

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION
DU PERIMETRE-ZONE A-DE KSAR SBAHI A PARTIR
D'UN PETIT BARRAGE-FOUM EL KHANGA
(W.OUM EL BOUAGHI)**

Présenté par :

M^r SALEM FARES

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M^r M.MESSAHEL	Professeur	Président
M^r T.BENKACI	M.C.B	Examineur
M^{me} S.MAZOUZI	M.A.B	Examinatrice
M^{me} H.BOUCAMA	M.A.A	Examinatrice
M^r A.RASSOUL	M.C.B	Promoteur

JUIN 2014

∞ REMERCIEMENT ∞

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

- ↪ Je tiens à remercier vivement tous ceux qui m'ont apportés un soutien pour l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude, particulièrement ma famille.*
- ↪ Toute ma gratitude pour mon promoteur, M^r RASSOUL-A pour ses Judicieux conseils ainsi que sa disponibilité tout au long pour l'élaboration de ce travail.*
- ↪ Mon respect s'adresse aux membres de jury qui me feront l'honneur d'apprécier ce modeste travail.*
- ↪ Je tiens à présenter par la même occasion tout mon respect à tous les Enseignants de l'ENSH qui ont contribués à ma formation du cycle Universitaire.*
- ↪ Aussi a tout le personnel de la DHW de Oum El Bouaghi sans oubliant tous le personnel de l'ONID d'Alger pour leurs aides.*


SALEM FARES– 2014

❧ DÉDICACE ❧

Je dédie ce modeste mémoire qui est l'accomplissement de longues années d'études, en premier lieu à :

- ❧ *A mes parents HALIM et SALIMA ,avec tous mes pleins sentiments de respect d'amour de gratitude pour tous les sacrifices déployés pour m'élever dignement et surtout assurer mon éducation dans les meilleures conditions; mes parents qui ont attendue avec patience les fruits de leur bonne éducation, que dieu vous garde et j'espère qu' ils se seront fière en me voyant ce que je suis devenu aujourd'hui .*
- ❧ *A mes très chers Frères : MEHDI, MALIKE*
- ❧ *A ma sœur*
- ❧ *A toute Ma grand famille SALEM*
- ❧ *A tous ceux qui me sont chers.*
- ❧ *Toute ma promotion, en générale et tous les étudiants de l'option irrigation et drainage en particulier.*

Le long de ma vie, J'ai été entouré de personnes magnifiques qui m'ont donné le meilleur d'eux même sans rien attendre en retour, je crois qu'aujourd'hui il est le temps de leur dédiés du fond du cœur ce modeste travail pour les remercier :NASSIM,MOHAMMED,MORAD ,ANOIR,ANIS ,... , je vous remercie pour tous les sentiments d'amitié que vous avez envers moi et dont je suis fier.

 *Je dédie également ce mémoire à tous mes ami(e)s de l'ENSH, avec qui je partage tous les souvenirs.*

A tous et à toutes, je dédie ce travail

SALEM FARES– 2014

الهدف	نهاية	يَندرجُ	
الفلاحية	محيط ببلدية قصر سباحي	لاية أم البواقي	التي تقدر مساحتها ب
71.40 هكتارا .			
هذه الدراسة تشمل التوزيع	للمياه	هذه	الفلاحية والتي يوفرها
.	إيصال الكميات	في ظروف جيدة.	

Résumé

le but de ce mémoire fait partie du projet de la gestion des périmètres agricoles de surface 71.40 ha , au niveau de la région de Kasr Sbahi wilaya d'OUM EL BOUAGHI.

Cette étude permet d'assurer la distribution des eaux dans les terrains agricoles, appartenant au périmètre de Kasr Sbahi par l'inter médiare d'un petit barrage de Foum El Khanga.

Abstract

The aim of our dissertation consists in studying the Project of agricultural, fields irrigation in the region of Kasr Sbahi wilaya d'OUM EL BOUAGHI, with a surface of 71.40 ha, our study aims at distributing water from the dam of Foum El Khanga in good circumstances.

Sommaire

➤ INTRODUCTION GENERRALE

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET ANALYSE LES CONDITION NATURELLES

I. Introduction.....	1
I.1. Description De La Zone De Ksar Sebahi.....	1
I.2. Situation Geographique	3
I.3. Conditions Climatiques.....	4
I.3.1. Temperature De l'air.....	4
I.3.2. Humidite De l'air	5
I.3.3. Insolation.....	5
I.3.4. Evaporation	6
I.3.5. Vent.....	6
I.3.6. Precipitations.....	7
I.4. Etude Fonciere	8
I.5. Les Indices Climatiques	9
I.5.1. Indice d'aridite De De Martonne	9
I.5.2. Quotient Pluviometrique d'emberger	9
I.5.3. Climogramme De Gaussen	11
I.6. Ressource En Eau	11
I.6.1. Qualite De l'eau Superficielle	12
1- La Salinite	12
2- La Conductivite Electrique	13
3- Le coefficient d adsorption du sodium S.A.R.....	13

I.6.2. Commentaire Des Analyses	14
Conclusion.....	16

CHAPITRE II : RESSOURCES EN SOL

II. Introduction.....	17
II.1. Ressource En Sol	17
II.1.1. Géologie Régionale	17
II.1.1.1. Analyse Litho Stratigraphique Des Fasciés	17
a.Quaternaire (Éboulis à blocs).....	17
b. Alluvions récentes et actuelles.....	17
c.Alluvions anciennes et quaternaires non différencié	18
d.Aptien	18
e.Vraconien-albien	18
f.Burdigalien	18
g.Crétacé inférieur non différencié	18
h. Santonien.....	18
i. Turonien	19
j.Cenomanien	19
II.1.2. La Classe Des Sols Du Perimetre	21
II.1.3. Classification Des Sols	22
a.La profondeur du sol et les niveaux limitant	22
b.Texture et structure du sol	22
c.Calcaire actif	22
d.Aptitudes culturales.....	22
e.Végétation.....	22
f.Maquis.....	23

g.Sol de couverture	23
h.Classification des sols de ce périmètre.....	23
h.1. Caractéristiques morphologiques	24
h.2. Caractéristiques physico-chimiques... ..	24
i. Les différentes classes d'aptitude des sols à l'irrigation et au drainage.....	24
II. Conclusion	27

CHAPITRE III : ETUDE HYDROLOGIQUE

III. Introduction	28
III.1. Pluviometrie	28
III.2. Choix de la station representative de la zone d'etude	28
III.3. Homogeneite de la serie pluviometrique.....	31
III.4. Choix de la loi d'ajustement.....	34
III.4.1. La loi de galton (log-normale).....	34
III.4.2. La loi de la loi de gauss (normal)	35
III.5. Determination de l'annee de calcul	36
III. Conclusion.....	37

CHAPITRE IV : ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

IV. Introduction	38
IV.1. Besoin en eau du perimetre	38
a)les besoins unitaires.....	38
b) les besoins globaux du périmètre d'irrigation.....	39
IV.1.1. Détermination de l'évapotranspiration.....	39
IV.1.1.1. Définition	39

a) L'évapotranspiration réelle ou de culture ETM	39
b) Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence ETP	40
IV.1.2. Calcul de la pluie efficace	42
IV.2. Besoins nets mensuels en eau d'irrigation des cultures	43
IV.3. Les besoins en eau des cultures	44
IV.4. Calcul du débit maximum journalier	46
IV. Conclusion	47

CHAPITRE V : CHOIX TECHNIQUE D'ARROSAGE

V. Introduction	48
V.1. Technique d'arrosage	48
V.1.1. L'irrigation gravitaire	48
V.1.1.1. Les avantages	48
V.1.1.2. Les inconvénients	48
V.1.1.3. L'irrigation par ruissellement	49
V.1.1.4. L'irrigation par submersion	50
V.1.1.5. L'irrigation par infiltration	50
V.1.2. L'irrigation localisée (goutte à goutte)	50
V.1.2.1. Les avantages	52
V.1.2.2. Les inconvénients	52
V.1.3. L'irrigation par aspersion	52
V.1.3.1. Les avantages	53
V.1.3.2. Les inconvénients	53
V.1.4. Irrigation souterraine	54
V.2. Choix de la technique d'irrigation convenable	54
V.3. Le réseau d'irrigation	55

V.3.1. Definition.....	55
V.3.2. Classification des reseaux d'irrigation	55
V.3.2.1 Selon la construction	55
V.3.2.2. Selon la realisation	55
V.3.2.3. Selon la distribution de l'eau sur le perimetre	56
V.3.2.4. Selon le fonctionnement durant la periode d'irrigation	56
V.3.3. Choix du type de reseau	56
V.3.4. Estimation de la matiere des tuyaux.....	56
V.3.4.1. Canalisation en acier	56
V.3.4.2. Canalisation en fonte	57
V.3.4.3. Canalisation en amiante ciment.....	57
V.3.4.4. Canalisation en matiere plastique.....	57
V.3.5. Assemblages des tuyaux.....	57
V.3.5.1. Raccords	57
V.3.5.2. Materiel de controles de debits.....	57
V.3.5.3. Materiel de controle de pression.....	58
V. Conclusion.....	58

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION ET L'ADDUCTION

VI. Introduction.....	59
VI.1. Composition du système goutte a goutte	59
VI.1.1. Borne d'irrigation	59
VI.1.2. Le vannage	59
VI.1.3. La stabilisation des pressions	59
VI.1.4. Limiteur de débit	59
VI.1.5. La conduite principale	59

VI.1.6. Les portes rampes	60
VI.1.7. Les rampes.....	60
VI.1.8. Les distributeurs	60
VI.1.9. La pompe	61
VI.2. Réseau de distribution	61
VI.2.1. Ilots d'irrigation.....	61
VI.2.2. Trace de distribution.....	62
VI.2.3. Caractéristiques des conduites du réseau d'irrigation	62
VI.3. Choix d'un distributeur	63
VI.3.1. La qualité de l'eau	63
VI.3.2. La nature du sol	64
VI.3.3. La nature des cultures	64
VI.4. Différents types de distributeurs	64
VI.4.1. Goutteurs	64
VI.4.2. Gaines	64
VI.4.3. Tubes poreux	64
V.4.4. Mini diffuser	64
VI.4.5. Ajustages calibrés (procédé Bas-Rhône)	65
VI.5. Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte	65
VI.5.1. Calcul des besoins Pour l'abricotier	65
1)- Les besoins journaliers.....	65
2)- Besoin journalier en tenant compte de la réduction K_r	65
3)- La dose d'irrigation nette pratique	66
4)- La dose d'irrigation brute	67
5)- Fréquence des arrosages	67
6)- la durée d'arrosage	67

7)- Vérification de la durée d'arrosage journalière	68
8)- Calcule du nombre de postes.....	68
9)- Surface d'un poste.....	68
10)- Surface correspondant à une rampe.....	68
VI.5.2. Calcule les paramètres	69
a)- Nombre de rampes par postes.....	69
b)- Nombre de goutteurs par rampe	69
c)- Calcul débit d' un rampe	70
d)- Débit de la porte rampe	70
e)- Calcul des diamètres des portes rampes, rampes.....	70
f)- Conduite d'approche	72
g)- Volume du bêche d'eau.....	73
VI.6. Dimensionnement de l'adduction	73
VI.6.1. Méthode de calcul	73
VI.6.2. Calcul de diamètre.....	74
VI.6.3. La perte de charge	74
VI.6.4. La Vitesse	74
VI. Conclusion	75

CHAPITRE VII : CALCUL TECHNICO-ECONOMIQUES

VII.Introduction	76
VII.1.Estimation del'irrigationlocalisée	76
VII.2. Dépenses des travaux.....	76
VII.3. Calcul les prix de déblai et remblai	78
VII. Conclusion.....	78

➤ CONCLUSION GENERALE

CHAPITRE VIII : ORGANISATION DE CHANTIER

VIII. Introduction.....	79
VIII.1.Exécution des travaux.....	79
VIII.1.1. Exécution de la tranchée	79
VIII.1.2. Assise de la conduite	79
VIII.1.3. Pose de la canalisation dans la tranchée	79
VIII.1.4. Epreuve d'essai de pression.....	79
VIII.1.5. Engins nécessaires pour l'exécution des travaux.....	80
VIII.2. Exploitation du système d'irrigation	80
VIII.2.1. Objectif de l'exploitation	80
VIII.2.2. Estimation de l'état hydro agricole des terres irriguées.....	80
VIII.2.3. Exploitation des ouvrages hydrauliques	81
VIII.2.4. Maintenance des ouvrages et équipement	81
VIII. Conclusion.....	82

➤ CONCLUSION GENERALE

Liste des tableaux

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET ANALYSE LES CONDITION NATURELLES

Tableau I.1. Température moyennes mensuelles	4
Tableau I.2. Humidité relative moyenne mensuelle.....	5
Tableau I.3. Insolation moyenne journalières	5
Tableau I.4. Evaporations moyennes mensuelles en (mm)	6
Tableau I.5. Moyennes mensuelle de la vitesse du vent en (m/s).....	7
Tableau I.6. Pluviométrie moyenne mensuelle en (mm)	7
Tableau I.7. Représente la superficie concernée par l'enquête foncière.....	8
Tableau I.8. Les limites de climat d'après l'indice d'aridité de Martonne	9
Tableau I.9. L'analyses chimiques d'un échantillon de l'eau souterraine (puit P-9) en (mg/l)	12
Tableau I.10. L'analyses chimiques d'un échantillon de l'eau souterraine (puit P-15) en (mg/l).....	12
Tableau I.11. Valeur moyenne traitées de la salinité d'oued cherf.....	14
Tableau I.12. De la qualité de l'eau d'irrigation	15

CHAPITRE II : RESSOURCES EN SOL

Tableau II.1. La répartition des surfaces selon les catégories d'aptitudes culturales en irrigué ..	21
Tableau II.2. Présente la délimitation des des zones a irrigué	22
Tableau II.3. Caractéristiques des sols et aptitudes culturales	25

CHAPITRE III : ETUDE HYDROLOGIQUE

Tableau III.1. Station de Ksar Sebahi	29
Tableau III.2. Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles	29
Tableau III.3. Le procédé de test d'homogénéité	32
Tableau III.4.1. Résultats de l'ajustement de la série selon la loi de GALTON	34
Tableau III.4.2. Résultats de l'ajustement de la série selon la loi de Gauss	35
Tableau III.5.1. Précipitations mensuelles moyennes (mm).....	37
Tableau III.5.2. Précipitation mensuelles de l'année de probabilité 80%	37

CHAPITRE IV : ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

Tableau VI.1. caractéristique de périmètre	38
Tableau VI.2. Evapotranspiration de référence selon la méthode Penman&Monteith.....	41
Tableau VI.3 . Les précipitations efficaces dans la zone d'étude	42
Tableau VI.4 . Représentation des valeurs du coefficient (KC)	44
Tableau VI.5 . évapotranspiration réelle ETM (mm)	44
Tableau VI.6 . Besoin en eau d'irrigation de poirier (mm)	44
Tableau VI.7 . Besoin en eau d'irrigation d'olivier (mm)	45
Tableau VI.8 . Besoin en eau d'irrigation de l'abricotier (mm)	45
Tableau VI.9 . Besoin en eau d'irrigation De pomme de terre (mm)	45
Tableau VI.10 . Tableau de la répartition des besoins des cultures nets	46

**CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION ET
L'ADDUCTION**

Tableau VI.1 . Données générales	69
Tableau VI.2 . Calculs des paramètres pour les cultures	70
Tableau VI.3 . Caractéristiques des rampes	71
Tableau VI.4 . Caractéristiques des portes rampes	72
Tableau VI.5 . Les caractéristiques de la conduit secondaire.	73
Tableau VI.6 . Les caractéristiques de la conduit principale du réseau.	73

CHAPITRE VII : CALCUL TECHNICO-ECONOMIQUES

Tableau VII.1 . Factures pro forma pour le réseau de l'irrigation :	76
Tableau VII.2 . Factures pro forma des conduite d'amené.....	76
Tableau VII .3. Calcul de terrassement :	77

Liste Des Figures

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET ANALYSE LES CONDITION NATURELLES

Figure I.1 . Plan d'orientation générale du site de la retenue collinaire - Echelle :1/1000.000.....	2
Figure I.2 . Localisation du périmètre de kasr sbahi.....	3
Figure I.3 . Courbe des températures moyennes mensuelles en °C.....	4
Figure I.4 . Climogramme pluviométrique d'Emberger.....	10
Figure I.5 . Climogramme de Gausсен.....	11

CHAPITRE II : RESSOURCES EN SOL

Figure II.1 . Extrait de carte géologique du site de la retenue collinaire Settara -Échelle :1/50.000	19
--	----

CHAPITRE III : ETUDE HYDROLOGIQUE

Figure III.1 . Diagramme de pluviométrie moyenne mensuelle en mm (Période 1931- 2011)	28
Figure III.2 . Ajustement à la loi de GALTON (log-normale)	35
Figure III.3 . Ajustement à la loi de Gauss (normal).	36

CHAPITRE V : CHOIX TECHNIQUE D'ARROSAGE

Figure V.1 . Irrigation par planche de ruissellement.....	49
Figure V.2 . Partie essentielle d'une installation localisée	51
Figure V.3 . Partie essentielle d'une installation en aspersion.....	54

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION ET L'ADDUCTION

Figure VI.1 . Porte rampe et un goutteur	60
Figure VI.2 . Un goutteur.....	61

Liste Des Planches

PLANCHE N°1 : Plan de situation de la commune de Kasr Sbahi (W.Oum El Bouaghi).

