

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME DU PROJET :

**Dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre
De Sirat à partir du barrage Karrada et Chélif (W .
Mostaganem)**

PRESENTE PAR

M^r SAOUD YOUNES

Devant les membres du jury

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

Juin - 2017

Dédicace



Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en signe



de respect et de reconnaissance envers :

Ma mère Mon père



Pour tous les sacrifices et leur soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse.



Je le dédie également à



Mes frères et mes sœurs: Walid, Riadh, Imen, et Yousra.



Mes amis qui sont nombreux .

En un mot, à toute ma famille, mes amis et ceux qui ont contribué de



prés ou de loin à ma formation.



PONXEOS

Remerciement



Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à Meme AZIEZ WAHIBA (ma promotrice) pour avoir contribué à l'élaboration de cette présente thèse et à ma formation durant l'année de spécialité.



Je remercie également tous mes professeurs qui ont contribué à ma formation, le personnel de la bibliothèque et toute la famille de l'E.N.S.H.

Aussi, je me permets d'exprimer tout mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur d'apprécier notre travail.



SAOUD YOUNES

ملخص

تندرج هذه المذكرة ضمن السياسة المتعلقة بتسيير المساحات المسقية لإقليم ولاية مستغانم، التي تسعى إلى تحقيق مردود معتبر من الناحية الإنتاجية، مستخدمة في ذلك أفضل أنواع تقنيات السقي، مع المحافظة على الموارد المائية والأخذ في الحسبان الظروف المناخية، نوعية التربة، ونوعية المياه المستخدمة، وهذا لن يتحقق إلا بتبني واستخدام الطرق النوعية في تحديد مستلزمات الأشجار أو مختلف المزروعات الأخرى من المياه، وتقديمها بطرق لا يكون فيها معامل تبذير المياه كبير، وهذا مع ضمان إنتاج وفير بأقل تكلفة.

Résumé

A travers ce mémoire nous avons effectué une étude d'un périmètre dans la région de SIRAT wilaya d'Mostaganem.

Notre but consiste à projeter un réseau d'irrigation sur une parcelle située au secteur Ouest de la commune de Sirat wilaya de Mostaganem; ce qui implique l'introduction de Nouvelles technique d'irrigation à savoir l'utilisation du système de goutte à goutte, afin de Maitriser la quantité d'eau à utiliser en irrigation et limiter ainsi le taux de pertes soit par Évaporation on par percolation.

Enfin, nous conseillons les agriculteurs d'utiliser cette nouvelle technique d'irrigation afin d'optimiser les parcelles d'irrigation et d'augmenter les rendements des cultures en régions arides.

Abstract

This work makes party of the framework of the Policy of the management of the perimeter irrigate ,with an aim of attainting a high output of productivity using best techniques of irrigation by preserving the water resources , and taking into account of the climatic conditions , the quality of ground and the quality of water used by adoption of the best methods of calculation of the requirements water for the trees , and the different cultures to attain a good production with lower costs .

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	02
I.3.Etude Climatique	03
I.3.1.les précipitations	03
I.3.2.La température de l'air	04
I.3.3.Les vents	05
I.3.4.L'humidité relative de l'air.....	06
I.3.5.L'insolation	06
I.3.6.Les phénomènes climatique accidentelles	06
I.3.6.1. La neige.....	07
I.3.6.2.La grêle.....	07
I.3.6.3.Le sirocco	07
I.3.7.Indices Agro-météorologiques.....	07
I.3.7.1.Indice de Martonne.....	07
I.3.7.2.Classification du climat selon le diagramme d'Emberger.....	09
I.3.7.3.Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen	11
I.4.Conclusion	12

Chapitre II : Ressources en sol

II.1.Introduction	14
II.2.Etude pédologique.....	13
II.2.1.But de l'étude pédologique.....	13
II.3.Classification des sols du périmètre SIRAT	13
II.3.1 Les sols calcimagnésiques.....	14
II.3.1.1 .Les Rendzines.....	14
II.3.1.1.1 Description d'un profil type : Profil n°1 :.....	14
II.3.1.1.2 Description morphologique du profil n°1	15
II.3.1.1.3 Résultats analytiques	15
II.3.1.1.4 Interprétation et valeur agronomique.....	15
II.3.2 Les sols bruns calciques	15
II.3.2.1.1Description d'un profil type Profil n°2	16
II.3.2.2 Description morphologique du profil	16
II.3.2.3 Résultats analytique	17
II.3.2.4 Interprétation et valeur agronomique	17
II.4.Aptitudes culturales	18
II.5.Qualité des sols.....	19
II.5.1: conductivités électriques.....	19
II.6 Occupation du sol pour les cultures à irrigué.....	20
II.7. Conclusion.....	21

Chap III : Ressources en eau et Hydrologie..

III.1.Introduction.....	21
III.2.Ressource en eau	21
III.2.1.Les ressources superficielles.....	21
III.2.2.Les ressources souterraines.....	22

III.3. Compositions chimiques de l'eau d'irrigation	24
II.3.1 La salinité.....	25
III.3.2 Le coefficient d'adsorption du sodium SAR (Sodium Absorption Ration)	26
III.4. Etude hydrologique.....	27
III.4.1. Etude des pluies annuelles.....	28
III.4.2. Présentation de la station météorologique	28
III.4.3. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique	29
III.5. Etude de l'échantillon.....	31
III.5.1. Choix du type de loi	31
III.5.2. Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale.....	31
III.5.3. Test de validité de l'ajustement à la loi choisie.....	33
III.5.4 Test de Khi carré pour la loi Normale.....	34
III.5.5. Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normale (loi de Galton).....	35
III.5.6. Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale (loi de Galton).....	37
III.6. Détermination de l'année de calcul	38
III.7. Conclusion.....	39

Chap IV : Calcul des besoins en eau des cultures

IV.1. Introduction	40
IV.2. Choix des cultures à mettre en place de la région d'études	40
IV.3. Définition d'un régime d'irrigation	40
IV.4. Besoins en eau des cultures.....	40
IV.4.1. Définition	40
IV.4.2. L'évapotranspiration	40
- L'évapotranspiration de référence... ..	41
- L'évapotranspiration potentielle	41
- L'évapotranspiration réelle	41
IV.4.2.1. Méthode d'évaluation de l'évapotranspiration.....	41
IV.4.2.1.1. Méthodes directes	41
• L'évapotranspiromètre ou cuve lysimétrique.....	41
• Le bac évaporant	42
• L'évaporomètre piche.....	42
IV.4.2.1.2. Méthodes indirectes.....	42
1) Formule de Blaney et Criddle	42
2) Formule de Turc	42
3) Formule de Thornthwaite	43
4) Formule de Penman	44
IV.4.2.2. Calcul de l'évapotranspiration.....	44
IV.5. Evapotranspiration maximale de culture.....	45
IV.6. Assolément et rotation des cultures.....	46
IV.8. Calcul des pluie efficaces	48
IV.9. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures	49

IV.10. Calcul des besoins brut	50
IV.11. Détermination des Besoins en eaux des cultures.....	51
IV.12 Calcul des débits Spécifiques.....	57
IV.11 Débit caractéristique.....	58
IV.14.Conclusion	58

Chap V : Dimensionnement du réseau de distribution

v.1.introduction.....	59
v.2 découpage des îlots d'irrigation.....	59
v.2.1 taille des îlots d'irrigation :	60
v.2.2débit fictif continu :.....	60
v.2.3 débit d'équipement	61
v.3.l'emplacement des bornes d'irrigation dans les îlots.....	61
v.4.modalité de distribution	62
v.4.1 l'irrigation à la demande.....	62
v.4.2.l'irrigation au tour d'eau	62
v.4.3.tour d'arrosage à l'antenne	62
v.4.4.tour d'arrosage à la borne.....	63
v.5.la méthodologie de dimensionnement.....	63
v.6 -calcul des débits des ilots.....	63
v.6.1. données de base du dimensionnement	63
v.6 .2.choix du type de borne	63
v.6.3.choix de diamètre de la borne	64
v.7.choix de tracé.....	64
v.8.matériaux de construction des canalisations.....	65
v.8.1. choix du matériau des conduites	65
v.8.2.les matériaux	65
v.8.2.1.les conduites en fonte.....	65
v.8.2.2 conduites en acier	65
v.8.2.3conduites en pvc (polyvinyle de chlorure).....	66
v.8.2.4 avantages des canalisations en pehd.....	66
v.9.optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution.....	66
v.10. dimensionnement des canalisations... ..	66
v.10.1.vitesse admissible	66
v.10.2.calcul des diamètres	66
v.10.3.calcul des pertes de charge	67

v.12 dimensionnement de la bache de distribution	69
v.12.1 débit caractéristique.....	69
v.13.conclusion.....	70

Chap VI : Les techniques d'irrigation

VI.1.Introduction.....	71
VI .2. Différentes techniques d'arrosages.....	71
VI.2.1.L'irrigation de surface.....	71
VI.2.1.1.L'irrigation par ruissellement.....	71
VI.2.1.1.1.Les avantages de l'irrigation par ruissellement.....	71
VI.2.1.1.2. les inconvénients.....	71
VI.2.1.2.l'irrigation par submersion.....	71
VI.2.1.2.1.Les avantages de la submersion.....	72
VI.2.1.2.2.Les inconvénients de la submersion.....	72
VI.2.1.3.l'irrigation par infiltration.....	72
VI.2.1.3.1.les avantages.....	72
VI.2.1.3.2.Les inconvénients.....	72
VI.2.2L'irrigation par submersion.....	72
VI.2.2.1.l'irrigation par aspersion(pivot.).....	72
Description et principe de fonctionnement :	73
VI.2.2.1.1.Les avantages.....	74
VI.2.2.1.2.les inconvénients.....	74
VI.2.3.l'irrigation localisée (goutte à goutte.).....	75
VI.2.3.1.les Avantages.....	75
VI.2.3.2.Les inconvénients.....	75
VI .3.Choix des techniques d'arrosage	76
VI.3.1.Les contraintes naturelles.....	76
VI.3.1.1.L'évaporation.....	76
VI.3.1.2.Le vent.....	76
VI.3.1.3.Le sol.....	76
VI.3.1.4.La pente.....	76
VI.3.2.Les contraintes techniques.....	76
VI.3.3.Les contraintes agronomiques.....	76
VI.4.Conclusion.....	78

Chapitre VII : Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

VII.1.Introduction	80
VII.2.Définition.....	80
VII.3.Composition d'une installation goutte à goutte	80
VII.3.1 Point de fourniture d'eau	80
VII.3.2Composition L'unité de tête.....	80
VII.3.2.1 Unité de filtration.....	80
VII.3.2.2. Filtre à tamis	80
VII.3.2.3. Filtre à sable	81
VII.3.25. Injecteur d'engrais	81
VII.3.3 La conduite principale	81
VII.3.4 Le porte-rampes	81
VII.3.5 Les rampe	81
VII.3.6 Les distributeurs	81
VII.3.6.1 Différents types de distributeurs.....	81
VII.4.Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte.....	82
VII.4.1.Données générales Caractéristique du goutteur	82
VII.5. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	82
VII.5.1.les besoins journaliers	82
VII.5.2.Besoin journalier en tenant compte de la réduction K_r	83
VII.5.3.La dose d'irrigation nette pratique	83
VII.5.4.Fréquence des arrosages.....	84
VII.5.5.Durée d'arrosage par mois	84
VII.5.6.Durée d'arrosage journalier	85
VII.5.7.Nombre de poste	85
VII.5.8. Surface de la parcelle.....	85
VII.6.Calculs hydrauliques	85..
VII.6.1.Condition hydraulique	85
VII.6.1.1.Le nombre d'arbres par rampe:.....	86
VII.6.1.2.Nombre de goutteurs par rampe.....	86
VII.6.1.3.Le nombre de rampes:.....	86
VII.6.2.Débit de la rampe:.....	86

VII.6.3.Débit de la porte rampe.....	86
VII.6.4.Débit de la conduite secondaire	87
VII.6.5.Dimensionnement des différentes parties du réseau	87
VII.6.5.1.Vérification des pertes de charges.....	88
VII.6.6 Calculs hydrauliques de la rampe.....:	88
VII.6.7 Calculs hydrauliques de la porte rampe	89
VII.6.8 Calcul des diamètres de la conduite secondaire	89
VII.6.9.Calcul de caractéristique de conduites secondaires	90
VII.6.10.La pression d'eau à la borne de distribution	90
VII.6.11.Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable ...	90
VII.7.Conclusion	91

