90.00	1.50	1.7 4	15. 29	60. 28	0.9 2	70. 58	69. 66	51. 00	50. 00	19. 58	19. 66	20. 58	20. 58	2.06

		B424 -B431	3.8 4	4.5 5	4.10	58. 97	63.00	1.50	1.3 1	27. 80	54. 82	1.5 2	69. 66	68. 14	50. 00	48. 00	19. 66	20. 14	20. 58	21. 66	2.17
		B431 -B430	3.4 9	1.0 6	0.95	28. 46	25.00	1.50	1.9 4	25. 19	382 .06	9.6 2	68. 14	58. 51	48. 00	47. 00	20. 14	11. 51	21. 66	21. 14	2.11
	BR17. 10. 2	N10.2- B419	-	33. 83	30.45	160 .80	160 .00	1.50	1.5 2	18. 29	22. 18	0.4 1	73. 00	72. 59	44. 23	46. 11	28. 77	26. 48	29. 45	26. 89	2.69
		B419 -	1.2 8	32. 55	29.30	157 .73	160 .00	1.50	1.4 6	28. 43	20. 56	0.5 8	72. 59	72. 01	46. 11	45. 00	26. 48	27. 01	26. 89	27. 59	2.76

		B418																			
		B418 -B423	10. 78	21. 77	19.59	128 .99	125 .00	1.50	1.6 0	30. 80	33. 66	1.0 4	72. 01	70. 97	45. 00	44. 00	27. 01	26. 97	27. 59	28. 01	2.80
		B423 - B421	4.9 0	16. 87	15.18	113 .55	110 .00	1.50	1.6 0	44. 28	39. 64	1.7 6	70. 97	69. 22	44. 00	43. 11	26. 97	26. 11	28. 01	27. 86	2.79
		B421 -B517	3.8 2	13. 05	11.75	99. 87	90. 00	1.50	1.8 5	12. 33	67. 91	0.8 4	69. 22	68. 38	43. 11	43. 00	26. 11	25. 38	27. 86	26. 22	2.62
		B517 -B516	8.3 1	4.7 4	4.27	60. 19	63. 00	1.50	1.3 7	12. 14	59. 40	0.7 2	68. 38	67. 66	43. 00	42. 00	25. 38	25. 66	26. 22	26. 38	2.64
		B516 -B515	0.9 2	3.8 2	3.44	54. 03	50. 00	1.50	1.7 5	16. 09	129 .13	2.0 8	67. 66	65. 58	42. 00	41. 00	25. 66	24. 58	26. 38	26. 66	2.67
		B515 -B518	1.3 9	2.4 3	2.19	43. 10	40. 00	1.50	1.7 4	35. 05	169 .41	5.9 4	65. 58	59. 64	41. 00	35. 92	24. 58	23. 72	26. 66	29. 66	2.97
	BR17. 11	N11-B432	-	14. 41	12.97	104 .95	110 .00	1.50	1.3 7	12. 06	29. 11	0.3 5	75. 78	75. 43	47. 29	37. 86	28. 49	37. 57	28. 75	37. 92	3.79
		B432 -B433	2.7 7	11. 64	10.48	94. 32	90. 00	1.50	1.6 5	28. 78	54. 27	1.5 6	75. 43	73. 87	37. 86	35. 00	37. 57	38. 87	37. 92	40. 43	4.04
		B433 -B434	1.8 9	9.7 5	8.78	86. 33	90. 00	1.50	1.3 8	9.4 9	38. 35	0.3 6	73. 87	73. 51	35. 00	35. 30	38. 87	38. 21	40. 43	38. 57	3.86

		B434 -B435	1.6 2	8.1 3	7.32	78. 83	75. 00	1.50	1.6 6	17. 14	69. 19	1.1 9	73. 51	72. 32	35. 30	57. 89	38. 21	14. 43	38. 57	15. 62	1.56
		B435 -B436	0.7 2	7.4 1	6.67	75. 26	75. 00	1.50	1.5 1	12. 38	57. 69	0.7 1	72. 32	71. 61	57. 89	56. 72	14. 43	14. 89	15. 62	15. 60	1.56
		B436 -B437	1.7 9	5.6 2	5.06	65. 54	63. 00	1.50	1.6 2	16. 29	82. 94	1.3 5	71. 61	70. 26	56. 72	35. 00	14. 89	35. 26	15. 60	36. 61	3.66
		B437 -	2.6 4	2.9 8	2.68	47. 73	50. 00	1.50	1.3 7	25. 38	79. 37	2.0 1	70. 26	68. 24	35. 00	56. 00	35. 26	12. 24	36. 61	14. 26	1.43