PLANCHE N°2 : Plan d 'occupation du sol du zone A de la commune de Kasr Sbahi (W.Oum El Bouaghi) .

PLANCHE N°3 : Schéma du Profil en long de la conduit principale du périmètre de Kasr Sbahi zone A (W.Oum El Bouaghi) .

PLANCHE N°4 : Plan de réseau d'irrigation par goutta a goutte de périmètre de Kasr Sbahi zone A (W.Oum El Bouaghi)

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est la clef de tous les développements socio-économiques et de la préservation d'écosystèmes sains. Avec l'accroissement de la population et l'augmentation des exigences que fait peser le développement sur les eaux souterraines et de surface pour les besoins des secteurs domestique, agricole et industriel, la pression s'intensifie sur les ressources en eau, ce qui crée des tensions et conflits entre les utilisateurs et des contraintes excessives sur l'environnement. Le stress accru induit à l'échelle mondiale par l'augmentation de la demande et de la pollution sur les ressources d'eau douce est profondément préoccupant.

L'augmentation de la productivité de l'eau est déterminante pour relever les futurs défis que va poser la pénurie d'eau. A l'heure actuelle, 70 pour cent de toute l'eau utilisée dans le monde est consommée par l'agriculture et ce pourcentage atteint 95 pour cent dans plusieurs pays en développement.

La sensibilisation accrue à la valeur instrumentale de l'eau pour la préservation de l'environnement augmente encore la pression sur l'utilisation de l'eau en agriculture.

La région de Ksar Sbehi, située dans l'est Algérien, souffre du même problème. Il s'avère en effet que la disponibilité de la ressource en eau dans cette région est de plus en plus compromise en raison des changements climatiques et de la sécheresse qui en résulte d'une part, ainsi que de la mauvaise gestion des fractions allouées au secteur agricole d'une autre part.

Des enquêtes sur le terrain prouvent que les agriculteurs continuent à puiser l'eau de la nappe qui est très sensible et vulnérable à cause de la surexploitation, même si l'état leur a fourni des bornes jusqu'à proximité de leurs périmètres.

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

Le but de notre étude qui rentre justement dans ce contexte est de procéder au dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre de Ksar Sbahi (Zone A) afin d'optimiser la ressource en eau et bien sur d'assurer les besoins en eau des cultures.

Pour la concrétisation de ce travail, nous avons traité les points suivants :

- Présentation du périmètre.
- Ressources en eau et en sol.
- Etude hydrologique.
- Calcul des besoins en eau des cultures.
- Dimensionnement du réseau d'irrigation.
- Calcul technico-économiques.

Chapitre I :

*Présentation du périmètre
de la zone d'étude et
analyse les conditions
naturelles*

I. Introduction

Notre perimeter d'étude se situé dans la commune de Ksar Sebahi (wilaya d'Oum EL Bouaghi). L'étude de l'aménagement hydro-agricole du périmètre sera réalisée sur une superficie de 71.40 ha.

I.1. Description de la zone de Ksar Sebahi

Le périmètre de Ksar Sebahi a une superficie de 2242 ha qui se trouve au Nord-est de l'Algérie (wilaya d'Oum EL Bouaghi) a l'environ 90 km de la frontière Tunisienne, est constituée de trois zones indépendantes suivantes :

- Zone A de ksar Sebahi de superficie 71,40 ha dans la limite de souk Ahras
- Zone B de Bir Bauhouche de superficie 372.80 ha
- Zone C de Ksar Sebahi de superficie 1797.80 ha.

Dans notre étude on fait la projection de réseau d'irrigation sur la zone A qui caractérisée par:

une altitude variant entre 745 à 850 mètres au nord de l'Oued Echaref. Une partie de cette zone (Commune de Bir Bouhouche) part de la partie la plus amont de la retenue du Barrage Foum El Khanga alors que l'autre partie se prolonge à l'ouest .Cette zone est alimentée seulement par l'Oued Echaref.

Le réseau d'irrigation et de drainage n'existent pas dans les zones étudiées par contre la présence de puits servent seulement qu'à l'alimentation en eau potable. De petites surfaces des terres longeant les oueds sont irrigués par pompage.

Toutes la zone étudiée à une bonne communication avec les villes Oum El Bouaghi, Souk Ahras et Sedrata. La route nationale N80 (Guelma–Ain Beida – Sedrata) et la route nationale N 81 (oued Zenati – Sedrata-Souk Ahras) passent à travers les zones de Ksar Sebahi et Bir Bouhouche.

La source d'eau pour l'irrigation de la zone de Ksar Sebahi est la retenue existante Foum el Khanga, situé à l'aval du confluent de l'oued Chref et de l'oued settara. Cette retenue est en même temps la source d'eau pour l'irrigation des surfaces irrigables dans la zone de Ksar

Sebahi. Le niveau maximum dans cette retenue se situe à la cote 745,0 le niveau minimum étant à la cote 730,0.



Figure.I.2.Plan d'orientation générale du site de la retenue collinaire -
Echelle :1/1000.000

Source(ONID).

I.2. Situation géographique

L'aménagement hydro-agricole du périmètre de Ksar Sebahi se situe dans le Nord –Est de l'Algérie à 40 km à l'Ouest de Souk Ahras, dans les willayas de Souk Ahras et de Oum El Bouagi.

Les trois zones doivent être irriguées à partir du barrage de Foug El Khanga, déjà achevé, situé entre elles.

La cote de retenue normale se situe à 745 et la cote de retenue minimale se trouve à 730. Le volume total de la retenue à la cote de retenue normale est de l'ordre de 150 Hm³, lors que le volume utile est de 120 Hm³.

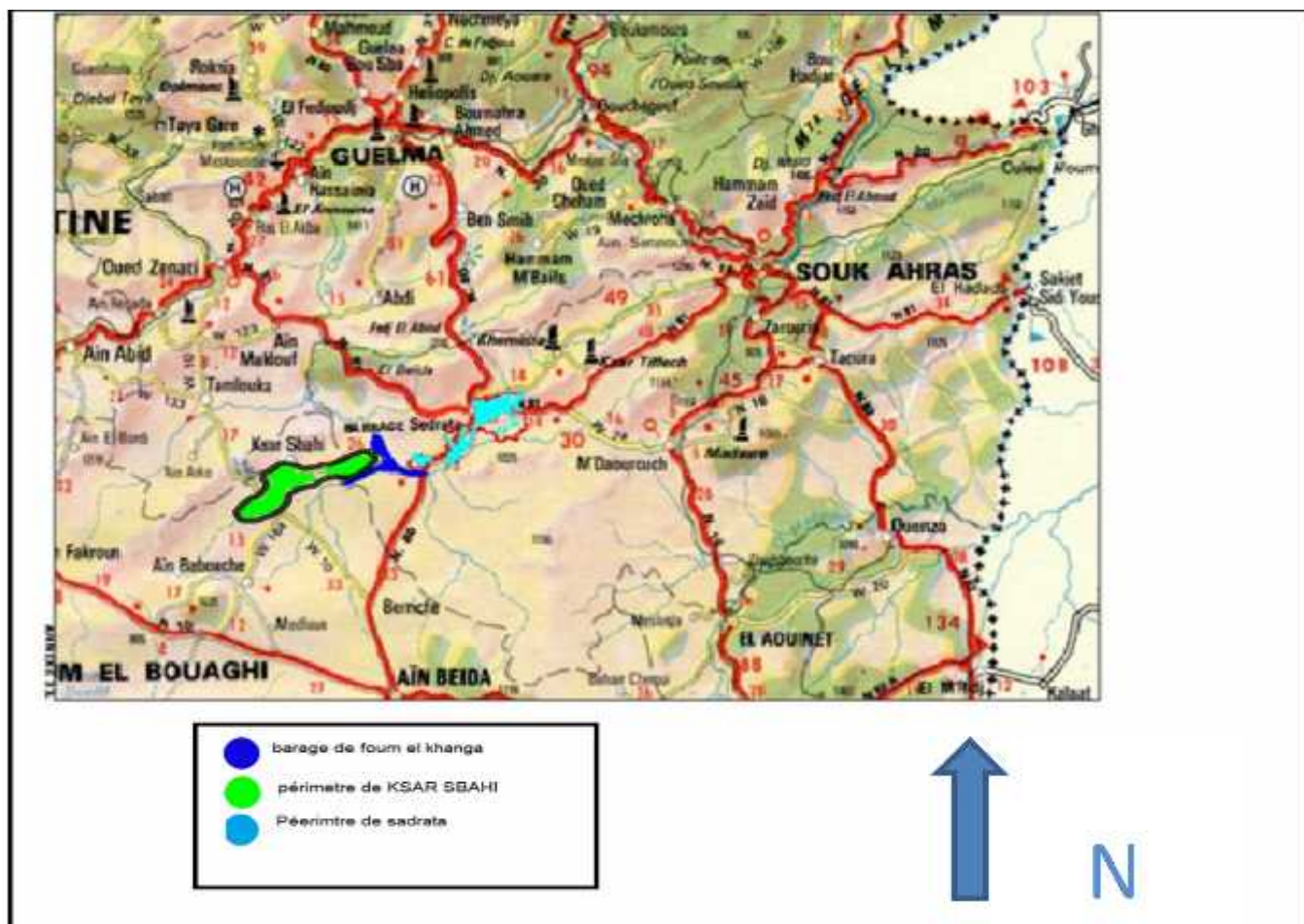


Figure.I.3.Localisation du périmètre de Ksar Sbahi
Source(ONID).

I.3. Conditions climatiques

L'aire d'étude a les caractéristiques du climat continental. Les tableaux ci-après présentent les valeurs caractéristiques des paramètres climatiques.

I.3.1. Température de l'air

Tableau .I.1.Température moyennes mensuelles

mois	J	F	M	A	M	J	Juil	A	S	O	N	D	ANNEE
T_{max}	11,9	13,6	17,1	19,9	25,8	31,6	35,6	34,9	29,2	23,8	17,1	12,8	22.78
T_{min}	0,1	0,5	3,0	5,6	9,9	14,4	17,1	17,3	14,3	9,9	4,7	1,5	8.2
T_{moy}	6	7.05	10.05	12.75	17.85	23	26.35	26	21.75	16.85	10.9	7.15	15.48

Source : Station météorologique de Oum El Boughi (1989-2011)

Avec : T_{min} = minimale moyenne, T_{moy} = Température moyenne, T_{max} = moyenne maximale.

Durant la période allant de 1989-2011 il est à noter que le mois le plus froid est Janvier avec une température moyenne, mensuelle de 6°C, alors que le mois le plus chaud est Juillet avec une température mensuelle de 26.35°C. La température moyenne annuelle est de 15,5°C.

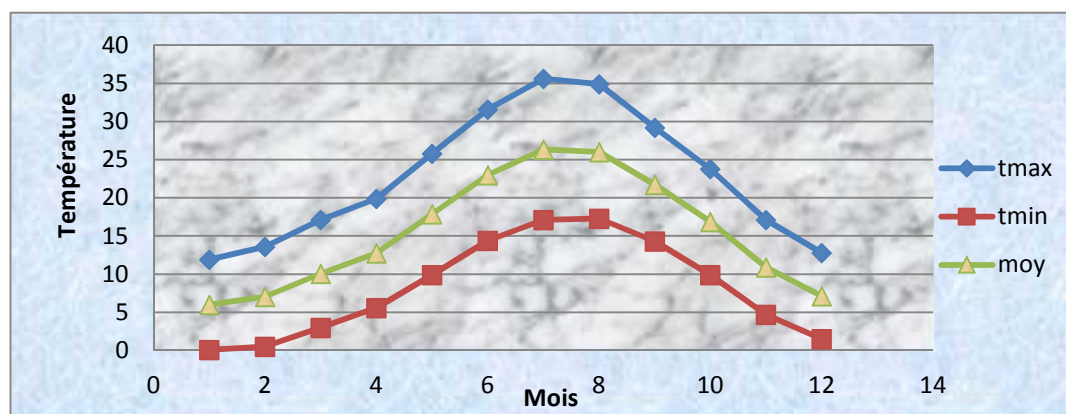


Figure.I.4.Courbe des températures moyennes mensuelles en °C

I.3.2. Humidité de l'air

Dans la partie littorale de l'Algérie, les valeurs moyennes de l'humidité relative de l'air restent pratiquement invariables au cours de l'année.

Dans la partie continentale du Nord de l'Algérie, par contre, les variations au cours d'une année doit être entre 44-74%. Les valeurs minimales de l'humidité relative sont en général atteintes en juillet et celles maximales en janvier. C'est en général dans les heures matinales que les valeurs maximales s'observent : de 3h 00 à 6h00 en hiver et vers 3h00 en été. Les valeurs minimales de l'humidité relative de l'air peuvent s'observer de 14h00 à 15h00 ou à 16h00 pendant certains mois. Le tableau ci-après donne l'humidité relative moyenne mensuelle relevée dans la station d'Oum El Bouaghi.

Tableau.I.2.Humidité relative moyenne mensuelle

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			Année
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JUI	A	
humidité%	56	61	67	74	74	67	63	60	56	47	39	44	59

Source : Station météorologique de Oum El Bouaghi (1989-2011)

Nous remarquons d'après les données du Tableau.I.2. la valeur minimale est enregistrée pendant le mois de Juillet avec un taux de 39%et le maximum en Janvier et Décembre avec 75%, elle prend comme valeur moyenne annuelle 59%.

I.3.3. Insolation

L'insolation moyenne journalières figurée dans le tableau ci-après (relevée dans la station d'Oum El Bouaghi) illustre le paramètre climatique d'insolation dans la zone d'étude.

Tableau .I.3.Insolation moyenne journalières

MOIS	J	F	M	A	M	J	Juil	A	S	O	N	D	ANNEE
Heure/ jour	5,70	6,45	7,66	8,14	9,75	9,92	11,67	10,63	8,41	7,93	6,28	5,56	8.17

Source : Station météorologique de Oum El Bouaghi (1989-2011)

I.3.4. Evaporation

C'est l'émission de la vapeur d'eau par une surface liquide ou par milieu humide (sol, végétale) à une température inférieure au point d'ébullition. Sa détermination approximative s'effectue avec l'évaporomètre de piche placé sous abris.