CHAPITRE VIII :Calcul technico-économique

VIII-1)Introduction.....	96
VIII-2)Calcul du volume des travaux.....	96
VIII-2-1)Implantation des tracés des tranchées sur le terrain.....	96
VIII-2-2)Excavation des tranchées.....	97
VIII-2-2-1)Calcul de la largeur de la tranchée.....	97
VIII-2-2-2)Calcul du volume de déblai.....	98
VIII-2-2-3)Calcul du volume du lit de sable	98
VIII-2-2-4)Remblaiement des tranchées	99
VIII-2-2-5)Calcul du volume excédentaire	99
VIII-2-2-6)Le grillage avertisseur.....	99
VIII-2-2-7)Estimation de cout de pose de canalisation de l'adduction.....	100
VIII-3)Charge d'investissement :.....	100
VIII-3-1)Devis estimatif et quantitatif des bornes d'irrigation :.....	100
VIII-3-2)Devis estimatif et quantitatif des vannes et chambres des vannes :.....	101
VIII-3-3)Devis estimatif et quantitatif des cônes de réduction :.....	101
VIII-4)Conclusion	102

CONCLUSION GENERALE.....	103
---------------------------------	------------

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.....	4
Tableau N°I.2 : Moyenne des données mensuelles des températures de 1990 à 2014.....	5
Tableau N° I.3 : La force des vents dans la région d'étude.	5
Tableau N°I.4 : Humidité relative de la région d'étude.....	6
Tableau N°1.5 : Durée moyenne journalière de l'insolation durant les différents mois	6
Tableau N° I.6 : Nombre de jours de neige par mois.....	6
Tableau N° I.7 : Nombre de jours de grêle par mois.....	7
Tableau N° I.8 : Nombre de jours moyen mensuel de sirocco.....	07
Tableau N° 9 : Classement de l'Indice selon De Martonne.....	Error! Bookmark not defined.
Tableau I.10 : Moyennes mensuelles de précipitations et de températures	11

Chapitre II : Ressources en sol

Tableau II.1 : : caractéristique du profile N°1.....	14
Tableau II.2 : caractéristique physico-chimique du sol 1	15
Tableau II.3 : caractéristique du profil N°2.	16
Tableau II.4 : caractéristique physico-chimique du sol	17
Tableau II.5 : Aptitudes culturale :.....	18
Tableau II.6 : La conductivité du sol.....	19
Tableau II.7 : Occupation du sol des cultures proposées :.....	20

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

Tableau III.1 Compositions chimiques de l'eau du barrage CHELIFF.	24
Tableau III.2 Compositions chimiques de l'eau du barrage KERRADA	25
Tableau III.3 Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique :.....	25
Tableau III.4 Classification des eaux en fonction du S.A.R.	26
Tableau III.5 Présentation de la station météorologique de BOUGHIRAT	28
Tableau III.6 Précipitation mensuelle de la station Mostaganem	28_29
Tableau III.7 Test d'homogénéité de Wilcoxon	30

Tableau III.8 Ajustement à la loi normale.....	32
Tableau III.9 : Ajustement à la loi log normale.....	36
Tableau III.10.Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.....	38

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau IV.1 Résultat de calcul de L'Evapotranspiration de référence (ETo). Error! Bookmark not defined.	
Tableau IV.2 Coefficients culturaux (Kc) des cultures.....	46
Tableau IV.3 Surfaces occupées par les différentes cultures.....	47
Tableau IV.4 Humidité à la capacité au champ et de flétrissement.....	47-48
Tableau IV.5 Les profondeurs d'enracinement	48
Tableau IV.6 Pluies efficaces calculées	49
Tableau IV.7 Besoins en eau d'irrigation d'olivier	51
Tableau IV.8 Besoins en eau d'irrigation de pomme de terre	52
Tableau IV.9 Besoins en eau d'irrigation de Sorgho	53
Tableau IV.10 Besoins en eau d'irrigation de Tomate :.....	54
Tableau IV.11 Besoins en eau d'irrigation de l'orge :.....	55
Tableau IV.12 Besoins en eau d'irrigation de betterave :.....	56
Tableau IV.13 donnée les résultats de besoins net (mm) de la culture.....	57
Tableau IV.14 : Répartition des cultures dans les ilots.....	61
Tableau IV.15 volumes d'eau d'irrigation.....	62
Tableau IV.16 Besoins nets (mm) en eau d'irrigation.....	63

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution

Tableau IV. 1 : Les différentes Parcelles du périmètre.....	60
Tableau V.2 : Choix du diamètre de la borne.....	64
Tableau V.3 : Caractéristiques des ilots avec les débits de chaque borne.....	64
Tableau V.4 : Les paramètres de perte de charge :.....	67
Tableau V.5: Calculs hydrauliques du réseau de distribution	68

Chapitre VI : Les techniques d'irrigation

Tableau VI.1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage... ..	77
---	----

Chapitre VII : Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

Tableau VII.1 Caractéristique de la conduite de la rampe 01 :.....	88
Tableau VII.2Caractéristique de la conduite de la rampe 03.....	89
Tableau VII.3 Caractéristiques de la conduite de la porte rampe (01).....	89
Tableau VII.4 Caractéristiques de la conduite de la porte rampe (03) :.....	89
Tableau VII.5 Caractéristique de la conduite secondaire	90
Tableau VII.6 : résumer des caractéristique de la conduite secondaire (Q,D , l , ΔH)	90

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Tableau VIII-01 : calcul du volume de déblai pour le réseau.....	97
Tableau VIII-02 : calcul du volume de sable pour le réseau.....	98
Tableau VIII-03 : calcul du volume de remblai.....	98
Tableau VIII-04 : calcul du volume excédentaire.....	99
Tableau VIII-05 : calcul la surface du grillage.....	99
Tableau VIII-06 : Estimation du coût de pose de canalisation de l'adduction.	100
Tableau VIII-07 : Devis estimatif et quantitatif des conduites.....	100
Tableau VIII-08 : Devis estimatif et quantitatif des bornes d'irrigation ...	101
Tableau VIII-09 : Devis estimatif et quantitatif des vannes	101
Tableau VIII-10 : Devis estimatif et quantitatif de cône de réduction	102

Liste des figures :

Chapitre 1 : 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.....	10
Figure I.4 : Diagramme ombrothermique de la wilaya de Mostaganem.....	12

Chapitre 3 : Ressources en eau et Hydrologie

Figure III.1 : Carte de Bassins et sous bassins versants de la Wilaya de Mostaganem	22
Figure III.2 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation du barrage du Cheliff	27
Figure III.3 : Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss.....	33
Figure III-4. Ajustement des pluies annuelles à la loi log-Normale.....	37

Chapitre 6 : Dimensionnement de Réseau d'irrigation

Figure VI.1 Figure V.1 : irrigation par pivot.....	74
--	----

LISTE DES PLANCHES

Désignation	Numéro	Echelle
plan de réseau	Plan 1	1/5000
Plan d'Occupation de Sol et de Situation	Plan 2	1/5000
Plan de réseau De goutte a goutte	Plans 3	EH 1/1500 EV 1/150
Profil en long de la conduite existante	Plan 4	1/500

INTRODUCTION GENERALE :

L'eau constitue à la fois un élément essentiel et un facteur stratégique au développement du Secteur agricole; sa disponibilité conditionne de manière déterminante l'efficacité et la Fiabilité de récoltes, de rendement et des activités agricoles.

Son utilisation pour l'irrigation a varié dans ses formes au cours des temps en Algérie. Aujourd'hui, les concurrences s'aiguisent entre les différents utilisateurs de l'eau (Agriculture, industrie, villes) et partout l'accroissement de la demande en eau potable et Industrielle est résolu au détriment de l'agriculture.

Pour la conception de notre projet d'irrigation, nous avons fait allusion à plusieurs études préalables sur :

- La disponibilité et la nature de la ressource en eau ;
- Le type de sol et les caractéristiques des parcelles à irriguer ;
- Le type de cultures à irriguer et leurs besoins en eau.

Toutes ces études nous exigent de conceptualiser un projet de dimensionnement qui tient Compte de toutes les contraintes intérieures et extérieures pour accroître et régulariser la Production des cultures afin de satisfaire les objectifs techniques (rendements) et Économiques (au coût optimal) visés.

Chapitre I

Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude

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

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.

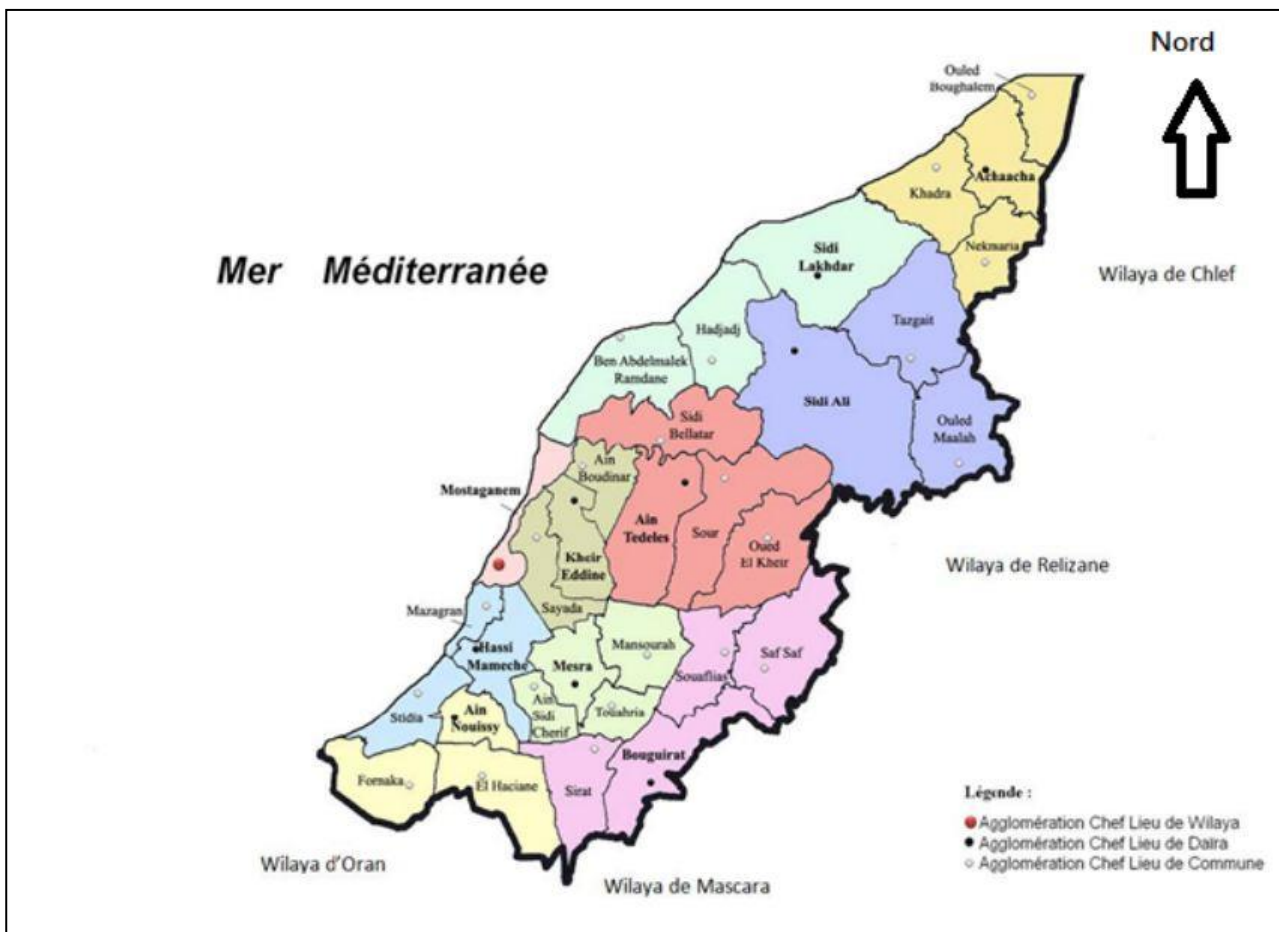


Figure I.1 : Carte de la Wilaya de Mostaganem et découpage communal

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

SIRAT est une commune de la wilaya de Mostaghanem ; elle est située au sud-est de Mostaghanem dont les coordonnées 35° 45' 05'' Nord et 0° 15' 12''