		B438																				
		B438 -B439	1.3 4	1.6 4	1.48	35. 40	32. 00	1.50	1.8 4	39. 27	249 .58	9.8 0	68. 24	58. 44	56. 00	35. 30	12. 24	23. 14	14. 26	32. 94	3.29	
	BR17. 12	N12-B520	-	7.1 3	6.42	73. 82	75. 00	1.50	1.4 5	17. 11	53. 50	0.9 2	75. 47	74. 55	55. 00	38. 00	20. 47	36. 55	20. 78	37. 47	3.75	
		B520 -B521	2.1 4	4.9 9	4.49	61. 76	63. 00	1.50	1.4 4	15. 22	65. 70	1.0 0	74. 55	73. 55	38. 00	38. 44	36. 55	35. 11	37. 47	36. 11	3.61	
		B521 -B522	2.6 0	2.3 9	2.15	42. 74	40. 00	1.50	1.7 1	24. 29	163 .99	3.9 8	73. 55	69. 57	38. 44	37. 00	35. 11	32. 57	36. 11	36. 55	3.66	
	BR17. 13	N13-B510	-	8.4 1	7.57	80. 17	75. 00	1.50	1.7 1	22. 29	73. 94	1.6 5	75. 29	73. 64	59. 29	33. 39	16. 00	40. 25	16. 05	41. 90	4.19	
		B510 -B509	1.6 8	6.7 3	6.06	71. 72	75. 00	1.50	1.3 7	17. 25	47. 77	0.8 2	73. 64	72. 81	33. 39	36. 11	40. 25	36. 70	41. 90	37. 53	3.75	
		B509 -B508	1.0 9	5.6 4	5.08	65. 66	63. 00	1.50	1.6 3	39. 19	83. 52	3.2 7	72. 81	69. 54	36. 11	35. 00	36. 70	34. 54	37. 53	37. 81	3.78	
		B508 -B507	1.2 7	4.3 7	3.93	57. 79	63. 00	1.50	1.2 6	29. 79	50. 65	1.5 1	69. 54	68. 03	35. 00	34. 33	34. 54	33. 70	37. 81	35. 21	3.52	
		B507 -B506	2.4 4	1.9 3	1.74	38. 41	40. 00	1.50	1.3 8	52. 29	107 .85	5.6 4	68. 03	62. 39	34. 33	33. 00	33. 70	29. 39	35. 21	35. 03	3.50	
	BR17. 14	N14-B523	-	24. 60	22.14	137 .12	140 .00	1.50	1.4 4	34. 18	23. 75	0.8 1	75. 13	74. 32	51. 12	34. 10	24. 01	40. 22	24. 17	41. 03	4.10	

		B523 -N14. 1	6.0 5	18. 55	16.70	119 .07	125 .00	1.50	1.3 6	61. 17	24. 59	1.5 0	74. 32	72. 81	34. 10	33. 00	40. 22	39. 81	41. 03	41. 32	4.13
		N14.1- B524	8.1 5	10. 40	9.36	89. 16	90. 00	1.50	1.4 7	24. 19	43. 52	1.0 5	72. 81	71. 76	33. 00	33. 98	39. 81	37. 78	41. 32	38. 83	3.88
		B524 - B529	3.8 7	6.5 3	5.88	70. 65	75. 00	1.50	1.3 3	11. 29	45. 03	0.5 1	71. 76	71. 25	33. 98	37. 11	37. 78	34. 14	38. 83	34. 65	3.47