Le tableau suivant présente les valeurs de l'évaporation moyenne mensuelle.

Tableau .I.4.Evaporations moyennes mensuelles en (mm)

Saison	automne			hiver			printemps			Eté			Année
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O	1930
Evaporation	197	142	91	61	54	72	111	141	188	258	318	294	

Source : Station météorologique de Oum El Boughi (1989-2011)

L'analyse du tableau ci-dessus nous montre que la valeur maximale de l'évaporation est enregistrée au mois de Juillet (318mm), et la valeur minimale en hiver, au mois de janvier (54mm).

En période estivale l'évaporation atteint son maximum surtout pendant le sirocco sous l'effet des températures élevées.

I.3.5. Vent

Au cours de l'élaboration de la présente étude, le BET n'a pas eu à sa disposition les données mises à jour concernant le vent, les données présentées ici sont donc celles prises des phases antérieures du projet d'étude, voir de l'Etude agro-pédologique pour le périmètre de Ksar Sebahi.

D'une manière générale, les vents dans la région de Ksar Sbahi sont pour la plupart faibles et relativement fréquents, notamment en hiver et au printemps. La direction de ces vents est notamment :

- à 7 h
Nord-est d'avril à septembre
Nord-Ouest d'octobre à mars
- à 13 h

Nord-est de mai à septembre

Nord-ouest d'octobre à avril

Tableau.I.5.Moyennes mensuelle de la vitesse du vent en (m/s).

<i>Mois</i>	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>Juil</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>
<i>V (m/s)</i>	2,8	3,3	3,6	3,9	3,6	3,7	3,6	3,5	3,3	3	3,2	3

Source : Station météorologique de Oum El Boughi (1989-2011)

La vitesse moyenne des vents durant l'année est de l'ordre de 3.4 m/s. elle se situe dans la plage des vents modérés qui favorisent les échanges de vapeurs d'eau, de chaleurs et de gaz (CO₂, O₂) entre les organes végétatifs et le milieu.

La vitesse maximale est observée durant le mois de avril (3.9 m/s), la vitesse minimale durant le mois de janvier (2.8 m/s).

I.3.6. Precipitations

Les précipitations englobent toutes les chutes d'eau météorique sous ses différentes formes et sont considérées sous divers aspects:

- La quantité totale qui représente la hauteur totale de pluie tombée dans l'année.
- La fréquence qui s'exprime par le nombre annuel de jours de pluie.
- La répartition dans le temps qui conditionne l'alimentation de la plante.
- L'intensité qui s'exprime par la quantité d'eau tombée pendant l'unité de temps (mm/h).

Tableau I.6.Pluviométrie moyenne mensuelle en (mm)

<i>Mois</i>	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>Jui</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>Année</i>
<i>Plu</i>	35	30	36	41	37	23	8	16	38	30	34	38	367

Source : Station météorologique de Oum El Boughi (1989-2011)

En générale, le régime pluviométrique dans la région est irrégulier. En effet, il connaît des variations au cours de l'année.

La moyenne annuelle des précipitations est d'environ 278.59mm /an, le mois le plus pluvieux est septembre et décembre avec 38 mm de précipitation moyenne, le plus sec est juillet avec une hauteur moyenne de 8 mm.

I.4. Etude foncière

Les informations sur la forme, le statut juridique et la superficie des parcelles et leurs exploitants, sur le mode d'occupation du sol et l'irrigation, sur les bâtiments et leur affectation, ainsi que les autres données nécessaires ont été fournies par la direction de l'AGID et de la DHW de Souk Ahras.

La liste des parcelles situées dans la zone irrigable délimitée, représentant une superficie de 4267.65 ha, est donnée par les tableaux.

Dans le tableau ci-dessous sont consignées les superficies concernées par l'enquête pour la zone d'étude :

Tableau.I.7.Représente la superficie concernée par l'enquête foncière.

Zone	Communes	Surface total (ha)	Nombre de parcelles
Ksar Sebahi	Ksar Sebahi	4267.65	266

Source(DHWde Souk Ahras).

Une superficie brute de 2430.2 ha, soit une superficie nette de 2242 ha qui sera mise en irrigué

La taille des parcelles varie de 1 à 300 hectares. Il y a peu de parcelles d'une superficie inférieure à 1 ha.

Les plus nombreuses sont les parcelles d'une superficie égale ou supérieure à 50 ha.

Ces superficies constituent 40% du territoire du périmètre de Ksar Sebahi.

I.5. Les indices climatiques

Les données climatiques présentées antérieurement permettent de caractériser l'étage bioclimatique à laquelle appartient la zone du périmètre à irriguer.

I.5.1. Indice d'aridité de De Martonne

Cet indice permet de caractériser le pouvoir évaporant de l'air à partir de la température. (De Martonne, 1926).

Avec :

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

- Ia: Indice d'aridité de De Martonne;
- T: Température moyenne mensuelle;
- P : Précipitations cumulées pour l'année en mm.

Tableau I.8. Les limites de climat d'après l'indice d'aridité de Martonne

<i>Valeur de I</i>	<i>Type de climat</i>	<i>Irrigation</i>
$I < 5$	<i>Désertique</i>	<i>Indispensable</i>
$5 < I < 10$	<i>Très sec</i>	<i>Indispensable</i>
$10 < I < 20$	<i>Sec (semi aride)</i>	<i>Souvent indispensable</i>
$20 < I < 30$	<i>Relativement humide</i>	<i>Par fois utile</i>
$I > 30$	<i>Humide</i>	<i>Inutile</i>

D'après les données de la station de Ksar Sebahi:

P= 367 mm et T= 15,475 °c nous avons obtenus une valeur de " Ia " égale à 14.41 qui nous informe que notre région est dominée par un climat du type : sec donc l'irrigation est Souvent indispensable.

I.5.2. Quotient pluviométrique d'Emberger

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

Tel que :

$$Q = \frac{1000 \cdot P}{(M + m)(M - m)} = \frac{2000 \cdot P}{M^2 - m^2}$$

- Q : Coefficient pluviométrique d'Emberger.
- P : Précipitation moyenne annuelle en mm.
- M : Température moyenne maximale du mois le plus chaude en °c
- m : Température moyenne minimale du mois le plus froide en °c

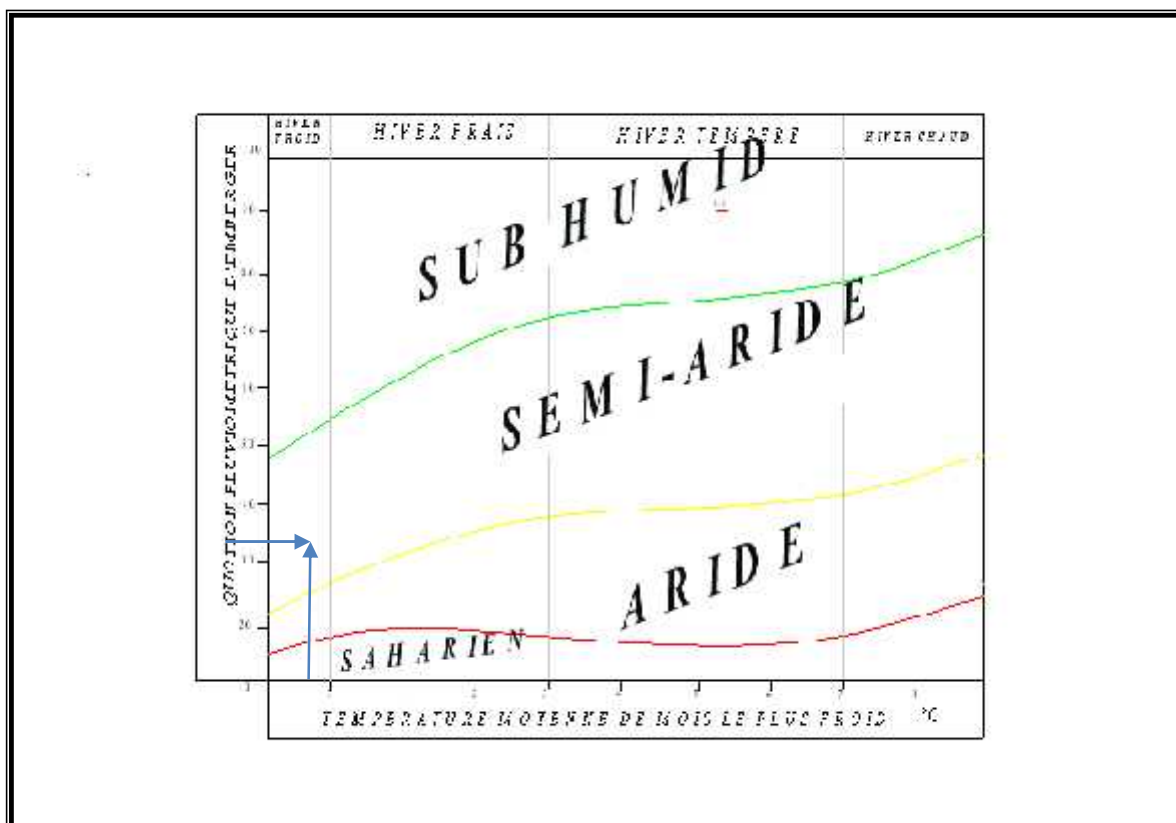


Figure.I.5.Climogramme pluviométrique d'Emberger

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger la valeur de $Q = 36.30$ pour une température du mois le plus froid, $T = 0.1$ °c, nous donne un étage bioclimatique «*SEM ARIDE*».

I.5.3. Climogramme de Gausсен

C'est une représentation graphique de variation de précipitation et de température en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période où l'irrigation est indispensable (période sèche). Dans notre cas l'irrigation est indispensable à partir de la fin d'Avril jusqu'à la moitié de Septembre (Figure.I.6).

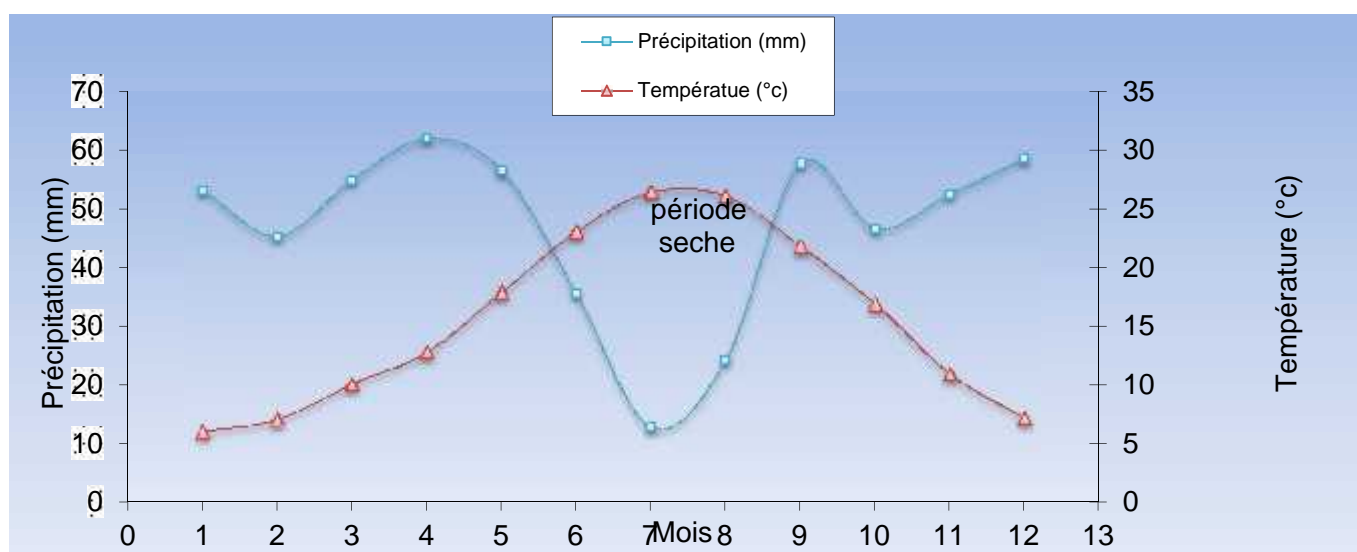


Figure.I.6.Climogramme de Gausсен

I.6.Ressource en eau

Le réseau d'irrigation et de drainage n'existent pas dans les zones étudiées. Les puits existants servent en général à l'alimentation en eau potable. De petites surfaces des terres longeant les oueds sont irrigués par pompage.

La source d'eau pour l'irrigation de la zone de Ksar Sebahi est la retenue existante Foum el Khanga, situé à l'aval du confluent de l'oued Cherf et de l'oued Settara. Cette retenue est en même temps la source d'eau pour l'irrigation des surfaces irrigables dans la zone de Ksar Sebahi. Le niveau maximum dans cette retenue se situe à la cote 745,0, le niveau minimum étant à la cote 730,0.

Un échantillon de l'eau souterraine (puits P-9) a été soumis aux analyses chimiques.

Tableau.I.9.Les résultats sont présentés dans le tableau suivant (teneur en mg/l)

Paramètres	Puits P-9
Magnésium (Mg)	37.94
Sulfates (SO ₄)	229.82
Carbonates (CO ₃)	24
Bicarbonates (HCO ₃)	195.23
pH	8.4
CO ₂ agressif	néant
Ammonium (NH ₄)	non dose

Source(ONID).

Le résultat de l'analyse chimique de l'eau montre que celle-ci est caractérisée son agressivité moyenne vis – à vis du béton et sa forte agressivité vis – à vis de l'acier.

L'échantillon de l'eau de puit de reconnaissance P-15 (traversée d'oued Mabdoua) a été soumis aux analyses chimiques. Les analyses font apparaître les résultats suivants (teneur en mg/l):

Tableau. I.10.Les résultats sont présentés dans le tableau suivant (teneur en mg/l)

Paramètres	Puits P-15
Magnésium (Mg)	30.20
Sulfates (SO ₄)	156.02
Carbonates (CO ₃)	20.00
Bicarbonates (HCO ₃)	210.64
pH	8.2
CO ₂ agressif	néant
Ammonium (NH ₄)	non dose
Mat. org.	non dose

Source(ONID).

I.6.1. Qualité de L'eau superficielle

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.

Deux paramètres permettent d'apprécier pour une étude sommaire les risques dus à la salinité.

2- La conductivité électrique

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

Quatre classes de risque salin ont été définies :

- * C₁ : Risque faible CE ≤ 0,25 ;
- * C₂ : Risque moyen 0,25 < CE ≤ 0,75;
- * C₃ : Risque élevé 0,75 < CE ≤ 2,25;
- * C₄ : Risque très élevé CE > 2,25.

3-Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

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

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

Avec : Na⁺, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ meq/l

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

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

La qualité de l'eau est donnée par l'analyse de la salinité de l'eau effectuée sur la base des données d'observations à la station hydrométrique de Moulin Rechfort la période 1971 – 1993.

Il a été conclu que la salinité se situe entre 1.18 – 3.00 g/l.

il a été déduit que, sur la base des analyses effectuées dans la période 1988 – 1993 pour les besoins de l'Etude agro – pédologique de Ksar Sebahi (ANHR 1994), la concentration en sels dans l'eau présente un grand danger possible pour la salinité des sols qui feront l'objet des irrigations.

DONNEES DES VALEURS MOYENNES TRAITÉES SUR LA SALINITE

Oued Cherf, Station Moulin Rechfort (1971 – 1993)

Tableau I.11. Valeur moyenne traitées de la salinité d'oued cherf

Débit liquide (m ³ /s)	Salinité (g/l)	Débit salin (kg/s)
1.21	2.20	2.01

Source(ONID).