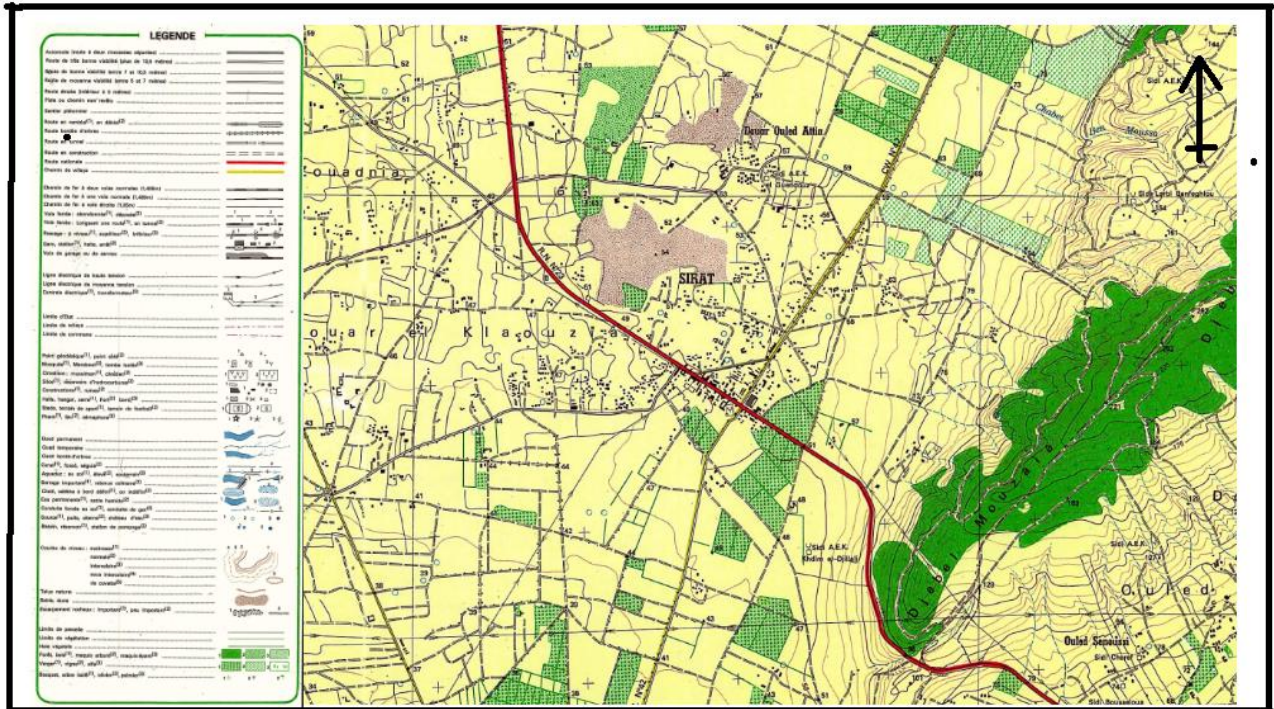


Figure I.2 : Carte de Situation géographique de SIRAT

Le périmètre de SIRAT relève du territoire de la daïra de Boughirat wilaya de Mostaghanem. Il couvre une superficie totale de 144 ha , géographiquement il se localise dans la partie septentrionale de la wilaya de Mostaghanem. .

Le périmètre présente les limites suivantes :

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

I.3. Etude Climatique :

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

I.3.1.les précipitations :

Tableau I.1 : Précipitations moyennes mensuelles de 1990 à 2014 (Plateau de Mostaganem)

Année	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Annuel
Pm (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)

L'observation des précipitations moyennes mensuelles de 1990 à 2014 indiquent une instabilité du niveau des précipitations pour chaque mois durant la période considérée.

I.3.2.La température de l'air :

L'observation des températures dans la région d'étude s'est faite sur une période s'étalant de 1990 à 2014.

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

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

Tableau I.2: Moyenne des données mensuelles des températures de 1990 à 2014 :

MOIS	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aou.
Tmoy 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
Tmoy min(C°)	17,07	13,74	9,53	6,93	5,72	5,99	7,85	9,09	12,63	16,014	18,63	19,43
T moy(C°)	22,29	18,89	14,33	11,64	10,65	11,11	13,12	14,66	17,89	21,53	24,36	25,15

Source : ONM Mostaganem (1990-2014)

D'après le tableau on peut remarquer deux périodes distinctes :

✓ **Une période chaude :**

Elle s'étale du mois de Mai jusqu'au mois d'octobre , les mois de juillet et aout sont les plus chauds , avec des moyennes mensuelles de 25°.

✓ **Une période froide :**

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

I.3.3.Les vents :

Le vent reste un facteur important, puisqu'il agit sur l'évapotranspiration des cultures au niveau d'une parcelle. En irrigation par aspersion en régime venté, on estime en général les pertes d'eau par évaporation entre 10 et 15 % de l'apport d'eau nécessaire, sans compter l'irrégularité de la répartition de l'eau autour des asperseurs. Les vitesses de vents sont représentés dans le tableau suivant :

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

MOIS	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jt	Aou	Année
Vitesse des vents (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.3.4.L'humidité relative de l'air :

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

La proximité de la zone d'étude de la mer Méditerranée lui donne un taux d'humidité relative assez élevé.

MOIS	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jt	Aou	Année
Humidité (%)	67,93	70,12	73,65	74,43	74,46	72,84	71,15	67,70	66,20	63,82	62,32	63,7	69.0

Source : ONM Mostaganem(1990-2014)

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

D'après ce tableau, on peut observer que l'humidité maximale correspond au mois de janvier avec **74.46%** tandis que la minimale est celle du mois de juillet avec **62.32%**.

I.3.5.L'insolation :

C'est la durée pendant laquelle le soleil brille , elle conditionne l'activité photosynthétique .

Tableau I.5 : Durée moyenne journalière de l'insolation durant les différents mois

MOIS	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jt	Aou
Inso/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)

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	Mar	Avr	Mai	Jui	Jt
Nombre de neige	0	0	0	0.3	0.9	0.6	0	0	0	0	0

Source : ONM Mostaganem (1990-2014)

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 donnée 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	Jui	Jt	Aou
Nombre de grêle	0	0	0	0	0	0.1	0.5	0.2	0.2	0	0	0

Source : ONM Mostaganem (1990-2014)

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

I.3.6.3. Le sirocco :

C'est un vent sec et chaud qui assèche le sol et fait augmenter l'évapotranspiration des plantes et de ce fait il constitue un danger pour les cultures agricoles .

Le nombre de jours moyen de sirocco est indiqué dans le tableau 08 :

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

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jt
Nombre de sirocco	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. Indice de Martonne :

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

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

$$I = \frac{404.82}{(10 + 17.14)} = 14.88$$

Avec :

Ia : indice d'aridité

P : précipitations moyennes annuelles : **404.82 (mm)**.

T : températures moyennes annuelles : **17.14°C (°C)**.

Tableau I.9 : Classement de l'Indice selon De Martonne

Intervalle du valeur du I	Type du climat	IRRIGATION
$I < 5$	climat hyperaride	Indispensable
$5 < I < 7,5$	climat désertique	Indispensable
$7,5 < I < 10$	climat steppique	Souvent Indispensable
$10 < I < 20$	climat semi-aride	Parfois utile
$20 < I < 30$	climat tempère	Inutile

➤ **Commentaire des résultats :**

D'après la valeur de l'indice climatique qui est égal à 12.24, on voit que la région se caractérise par un climat **semi-aride** .

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

La technique est fondée sur un diagramme dressé par Mr EMBERGER (**figure n°: I-3**) qui nous renseigne sur le climat ,ainsi que le type d'Hiver ; dominants d'un région .

Pour cela; nous avons calculé, par l'expression (I-2), le quotient de Mr EMBERGER, que nous avons projeté sur le Diagramme Bioclimatique .

$$Q = \frac{2000P}{M^2 - m^2} \quad (1-2)$$

Tel que :

P : Précipitation moyenne annuelle de la région en (mm)

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en (K°)

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en (K°)

Pour :

$$Q = 2000 \frac{404.82}{(30.87 + 273)^2 - (5.72 + 273)^2} = 55,26$$

La station de Mostaganem aura un $Q = 55.26$; elle est située à la limite inférieure de l'étage bioclimatique semi-aride à hiver tempéré.

Ces renseignements complètent celles obtenus précédemment par la méthode de M^r MARTON; et qui sont d'une importance majeure

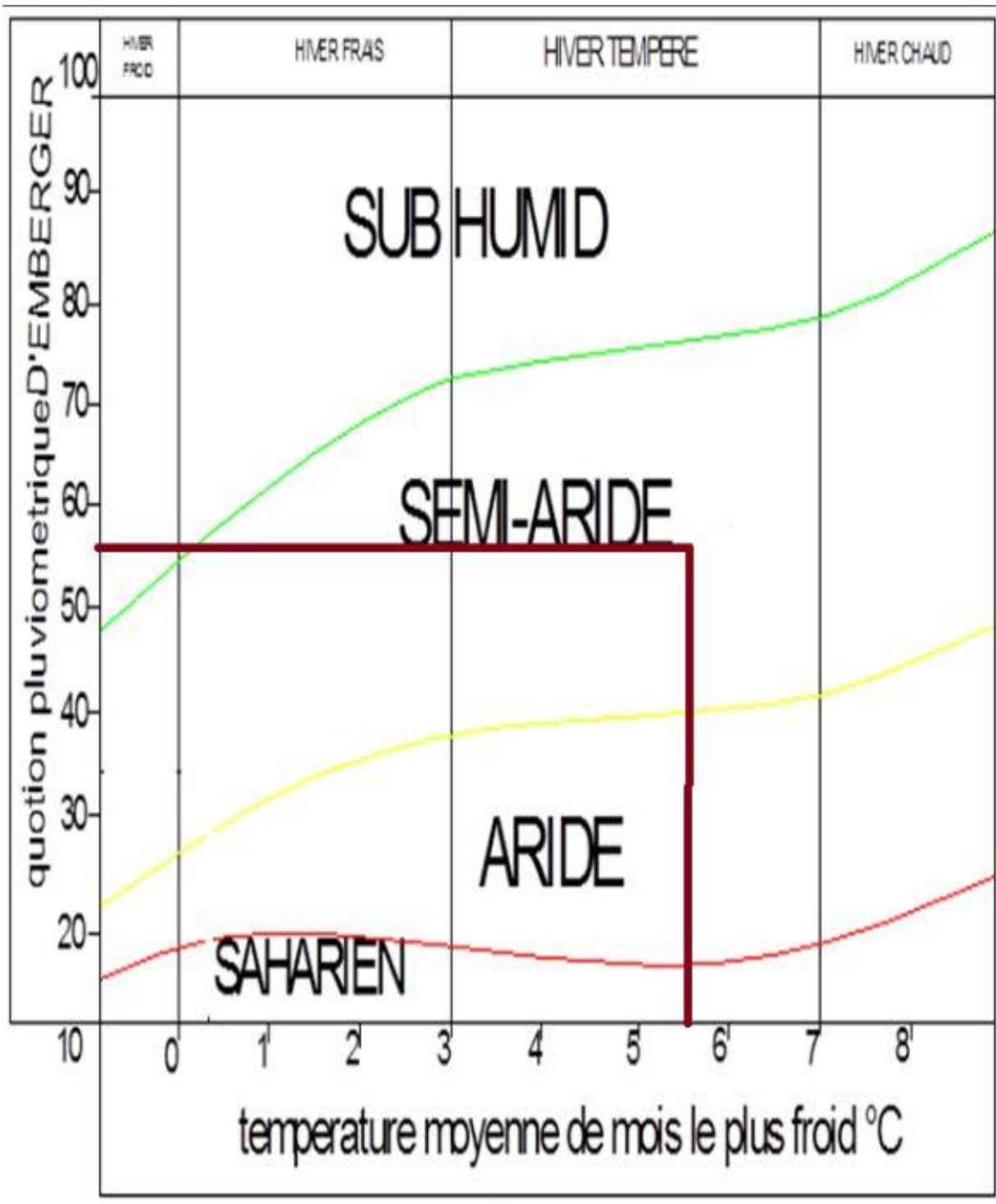


Figure I.10 :Diagramme bioclimatique d'Emberger

I.3.7.4. 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	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jt	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	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

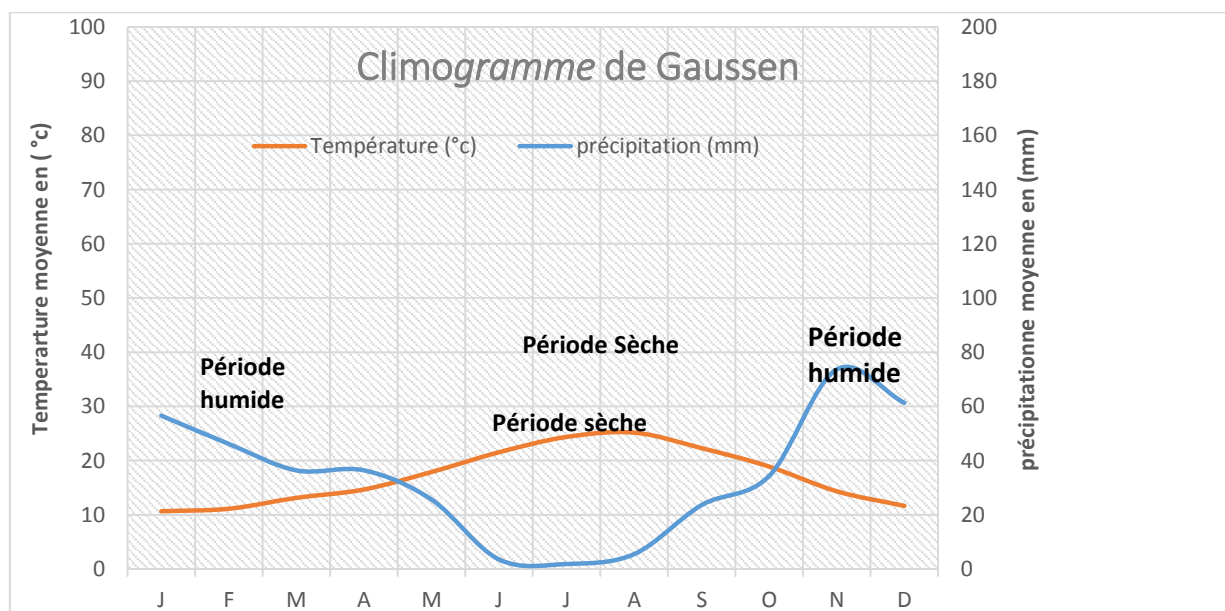


Figure I.11 :Diagramme ombrothermique de la wilaya de Mostaganem

➤ **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 :