		B529 -B536	2.8 4	3.6 9	3.32	53. 11	50. 00	1.50	1.6 9	22. 24	120 .66	2.6 8	71. 25	68. 57	37. 11	38. 11	34. 14	30. 46	34. 65	33. 14	3.31
		B536 - B537	2.1 5	1.5 4	1.39	34. 31	32. 00	1.50	1.7 2	17. 22	220 .62	3.8 0	68. 57	64. 77	38. 11	37. 00	30. 46	27. 77	33. 14	31. 57	3.16
	BR14. 1	N14.1- B524	-	10. 27	9.24	88. 58	90. 00	1.50	1.4 5	39. 22	42. 42	1.6 6	72. 81	71. 15	33. 00	36. 33	39. 81	34. 82	41. 32	36. 48	3.65
		B524 -B529	3.8 7	6.4 0	5.76	69. 91	75. 00	1.50	1.3 0	39. 19	43. 22	1.6 9	71. 15	69. 46	36. 33	35. 11	34. 82	34. 35	36. 48	36. 04	3.60
		B529 - B536	2.8 4	3.5 6	3.20	52. 13	50. 00	1.50	1.6 3	37. 14	112 .16	4.1 7	69. 46	65. 29	35. 11	34. 48	34. 35	30. 81	36. 04	34. 98	3.50
		B536 -B537	2.0 2	1.5 4	1.39	34. 31	32. 00	1.50	1.7 2	26. 14	220 .62	5.7 7	65. 29	59. 52	34. 48	34. 00	30. 81	25. 52	34. 98	31. 29	3.13
	BR17. 15	N15-B533	-	14. 90	13.41	106 .72	110 .00	1.50	1.4 1	17. 29	31. 08	0.5 4	75. 00	74. 46	44. 00	35. 00	31. 00	39. 46	31. 03	40. 00	4.00
		B533 -B534	3.6 4	11. 26	10.13	92. 77	90. 00	1.50	1.5 9	15. 29	50. 85	0.7 8	74. 46	73. 68	35. 00	36. 02	39. 46	37. 66	40. 00	38. 44	3.84
		B534 -B535	4.2 6	7.0 0	6.30	73. 15	75. 00	1.50	1.4 3	18. 27	51. 60	0.9 4	73. 68	72. 74	36. 02	37. 00	37. 66	35. 74	38. 44	36. 68	3.67
		B535 - B530	3.2 4	3.7 6	3.38	53. 61	50. 00	1.50	1.7 2	26. 13	125 .18	3.2 7	72. 74	69. 47	37. 00	36. 00	35. 74	33. 47	36. 68	36. 74	3.67

		B627 -B628	2.6 5	46. 77		189 .07	180 .00		1.6 5	33. 80	22. 70	0.7 7	74. 10	73. 33	40. 66	41. 00	33. 44	32. 33	33. 62	33. 10	
		B628 -B624	3.0 3	43. 74	39.37	182 .84	180 .00	1.50	1.5 5	23. 10	19. 91	0.4 6	73. 33	72. 87	41. 00	41. 40	32. 33	31. 47	33. 10	31. 93	3.19
		B624 -B625	2.1 1	41. 63	37.47	178 .38	180 .00	1.50	1.4 7	19. 27	18. 07	0.3 5	72. 87	72. 52	41. 40	39. 93	31. 47	32. 59	31. 93	32. 94	3.29
		B625 -B687	2.0 5	39. 58	35.62	173 .93	180 .00	1.50	1.4 0	28. 21	16. 37	0.4 6	72. 52	72. 06	39. 93	38. 00	32. 59	34. 06	32. 94	34. 52	3.45
		B687 -B686	3.3 6	36. 22	32.60	166 .39	160 .00	1.50	1.6 2	82. 82	25. 35	2.1 0	72. 06	69. 96	38. 00	38. 41	34. 06	31. 55	34. 52	33. 65	3.37
		B686 - B685	2.2 4	33. 98	30.58	161 .16	160 .00	1.50	1.5 2	32. 28	22. 37	0.7 2	69. 96	69. 24	38. 41	36. 00	31. 55	33. 24	33. 65	33. 96	3.40
		B685 -B690	5.9 6	28. 02	25.22	146 .34	140 .00	1.50	1.6 4	28. 27	30. 65	0.8 7	69. 24	68. 38	36. 00	40. 94	33. 24	27. 44	33. 96	28. 30	2.83
		B690 -(B693- B694)	15. 63	12. 39	11.15	97. 31	90. 00	1.50	1.7 5	19. 28	61. 34	1.1 8	68. 38	67. 19	40. 94	41. 28	27. 44	25. 91	28. 30	27. 10	2.71
	BR17. 16. 1	N16.1- B631	-	13. 27	11.94	100 .71	110 .00	1.50	1.2 6	29. 30	24. 76	0.7 3	74. 48	73. 75	40. 33	38. 00	34. 15	35. 75	34. 51	36. 48	3.65