Donc la classe de l'eau est : C1S1

I.6.2. Commentaire des analyses

Conductivité de L'eau destinée à l'irrigation devrait avoir une conductivité de l'ordre de 1500 $\mu\text{s}/\text{c}$. Des valeurs supérieures ont été enregistrées sur le prélèvement le 11-03-2000 (1800 $\mu\text{s}/\text{cm}$), le 02-04-2000 (1800 $\mu\text{s}/\text{cm}$), le 10-12-2000 (2300 $\mu\text{s}/\text{c}$), et le 24-03-2001 (1600 $\mu\text{s}/\text{c}$), ce qui révèle une grande teneur en ions de l'eau.

Turbidité L'eau brute présente une plus grande turbidité sur deux prélèvements en date du 29-05-2001: 18.1 NTU et en date du 17-06-2001, 17.6 NTU.

Saturation en oxygène La saturation en oxygène est entre 71% et 100%.

Résidu se à 105 °C Des valeurs élevées ont été enregistrées sur les prélèvements le 11-03-2002 (1166 mg/l), 02-04-2000 (1210 mg/l), 10-12-2000 (1530 mg/l), 24-03-2002 (1044 mg/l) ce qui accompagne l'augmentation de la conductivité.

La teneur en Ca, Mg, Na, K, Cl, et SO₂ est dans les limites autorisées.

N03, NH4 Les concentrations NO₃ et NH₄ sont en-dessous des maximales autorisées.

DCO les valeurs de DCO sont élevées ,ce qui représente une pollution inorganique dans l'eau .

DBO5 Les valeurs mesurées sont dans les limites autorisées.

Tableau I.12. De la qualité de l'eau d'irrigation

paramètre	concentration max admissible	unité
HCO3	30-50	(mg/l)
B	0.2-0.5	(mg/l)
Ca	40-120	(mg/l)
Cl	0-100	(mg/l)
Mg	06--25	(mg/l)
Ph	5--7	(mg/l)
K	0.5-5	(mg/l)
SAR	<9	(mg/l)
Na	0-30	(mg/l)
So2	24-240	(mg/l)
Ce	<1-1.5	ds/m

Source(ONID).

Conclusion:

Sur la base des analyses effectuées, nous sommes en mesure de conclure que cette eau peut être utilisée pour l'irrigation (étant donné que la majorité des paramètres est dans le cadre de valeurs autorisées), avec un monitoring des paramètres de la qualité de l'eau à suivre. Si les analyses présentaient de grands écarts de valeurs des paramètres de la qualité de l'eau qui seraient au-dessus des valeurs maximales autorisées, un pré – traitement de l'eau destinée à l'irrigation sera proposé.

L'analyse des conditions naturelles de la zone d'étude montre que :

- Le climat de la région est un climat SEMI ARIDE.
- L'irrigation est souvent indispensable a partir de la fin d'Avril jusqu'à la moitié de Septembre .
- L'eau de la source Foum El Khanga est de très bonne qualité, donc elle peut être utilisée pour l'irrigation.

Chapitre II :
Ressources en sol

II. Introduction

L'étude agro-pédologique est très essentiels pour déterminé les zones apte a l'irrigation et les zones a revalorise et aussi les zones a écarté qui seront difficile du point de vu technique ou bien économique pour l'établissement du réseau d'irrigation.

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.1. Ressource en sol

II.1.1. Géologie régionale

II.1.1.1. Analyse litho stratigraphique des Fasciés

La région de Ksar Sebahi est caractérisée par les formations géologiques suivantes de la plus récente à la plus ancienne selon l'échelle des ères géologiques :

a. Quaternaire (Éboulis à blocs)

Ils ne sont localisés qu'à la base ou au pied des massifs calcaires du Maestrichtien supérieur ou du Campanien. Certains d'entre eux sont anciens et se trouvent actuellement isolés par le phénomène érosif de leur zone d'alimentation.

b. Alluvions récentes et actuelles

Ils sont représentés par des dépôts généralement meubles issus de la décomposition physico-chimique ou mécaniques des roches mères affleurant en surface par des agents atmosphériques comme le gel et le dégel, le vent et la pluie.

Ce sont des alluvions récentes et actuelles constituées d'éléments détritiques à granularité diverse allant de la plus fine qui sont les argiles à la plus grossière qui sont les blocs et galets en passant par des sables ,graviers et cailloux.

Peu épaisses qui forment des dépôts lacustres et poudingues. Ces dépôts alluvionnaires comblent le fonds des oueds sous forme de terrasses. A un niveau plus haut, se trouve les alluvions anciennes des plateaux d'âge pléistocène.

Cônes de déjection rouges et cimentées des grands massifs calcaires (comprenant tout le quaternaire jusqu'à l'âge des moyennes terrasses de la Chebka-Sellaoua).

c. Alluvions anciennes et quaternaires non différencié

Celles-ci sont très développées dans l'angle Nord –est de la feuille d'Ain Babouche N° 122 et correspondent à des alluvions anciennes a morphologie très plate, sur lesquelles sont installés des sols bruns propices aux cultures d'âge probablement Santonien.

d. Aptien

ils sont présentées sous formes de calcaires subrécifaux, calcaires marneux à orbitolines avec au sommet un niveau à oolithes un peu ferrugineux (au Nord du Chebka des Sellaoua).

La région d'étude est présentée par des marnes et argiles sableuses gris –noires, vertes et versicolores, marno-calcaires

e. Vraconien-albien

Ces formations sont présentées sous formes :

- De calcaires subrécifaux au Nord de Chebka des Sellaoua,
- Marno-calcaires gris blanc, argiles vertes, grés blanc, brun-rouges et vertes et «silt stones » verts dans la Chebka des Sellaoua

f. Burdigalien

Ces formations sont présentées sous formes :

- Calcaires gréseux, calcaires, marnes et argiles sableuses fossilifères
- Grés-poudingues et marnes rouges ces formations sont présentées à l'amont et aval du site de la zone d'étude.

g. Crétacé inférieur non différencié

Ces formations sont présentées sous formes :

- Marnes grises et vertes à ammonites ferrugineux, argiles vertes, silt stones vertes marno-calcaires et calcaires à intercalations de poudingues dans les calcaires des niveaux inférieurs.
- Marnes grises et vertes.

h. Santonien

- Marno-calcaires et marnes grises glauconieneuses

i. Turonien

Marnes et marno-calcaires

j. Cenomanien

Au Nord de Chebka des Sellaoua sont présentées sous formes de calcaires subrécifaux , et dans la Chebka sont présentées sous formes de marnes et marno-calcaires

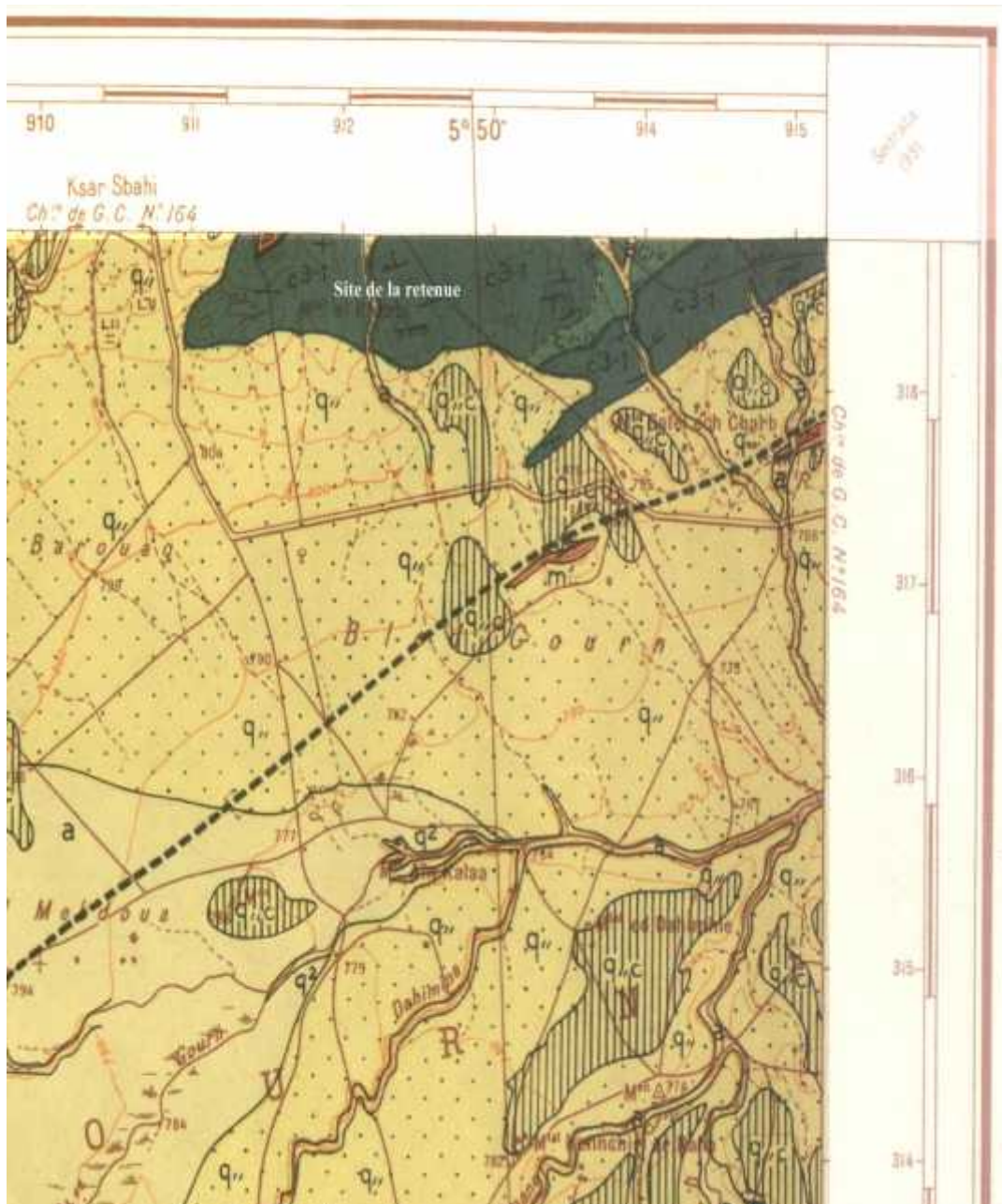
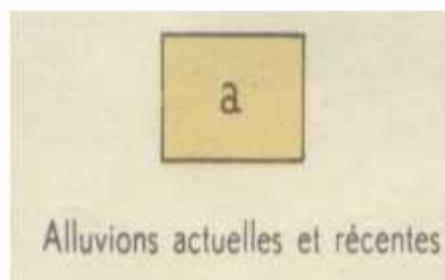
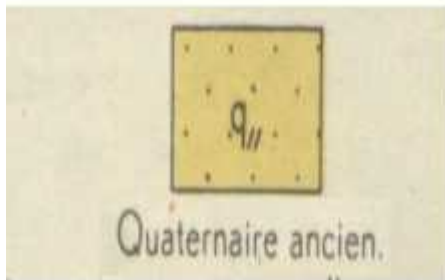


Figure.II.1.Extrait de carte géologique du site de la retenue collinaire Settara
-Échelle :1/50.000
Source :ONID

Légende



II.1.2. La classe des sols du périmètre

Pour cerner les problèmes morphologiques et physicochimiques des sols, du périmètre d'étude:

A partir des données des travaux pédologiques détaillés achevés au niveau de la phase I de l'Etude d'aménagement hydro-agricole, la qualité du sol et son aptitude à l'irrigation ont été déterminées. Tous les résultats des travaux agro-pédologiques ont été consignés dans les dossiers ci-dessous:

- ETUDE PEDOLOGIQUE DE LA PLAINE SEDRATA et ZOUABI, ENERGOPROJEKT-HIDROINZENJERING, Décembre 2002 .
- ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE DE LA PLAINE DE AIN BABOUCHE (WILAYA DE OUM-EL BOUAGHI) M.E.H.LEZZAR », Décembre 1997.

Tableau.II.1. La répartition des surfaces selon les catégories d'aptitudes culturales en irrigué figure dans le tableau suivant:

ZONE	Catégorie (ha)					
	I	II	III	IV	V	TOTAL
Ksar Sebahi	411	2.339	-	293	626	3669

Source : ONID

- La majorité des sols définis comme aptes à l'irrigation est caractérisée par une structure polyédrique, grossière et peu prononcée. Les sols étudiés se caractérisent par une texture argileuse, argilo-limoneuse et en moindre partie la texture argilo-sableuse.
- La porosité du sol jusqu'à 100 cm de profondeur varie entre 29 et 46%, la valeur moyenne étant voisine de 35%.
- L'infiltration est en corrélation avec la texture et la structure. Selon les résultats de mesures sur 78% des superficies irrigables, la perméabilité se situe entre 0.5 et 2 cm/h, alors que sur le reste de la surface elle est comprise entre 2 et 4 cm/h.

Le problème de délimitation des surfaces a été étudié dans le cadre D'allocation des eaux et Délimitation des zones à irriguer. Le point de départ pour la délimitation des surfaces ont été la carte d'aptitudes culturales en irrigué, l'état parcellaire et la morphologie du terrain.

En prenant en compte les autres critères de délimitation des surfaces à irriguer, les surfaces par zone ci-dessous font l'objet de délimitation:

Tableau.II.2.Présente la délimitation des des zones a irrigué

Zone	Zone délimitée (ha)	Surfaces brutes (ha)	Surfaces nettes (ha)
Ksar Sebahi	2679	2361	2242

Source : ONID

II.1.3. Classification des sols**a.La profondeur du sol et les niveaux limitant**

La profondeur du sol est l'espace facilement utilisable par les racines des plantes C'est donc un facteur très important.

b.Texture et structure du sol

Tous les sols de classe vertisols ainsi que tous les sols de classe sols peu évolués sont d'une texture fine et très fine. Les sols calcimagnésiques sont d'une texture moyenne fine.

c.Calcaire actif

Dans la plus grande partie des sols, le taux de calcaire actif varie de 12 à 18%. Il en résulte donc l'élimination de plusieurs arbres fruitiers qui chloroses à des taux inférieur à 7% même à 12%.

d.Aptitudes culturales

Tous les sols d'une couche active profonde en général sont relativement d'une haute valeur de productivité.

De telle manière que les sols d'une profondeur supérieur à 80 cm sont favorables et peut favorables pour cultive toutes les cultures annuelles et pluriannuelles.

Les sols d'une profondeur de 50 à 80 cm sont favorables et moyens favorables pour cultiver toutes sortes de cultures légumières, industrielles et fourragères ainsi que pour les légumineux.

Les sols d'une profondeur de 30 à 50 cm sont moyens favorables pour cultiver les cultures légumières et céréalières tandis que les sols d'une profondeur inférieur à 30 cm sont favorables aux pâturages.

e.Végétation

Les sols longeant l'oued sont utilisés exclusivement pour la production agricole. Dans les conditions données, la culture en sec est pratiquée, alors qu'un faible pourcentage des surfaces des terres, presque insignifiant, est mis en irrigué. Dans d'autres parties de l'aire

d'étude, à l'exception des surfaces labourables, les terres sont couvertes de végétation naturelle. Il s'agit des surfaces couvertes de matorral et maquis. Il est assez difficile de déterminer la limite entre les surfaces couvertes de matorral et celle couvertes de maquis. Du point de vue d'histoire les surfaces couvertes de maquis ont été déboisées en vue d'obtenir le sol labourable.