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

Le périmètre d'irrigation de la ville de SIRAT présente une pluviométrie annuelle de 404 mm

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

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

Chapitre II

Ressources en sol

Chapitre II : Ressources en sol

II.1.Introduction :

L'étude agro-pédologique a pour but de définir les sols destinés à l'irrigation ou de localiser les zones aptes à la mise en valeurs en irrigation ainsi les caractéristiques hydro-dynamiques de ces sols indispensables pour le calcul des doses d'arrosages et l'emplacement des réseaux d'irrigation et de drainage

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

II.2.Etude pédologique :

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

II.2.1.But de l'étude pédologique :

- Evaluer la capacité des sols du secteur étudié à assurer un bon développement des cultures envisagées et à valoriser économiquement l'investissement. Les aptitudes culturales sont appréciées en confrontant les exigences des productions possibles
- Estimé le degré de contribution des sols du périmètre à l'alimentation hydrique des plantes à irriguer.
- Choisir les techniques d'arrosage les plus adaptées aux conditions du sol et de culture (aspersion, goutte à goutte; submersion).
- Fixer les règles à respecter pour une conduite des arrosages dans le système .

II.3.Classification des sols du périmètre 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 glaciais 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 profile N°1

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

Source : BNDR

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
Caco ₃ Total (en %)		32,45
Caco ₃ 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 maraîchères 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 maraîchères, céréalières et fourragères.

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

II.3.2.1.1 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

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

11.3.2.4 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 favorable à tout type d'utilisation .
- ✓ Absence du risque de salinité exprimé par une conductivité électrique faible .
- ✓ Des teneurs en calcaire actif 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'hydromorphie
- 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 modaux	Aucune contrainte	Orge, blé tendre, blé dur, vesce, luzerne, Tomate, 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 ECe 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 Occupation du sol pour les cultures à irrigué:

Tableau II.7: Occupation du sol des cultures proposées :

Cultures	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JN	JT	A
Orge			←									
Sorgho							←					→
pomme de terre							←					→
Tomate								←				→
Olivier	←											→
bettrave			←						→			

II.7. Conclusion

Ce chapitre a été consacré à l'analyse agro-pédologique de la zone d'étude. Cette prospection pédologique, qui a porté sur une superficie d'environ 144 ha, a fait ressortir différentes classes présentant de bonnes aptitudes culturales.

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

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

Les sols présentent généralement une texture limon-argileuse, avec une perméabilité élevée.

Chapitre III

Ressources en eau et Hydrologie

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

III.1.Introduction

Avant d'entamer une étude en irrigation, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire aux différents besoins des cultures. Pour cela et à travers ce chapitre on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter le périmètre de Mansourah et détailler l'étude hydrologie afin de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données.

III.2.Ressource en eau

La ressource en eau prévu 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 Chelif :**

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;

Capacité de pompage : 9.50 m³/s = 820800 m³/jour.

III.2.2. Les ressources souterraines

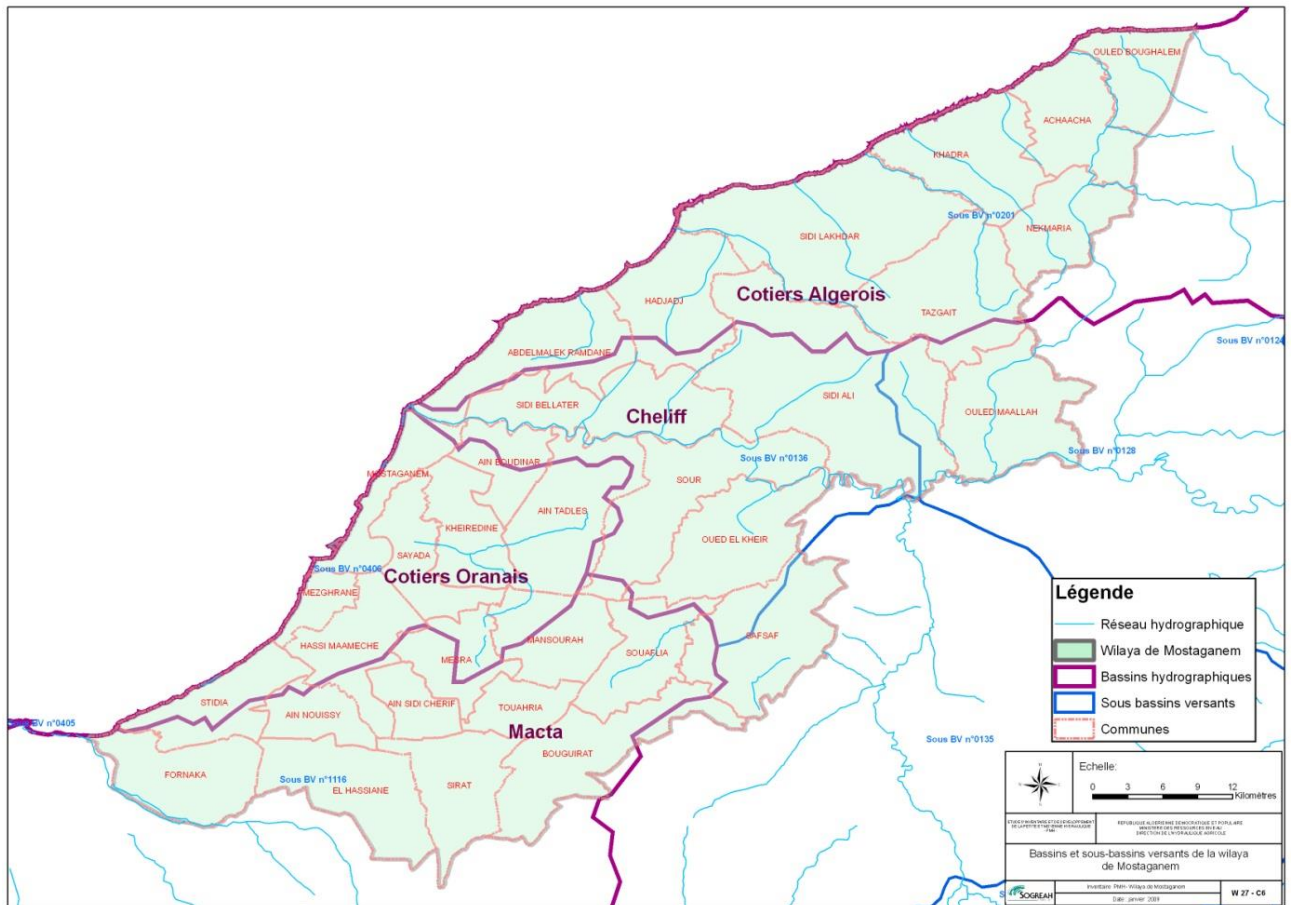


Figure III.1 : Bassins et sous bassins versants de la Wilaya de Mostaganem

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

Sogr ah/2009/Plateau de Mostaganem). Les normes consid er es 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 généralement compris entre 6,8 et 7,4 avec une moyenne autour de 7,1. Ce pH est conformé aux valeurs généralement admises.

- **Température :**

La température varie généralement 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 r sides secs supérieures à cette valeur.

- **Chlorures :**

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.

- **Nitrates :**

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.

- **Sulfates :**

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 ( pandage d'engrais notamment), qui est l'activité principale du Plateau.

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	

II.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.

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	

Tableau III.3 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux	Observation

C ₁	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible	convient pour toutes les cultures
C ₂	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen	pour les plantes moyennement tolérantes.
C ₃	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevée	ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes
C ₄	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevée	eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

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 Ratio) :

Si l'eau est riche en sodium celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exerce alors une action de défoulant, pour apprécier le risque alcalin, on compare la concentration en ion Na^+ , celle en ion Ca^{++} et Mg^{++} , il est défini comme suit :

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

4 classes de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin

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

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

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

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

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 utilisé dans les projets d'irrigation .

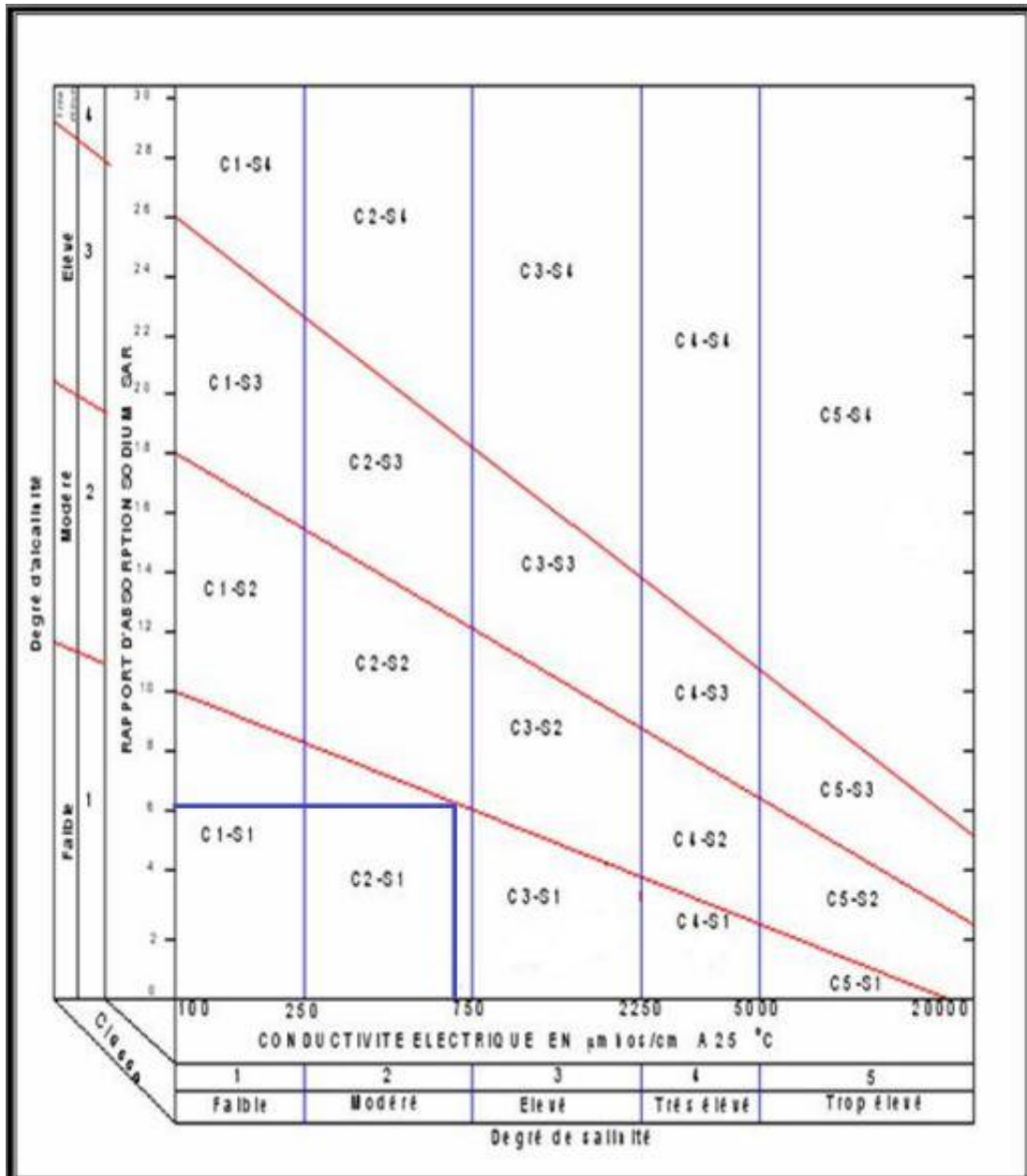


Figure III.2 :Diagramme de classification des eaux d'irrigation du barrage du Cheliff

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.5. 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.6. 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

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

$N_2 > N_1$

- ✓ 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 : $W_{min} < W_y < W_{max}$

W_y : Somme des rangs des sous séries

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

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

$N_1=10$ et $N_2=14$

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

Tableau III.7. 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

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).