		- B634	3	86		.60	.00		8	99	07	6	70	54	29	33	41	21	55	37	
		B634 -B635	2.5 2	78. 34	70.51	244 .70	250 .00	1.50	1.4 4	14. 22	11. 34	0.1 6	74. 54	74. 38	37. 33	36. 00	37. 21	38. 38	37. 37	38. 54	3.85
		B635 -B636	11. 29	67. 05	60.35	226 .38	225 .00	1.50	1.5 2	22. 01	14. 45	0.3 2	74. 38	74. 06	36. 00	35. 42	38. 38	38. 64	38. 54	38. 96	3.90
		B636 -B638 /639	9.5 9	57. 46	51.71	209 .57	200 .00	1.50	1.6 5	17. 28	19. 67	0.3 4	74. 06	73. 72	35. 42	42. 00	38. 64	31. 72	38. 96	32. 06	3.21
		B638 /639- B640	6.6 5	50. 81	45.73	197 .07	200 .00	1.50	1.4 6	18. 29	15. 46	0.2 8	73. 72	73. 44	42. 00	43. 00	31. 72	30. 44	32. 06	30. 72	3.07
		B640 - B641	17. 16	33. 65	30.29	160 .37	160 .00	1.50	1.5 1	38. 19	21. 95	0.8 4	73. 44	72. 60	43. 00	44. 00	30. 44	28. 60	30. 72	29. 44	2.94
		B641 -B642	7.9 5	25. 70	23.13	140 .15	140 .00	1.50	1.5 0	19. 27	25. 88	0.5 0	72. 60	72. 10	44. 00	42. 15	28. 60	29. 95	29. 44	30. 45	3.05
		B642 -B643	6.3 8	19. 32	17.39	121 .52	125 .00	1.50	1.4 2	11. 00	26. 63	0.2 9	72. 10	71. 81	42. 15	50. 00	29. 95	21. 81	30. 45	22. 10	2.21
		B643 -B644	13. 19	6.1 3	5.52	68. 45	63. 00	1.50	1.7 7	16. 00	98. 33	1.5 7	71. 81	70. 24	50. 00	47. 78	21. 81	22. 46	22. 10	24. 03	2.40
	BR17. 18	N18- B632	-	111 .39	100.25	291 .79	280 .00	1.50	1.6 3	16. 29	12. 56	0.2 0	74. 74	74. 54	43. 27	45. 00	31. 47	29. 54	31. 57	29. 74	2.97

		B632 -N18.1	5.1 4	106 .25	95.63	284 .97	280 .00	1.50	1.5 5	19. 29	11. 45	0.2 2	74. 54	74. 32	45. 00	44. 00	29. 54	30. 32	29. 74	30. 54	3.05
		N18.1- N18.2	9.1 2	97. 13	87.42	272 .47	280 .00	1.50	1.4 2	16. 29	9.6 0	0.1 6	74. 32	74. 16	44. 00	43. 00	30. 32	31. 16	30. 54	31. 32	3.13
		N18.2-	40. 93	56. 20	50.58	207 .26	200 .00	1.50	1.6 1	52. 39	18. 84	0.9 9	74. 16	73. 17	43. 00	37. 56	31. 16	35. 61	31. 32	36. 60	3.66

		B669																			
		B669 -B670	7.4 7	48. 73	43.86	192 .99	200 .00	1.50	1.4 0	25. 29	14. 24	0.3 6	73. 17	72. 81	37. 56	36. 80	35. 61	36. 01	36. 60	36. 37	3.64
		B670 -N18. 3	7.4 9	41. 24	37.12	177 .54	180 .00	1.50	1.4 6	15. 29	17. 74	0.2 7	72. 81	72. 54	36. 80	36. 60	36. 01	35. 94	36. 37	36. 21	3.62
		N18.3- B672	14. 91	26. 33	23.70	141 .86	140 .00	1.50	1.5 4	14. 19	27. 13	0.3 9	72. 54	72. 16	36. 60	36. 62	35. 94	35. 54	36. 21	35. 92	3.59
		B672 -B675	4.1 0	22. 23	20.01	130 .35	125 .00	1.50	1.6 3	28. 24	35. 07	0.9 9	72. 16	71. 17	36. 62	35. 44	35. 54	35. 73	35. 92	36. 72	3.67
		B675 -B676	2.2 0	20. 03	18.03	123 .73	125 .00	1.50	1.4 7	17. 29	28. 59	0.4 9	71. 17	70. 67	35. 44	34. 52	35. 73	36. 15	36. 72	36. 65	3.66
		B676 - B677	3.2 0	16. 83	15.15	113 .42	110 .00	1.50	1.5 9	28. 29	39. 46	1.1 2	70. 67	69. 55	34. 52	34. 12	36. 15	35. 43	36. 65	36. 55	3.66
	BR17. 18. 1	N18.1- B663	-	9.1 2	8.21	83. 49	80. 00	1.50	1.6 3	6.2 9	62. 00	0.3 9	74. 32	73. 93	44. 00	35. 00	30. 32	38. 93	30. 54	39. 32	3.93
		B663 -B662	4.6 7	4.4 5	4.01	58. 32	63. 00	1.50	1.2 9	5.2 9	52. 49	0.2 8	73. 93	73. 65	35. 00	36. 00	38. 93	37. 65	39. 32	37. 93	3.79
		B662 -B660	1.9 1	2.5 4	2.29	44. 06	40. 00	1.50	1.8 2	15. 29	184 .76	2.8 3	73. 65	70. 82	36. 00	38. 00	37. 65	32. 82	37. 93	35. 65	3.56