Le matorral apparaît sous forme de diverses formations basses végétales et arbustives, en général inférieures à 1 m avec le grand pourcentage du terrain dénudé. Souvent il est caractérisé par une faible végétation de buissons et de formation herbeuse.

f. Maquis

Le maquis est une formation arbustive par endroits touffue. Il y a des surfaces clairsemées. Cette formation arbustive peut atteindre une hauteur de 3m dans les formations touffues. Sur quelques endroits les jeunes arbres dépassent la hauteur mentionnée. Les espèces les plus typiques et les plus répandues sont : le chêne vert (*Quercus ilex*), l'olive sauvage (*Olea europaea*), le lentisque (*Pistacia lentiscus*) le genévrier (*Juniperus* spp). Quand il s'agit du maquis touffu l'espèce la plus représentée est *Tetraclinis articulata*.

g. Sol de couverture

Dans l'étude pédologique du périmètre de Ksar Sebahi ont été traitées et présentées les caractéristiques pédologiques des sols dans la zone de périmètre. Dans la même étude ont été présentées les données de base sur les caractéristiques morphologiques, physiques, chimiques des sols étudiés en vue de voir en général leurs valeurs

h. Classification des sols de ce périmètre

- Une superficie de 2750 ha de sols aptes à l'irrigation appartient aux catégories I, II, III.
- Dans la zone de Ksar Sebahi les conditions agro-pédologiques nécessitent pas la mise en œuvre ultérieure d'un drainage souterrain.

h.1. Caractéristiques morphologiques

- **profondeur du profil** : peu profond, moyen profond et profond
- **humidité** : sec en superficie et sec à frais en profondeur
- **couleur** : brun, brun clair, brun foncé, jaunâtre
- **structure** : polyédrique, polyédrique fine, polyédrique fine à moyenne, polyédrique fine à grumeleuse, polyédrique moyenne grossière, bien développée, polyédrique à prismatique bien développée.

h.2. Caractéristiques physico-chimiques

- **texture des sols** : fine et très fine, rarement moyenne grossière et grossière.
- **calcaire actif (CaCO₃)** : de teneur environ 12 %.
- **PH** : situé entre 8 et 8,5
- **Salinité des sols** : inférieur à 2 mmhos/cm sur la majeure partie des sols examinés
- **Teneur en matière organique** : irrégulier, dans le premier horizon varie entre 0,15-3,0%.

i. Les différentes classes d'aptitude des sols à l'irrigation et au drainage

Cette classification basée sur les paramètres suivants :

- Profondeur du sol.
- Texture.
- Salinité.
- Topographie.
- Perméabilité.
- Drainage.
- Calcaire actif.

Tableau.II.3.Caractéristiques des sols et aptitudes culturales

<i>Paramètre de classification</i>	<i>Profondeur (cm)</i>	<i>Texture</i>	<i>Salinié mmohs/cm</i>	<i>Topog</i>	<i>Permé- abilité (cm/h)</i>	<i>drainage</i>	<i>Aptitudes culturales</i>	<i>Observations</i>
Classe d'aptitude à l'irrigation								
<i>Classe I</i>	> 120	-Texture moyenne (Sablo argileuse, limoneuse)	-Pas de problème de salinite < 1 -Calcaire actif < 5%	Plane	2-6 (bonne)	Ne nécessite pas un drainage	Bonne aptitude pour toutes les cultures arbustives, industrielles, céréalières, fourragères et maraîchères	Leur aptitude à l'irrigation est bonne Aucune contrainte majeure pour la mise en valeur.
<i>Classe II</i>	> 80	-Sablo- limoneuse -Limono- sableuse et limono argileuse	-La salinite varie de 4 à 8 -Teneur en calcaire actif 7%	Plane	-Pour les sols à texture fine 0,5-2 -Texture grossière 6-12,5	Nécessite un drainage	-Moyennement apte à toutes les cultures industrielles céréalières fourragères et maraîchères	-Les travaux d'aménagement nécessaires sont mineurs, notamment l'apport d'engrais minéraux et organique
<i>Classe III</i>	40 à 80	-Sablo –limoneuse (à forte teneur en sable) -Argilo- sableuse, argilo limoneuse	Présente dans les endroits à texture fine 8÷12. calcaire actif entre 7 et 12%	Pente faible	-Pour les sols à textures fine (0,1÷0,5) -Pour les sols à texture grossière (12,5÷25)	Nécessite un drainage	-Moyenne aptitude aux cultures maraîchères céréalières et fourragères et peu aptes aux cultures arbustives et industrielles	Labours profonds, apport de matières organiques, plantation des brises vents

Paramètre de classification	Profondeur (cm)	Texture	Salinié mmohs/cm	Topog	Perméabilité (cm/h)	drainage	Aptitudes culturales	Observations
Classe d'aptitude à l'irrigation								
<i>Classe IV</i>	<i>40 à 80</i>	<i>-Texture fine argileuse ou très légère sableuse -Présence de croûtes calcaires</i>	<i>-Varie de 12 ÷ 16 -Teneur en calcaire actif > 12%</i>	<i>Par endroit la pente est forte</i>	<i>Variable</i>	<i>Nécessite un drainage</i>	<i>Faible aptitude aux cultures maraîchères et fourragères et inaptes à l'arboriculture</i>	<i>-Lessivage localisé -Des engrais organiques et minéraux -Labour profond et assainissement de surface.</i>
<i>Classe V</i>	<i>< 40</i>	<i>-Affleurement de la dalle calcaire par endroits -Charge caillouteuse >50%</i>	<i>Salinité > 16</i>	<i>Pente supérieure à 20%</i>	<i>Très faible</i>	<i>Nécessite un drainage</i>	<i>-Inapte à toutes les cultures -Aptitude moyenne pour l'olivier, la vigne, le figuier et les céréales en sec</i>	<i>Inapte à l'irrigation</i>

Source ENHYD

II. Conclusion

L'analyse de la qualité des sols de la zone d'étude montre que les aptitudes culturales des sols varient d'une classe à l'autre. Les classes I et II ne présentent pas de problèmes particuliers et peuvent recevoir toute la gamme des cultures possibles. Par contre les sols de classes III et IV présentent certaines restrictions à cause principalement de la salinité, et la présence d'une croûte ou encroûtement à une faible profondeur du sol.

Enfin, comme nous l'avons dit, la classe V est à exclure de l'aménagement hydro agricole en raison de sa forte pente (supérieure à 20 %) et de sa salinité (supérieure à 16mmhos/cm), ainsi que l'affleurement de la dalle calcaire dans certains cas.

Chapitre III :
Etude hydrologique

. Introduction

Le but principal de l'étude hydrologique c'est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donnée qui nous a conduits à calculer les besoins en eau des cultures implantées.

Le périmètre de notre étude est situé dans une zone assez bien couverte par les stations pluviométriques avec une bonne continuité des données ; cependant mon étude hydrologique concerne toutes les précipitations du bassin versant c'est-à-dire de Foum el Khanga.

.1. Pluviométrie

L'étude pluviométrique sera effectuée à partir des données des précipitations mensuelles et journalières enregistrées au niveau de la station la plus proche de la zone d'étude.

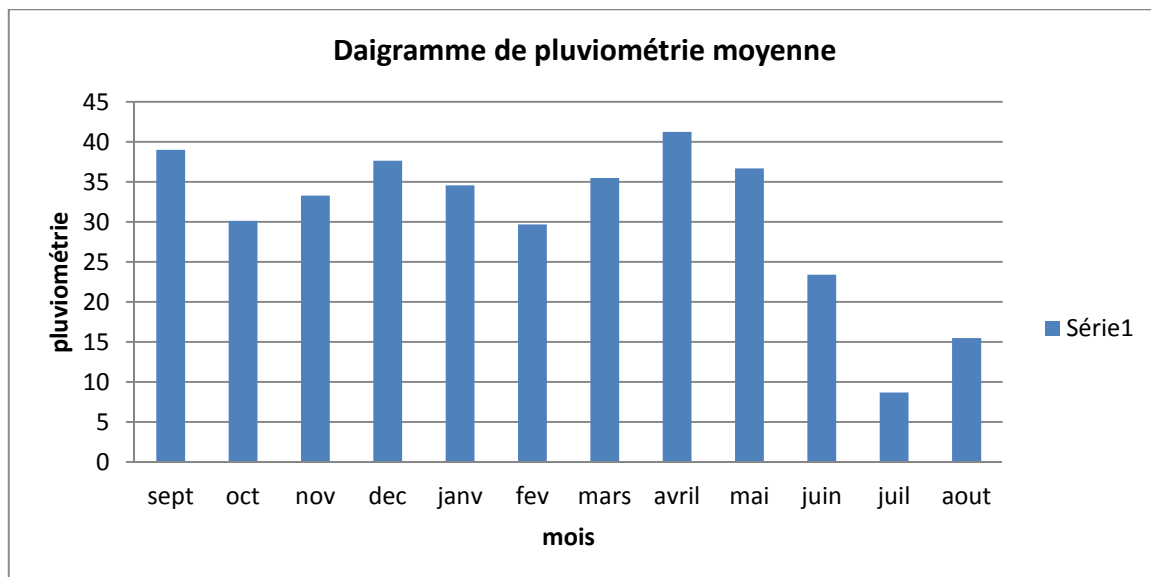


Figure .1. Diagramme de pluviométrie moyenne mensuelle en mm (Période 1931-2011)

.2. Choix de la station représentative de la Zone d'étude

Compte tenu de la position géographique de notre périmètre, ces caractéristiques sont les suivantes :

Localisation géographique bien situées qui se trouve à proximité de la zone à irriguer, les relevés de la station sont récents et s'étalent sur une période d'observation acceptable.

Tableau.III.1. station de Ksar Sebahi

Nom de la station	Coordonnées en lambert		Coordonnées en degrés		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années observées
	X (Km)	Y (Km)	Longitude	Latitude			
ksar sbahi	910,625	311,105	07°14'46''E	36°4'8''N	866	1931-2011	81

La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique est donnée dans le tableau suivant :

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

n°	Année	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	P
1	1931	31	20	72,7	12,6	27,2	32,6	39,3	36,4	42,6	13,9	0,5	9,5	338,3
2	1932	0	11,5	0	75,6	64,2	55,7	7,2	21,1	26,3	12,4	0	16,7	290,7
3	1933	28,5	8,8	18,7	56	64	37,6	78,6	8,4	8,5	12,7	1,4	9,2	332,4
4	1934	33,7	45,2	34	43,3	19,4	20,7	94,2	11,7	48,2	10,1	9,3	28,2	398
5	1935	12,7	11,6	98,1	66,7	41,2	17,9	33,7	39,4	102,1	25,9	4,4	0,8	454,5
6	1936	53,4	22,6	55,1	13,4	65,2	22,1	40,9	69,5	38,7	7,5	5,8	12	406,2
7	1937	43,8	82,6	17,9	47,9	18,3	20,5	31,2	60,1	36	47,4	5,1	34,7	445,5
8	1938	7,1	63	74,1	26,4	7,1	15,9	23,4	16,6	18	5,8	0	36,1	293,5
9	1939	16,8	16,5	10,5	29,4	11	31,2	1,7	37,5	12,2	53,4	4	21,8	246
10	1940	20,7	56,4	55,6	56	9	102	37,1	111,7	91,6	39	5,8	24,6	609,5
11	1941	22	7,3	96,7	4,4	68,5	11,9	9	7,1	21,3	33,3	1,4	12	294,9
12	1942	9,8	30,4	7,7	23,3	23,3	23	32,6	34,7	68	0,1	13,5	28,8	295,2
13	1943	72,2	36	48,5	8,4	44,8	55,4	35,5	19,8	6,1	10	0	0,7	337,4
14	1944	67,3	26,3	43,3	62,9	9,3	52,2	38,3	68,6	9	9,6	6	13,4	406,2
15	1945	31	24	4,3	50,8	1	17,7	14,5	38,5	8	75,6	0	12,7	278,1
16	1946	55,3	11,4	10,6	13,4	37,7	1,9	10,6	0	27,1	5,9	29	4	206,9
17	1947	15,3	30,6	20,9	31,2	36,6	6	9,2	52,9	28,3	21,3	3,4	4,2	259,9
18	1948	31	24	26	30	9,9	22,4	5,7	32,9	10,7	2,1	10,1	40,6	245,4
19	1949	27,3	46,9	7,6	27,7	44,9	20,2	28,8	13,9	41,4	26,9	0,1	0,9	286,6
20	1950	18,3	52	9	15,4	54,5	23,4	45,9	35,8	20	6,7	0	0	281
21	1951	3,2	3	19,6	54,1	28	14,3	13,4	32	13,3	7,8	1,3	32,6	222,6
22	1952	91,7	55,7	10,6	64,4	59,5	28,6	30,1	5,7	61,8	4	7,5	6,6	426,2
23	1953	31,8	33,9	16,8	70,3	35,9	28	29	32	29	18	16,9	13,6	355,2
24	1954	50,9	8,3	8,2	8	29,5	18,8	78	11,4	20,1	44,7	14,3	18,4	310,6
25	1955	21,2	39,7	26,7	16,4	31,8	26,4	78,6	82,3	19,4	24	9	0	375,5
26	1956	6,1	13,5	9	28	18	37,2	13,4	80,8	64,6	10,1	0	11,1	291,8
27	1957	24,1	37,1	3,2	6,7	13,1	79,3	46,4	35,7	57,5	0	0	3	306,1
28	1958	2,2	20,5	24,5	3,4	21,9	0	22,4	71,6	76,9	45,4	28,8	5,5	323,1
29	1959	42,8	112	79,8	47,6	67,2	10	10,7	29,5	0	19,1	0	56	474,7
30	1960	52,5	40,5	72,5	55	1,5	55,3	27,7	51,5	41,6	37,3	12,6	6,5	454,5
31	1961	41,1	33,5	36,1	39,6	56,8	18,8	33,3	97,4	53,5	68,8	11,9	1,3	492,1
32	1962	0	2,8	8,8	70,5	53,4	4,2	10	14,3	3,5	40,8	28,8	36,6	273,7
33	1963	4	1,5	37,7	14,7	7,7	55,8	31,2	53,1	48,8	34,4	1,6	16,6	307,1
34	1964	8	21,8	59,5	34,6	19,4	93,7	72,5	59,2	47,1	97,5	18,8	7,8	539,9
35	1965	85	5,4	0	97,3	114,7	35,2	49,4	72,4	16,6	18,6	5,9	72,7	573,2
36	1966	4,2	40,9	29,6	40,5	54,2	23,5	39,6	17,9	22	21,7	5,7	26,6	326,4
37	1967	78,8	39,8	19,2	83,9	6,1	17,9	12	38,7	65,8	14,3	2,7	2,8	382
38	1968	8	28,7	32,6	3,6	8,1	21,1	13,9	16,7	34,8	2,9	3,3	20	193,7
39	1969	60,2	5	146,5	56,5	46,5	27	34,2	33,6	16,9	56,2	4,2	7,4	494,2