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

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

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

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

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

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

$U_{P\%}$: variable réduit de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

δ : Écart type

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

Tableau III.8.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

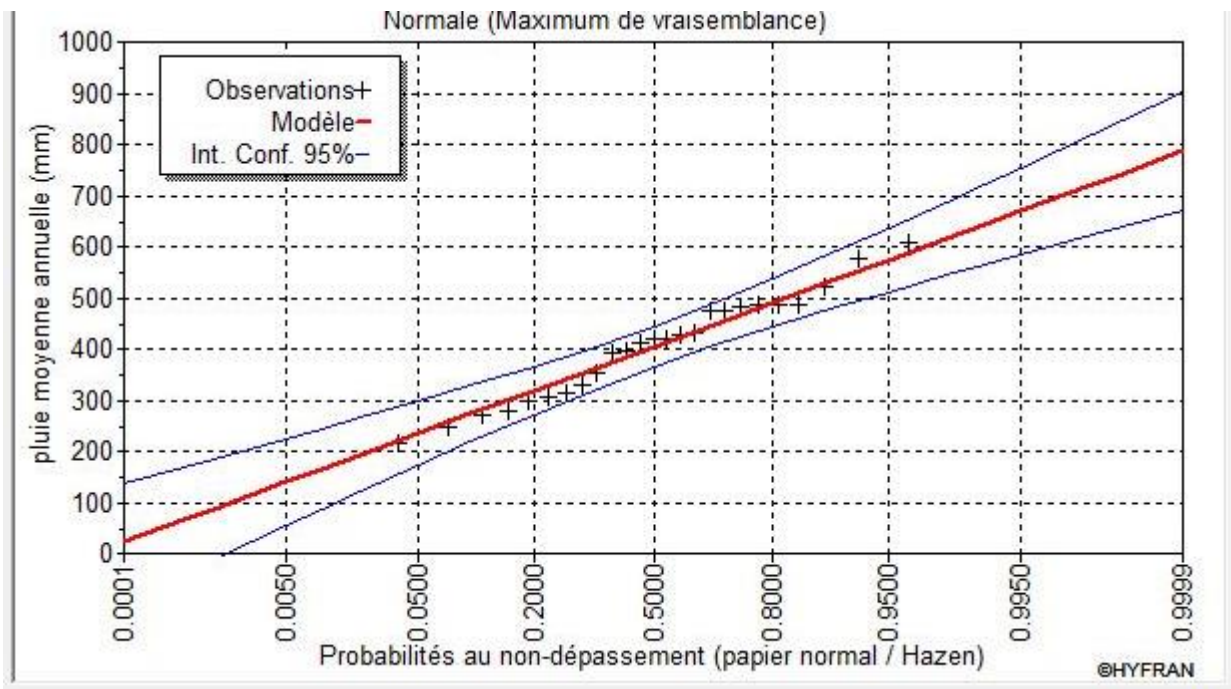


Figure III.3 : Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss

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 :

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

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

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

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

Avec :

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

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

III.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 :

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

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

$$\chi^2_{\text{calculé}}=4.96 \gamma=4$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

$$\chi^2_{\text{calculé}}= 4.96 < \chi^2_{\text{théorique}}= 9.488$$

III.5.5. Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normalel (loi de Galton)

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

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

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

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

Avec:

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

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

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

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

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

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

$U_{p\%}$: variable réduite de Gauss.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN Les résultats obtenus figurent au tableau III-8 Et au Figure III-6

Tableau III.9. Ajustement à la loi log normale

T	F	P%	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
100.0	0.9900	733	77.4	582 - 885
50.0	0.9800	681	65.8	552 - 810
20.0	0.9500	610	51.1	510 - 710
10.0	0.9000	553	40.7	473 - 633
5.0	0.8000	491	31.0	430 - 552
2.0	0.5000	391	21.1	350 - 433
1.2500	0.2000	312	19.7	273 - 350

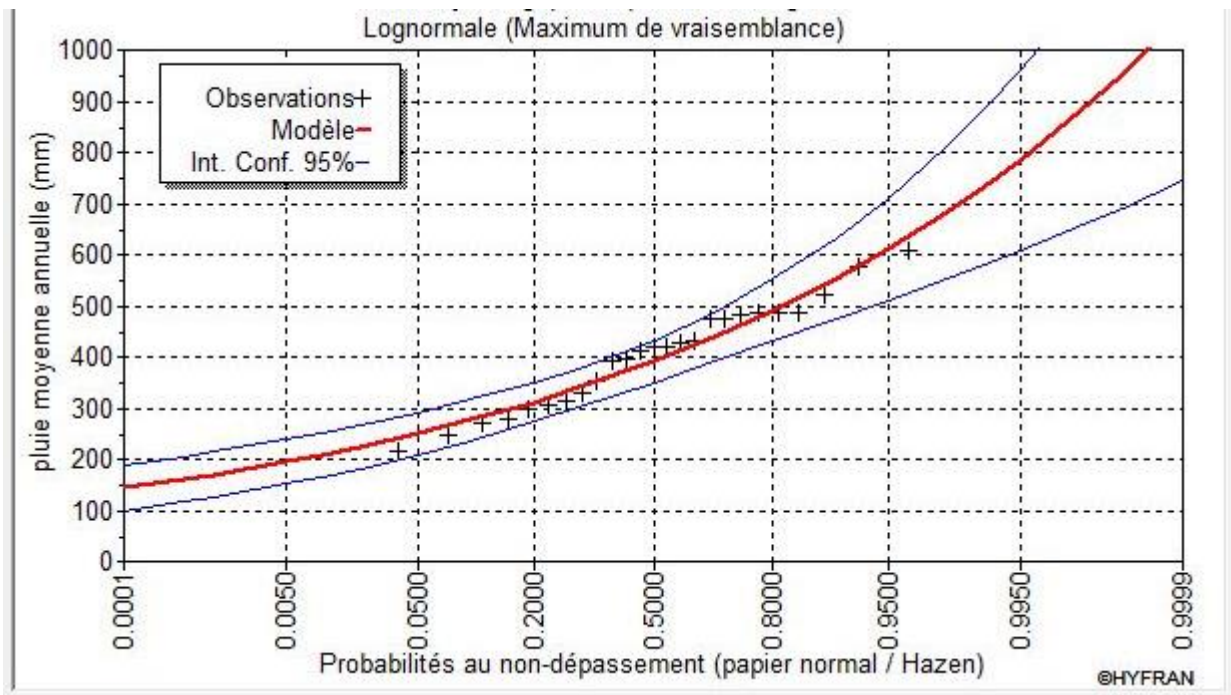


Figure III-4. Ajustement des pluies annuelles à la loi log-Normale

III.5.6. Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale (loi de Galton)

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

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

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

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

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

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 3.84 \quad \gamma = 4$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 3.84 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

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

III.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.10. 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)	23,59	34,35	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 abordé la problématique des ressources en eau de la zone d'étude. Etant donné les caractéristiques climatiques arides de la région, les calculs hydrologiques ont montré la nécessité d'approvisionnement en eau du périmètre à partir du barrage.

. A partir de l'ajustement des séries des pluies journalières maximales, on constate que la loi de **GALTON (log-normale)**, adoptée dans notre projet, présente une bonne adéquation.

Chapitre IV

**Calcul des besoins
en eau des cultures**

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

IV.1.Introduction

Le chapitre suivant présente afin la quantification des besoins en eau des cultures ; ainsi que leurs régimes d'irrigation qui correspond a un ensemble du nombre des dose et des dates d'arrosage qu'il faut appliquer aux cultures pour combler le déficit hydrique dans la couche active du sol.

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

IV.4.2.L'évapotranspiration

L'évapotranspiration représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface couverte de végétation. Cette quantité est généralement exprimée par unité de surface et par unité de temps, en $m^3/ha/jour$, en $m^3/ha/mois$ ou en $m^3/ha/an$. Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en mm/jours par mois ou par an.

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

- L'évapotranspiration de référence :

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

- L'évapotranspiration potentielle :

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

- L'évapotranspiration réelle :

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

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

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

On distingue généralement deux types :

- Les méthodes directes.
- Les méthodes indirectes.

IV.4.2.1.1.Méthodes directes :

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

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

- **. Le bac évaporant**

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

- **L'évaporomètre piche**

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

IV.4.2.1.2.Méthodes indirectes :

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

1) Formule de Blaney et Criddle

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

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

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration potentielle en mm/jour.

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

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

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

2) Formule de Turc

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

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

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

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

Remarque

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

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

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

Dans laquelle :

T : Température moyenne mensuelle (°C).

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

Hr : L ;'humidité de l'air en %.

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

Avec :

I_{ga} : Radiation maximale théorique.

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

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

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

3) Formule de Thornthwaite :

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

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

t : est la température moyenne mensuelle ($^{\circ}\text{C}$),

a : est fonction de l'indice thermique mensuel

K : coefficient d'ajustement mensuel.

4) Formule de Penman

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

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

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

Où:

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

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

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

$F(u)$: Fonction liée au vent.

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

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

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

IV.4.2.2. Calcul de l'évapotranspiration :

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

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

Pays	ALGERIE		Station climatique :		SIRAT		24 ans
Altitude	85 m		Coordonnées :		Latitude: 35°46'	Longitude: 0°15'	
Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Radiation	ETo
	°C	°C	%	km/jour	heures	MJ/m ² /jour	mm/jour
Janvier	5.7	15.6	74	163	5.6	9.7	1.45
Février	6.0	16.2	73	177	6.4	12.6	1.88
Mars	7.8	18.4	71	206	7.4	16.7	2.72
Avril	9.1	20.2	68	193	8.3	20.5	3.48
Mai	12.6	23.1	66	180	8.7	22.5	4.18
Juin	16.0	27.0	64	152	9.8	24.6	4.91
Juillet	18.6	30.1	62	144	9.4	23.7	5.19
Août	19.4	30.9	64	145	9.8	23.0	5.13
Septembre	17.1	27.5	69	145	8.3	18.6	3.91
Octobre	13.7	24.0	68	139	6.9	13.9	2.79
Novembre	9.5	19.1	70	151	5.6	10.1	1.87
Décembre	6.9	16.3	74	162	5.3	8.8	1.41
Moyenne	11.9	22.4	69	163	7.6	17.1	3.24

➤ **Commentaries du tableau**

D'après le graff, on remarque que l'évapotranspiration de référence ETo est élevé dans la période d'été et atteint 5.19 (155.7 mm/mois) pour le mois de juillet, c'est-à-dire le besoin en eau des cultures augmentent dans cette période.

IV.5.Evapotranspiration maximale de culture :

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

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

$$ETM = K_C * ET_0$$

Avec :

K_C : le coefficient cultural.

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

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

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

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

IV.6.assolement et rotation des cultures:

L'assolement est la répartition des cultures au cours d'une campagne Culturelle donnée sur les différentes parcelles d'une exploitation agricole Donc nous nous définirons la rotation par la succession des cultures sur une même sol pendant un nombre d'année correspondant au type d'assolement adopté.

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

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

Type des Cultures	Surface occupée (ha)	Surface (en %)
Olivier	20.00	13.89
Pomme de terre	42.00	29.17
Tomate	25.00	17.36
Betterave	12.00	8.33
Orge	18.00	12.5
Sorgho	27.00	18.75
surface totale	144.00	100 %

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

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

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

Avec :

- ✓ **Y** : degré de tarissement égale à 2/3
- ✓ **Da** : densité apparente. On prend 1.2 car la texture du sol est limon-argileuse
- ✓ **Z** : profondeur d'enracinement mm.
- ✓ **Hcc** : humidité à la capacité au champ, dans notre cas, on prend (27).
- ✓ **Hpf** : humidité au point de flétrissement,

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

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

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

Tableau IV.5. Les profondeurs d'enracinement

culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
olivier	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Orge	0.4	0.55	0.6	0.7	0.7						0.3	0.3
Tomat			0,4	0,5	0.6	0.6						
Sorgho			0.5	0.75	0.95	1	1					
Pomme de terre				0.1	0.2	0.3	0.35					
betterave	0.9	0.95	0.9	0.7							0.5	0.9

IV.8. Calcul des pluies efficaces :

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

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

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

Il est à noter que dans le cas où la pluie efficace est inférieure à 5 mm, elle est automatiquement remise à zéro ($P_{eff}=0$).

Tableau IV.6. Pluies efficaces calculées

Mois	Psec80% mm/mois	Pluie eff mm
Janvier	42.40	33.9
Février	45.2	36.2
Mars	28.8	23.0
Avril	35.6	28.4
Mai	21.37	17.1
Juin	2.71	2.2
Juillet	1.5	1.2
Août	2.7	2.2
Septembre	17.5	14.0
Octobre	27.6	22.1
Novembre	60.0	48.0
Décembre	47.2	37.7
Total (mm)	332.58	266

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

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

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

Avec :

- ✓ **B** : Besoins en eau d'irrigation (mm).
- ✓ **ETM** : Evapotranspiration (mm/mois).
- ✓ **RFU** : La réserve facilement utilisable (RFU).
- ✓ **Peff** : pluie efficace.