	BR17. 18. 2	N18.2- B668	-	34. 06	30.65	161 .35	160 .00	1.50	1.5 3	11. 20	22. 47	0.2 5	74. 16	73. 91	43. 00	41. 23	31. 16	32. 68	31. 32	32. 93	3.29
		B668 -B666 /667	6.9 5	27. 11	24.40	143 .95	140 .00	1.50	1.5 9	13. 28	28. 73	0.3 8	73. 91	73. 53	41. 23	39. 90	32. 68	33. 63	32. 93	34. 01	3.40
		B666 /667- B665	13. 81	13. 30	11.97	100 .82	110 .00	1.50	1.2 6	22. 00	24. 87	0.5 5	73. 53	72. 98	39. 90	41. 46	33. 63	31. 52	34. 01	32. 07	3.21

	B665 -B664	3.3 8	9.9 2	8.93	87. 08	90. 00	1.50	1.4 0	21. 10	39. 67	0.8 4	72. 98	72. 14	41. 46	41. 00	31. 52	31. 14	32. 07	31. 98	3.20
	B664 - B661	4.1 0	5.8 2	5.24	66. 70	63. 00	1.50	1.6 8	12. 89	88. 82	1.1 4	72. 14	71. 00	41. 00	41. 65	31. 14	29. 35	31. 98	30. 49	3.05
BR17. 18. 3	N18.3-B671	-	14. 91	13.42	106 .75	110 .00	1.50	1.4 1	11. 80	31. 12	0.3 7	72. 54	72. 17	36. 60	35. 80	35. 94	36. 37	36. 21	36. 74	3.67
	B671 -B673	5.5 9	9.3 2	8.39	84. 40	80. 00	1.50	1.6 7	11. 10	64. 69	0.7 2	72. 17	71. 46	35. 80	35. 13	36. 37	36. 33	36. 74	37. 04	3.70
	B673 - B674	6.4 9	2.8 3	2.55	46. 51	50. 00	1.50	1.3 0	17. 18	71. 73	1.2 3	71. 46	70. 22	35. 13	35. 05	36. 33	35. 17	37. 04	36. 41	3.64
BR17. 19	N19-B649	-	65. 68	59.11	224 .06	225 .00	1.50	1.4 9	15. 17	13. 87	0.2 1	72. 77	72. 55	39. 01	39. 56	33. 76	32. 99	34. 15	33. 21	3.32
	B649 -B648	3.1 0	62. 58	56.32	218 .70	225 .00	1.50	1.4 2	12. 19	12. 62	0.1 5	72. 55	72. 40	39. 56	38. 23	32. 99	34. 17	33. 21	34. 32	3.43
	B648 -B651	6.7 7	55. 81	50.23	206 .54	200 .00	1.50	1.6 0	17. 13	18. 58	0.3 2	72. 40	72. 08	38. 23	37. 00	34. 17	35. 08	34. 32	35. 40	3.54

	B651 -B653	12. 41	43. 40	39.06	182 .13	180 .00	1.50	1.5 4	33. 39	19. 61	0.6 5	72. 08	71. 43	37. 00	35. 65	35. 08	35. 78	35. 40	36. 43	3.64
	B653 - B659	11. 35	32. 05	28.85	156 .51	160 .00	1.50	1.4 4	22. 20	19. 95	0.4 4	71. 43	70. 99	35. 65	35. 92	35. 78	35. 07	36. 43	35. 51	3.55
	B659 -(B658/B6 54)	8.9 4	23. 11	20.80	132 .90	140 .00	1.50	1.3 5	27. 29	21. 01	0.5 7	70. 99	70. 41	35. 92	37. 86	35. 07	32. 55	35. 51	33. 13	3.31
	(B658/B6 54)-B657	14. 17	8.9 4	8.05	82. 66	80. 00	1.50	1.6 0	26. 29	59. 62	1.5 7	70. 41	68. 84	37. 86	40. 24	32. 55	28. 60	33. 13	30. 17	3.02