40	1970	0,9	0	21,6	68,7	48,3	34	48,8	31,7	36,5	3,8	4,2	11,5	310
41	1971	92,2	143	9	30	28,9	5,6	19	109,5	56,7	3,2	22,4	9,7	529,2
42	1972	9,6	24	26	36,8	53,5	36	27,3	5,5	64,3	3,6	6,9	5,7	299,2
43	1973	58,8	21,5	49,4	36,1	74,9	29,8	42,5	81,5	62,3	28,5	1,9	43,3	530,5
44	1974	94,8	70,3	21,5	65,2	44,1	43	75,6	43,4	5	28,5	5,2	20,9	517,5
45	1975	19,1	7,8	23	102,2	7,2	37,8	52	34,5	3,4	14,1	2,2	6,6	309,9
46	1976	22,4	23,2	66,3	12,8	22,4	73,1	50,5	21,2	51,1	0,2	4,4	14	361,6
47	1977	45,5	3,4	49,9	16,4	24,1	57,6	67,6	43,1	56,4	68,1	41,3	15,5	488,9
48	1978	54,8	31,2	63,5	25,3	48,7	2,7	18,3	43,5	76,6	26	0	34,1	424,7
49	1979	4,5	1,9	65,4	4,5	10,6	9,4	29	32,2	12,6	7	7	12	196,1
50	1980	16,7	46,5	4,5	3,9	37	39,1	19,7	71	13,7	24,3	8,3	8,3	293
51	1981	26	31,2	20	3,6	15,6	39,6	57,9	38	54,8	6,7	0,1	12,8	306,3
52	1982	59,2	9,9	68,3	87,6	5,7	29,6	34,7	10,8	6,3	11,7	0	13,6	337,4
53	1983	28,4	28,5	3	21,7	23,9	29	41,5	91,6	44,7	52,2	0,3	13,6	378,4
54	1984	64,8	43,5	117,5	21	1,5	20	25	6	7,7	18,1	0,5	10,4	336
55	1985	51,3	13,2	10	12,7	42,2	86,5	17,6	31,5	0,7	13,8	0	28,2	307,7
56	1986	4,9	80,9	6,7	47,9	55,4	16,9	100,3	17	82,2	0,1	0	0	412,3
57	1987	94,8	52	48,6	22,8	46,4	14,6	97,2	18,1	16,5	19,7	0,3	4,8	435,8
58	1988	65,6	31,3	23	29,2	25,1	38	14,5	14,3	26,9	14,5	56,3	0,1	338,8
59	1989	14,1	24,1	27,3	61,5	4	6,3	17,1	19,7	15,9	36,7	1,8	9,6	238,1
60	1990	13,8	6,3	28,8	90,9	9,2	27,6	14,5	39,6	40,8	93,9	3,3	63,4	432,1
61	1991	39,2	4,7	3,7	20,4	129,6	0	53,7	90,6	117,1	7,9	18	14,3	499,2
62	1992	44,2	8	42,1	42,2	5	30,4	103,2	50,8	63,8	28	40,4	4,6	462,7
63	1993	21,1	84,2	14,9	13,5	36	24,4	63,3	46,6	63,4	2	12,8	1,2	383,4
64	1994	38,2	13,2	77,4	60,1	11,7	47	22,5	4,6	30,1	11,2	0,9	0,8	317,7
65	1995	4,8	4,6	22,6	39,3	16,4	25,9	37,5	16,5	14,5	0	1,8	1,9	185,8
66	1996	121,2	37,3	8,5	9,1	52,4	12,5	26,6	8,8	20,3	44,8	5,8	4,7	352
67	1997	63	38,7	5,4	20,4	97,5	87,3	60,5	43,3	40,2	27,6	6,8	19,8	510,5
68	1998	14,5	5,4	5,6	16,2	25,6	5,4	12,5	51,7	5,7	34,5	6,9	7,8	191,8
69	1999	137,2	33,9	93,4	52,5	14	11,7	13	58,6	31,1	14,2	0	16,6	476,2
70	2000	19,5	13,4	27,2	15,2	60,4	16,9	15,1	10,5	29	12,1	6,2	17,4	242,9
71	2001	43,8	36,4	74,6	63,6	6	2,7	4,6	3,6	38,8	7,3	2,9	22,5	306,8
72	2002	53,9	5,5	15,2	46,6	40,6	16,3	5	8,1	48,6	0	10,3	19,3	269,4
73	2003	69,1	19,2	18,9	9,3	15,5	14,2	16,8	36,5	28,2	11	6,5	9,5	254,7
74	2004	3	22,9	70	35	89,1	19,6	22,8	112,6	32,7	42,1	8,1	18,1	476
75	2005	37,1	100,3	15,1	52	21,1	13,6	73,7	64,2	104	63,8	4,5	54,4	603,8
76	2006	19,8	26,5	98,1	122,8	15,1	73,3	30,3	32,9	6,9	25,3	1,9	3,4	456,3
77	2007	24,3	8,7	39,2	31,7	59,1	45,6	15,1	108,2	45,4	6,9	46,1	5,5	435,8
78	2008	44	5	26	35,7	18,8	16,6	54,6	35,2	14	5,1	1,3	9,1	265,4
79	2009	64,9	29,5	2,3	51,8	5,5	1,2	50,1	10,8	76,4	32,7	18,1	32,4	375,7
80	2010	46,6	75,5	18	47,8	105,5	31,9	42,7	99,9	46,6	1,3	9	25,8	550,6
81	2011	93,3	29	6,5	22,8	40	48,5	63,8	43,3	42,7	49,6	15,7	7,1	462,3

(ANRH).

D'après les résultats du tableau pendant la période 1931 –2011, On a remarqué une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et aout, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver.

.3. Homogénéité de la série pluviométrique

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

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

- On divise la série complète en deux sous séries : **x** et **y** tel que : N_1 et N_2
Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_2 > N_1$
- On constitue par la suite, la série **x** unions **y** après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. à ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.
- Selon Wilcoxon la série est homogène avec une probabilité de 80%, si la relation ci-dessous est vérifiée. Tel que :

$$W_{\min} < W_x < W_{\max}$$

$$W_x = \left| \text{Rang} \right|_x$$

W_x : Somme des rangs des sous séries.

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

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

Le tableau suivant détaille le procédé de Test d'homogénéité pour la station de Ksar Sbahi :

Tableau .3.Le procédé de test d'homogénéité

année	Pluit annuel(mm)	TRI (mm)	Série x(mm)	Série y(mm)
1931	338,3	609.5	609.5	603.8
1932	290,7	603.8	573.2	550.6
1933	332,4	573.2	539.9	530.5
1934	398	550.6	529.2	517.5
1935	454,5	539.9	510.5	499.2
1936	406,2	530.5	494.2	492.1
1937	445,5	529.2	488.9	476.2
1938	293,5	517.5	476	474.7
1939	246	510.5	462.7	462.3
1940	609,5	499.2	456.3	454.5
1941	294,9	494.2	454.5	336,1
1942	295,2	492.1	435.8	435.8
1943	337,4	488.9	432.1	426.2
1944	406,2	476.2	424.7	412.3
1945	278,1	476	406.2	406.2
1946	206,9	474.7	398	384.4
1947	259,9	462.7	382	378.4
1948	245,4	462.3	375.7	375.5
1949	286,6	456.3	361.6	355.2
1950	281	454.5	352	338.8
1951	222,6	454.5	338.3	337.4
1952	426,2	445.5	337.4	336
1953	355,2	435.8	332.4	326.4
1954	310,6	435.8	323.1	317.7
1955	375,5	432.1	310.6	310
1956	291,8	426.2	309.9	307.7
1957	306,1	424.7	307.1	306.8
1958	323,1	412.3	306.3	306.1
1959	474,7	406.2	299.2	295.2
1960	454,5	406.2	294.9	293.5
1961	492,1	398	293	291.8
1962	273,7	384.4	290.7	286.6
1963	307,1	382	281	278.1
1964	539,9	378.4	273.7	269.4
1965	573,2	375.7	265.4	259.9
1966	326,4	375.5	254.7	246
1967	382	361.6	245.5	242.9
1968	193,7	355.2	238.1	222.6
1969	494,2	352		206.9
1970	310	338.8		196.1
1971	529,2	338.3		193.7
1972	299,2	337.4		191.8

1973	530,5	337.4		185.8
1974	517,5	336		
1975	309,9	332.4		
1976	361,6	326.4		
1977	488,9	323.1		
1978	424,7	317.7		
1979	196,1	310.6		
1980	293	310		
1981	306,3	309.9		
1982	337,4	307.7		
1983	378,4	307.1		
1984	336	306.8		
1985	307,7	306.3		
1986	412,3	306.1		
1987	435,8	299.2		
1988	338,8	295.2		
1989	238,1	294.9		
1990	432,1	293.5		
1991	499,2	293		
1992	462,7	291.8		
1993	383,4	290.7		
1994	317,7	286.6		
1995	185,8	281		
1996	352	278.1		
1997	510,5	273.7		
1998	191,8	269.4		
1999	476,2	265.4		
2000	242,9	259.9		
2001	306,8	254.7		
2002	269,4	246		
2003	254,7	245.5		
2004	476	242.9		
2005	603,8	238.1		
2006	456,3	222.6		
2007	435,8	206.9		
2008	265,4	196.1		
2009	375,7	193.7		
2010	550,6	191.8		
2011	462,3	185.8		

$$W_x = 511 \quad .W_{\min} = 296.773$$

$$W_{\max.} = 541.227 \quad \text{donc on a } 296.773 < W_x < 541.227$$

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

.4. Choix de la loi d'ajustement

Comme il existe plusieurs méthodes d'ajustement des séries pluviométriques, l'efficacité d'une méthode d'estimation dépend de :

- La loi de probabilité.
- La taille de l'échantillon.
- Certaines caractéristiques de l'échantillon.

Toutefois, de nombreuses études comparatives, empiriques et théoriques, ont été menées afin de déterminer dans quelles circonstances une méthode d'estimation est la plus efficace pour une loi donnée.

Les lois d'ajustement choisies sont :

- la loi de GALTON (log-normale).
- la loi de Gauss (normal).

.4.1. La loi de GALTON (log-normale)

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de **Ksar Sbahi** sont regroupés dans le tableau .4.1 suivant :

Tableau .4.1. Résultats de l'ajustement de la série.

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0.9999	1040	95.1	852-1220
2000.0	0.9995	916	75.5	768-1060
1000.0	0.9990	865	67.6	732-997
200.0	0.9950	744	50.3	646-843
100.0	0.9900	692	43.3	607-777
50.0	0.9800	639	36.6	567-711
20.0	0.9500	567	28.3	512-623
10.0	0.9000	510	22.4	467-554
5.0	0.8000	449	16.9	416-482
3.0	0.6667	398	13.5	372-425
2.0	0.5000	351	11.4	329-374
1.4286	0.3000	302	10.4	281-322
1.2500	0.2000	275	10.4	255-295
1.1111	0.1000	242	10.6	221-263
1.0526	0.0500	218	10.8	196-239
1.0204	0.0200	193	11.1	171-215
1.0101	0.0100	178	11.2	157-200
1.0050	0.0050	166	11.2	144-188
1.0010	0.0010	143	11.2	121-165
1.0005	0.0005	135	11.1	113-156
1.0001	0.0001	119	10.9	97.6-140

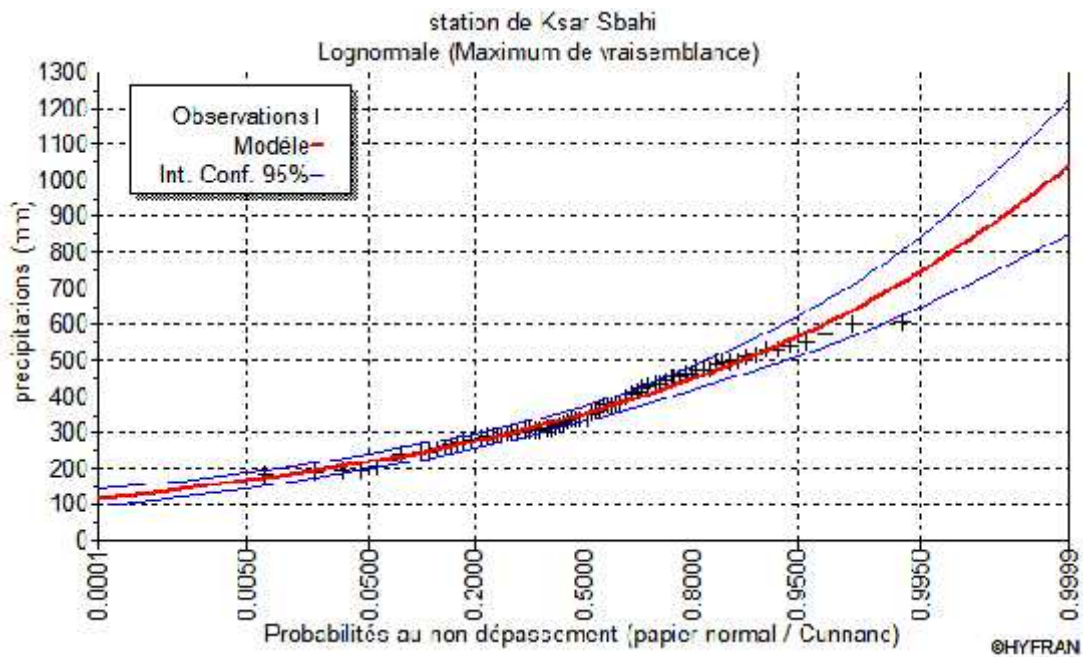


Figure 4.2. Ajustement à la loi de GALTON (log-normale).

4.2. la loi de la loi de Gauss (normal)

Les résultats de l’ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de Ksar Sbahi sont regroupés dans le tableau 4.2 suivant :

Tableau 4.2. Résultats de l’ajustement de la série.

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0.9999	755	32.9	691-819
2000.0	0.9995	710	29.6	652-768
1000.0	0.9990	689	28.1	634-744
200.0	0.9950	635	24.3	588-683
100.0	0.9900	609	22.5	565-653
50.0	0.9800	581	20.6	541-621
20.0	0.9500	538	17.9	503-573
10.0	0.9000	500	15.7	469-531
5.0	0.8000	454	13.5	428-481
3.0	0.6667	411	12.1	387-435
2.0	0.5000	366	11.6	343-389
1.4286	0.3000	311	12.4	287-336
1.2500	0.2000	278	13.5	252-305
1.1111	0.1000	232	15.7	201-263
1.0526	0.0500	194	17.9	159-229
1.0204	0.0200	151	20.6	111-192
1.0101	0.0100	123	22.5	78.8-167
1.0050	0.0050	96.8	24.3	49.2-144
1.0010	0.0010	43.0	28.1	-12.0-98.0

1.0005	0.0005	22.1	29.6	-35.9-80.1
1.0001	0.0001	-22.7	32.9	-87.1-41.7

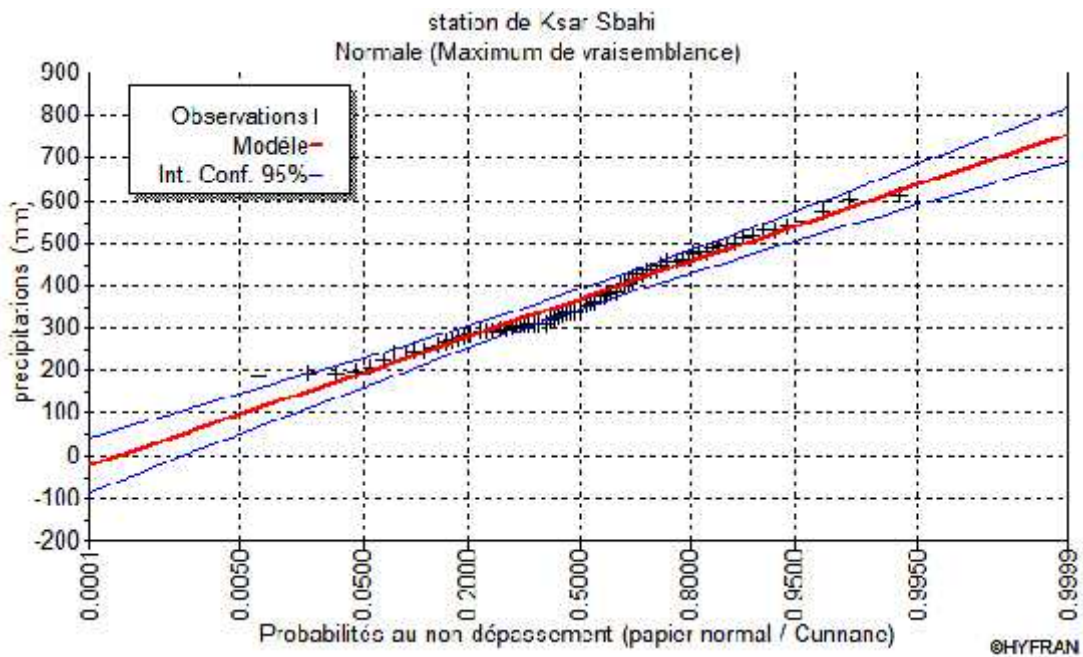


Figure .3. Ajustement à la loi de Gauss (normal).