IV.10. Calcul des besoins brut :

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

La formule employée est :

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

Avec :

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

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

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

C_u : coefficient d'uniformité.

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

La différence entre les deux volumes indique les pertes.

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

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

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

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

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

	Mois	P_eff (mm)	ETo(mm)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
olivier	Janvier	36.1	45.00	0.65	29.25	1.2	156.8	156.80	0.00	0.00	0.00
	Février	29.4	52.64	0.65	34.22	1.2	156.8	52.90	0.00	0.00	0.00
	Mars	23.2	84.32	0.65	54.81	1.2	156.8	52.90	0.00	0.00	0.00
	Avril	23.2	104.40	0.65	67.86	1.2	156.8	0.00	44.66	595.47	0.23
	Mai	16.4	129.60	0.65	84.24	1.2	156.8	0.00	67.84	904.53	0.35
	Juin	2.2	147.30	0.75	110.48	1.2	156.8	0.00	108.28	1443.67	0.56
	Juillet	1.2	160.90	0.75	120.68	1.2	156.8	0.00	119.48	1593.00	0.61
	Août	3.5	159.03	0.90	143.13	1.2	156.8	0.00	139.63	1861.69	0.72
	Septembre	15	117.30	0.90	105.57	1.2	156.8	0.00	90.57	1207.60	0.47
	Octobre	21.9	86.50	0.90	77.85	1.2	156.8	0.00	55.95	746.00	0.29
	Novembre	47	56.10	0.90	50.49	1.2	156.8	52.90	0.00	0.00	0.00
	Décembre	39.1	43.70	0.70	30.59	1.2	156.8	156.80	0.00	0.00	0.00

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

POMME DE TERRE	Mois	P_eff (mm)	ETo(mm)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
	Janvier	36.1	45.00		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Février	29.4	52.64		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mars	23.2	84.32		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Avril	23.2	104.40	0.75	78.30	0.1	13.07	0.00	55.10	734.67	0.28
	Mai	16.4	129.60	1.10	142.56	0.2	26.13	0.00	126.16	1682.13	0.65
	Juin	2.2	147.30	1.20	176.76	0.3	39.2	0.00	174.56	2327.47	0.90
	Juillet	1.2	160.90	0.70	112.63	0.35	45.73	0.00	111.43	1485.73	0.57
	Août	3.5	159.03		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Septembre	15	117.30		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Octobre	21.9	86.50		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Novembre	47	56.10		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Décembre	39.1	43.70		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00

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

SORGHO	Mois	P_eff (mm)	ETo(mm)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
	Janvier	36.1	45.00		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Février	29.4	52.64		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mars	23.2	84.32		0.00	0.5	65.33	65.33	0.00	0.00	0.00
	Avril	23.2	104.40		0.00	0.75	98	98.00	0.00	0.00	0.00
	Mai	16.4	129.60	0.80	103.68	0.95	124.13	0.00	87.28	1163.7	0.45
	Juin	2.2	147.30	1.00	147.30	1	130.66	0.00	145.10	1934.6	0.75
	Juillet	1.2	160.90	1.15	185.04	1	130.66	0.00	183.84	2451.1	0.95
	Août	3.5	159.03	0.75	119.27		0	0.00	115.77	1543.6	0.60
	Septembre	15	117.30		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Octobre	21.9	86.50		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Novembre	47	56.10		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Décembre	39.1	43.70		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00

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

TOMATE	Mois	P_eff (mm)	ETo(mm)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
	Janvier	36.1	45.00		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Février	29.4	52.64		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mars	23.2	84.32	0.50	42.16	0.4	52.26	26.13	0.00	0.00	0.00
	Avril	23.2	104.40	0.90	93.96	0.9	117.6	0.00	70.76	943.47	0.36
	Mai	16.4	129.60	1.05	136.08	1.2	156.8	0.00	119.68	1595.73	0.62
	Juin	2.2	147.30	1.15	169.40	1.2	156.8	0.00	167.20	2229.27	0.86
	Juillet	1.2	160.90	0.70	112.63		0	0.00	111.43	1485.73	0.57
	Août	3.5	159.03		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Septembre	15	117.30		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Octobre	21.9	86.50		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Novembre	47	56.10		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Décembre	39.1	43.70		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00

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

ORGE	Mois	P_eff (mm)	ETo(mm)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
	Janvier	36.1	45.00	0.53	23.85	0.4	52.26	52.26	0.00	0.00	0.00
	Février	29.4	52.64	0.90	47.38	0.55	71.86	23.90	0.00	0.00	0.00
	Mars	23.2	84.32	1.05	88.54	0.6	78.4	0.00	65.34	871.15	0.34
	Avril	23.2	104.40	1.10	114.84	0.7	91.46	0.00	91.64	1221.87	0.47
	Mai	16.4	129.60	0.60	77.76	0.7	91.46	0.00	61.36	818.13	0.32
	Juin	2.2	147.30		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Juillet	1.2	160.90		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Août	3.5	159.03		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Septembre	15	117.30		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Octobre	21.9	86.50		0.00		0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Novembre	47	56.10	0.30	16.83	0.3	39.2	39.20	0.00	0.00	0.00
	Décembre	39.1	43.70	0.30	13.11	0.3	39.2	39.20	0.00	0.00	0.00

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

	mois	P_eff (mm)	ETo(mm)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
BETRAVE	Janvier	36.1	45.00	0.7	31.50	0.9	117.6	117.60	0.00	0.00	0.00
	Février	29.4	52.64	0.8	42.11	0.95	124.13	41.38	0.00	0.00	0.00
	Mars	23.2	84.32	0.95	80.10	0.9	117.6	0.00	56.90	758.72	0.29
	Avril	23.2	104.40	0.6	62.64	0.7	117.6	0.00	39.44	525.87	0.20
	Mai	16.4	129.60				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Juin	2.2	147.30				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Juillet	1.2	160.90				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Août	3.5	159.03				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Septembre	15	117.30				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Octobre	21.9	86.50				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Novembre	47	56.10	0.4	22.44	0.5	65.33	65.33	0.00	0.00	0.00
	Décembre	39.1	43.70	0.5	21.85	0.7	91.45	91.95	0.00	0.00	0.00

IV.12 Calcul des débits Spécifiques

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

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

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

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

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

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

culture	Sept	oct	nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Olivier	90.57	55.95	-	-	-	-	-	44.66	67.84	108.28	119.48	139.63
P. terre	-	-	-	-	-	-	-	55.1	126.16	174.56	111.43	-
Tomate	-	-	-	-	-	-	-	70.76	119.68	167.2	111.43	-
Orge	-	-	-	-	-	-	65.34	91.64	61.36	-	-	-
Sorgho	-	-	-	-	-	-	-	-	87.28	145.1	183.84	115.77
Bettrave	-	-	-	-	-	-	56.9	39.44	-	-	-	-
Somme	90.57	55.95	-	-	-	-	122.24	301.6	462.32	595.14	536.18	139.63

on choisit le débit spécifique de la culture la plus exigeante qui est la pomme de terre au moi de juin, qui il est égal à :183.84

On obtient:

$$Q_{sp} = 0.95 \text{ l/s /ha}$$

IV.13.Débit caractéristique

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

$$\text{Surface totale} = 144.00 \text{ ha}$$

$$Q \text{ caractéristique} = 136.8 \text{ l/s}$$

IV.14.Conclusion

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

Chapitre V

Dimensionnement du réseau de distribution

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution

V.1.Introduction

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

V.2 Découpage des îlots d'irrigation :

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

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

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

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

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

- La délimitation du périmètre de 144 ha a 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.

Tableau V.1. Les différentes Parcelles du périmètre.

N° parcelle	Surface (ha)
01	10
02	23
03	6
04	26
05	15
06	14
07	11
08	15
09	6
10	18
TOTAL	144.00

Nous considérons d'abord les différents facteurs concernant :

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

V.2.1 Taille des îlots d'irrigation :

La taille de l'îlot est déterminée en fonction du débit d'équipement de prise en relation avec le débit fictif continu maximum au niveau de l'îlot. En outre, le débit fourni par la prise d'irrigation soit 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.2.2 Débit fictif continu :

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

V.2.3 Débit d'équipement :

Le débit fourni par la prise doit correspondre à une main d'eau compatible avec le système d'irrigation adopté au niveau de l'exploitation. Plusieurs facteurs peuvent faire varier la valeur à choisir pour le module ; le premier de ces facteurs, est la méthode d'arrosage, plus elle est perfectionnée, plus le module pourra être réduit ; si les surfaces à mettre en eau sont petites on peut judicieusement donner de petites quantités d'eau. Le module est également à déterminer en fonction de l'état général du sol, et de sa pente. On peut choisir un petit module lorsque le sol est bien nivelé et la pente convenable.

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

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

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

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

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

V.3.L'emplacement des bornes d'irrigation dans les îlots

Chaque îlot sera desservi par une prise d'irrigation sur le réseau de distribution par 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.4.Modalité de distribution

V.4.1 L'irrigation à la demande

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

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

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

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

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

- Avec un tour d'arrosage à module variable sur tout le réseau : dont les conduites de desserte sont calculées de manière à obtenir un fonctionnement continu au cours 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.5. La méthodologie de dimensionnement

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

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

V.6 - 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

: $q_s = 0.95 \text{ l/s/ha}$

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

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

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

q_s = Débit spécifique moyen (l/s/ha)

S = Superficie de l'îlot (ha)

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

V.6.1. Données de base du dimensionnement

Le débit spécifique est évalué **0.95/s/ha**.

La surface du périmètre est égale à **144.00 ha**

V.6.2. Choix du type de borne

Le choix de la borne dépend de la surface :

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

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

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

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

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

N° de la borne D'irrigation	N° des ilots	Superficie d'ilots (ha)	Débit brut de la borne (l/s)
B1	01	10	12.3
B2	02	23	28.29
B3	03	6	7.38
B4	04	26	266.24
B5	05	15	18.45
B6	06	14	17.22
B7	07	11	12.2
B8	08	15	13.53
B9	09	6	7.38
B10	10	18	22.14

V.7.Choix de tracé

Pour le choix du tracé de la conduite de distribution (Res-N0) il sera tenu compte de certain impératif que l'on s'efforcera dans la mesure du possible de respecter :

- Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible

pour éliminer les contres pentes ;

- Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible.
- Eviter le phénomène de cavitation qui peut engendrer les éclatements et vibration de la canalisation au cours de la phase de surpression.
- Eviter les forets, bois et zones marécageuses.
- Eviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,...).

V.8. Matériaux de construction des canalisations :

V.8.1. Choix du matériau des conduites :

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

V.8.2. Les matériaux :

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

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

V.8.2.1. Les conduites en fonte :

Présentent plusieurs avantages :

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

V.8.2.2. Conduites en acier :

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

V.8.2.3 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 Avantages des canalisations en PEHD

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

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

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

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

V.10. Dimensionnement des canalisations

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

V.10.1. Vitesse admissible

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

V.10.2.Calcul des diamètres

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000 \dots\dots\dots (V.2)$$

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/ml

Q : débit en m³/s

D : diamètre de la conduite considérée

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

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

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

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

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

Pour une conduite en fonte ou en PEHD, nous avonsla rugosité K=0,1mm, avec les paramètres suivants : L=1.2, M=1.89, N= 5.19.

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

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

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	Diamètre Normalisé	Vitesse réelle(m /s)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piézométrique (m)	Pression au point P(m)
R-N1	670.4	0.6704	159.65	400	1.27	2.06	71	83.06	12.06
N1-B02	390.4	0.39	53.20	250	1.20	1.93	69	80.93	13.97
B02-B01	361.39	0.36139	31.35	160	1.11	1.85	67	77.85	14.70
N1-B03	136.26	0.13626	30.4	200	1.06	1.81	64	75.71	17.55
B03-B04	377.86	0.37786	24.70	200	1.03	1.74	58	70.74	20.39
N1-B07	172.27	0.17227	76.05	250	0.98	1.83	53.5	64.83	20.72
B07-B06	223.62	0.22362	45.55	250	1.39	1.97	56	67.56	22.78
B06-B05	527.01	0.52701	32.25	160	0.91	1.65	54	65.65	24.84
B05-B010	389.78	0.38978	17.1	160	0.89	1.56	50.5	61.06	27.58
BO7-B08	389.07	0.38907	19.95	200	0.85	1.58	57	68.58	29.47
B08-B09	296.66	0.29666	5.70	160	0.93	1.34	56.6	67.94	31.69

V.12 Dimensionnement de la bête de distribution

Le volume du réservoir correspondra au volume d'eau correspondant à la tranche la plus exigeante.

L'irrigation se fera après remplissage du réservoir, donc à chaque fois une tranche est irriguée, on reçoit l'eau du barrage Cheliff et Kerrada à partir d'une conduite gravitaire pour remplir le réservoir, puis on irrigue le périmètre.

On sait que :

$$V = Q \times T \quad \text{Avec:}$$

V : volume de la bête.