.5.Détermination de l'année de calcul :

D'après l'ajustement de la série pluviométrique par les deux lois "loi normal et log normal " et d'après l'observation des graphes et les résultats obtenus, la loi de **GALTAN (log normal)** et la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région.

Comme nous sommes dans une région semi-aride et que la pratique montre que pour ce type de climat la probabilité de calcul doit être prise entre 75% et 90%.

La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée souvent pour la fréquence 80 % on utilise alors la loi suivante :

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

Tableau .1.1. Précipitations mensuelles moyennes (mm) .

mois	sept	Oct	Nov	dec	jun	fev	Mars	avril	mai	jun	juil	aout	Année
P_{moy} (mm)	38	30	34	38	35	30	36	41	37	23	8	16	367

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

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

D'après l'Ajustement basée sur la loi de **GALTON (log-normale)**, on a trouvé:

$$P_{\text{théorique } 80\% \text{ annuelle}} = 278.59 \text{ mm} .$$

$$P_{\text{théorique } 50\% \text{ annuelle}} = 366.91 \text{ mm} .$$

Donc le rapport $(P_{80\%}/P_{50\%})=0.76 * P_{\text{menseille}moy}$

Tableau .5.2.Précipitation mensuelles de l'année de probabilité 80%

mois	sept	Oct	Nov	dec	jun	Fév	Mars	avril	mai	jun	juil	aout	Année
P_{moy80%}(mm)	28.79	23.24	26.2	29.17	26.5	22.6	27.4	30.9	28.17	17.71	6.33	12.11	278.7

. CONCLUSION

Cette étude a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80% pratiquement et de période de retour 8 ans. 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.

L'utilisation du logiciel tel que HYFRAN nous a permis l'élaboration des analyses statistiques les plus courantes en hydrologie en économisant du temps.

Chapitre IV :
Estimation des
besoins en eau des
cultures

IV. Introduction

Le présent chapitre, se propose de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que les conditions climatiques, cultures envisageables, systèmes agronomiques, l'intensité culturale, potentialités des sols, disponibilité de l'eau, fertilité des sols, pratique culturale et méthodes d'irrigations.

Toutefois, en raison d'une répartition défavorable des pluies et des caractères des averses, le degré de satisfaction des plantes en saison sèche est très faible, il est évident que ce déficit en eau provoque des chutes considérables de rendement, d'où la nécessité de bien quantifier les besoins en eau des cultures envisagées dans le périmètre avant de passer à la conception du projet.

Notre périmètre est composé de (04) parcelles, leurs caractéristiques sont présentées sur le tableau suivant :

Tableau IV.1.caractéristique de périmètre

parcelle	Cultures	surface (ha)
1	poirier	20
2	olivier	20
3	L'abricotier	20
4	p.de.terre	11.40

IV.1. Besoin en eau du périmètre

Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme la dose apportée à la plante dans des moments propices, afin de fournira celle-ci les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir un rendement maximal.

Les besoins en eau à satisfaire sont à estimer en deux phases :

a) Les besoins unitaires

Relatifs à un hectare de chacune des cultures envisageables pour la zone étudiée.

b) Les besoins globaux du périmètre d'irrigation

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

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

B : Besoins en eau des cultures nets en (mm).

ETM : Evapotranspiration réelle

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

L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique. Pour cela nous déterminerons dans ce qui suit l'évapotranspiration.

IV.1.1. Détermination de l'évapotranspiration**IV.1.1.1. Définition**

L'évapotranspiration se définit comme étant le rejet global de vapeur d'eau par le sol et par les feuilles d'une plante. On distingue deux types d'évapotranspiration :

- Evapotranspiration potentielle ETP.
- Evapotranspiration réelle ETM.

L'évapotranspiration potentielle représente la quantité d'eau évaporée, et transpirée par une végétation qui recouvre totalement le sol.

L'évapotranspiration réelle représente la quantité d'eau effectivement évaporée, à un moment donné, par le sol et la végétation

a) L'évapotranspiration réelle ou de culture ETM

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Le plus souvent, elle est inférieure à un l'évapotranspiration potentielle, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation.

Elle est donnée par l'expression suivante :

$$ETM = K_c * ETP$$

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

- les valeurs de K_c sont insérées dans l'Annexe N° 1.
- les valeurs de RFU sont insérées dans l'Annexe N° 3.

b) Calcul de L'évapotranspiration potentielle ou de référence ETP

Les recherches actuelles sur les besoins en eau des cultures agricoles ne sont plus menées dans le seul but d'obtenir des données précises sur chaque plante, mais surtout elles sont orientées vers l'établissement de formules universelles. Elles permettent de calculer rationnellement ces besoins, dans n'importe quelle région.

L'évapotranspiration potentielle est rarement mesurée à l'aide de bacs, et d'évaporomètres. Le plus souvent elle est calculée par des méthodes à partir des données climatiques mesurées, les plus employées sont :

- Méthodes des lysimètres.
- Méthodes des stations expérimentales.
- Méthodes directes de l'évaporation.
- Méthodes empiriques.

En ce qui concerne le présent projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel appelé ; CROPWAT version 8.0, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de M^RPenman et Monteith modifiée.

- Méthode de M^RPenman et Monteith modifiée

La formule de M^R Penman et Monteith modifiée se présentant comme suit :

$$ETP = C \times [W \times R_n + (1-W) \times F(u) \times (e_a - e_d)]$$

Tel que :

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

W : Facteur de pondération tenant compte de l'effet de rayonnement à différentes températures et altitudes.

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

$F(u)$: Fonction liée au vent.

E_a : T de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

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

La différence ($E_a - E_d$) constitue un facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

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

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique, la méthode adoptée emploie les informations homogènes et fiables suivantes:

- **Température** : les températures max et min mensuelles sont données en degré Celsius.
- **Humidité de l'air** : l'humidité relative de l'air exprime en pourcentage %.
- **Insolation journalière** : l'insolation journalière donnée en heures d'insolation.
- **Vitesse de vent** : la vitesse du vent peut être introduite en m/s.

Tableau IV.2. Evapotranspiration de référence selon la méthode Penman&Monteith

Mois	T_{min} C	T_{max} C	Humide %	Vent m/s	Insolation heures	Radiation MJ/m/jour	ETP mm/jour	ETP mm/mois
J	3	11,9	74	2,8	5,7	9,6	1,56	46,8
F	0,5	13,6	67	3,3	6,45	12,5	2,32	69,6
M	3	17,1	63	3,6	7,66	16,9	3,37	101,1
A	5,6	19,9	60	3,9	8,14	20,2	4,39	131,7
M	9,9	25,8	56	3,6	9,75	24	5,89	176,7
J	14,4	31,6	47	3,7	9,92	24,8	7,51	225,3
Juil	17,1	35,6	39	3,6	11,67	26,9	8,73	261,9
A	17,3	34,9	44	3,5	10,63	24,2	7,83	234,9
S	14,3	29,2	56	3,3	8,41	18,8	5,39	161,7
O	9,9	23,8	61	3	7,93	15,1	3,68	110,4
N	4,7	17,1	67	3,2	6,28	10,7	2,33	69,9
D	1,5	12,8	74	3	5,56	8,8	1,55	46,5

IV.1.2. Calcul de la pluie efficace

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

$$\text{On a : } P_{\text{eff}} = P_{P\%} \times 0.8.$$

Avec :

- P_{eff} : pluie annuelle efficace en (mm/mois).
- $P_{P\%}$: pluie annuelle de probabilité 80% calculée au chapitre hydrologie en (mm/mois).
- Les valeurs mensuelles de $P_{P\%}$ et P_{eff} sont regroupées dans le tableau.

Tableau IV.3. Les précipitations efficaces dans la zone d'étude.

<i>Pays : ALGERIE Station climatique : Ksar sebahi (81ans)</i>			
<i>Mois</i>	<i>ETP mm/jour</i>	<i>P_{P%} mm/mois</i>	<i>Pluie eff mm/mois</i>
<i>J</i>	1,56	26,5	21,20
<i>F</i>	2,32	22,58	18,06
<i>M</i>	3,37	27,41	21,93
<i>A</i>	4,39	30,9	24,72
<i>M</i>	5,89	28,07	22,46
<i>J</i>	7,51	17,71	14,17
<i>Juil</i>	8,73	6,23	4,98
<i>A</i>	7,83	12,11	9,69
<i>S</i>	5,39	28,69	22,95
<i>O</i>	3,68	23,14	18,51
<i>N</i>	2,33	26,18	20,94
<i>D</i>	1,55	29,07	23,26
<i>Totaux</i>	4.55	278,59	222,87
<i>Précipitation efficaces : 80 % de précipitation totale</i>			

IV.2. Besoins nets mensuels en eau d'irrigation des cultures

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

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

Avec :

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

ETM : évapotranspiration réel (mm).

RFU : réserve facilement utilisable.

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

Avec

Y : degré de tarissement

D_a : Densité apparente

Z : profondeur d'enracinement (mm)

H_{cc} : Humidité à la capacité au champ

H_{pf} : Humidité au point de flétrissement

P_{eff} : Pluie efficace

$P_{eff} = A \cdot \text{pluie}$; ou $A=0,8$ à $0,9$ (pour notre cas on va prendre $A=0,8$)

L'irrigation se fait lorsque $B > 0$

Tableau IV.4. Représentation des valeurs du coefficient (KC)

culture	j	f	m	a	M	j	j	a	s	o	n	d
poirier	0.3	0.35	0.4	0.45	0.8	1.05	1.15	1.15	1.1	0.85	0.8	0.75
olivier	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.65	0.65
L'abricotier	0.78	0.72	0.5	0.5	0.58	0.73	0.89	0.95	0.95	0.95	0.91	0.85
p.de.terre	-	0.5	0.75	1.15	1.15	0.9	-	-	-	-	-	-

Tableau IV.5. évapotranspiration réelle ETM (mm) Avec : $ETM=KC*ETP$ (mm)

culture	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
poirier	14.04	24.36	40.44	59.27	141.36	236.57	301.19	270.14	177.87	93.84	55.92	35.18
olivier	30.42	45.24	65.72	85.61	114.86	157.71	183.33	164.43	113.19	77.28	45.44	30.49
L'abricotier	36.504	50.112	50.55	65.85	102.486	164.469	233.091	223.155	153.615	104.88	63.609	39.865
p.de.terre	-	13.26	40.64	126.74	180.75	188.60	-	-	-	-	-	-

IV.3. Les besoins en eau des cultures

a)-Calcul du bilan hydrique pour le poirier

Tableau IV.6. Besoin en eau d'irrigation de poirier (mm)

poirier	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP	46.8	69.6	101.1	131.7	176.7	225.3	261.9	234.9	161.7	110.4	69.9	46.9
KC	0.3	0.35	0.4	0.45	0.8	1.05	1.15	1.15	1.1	0.85	0.8	0.75
ETM	14.04	24.36	40.44	59.27	141.36	236.57	301.19	270.14	177.87	93.84	55.92	35.18
P	21.2	18.06	21.93	24.72	22.46	14.17	4.98	9.69	22.95	18.51	20.94	23.26
RFU	90	90	90	45	45	0	0	0	0	90	90	90
B	-97.16	-83.7	-71.49	-10.5	73.9	222.4	296.2	260.45	154.92	-14.67	-55.0	-78.09

b)-Calcul du bilan hydrique pour Olivier**Tableau IV.7.** Besoin en eau d'irrigation d'olivier (mm)

olivier	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP	46.8	69.6	101.1	131.7	176.7	225.3	261.9	234.9	161.7	110.4	69.9	46.9
KC	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.65	0.65
ETM	30.42	45.24	65.72	85.61	114.86	157.71	183.33	164.43	113.19	77.28	45.44	30.49
P	21.2	18.06	21.93	24.72	22.46	14.17	4.98	9.69	22.95	18.51	20.94	23.26
RFU	80	80	80	40.00	40.00	0	0	0	0	80	80	80
B	-70.78	52.82	-36.22	20.89	52.40	143.54	178.35	154.74	90.24	-21.2	-55.5	-72.78

c)-Calcul du bilan hydrique pour l'abricotier**Tableau IV.8.** Besoin en eau d'irrigation de l'abricotier (mm)

l'abricotier	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP	46.8	69.6	101.1	131.7	176.7	225.3	261.9	234.9	161.7	110.4	69.9	46.9
KC	0.78	0.72	0.5	0.5	0.58	0.73	0.89	0.95	0.95	0.95	0.91	0.85
ETM	36.504	50.112	50.55	65.85	102.486	164.469	233.091	223.155	153.615	104.88	63.609	39.865
P	21.2	18.06	21.93	24.72	22.46	14.17	4.98	9.69	22.95	18.51	20.94	23.26
RFU	120	120	120	60	60	120	0	0	0	120	120	120
B	-104.7	-87.95	-91.38	-18.87	20.03	30.3	228.11	213.47	130.67	-33.63	-77.33	-103.40

d)-Calcul du bilan hydrique pour Pomme de terre**Tableau IV.9.** Besoin en eau d'irrigation de pomme de terre (mm)

P.de. terre	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP	-	69.6	101.1	131.7	176.7	225.3	-	-	-	-	-	-
KC	-	0.5	0.75	1.15	1.15	0.9	-	-	-	-	-	-
ETM	-	34.80	75.83	151.46	203.21	202.77	-	-	-	-	-	-
P	-	18.06	21.93	24.72	22.46	14.17	-	-	-	-	-	-
RFU	-	30	13.26	0.00	0.00	0	-	-	-	-	-	-
B	-	13.26	40.64	126.74	180.75	188.60	-	-	-	-	-	-

Tableau IV.10.Tableau de la répartition des besoins des cultures nets

Cultures	Besoins nette mensuels											
	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D
poirier	-	-	-	-	73.9	222.4	296.2	260.45	154.92	-	-	-
Olivier	-	52.82	-	20.89	52.40	143.54	178.35	154.74	90.24	-	-	-
l'abricotier	-	-	-	-	20.03	30.3	228.11	213.47	130.67	-	-	-
Pomme de T	-	-	40.64	126.7	180.8	188.60	-	-	-	-	-	-
Besoins	-	52.82	40.6	147.6	327.13	584.83	702.67	628.66	45.59	-	-	-

IV.4.Calcul du débit maximum journalier

Dans notre cas le débit maximum journalier c'est le débit caractéristique, il est calculé

Par la formule suivante:

$$Q_{car} = q_s \cdot S$$

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

S: la superficie totale à irriguer est égale à 71.4ha

$$B_{nette} = 702.67 \text{ (mm/mois)}$$

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

$q_s = 4.20 \text{ l/s/ha} > 1,5 \text{ l/s/ha}$, on choisira dans ce cas le débit spécifique de la culture la plus exigeante. La culture la plus exigeante c'est l'abricotier en au moins Juillet. ($B_{net} = 228.11 \text{ mm}$.)