Q : Débit caractéristique

T : Temps de remplissage du réservoir : 2 H

V.12.1 Débit caractéristique

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

Surface totale = 144.00 ha

Q caractéristique = **136.8/s**

Donc :

$$V = 136.8 \times 0.001 \times 2 \times 3600 = 984.96 \text{ m}^3$$

On prend $V = 1000 \text{ m}^3$

$$V = S \times H$$

S : section de réservoir : $S = a \times b = 10 \times 25 = 250 \text{ m}^2$

a : La longueur de réservoir

b : La largeur de réservoir

H : La hauteur de réservoir : 4m

$$\text{Donc } V = S \times H = 250 \times 4 = 1000 \text{ m}^3$$

V.13. Conclusion

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

Dans le cadre de la réalisation du projet, le périmètre est découpé en 10 îlots d'irrigation, avec une superficie totale de 144 ha.

Chapitre VI

Les techniques d'irrigation

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. Différentes techniques d'arrosages

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

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

VI.2.1.L'irrigation de surface

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

VI.2.1.1.L'irrigation par ruissellement

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

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

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

VI.2.1.1.2. les inconvénients

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

VI.2.1.2.l'irrigation par submersion

C'est l'une des techniques les plus anciennes. Son principe est d'apporter une hauteur d'eau au niveau d'une parcelle dans des planches façonnées au préalable. Elle est réservée aux cultures exigeantes en eau. C'est une technique qui ne demande ni technicité, ni matériel. Elle est

moins coûteuse et ne demande pas de la main d'œuvre. Elle présente une fréquence d'irrigation plus lente et permet un bon lessivage des sols salins.

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

VI.2.1.2.1. Les avantages de la submersion

- Destruction des adventices
- Protège contre le gel

VI.2.1.2.2. Les inconvénients de la submersion

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

VI.2.1.3. l'irrigation par infiltration

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

VI.2.1.3.1. les avantages

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

VI.2.1.3.2. Les inconvénients

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

VI.2.2. L'irrigation par submersion

l'eau est acheminée aux cultures par pompage artificiel.

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

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

- **Description et principe de fonctionnement :**

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

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

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

Le mouvement du pivot est assuré soit d'une manière hydraulique ou électrique. Pour la première, on utilise l'énergie hydraulique obtenue par la pression de l'eau à l'intérieur du tube d'aspersion pour faire fonctionner un moteur hydraulique. Il y'a une maîtrise de la vitesse des tours donc la vitesse du tube d'aspersion. L'inconvénient de cette méthode c'est que l'appareil ne fonctionne qu'en cour de l'irrigation et on ne peut déplacer le tube que s'il contient de l'eau La méthode électrique est basée sur l'utilisation de moteurs électriques séparés avec une puissance de 0.5 à 1.5 cv et qui fonctionnent en poussant les roues à tourner à l'aide d'une caisse trousse ou chaîne de mouvement. (Elamoud et Fetiani, 1991)

La machine ne se déplace pas d'une façon continue mais à des séries de départs et arrêts

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

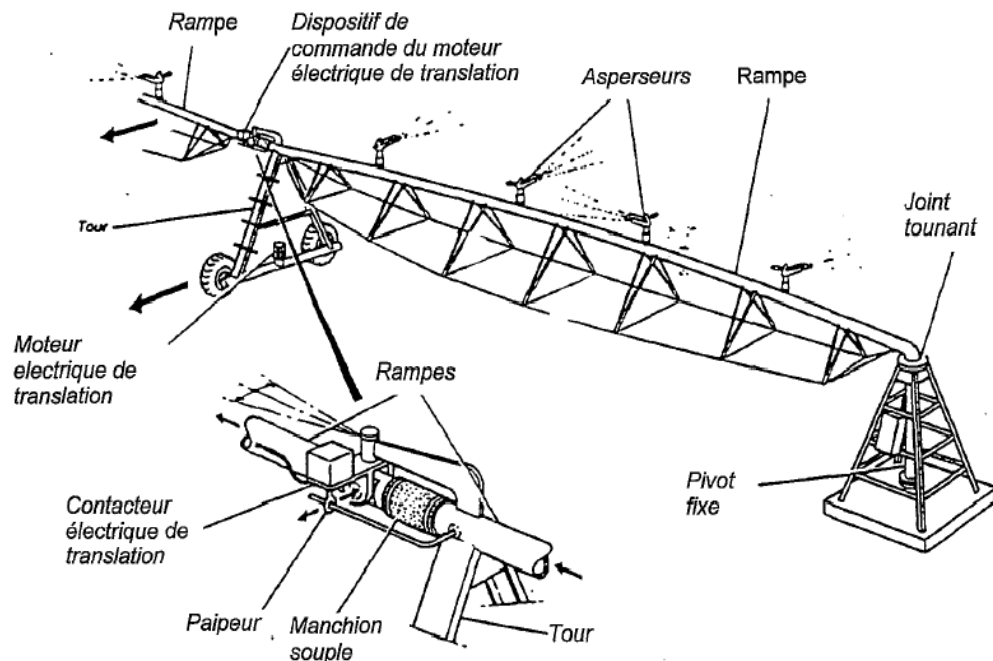


Fig. 15 - Pivot

Figure V.1 : irrigation par pivot

VI.2.2.1.1. Les avantages

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

VI.2.2.1.2. les inconvénients

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

- En cas d'utilisation des eaux salées, il y'aura danger pour le feuillage.

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

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

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

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

VI.2.3.1. les Avantages

- Meilleur développement des cultures dû à l'humidification permanente 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 automatiser

VI.2.3.2. Les inconvénients

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

VI.3.Choix des techniques d'arrosage :

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

VI.3.1.Les contraintes naturelles**VI.3.1.1.L'évaporation**

Notre zone d'étude est caractérisée par un évaporation élevé durant l'été , ce qui provoque une perte d'eau importante avec une évaporation annuelle de 2004,7 mm.

VI.3.1.2.Le vent

C'est le facteur déterminant dans le choix de technique d'irrigation , notre zone d'étude est caractérisée par des vitesses faibles d'une part et moyenne d'autre part (1.9 m/s au moyen)

VI.3.1.3.Le sol

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

VI.3.1.4.La pente

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

VI.3.2.Les contraintes techniques

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

VI.3.3.Les contraintes agronomiques

Les types des cultures envisagées dans notre périmètre de SIRAT sont constitués de cultures fourragère, céréale , maraîchage, et arboriculture , pour des raisons d'économie d'eau essentiellement on retient l'irrigation par aspersion pour les cultures fourragères et maraîchages, et l'irrigation localisée pour les figuiers .

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

□: Déconseillé ; +: Adapté avec réserve;

+ + : Adapté ; + + + : Très Adapté

VI.4.Conclusion

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

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

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

Chapitre VII :

**Dimensionnement
d'un réseau goutte à
goutte**

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 localisé 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.3.2Composition L'unité de tête :

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

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

Les éléments fertilisants. L'installation comprend :

VII.3.2.1 Unité de filtration :

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

VII.3.2.2. Filtre à tamis :

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

VII.3.2.3. Filtre à sable :

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

VII.3.25. 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 peut plus important (quelques dizaines de l/h).

La classification des goutteurs peut se faire selon :

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

VII.3.6.1 Différents types de distributeurs :

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

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

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

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

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

VII.4.1. Données générales :

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail. Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot 03 (B3) alimenté par la borne N01 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 1.57 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 6 hectares,

Culture : Olivier

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe 139.63mm

Caractéristique du goutteur :

- Débit nominal : 04l/h
- Pression nominal : 10 m.c.e
- Espacement des goutteurs : 01 m
- Le nombre de goutteurs par arbre : 02

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

➤ Pour l'Olivier :

D'après la quantification des besoins, le mois de pointe pour la culture de l'olivier est le mois de aout B=139.63 mm.

VII.5.1. les besoins journaliers :

En eau d'irrigation localisée pour le pommer sont calculés parles formules suivantes :

B_j = Besoin du mois de pointe(mm).

$$B = \frac{\text{besoindumoindepoint}}{N\text{mobredejours}}$$

$$B_j = \frac{139.6}{31} = 4.5 \text{ mm/j}$$

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

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

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

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

- La formule de Freeman et Garzoli :

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

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

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

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

D'où:

$$B_{JL} = B_j * K_r B_{JL} = 4,5 * 0,8 = 3,6 \text{ mm/j}$$

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

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

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

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

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

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

Z : profondeur d'enracinement en ($Z = 1200 \text{ mm}$)

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

$RFU = 156.8 \text{ mm}$

P : Pourcentage du sol humidifié

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

P : Volume du sol humidifié

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

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

S_h : Largeur de la bande humidifiée (1m)

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

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

✓ On obtient **P = 25%**

La dose nette corrigée

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

VII.5.4. Fréquence des arrosages :

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

Elle est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{D_{osette}}{B_{jl}} = \frac{39.2}{3.6} = 11 \text{ jour}$$

Donc on prend $Fr = 11$ jours.

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

- **La dose réelle :**

$$D_r = Fr * B_{jl} = 11 * 3.6 = \mathbf{39.6 \text{ mm}}$$

- **La dose brute :**

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

C_u : coefficient d'uniformité $C_u = 90\%$

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

VII.5.5. Durée d'arrosage par mois :

$$\theta = \frac{D_n * S_a * S_r}{n * qg}$$

$$= \frac{48.88 * 4 * 4}{4 * 2} = 97.8 \text{ heures/mois}$$

VII.5.6. Durée d'arrosage journalier :

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr}$$

$$= \frac{97.8}{11} = 09 \text{ heures/jour}$$

VII.5.7. Nombre de poste :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

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

$$= \frac{22}{9} = 3 \text{ postes}$$

VII.5.8. Surface de la parcelle :

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}}$$

$$= \frac{13.90}{3} = 4.6 \text{ ha}$$

VII.6. Calculs hydrauliques :**VII.6.1. Condition hydraulique :**

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

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

La variation maximale de la pression

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

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

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

$H(n)$ pression nominal

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

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

Le débit :

$$Q_r = Q_g * N_r$$

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

Avec:

Q_r : Débit de rampe

Q_g : Débit des goutteur

N_g/r : Nombre des goutteurs par rampe

N_r : Nombre des rampes

Q_{pr} : Débit de porte ramp

Avec :

La longueur de la rampe (L_r) : 140. m

La longueur de la porte rampe (L_{pr}): 270 m

La longueur de la conduite secondaire (L_s) : 315.67 m

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

$$N \text{ arbres} = L_r / E_r = 140 / 4 = 35 \text{ arbres}$$

VII.6.1.2. Nombre de goutteurs par rampe

$$N_g = N_{\text{arbres}} * n = 35 * 2 = 70 \text{ goutteurs}$$

VII.6.1.3. Le nombre de rampes:

$$N_r = L_{pr} / E_r = 270 / 4 = 67 \text{ rampes}$$

VII.6.2. Débit de la rampe:

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 70 * 4 = 280 \text{ l/h}$$

VII.6.3. Débit de la porte rampe:

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 280 * 67 = 18760 \text{ l/h}$$

➤ Par la même méthode de calcul pour la rampe 03 et la porte rampe 03 on trouve que :

$$N \text{ arbres} = L_r / E_r = 90 / 4 = 22 \text{ arbres}$$

$$N_g = N_{\text{arbres}} * n = 22 * 2 = 44 \text{ goutteurs}$$

$$N_r = L_{pr} / E_r = 270 / 4 = 67 \text{ rampes}$$

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 44 * 4 = 176 \text{ l/h}$$

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 176 * 67 = 11792 \text{ l/h}$$

VII.6.4. Débit de la conduite secondaire :

Etant donné que nous avons 3 porte rampe :

$$Q_{cs} = Q_{pr} * N_{pr} = (18760 * 2) + 11792 = 49312 \text{ l/h}$$

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 :

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

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

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

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

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

Avec :

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

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

VII.6.5.1. Vérification des pertes de charges :

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

La perte de charge unitaire

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

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

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

Ou : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

VII.6.6 Calculs hydrauliques de la rampe :

$$\varnothing r(\text{cal}) = \left[\frac{P \cdot d \cdot c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} * L(r)} \right]^{\frac{1}{4.75}} = \left[\frac{1.2 * 2.75}{0.478 * 280^{1.75} * 140} \right]^{\frac{1}{4.75}}$$

$\varnothing r = 15.02 \text{ mm}$; Alors on prend DN=20mm

$$V = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 * 0.28 / 3600}{3.14 * 0.02^2} = 0.25 \text{ m/s}$$

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} = \frac{0.478}{2.75} \cdot 20^{-4.75} \cdot 280^{1.75} = 2.20$$

$$h_{cal} = \frac{L}{2.75} \cdot i = \frac{140}{2.75} \cdot 2.2 = 0.11 \text{ m}$$

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

culture	Lr(m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse m/s	hcal(m)
Olivier	140	70	280	1.2	15.02	20	0.25	0.11

Tableau VII.2 Caractéristique de la conduite de la rampe 03 :

culture	Lr(m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse m/s	hcal(m)
Olivier	90	44	176	1.2	11.53	20	0.15	0.03

VII.6.7 Calculs hydrauliques de la porte rampe :**Tableau VII.3 Caractéristiques de la conduite de la porte rampe (01) :**

Culture	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
Olivier	270	76	18760	0.6	93.9	110	0.55	0.08

Tableau VII.4 Caractéristiques de la conduite de la porte rampe (03) :

Culture	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
Olivier	270	76	11792	0.6	79.18	90	0.51	0.012

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

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

VII.6.8 Calcul des diamètres de la conduite secondaire :

La conduite secondaire alimente les trois parcelles d'oliviers ayant des surfaces respectivement de 4.8 ; 4.9 et 3.4 ha. Les trois parcelles sont relativement homogènes en

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

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

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

VII.6.9. Calcul de caractéristique de conduites secondaires :

Tableau VII.5 Caractéristique de la conduite secondaire :

culture	L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	315.7	49312	1.25	118	125	1.1	0.35

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

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

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

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

	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire
Longueur(m)	140	270	315.7
Diamètre(m)	20	110	125
Débit (m ³ /s)	0.00008	0.003	0.01
Pertes de charge(m)	0.11	0.03	0.35

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

$$\Delta h = 10 + 0.11 + 0.03 + 0.35 = 10.5 \text{m;}$$

VII.7.Conclusion

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

Chapitre VII

Calcul technico-économique

Chapitre VIII : Calcul technico-économique**VIII-1) Introduction**

L'aménagement d'un périmètre d'irrigation doit faire l'objet d'une étude économique détaillée afin de connaître l'aspect financier (gain et pertes) de ce projet. L'estimation économique du projet nous permettra d'évaluer le coût d'aménagement, en fonction des différentes charges intervenant dans le projet, à savoir les charges d'investissement et d'exploitation.

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

Selon les caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement, la profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint 2.00 m pour :

- Garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs ;
- Ne pas gêner le travail de la terre (exploitation) ;
- Protéger la canalisation contre le gel.

L'excavation des tranchées s'effectue par tronçons successifs en commençant par les points hauts pour assurer un écoulement naturel des eaux d'infiltrations.

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

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

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

Le largeur 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 :

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

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

VIII-2-2-2) Calcul du volume de déblai

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

V_d : Volume des déblais de la tranchée en (m³) ;

L : Longueur de la tranchée en (m) ;

H : profondeur de la tranchée (m).

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

Ø (mm)	Profondeur	Longueur	largeur de la tranchée	Volume
	(m)		(m)	
630	1,53	1963	1,23	3694,1697
500	1,4	683,31	1,1	1052,2974
400	1,3	145,48	1	189,124
315	1,215	1173,19	0,915	1304,264653
250	1,15	510,28	0,85	498,7987
200	1,1	1076,08	0,8	946,9504
160	1,06	1301,18	0,76	1048,230608
110	1,01	1218,43	0,71	873,736153
			volume total	9607,571614

Donc le volume total du déblai est : $V_d = 9607,57 \text{ m}^3$

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, $e = 10$ cm

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

Ø (mm)	Longueur	largeur de la tranchée	Volume
	(m)	(m)	(m^3)
630	1963	1,23	241,449
500	683,31	1,1	75,1641
400	145,48	1	14,548
315	1173,19	0,915	107,34689
250	510,28	0,85	43,3738
200	1076,08	0,8	86,0864
160	1301,18	0,76	98,88968
110	1218,43	0,71	86,50853
		volume total	753,3664

Donc le volume du sable : $V_s = 753,37 m^3$.

VIII-2-2-4) Remblaiement des tranchées

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

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

V_d : Volume du déblai en (m^3) ;

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

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

Tableau 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)
630,00	1963,00	241,45	3694,17	1920,44	1532,28
500,00	683,31	75,16	1052,30	421,07	556,06
400,00	145,48	14,55	189,12	57,37	117,20
315,00	1173,19	107,35	1304,26	286,94	909,98
250,00	510,28	43,37	498,80	78,61	376,81
200,00	1076,08	86,09	946,95	106,10	754,77
160,00	1301,18	98,89	1048,23	421,07	528,27
110,00	1218,43	86,51	873,74	57,37	729,85
				Total	5505,22

Donc le volume total du remblai est : $V_r = 5505.22 m^3$

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

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

Tableau VIII-04 : calcul du volume excédentaire

Ø (mm)	Longueur	Volume d	volume r	volume excédentaire
	(m)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
630,00	1963,00	3694,17	1532,28	2161,89
500,00	683,31	1052,30	556,06	496,24
400,00	145,48	189,12	117,20	71,92
315,00	1173,19	1304,26	909,98	394,29
250,00	510,28	498,80	376,81	121,99
200,00	1076,08	946,95	754,77	192,18
160,00	1301,18	1048,23	528,27	519,96
110,00	1218,43	873,74	729,85	143,88
			Total	4102,35

Donc le volume excédentaire total est : $V_{\text{exc}} = 4102.35 \text{ m}^3$

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)
630	1963	1,23	2414,49
500	683,31	1,1	751,641
400	145,48	1	145,48
315	1173,19	0,915	1073,46885
250	510,28	0,85	433,738
200	1076,08	0,8	860,864
160	1301,18	0,76	988,8968
110	1218,43	0,71	865,0853
		Total	7533,66395

La surface totale du grillage avertisseur est : **7533.66 m²**.

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 (17%)	Montant
déblai en terrain	m3	9607,57	400	3843028	0,17	4496342,8
lit de sable	m3	753,37	1000	753370	0,17	881442,9
remblaiement de la tranchée	m3	55055,22	450	24774849	0,17	28986573
Le grillage avertisseur	m2	7533,66	35	263678,1	0,17	308503,38
volume excédentaire	m3	4102,35	200	820470	0,17	959949,9
					TOTAL(DA)	35632812
					TTC	

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.

Devis estimatif et quantitatif des pièces spéciales

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 :

Tableau VIII-07 : Devis estimatif et quantitatif des conduites

Ø (mm)	Longueur(m)	prix(DA)	Prix total(DA)	Prix total(DA)
630,00	1963,00	22513,76	44194510,88	51707577,73
500,00	683,31	8596,51	5874081,25	6872675,06
400,00	145,48	6504,89	946331,40	1107207,735
315,00	1173,19	4114,29	4826843,89	5647407,346
250,00	510,28	3183,04	1624241,65	1900362,732
200,00	1076,08	2595,38	2792836,51	3267618,717
160,00	1301,18	1718,86	2236546,25	2616759,118
110,00	1218,43	721,62	879243,46	1028714,844
			Total TTC	74148323,28

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

Désignation	Unité	Quantité	prix unitaire DA	prix total DA
Borne type A (2 prise)	U	23	18500	425500
Borne type A (4 prise)	U	2	21000	42000
Total				467500

VIII-3-2) Devis estimatif et quantitatif des vannes et chambres des vannes :

Tableau VIII-09 : Devis estimatif et quantitatif des vannes

Vannes				
Désignation	Unité	Quantité	prix unitaire (DA)	prix total (DA)
Vanne D=110mm	U	3	13150	39450
Vanne D=160mm	U	3	14000	42000
Vanne D=200mm	U	4	18000	72000
Vanne D=315mm	U	2	24000	48000
Vanne D=630mm	U	1	42800	42800
Total				244250

VIII-3-3) Devis estimatif et quantitatif des cônes de réduction :

Tableau VIII-10 : Devis estimatif et quantitatif de cône de réduction

cône de réduction				
Désignation	Unité	Quantité	prix unitaire (DA)	prix total (DA)
cône de réduction PEHD diamètre 630-500 mm	U	1	35421,63	35421,63
cône de réduction PEHD diamètre 500-400 mm	U	1	31412,31	31412,31
cône de réduction PEHD diamètre 400-315 mm	U	1	28245,76	28245,76
cône de réduction PEHD diamètre 315-250 mm	U	1	25654,22	25654,22
cône de réduction PEHD diamètre 250-200 mm	U	2	19764,43	39528.86
cône de réduction PEHD diamètre 200-160 mm	U	6	15367,13	92202.78
cône de réduction PEHD diamètre 160-110 mm	U	4	12635,00	50540
Total(DA)				303005.56

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 **110 795 890.6 DA (cent dix million sept cent quatre vingt quinze mille huit vent quatre vingt dix DA)**

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

CONCLUSION GENERALE

Le secteur agricole en Algérie qui est caractérisé par son système de production qui est insuffisant même pour la population locale, dû à la pénurie de l'eau, qui s'accroît lors des années à pluviosité déficitaire, a nécessité des mesures administratives relatives aux quotas d'eau et en suite, le développement de l'utilisation économique de l'eau à l'aide des technologies modernes.

L'irrigation a toujours occupé une place prépondérante dans le tissu agricole, et social à l'Algérie. Cette irrigation connaît des sérieux problèmes, liés essentiellement à la rareté des ressources en eau, et à la détérioration des ouvrages hydrauliques agricoles. Pour ceci l'amélioration de l'irrigation est devenue une nécessité urgente, cette amélioration ne peut être réussie que par un schéma collectif et participatif des différents acteurs.

A la lumière des données collectées, et à l'aide des différents acteurs on a collecté les données de la zone d'étude, la détermination des besoins en eau d'irrigation se fait à partir de la détermination de l'évapotranspiration

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat humide.

L'étude hydrologique nous a permis de choisir la série pluviométrique annuelle qu'on doit prendre pour le calcul. Et l'analyse de l'eau d'irrigation indique que l'eau utilisée à une salinité faible avec un risque d'alcalinité faible.

Suivant les facteurs qui caractérisent la région, nous avons choisi les cultures adaptées avec les données climatiques.

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).

Annexe 1

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

Annexe 2

5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

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

Cultures	Profondeur d'enracinement (d) m	Fraction (q) de l'eau utilisable ¹	Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) mm/m ²		
			T.fin	T.moyenne	T.grossières
Luzerne	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Banane	0.5-0.9	0.35	70	50	20
Orge ²	1.0-1.5	0.55	110	75	35
Haricot ²	0.5-0.7	0.45	90	65	30
Bete-rave	0.6-1.0	0.5	100	70	35
Chou	0.4-0.5	0.45	90	65	30
Carotte	0.5-1.0	0.35	70	50	20
Céleri	0.5-0.5	0.2	40	25	10
Agrumes	1.2-1.5	0.5	100	70	30
Truffe	0.6-0.9	0.35	70	50	20
Cacao		0.2	40	30	15
Coton	1.0-1.7	0.65	130	90	40
Cococonbre	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Datt	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fruitiers exot.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin ²	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Céréales ²	0.9-1.5	0.6	120	80	40
Céré. d'hiver ²	1.5-2.0	0.6	120	80	40
Vigne	1.0-2.0	0.35	70	50	20
Gazon	0.5-1.5	0.5	100	70	30
Arachide	0.5-1.0	0.4	80	55	25
Laitue	0.3-0.5	0.3	60	40	20
Maïs ²	1.0-1.7	0.6	120	80	40
Maïs-ensilage		0.5	100	70	30
Melon	1.0-1.5	0.35	70	50	25
Olivier	1.2-1.7	0.65	130	95	45
Oignon	0.3-0.5	0.25	50	35	15
Palmier	0.7-1.1	0.65	130	90	40
Pois	0.6-1.0	0.35	70	50	25
Poivron	0.5-1.0	0.25	50	35	15
Ananas	0.3-0.6	0.5	100	65	30
Pomme de terre	0.4-0.6	0.25	50	30	15
Carthame ²	1.0-2.0	0.6	120	80	40
Sisal	0.5-1.0	0.8	155	110	50
Sorgho ²	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Soja	0.6-1.3	0.5	100	75	35
Epinard	0.3-0.5	0.2	40	30	15
Fraisier	0.2-0.3	0.15	30	20	10
Bete-rave sucr.	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Cane à sucre ²	1.2-2.0	0.65	130	90	40
Tournefort ²	0.8-1.5	0.45	90	60	30
Potato douce	1.0-1.5	0.65	130	90	40
Tabac - init.	0.5-1.0	0.35	70	50	25
Tabac - tard		0.65	130	90	40
Tomate	0.7-1.5	0.4	80	60	25
Légumes	0.3-0.6	0.2	40	30	15
Blé	1.0-1.5	0.55	105	70	35
maturité		0.9	180	130	55
Volume total d'eau du sol disponible (So) (mm/m)			200	140	60

¹ Quand $ET_{cul} < 3$ mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand $ET_{cul} > 8$ mm/jour, réduire les valeurs de 30 %. Ceci suppose des conditions non salines (CE < 2.45/m).

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

Sources: Taylor (1965), Smart et Hagan (1972), Saher et Goode (1967), Rijssen (1965), etc.

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

Annexe 3

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL Kc POUR LES CULTURES PERENNES

Tableau n° 5

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