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

$$Q_s = \frac{B_{net} \cdot 10 \cdot 1000}{N_h \cdot n_j \cdot 3600 \cdot E_i} \quad (\text{Exprimé en l/s/h})$$

Le débit spécifiques=**1.36 l/s/h** est inférieur à 1,5l/s/ha donc la condition de

Débit spécifique est vérifié : $0,6 < q_{spécifique} < 1.5$

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

Nh : nombre des heures d'irrigation=20h

nj: nombre de jours du mois de pointe=31 jours

Ei: Efficienced'irrigation 75%.

$$Q_{Car} = q_s \cdot S = 1.36 * 71.4 = 97.104 \text{ l/s}$$

$$Q_{Car} = 97.104 \text{ l/s}$$

Alors notre débit de consommation journalier est $Q_{jour} = 97.104 \text{ l/s}$

IV. Conclusion

A partir de Cette partie de l'étude on a déterminer les besoins des cultures du mois de pointe pour pouvoirs déterminer le débit spécifique sur lequel on se base pour dimensionné notre réseau d'irrigation ; est ainsi le volume nécessaire pour le mois de pointe apporter pour les différentes cultures calculer à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0, et on a calculé les besoins nets car ils peuvent nous indique si la quantité d'eau est suffisante ou pas .

Donc les calculs permettent de confirmer que le volume d'eau stocké au niveau de la retenue est suffisant pour l'irrigation de notre périmètre. Se qu'est le cas avec le barrage de Foum el Khanga qui a une capacité de 150 Hm³ .

Chapitre V :
Choix de technique
d'arrosage

V. 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.

V.1. Technique d'arrosage

Selon le caractère de l'exécution de l'arrosage, on distingue :

V.1.1. L'irrigation gravitaire

Cette technique nécessite un gros volume d'eau par unité de surface, le procédé consiste la distribution de l'eau on utilisant la pente topographique.

Parmi les techniques d'arrosages gravitaires on distingue :

- L'irrigation par planche ;
- L'irrigation par bassin ;
- L'irrigation à la raie.

V .1.1.1. Les avantages

- Coût moins élevé par rapport aux autres techniques d'irrigation
- Pas d'équipements de mise en surpression de l'eau
- Matériel d'irrigation très réduit.

V .1.1.2.Les inconvénients

- Grand volume d'eau par unité de surface ;
- Déplacement des engins agricoles difficiles (à cause des rigoles) ;
- Nécessité d'une main d'œuvre importante ;
- Nécessité de planage des terres ;
- Pertes par infiltration et évaporation considérables.

Le ruissellement de l'eau crée par la pente du terrain naturel humecte le sol par percolation à travers ses pores. Cependant l'action des deux forces gravitationnelle et capillaire sur l'eau dans le sol la laisse en mouvement ce qui donne sa répartition dans le sol.

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

V.1.1.3. 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.

a) 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

b) Les inconvénients

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

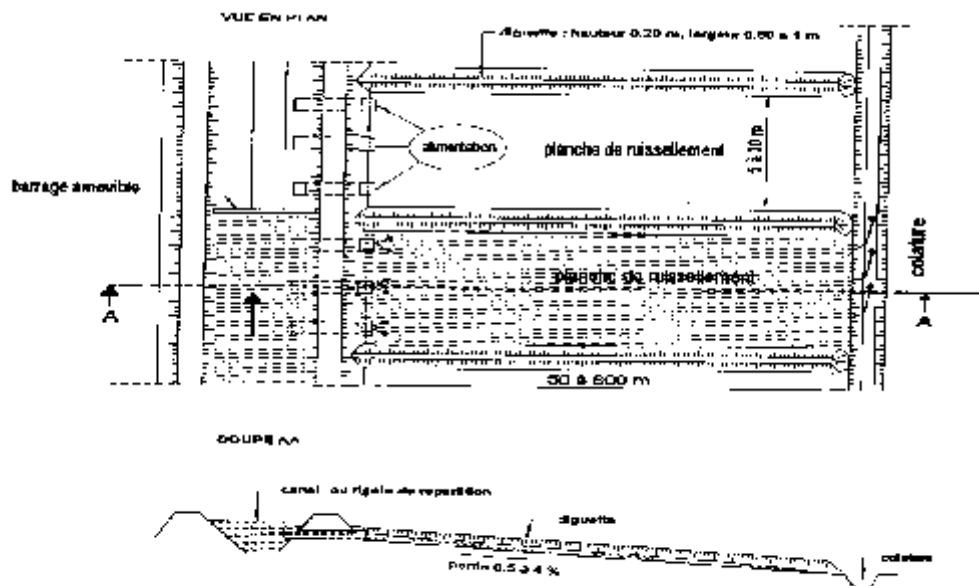


Fig. V.1. Irrigation par planche de ruissellement

V.1.1.4 l'irrigation par submersion

Elle se pratique en recouvrant le sol avec une couche d'eau épaisse qui séjournera le temps nécessaire par la qu'elle s'infiltré à la profondeur utile .Cette profondeur est fonction des besoins nécessaire pour la croissance des plantes. Cette méthode reste valable dans le cas des terrains perméable et de pente inférieur à 2 %.

a) Les avantages de la submersion

- Destruction des adventices
- Protège contre le gel

b) Les inconvénients de la submersion

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

V.1.1.5. 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.

a) Les avantages

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

b) Les inconvénients

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

V .1.2. L'irrigation localisée (goutte à goutte)

Dans ce systèmes l'eau est amenée à la parcelle au moyen des conduites en plastiques et distribuée aux plantes par des goutteurs dont le débit varie généralement de 2 à 8 l/h .Son utilisation avec les eaux usées épurées, réduit les risques de contamination des ouvriers et des

Chapitre V Choix des techniques d'arrosage et les réseaux d'irrigation

plantes par les germes et évites la dispersion des odeurs dans l'atmosphère. Par contre l'irrigation localisée est le système le plus sensible à la qualité de l'eau.

Le réseau d'irrigation est souvent composé de trois parties :

- La station en tête qui permet le contrôle de débit et le contrôle de la filtration,
 - Le réseau de distribution est constitué de conduites et de rampes d'irrigation,
 - Les goutteurs dont les diamètres des orifices varie généralement de 0.5 a 1.5 mm
- Compte tenue des conditions naturelles de notre région à savoir :

- pluviométrie,
- Nature des sols moyens,
- Type de culture implantée.

Le calcul du réseau de distribution ne peut donc être réalisée qu'après avoir dimensionné un ilot au goutte a goutte, et ce afin de prévoir la pression nécessaire a chaque borne.

Aussi on procèdera en premier lieu au calcul du réseau d'irrigation localisée sur un ilot type mais dont les conditions hydrauliques sont les plus défavorables.

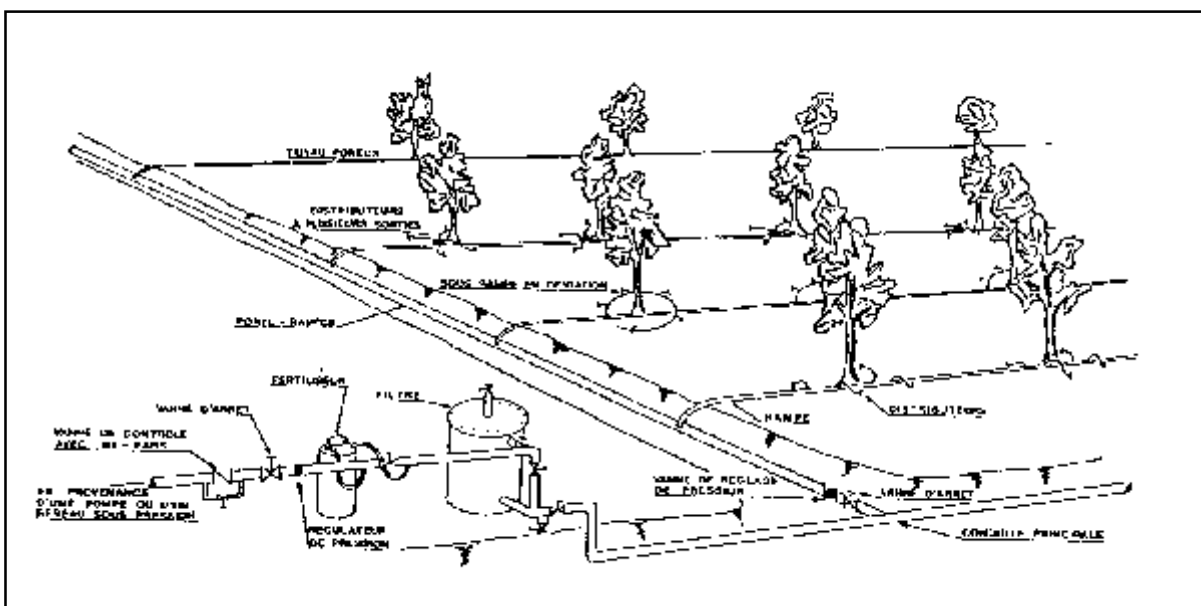


Fig.V.2. Partie essentielle d'une installation localisée

V.1.2.1. Les avantages

- économisent fortement l'eau,
- s'adaptent bien à tous types de sols et de reliefs,
- permettent d'utiliser des eaux salées,
- permettent un raccourcissement du cycle végétatif de la culture,
- réduisent les adventices,
- sont insensibles aux vents,
- se prêtent facilement à l'automatisation,
- mettent à la disposition des utilisateurs des conditions d'arrosage très souples,
- autorisent une facilité déjaugeage de l'eau,
- gênent rarement les habitudes culturelles et sont constituées de structures souples, mobiles,
- adaptables à tous les cas particuliers,
- présentent des rendements excellents,
- permettent d'arroser avec des débits très faibles avec contrôle précis de la dose,
- économisent la main d'œuvre,
- réduisent les coûts d'entretien,
- sont d'utilisation assez simple,

V.1.2.2. Les inconvénients

- Risque de colmatage des goutteurs ;
- Risque de salinisation ;
- Nécessite une main d'œuvre qualifiée;
- Coût élevé ;
- Contrôle difficile des goutteurs.
- Développement racinaire de cultures limité

V.1.3. L'irrigation par aspersion

L'eau parvient aux cultures sous forme de pluies artificielles grâce à des appareils alimentés en eau sous pression appelés (asperseurs).

Les techniques d'arrosages appliquées en irrigation par aspersion découlent directement du matériel utilisé. On distingue :

- **Rampes perforées fixe ou oscillante**

Les rampes perforées sont constituées de tuyaux en acier galvanisée, en aluminium, ou en PVC munis de petites perforations de 1 mm de diamètre ou de gicleur répartie sur la génératrice supérieure. Sur les rampes oscillantes, un mouvement d'oscillation est imprimé à la rampe par un vérin hydraulique, si bien que l'on arrose un rectangle dont l'axe est le tuyau. La largeur de la bande varie de 4 à 15 m. Le fonctionnement se fait à basse pression 30 à 150 kPa, et la pluviométrie est de l'ordre 15 à 50 mm/h.

- **Arroseurs rotatifs**

Les arroseurs rotatifs sont largement utilisés en aspersion simple. Ils arrosent des cercles dont le rayon correspond à la portée du jet. Pour que la surface arrosée reçoive une pluviométrie relativement uniforme, les appareils sont positionnés suivant une trame géométrique régulière de façon à ne pas laisser une partie de la surface sans arrosage.

Les arroseurs rotatifs sont caractérisés par leur vitesse de rotation et le couple buse-pression qui déterminent la pluviométrie, la portée du jet, et la grosseur des gouttes. La qualité de l'arroseur dépend de la disposition des appareils sur le terrain.

V.1.3.1. Les avantages

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer.
- Met à la disposition des exploitants des conditions d'arrosage très simples.
- Nécessite moins de main d'œuvre.
- Possibilité d'automatisation du système.

V.1.3.2. Les inconvénients

- Coût des investissements très élevé ;
- Favorise l'évapotranspiration en période sèche ;
- L'uniformité de l'arrosage se dégrade en cas de vents dépassant les 4 à 5 m/s

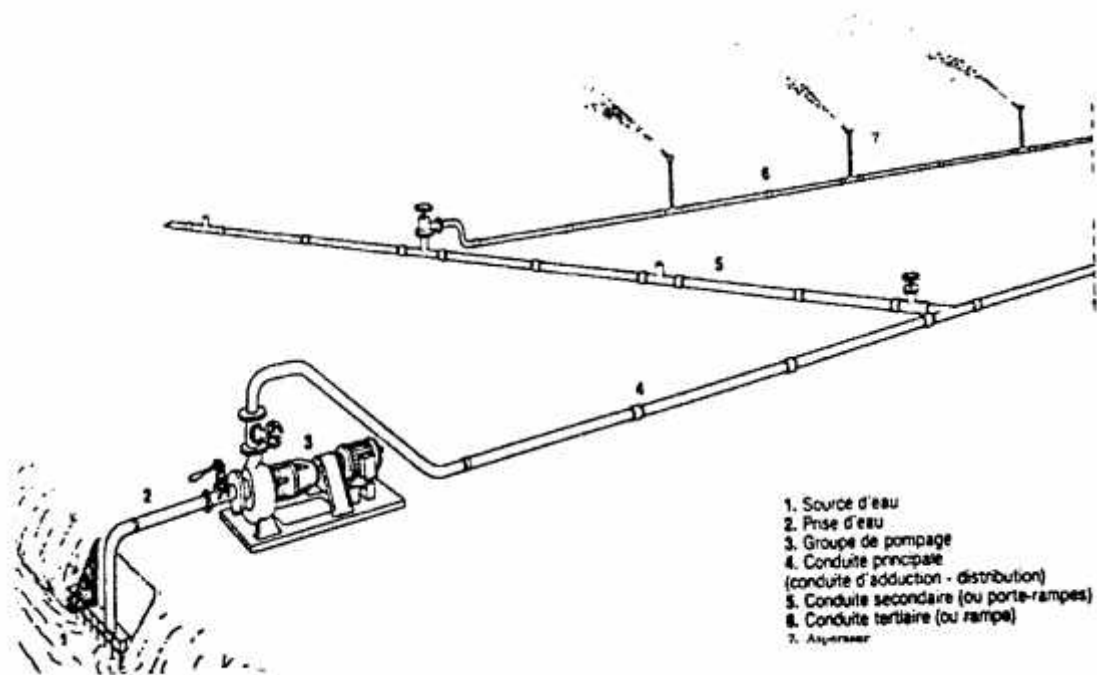


Fig.V.3.Partie essentielle d'une installation en aspersion

V .1.4. Irrigation souterraine

Elle fonctionne inversement que le drainage ,l'eau est envoyée sous légère pression dans des drains enterrés et remonte alors par capillarité. Le mode de distribution peut être varié.

- Tuyaux très poreux continuellement en charge et laissant diffuser l'eau nécessaire Dans le sol,
- Galeries.
- Drains ordinaires.

V.2. Choix de la technique d'irrigation convenable

Le choix de la technique la plus convenable repose sur l'analyse d'un ensemble de critères et contraintes à savoir:

- la topographie (pente de terrain, relief géométrie de la parcelle...etc.)
- la ressource en eau (quantité, qualité, débit et pression disponible).
- la nature des cultures.

- la nature du sol (perméabilité).
- les facteurs économiques.
- la rentabilité de l'opération.

V.3 .Le réseau d'irrigation

V.3.1. Définition

Un réseau d'irrigation est l'ensemble d'organes d'ouvrages et appareils qui assurent le transport, la répartition et la distribution à chaque exploitation agricole, dans chaque parcelle des eaux destinées à l'irrigation, sans oublier par ailleurs les organes qui doivent éventuellement évacuer les eaux en excès.

V.3.2. Classification des réseaux d'irrigation

V.3.2.1 selon la construction

a-Réseau classique

Dans ce type de réseau, le transport de l'eau est assuré gravitairement dans des canaux à ciel ouvert.

b- Réseau fermé

Dans ce réseau, l'eau est transportée dans des conduites en charge.

c-Réseau mixte

Dans ce réseau l'eau est transportée dans des canaux à ciel ouvert jusqu'aux parcelles alors que la distribution de cette eau se fait par des conduites sous pression.

V.3.2.2. selon la réalisation

- Réseau permanent : à longue durée
- Réseau temporaire : comme les réseaux à ciel ouvert en terre.
- Réseau stationnaire.
- Réseau mobile : le matériel est déplaçable d'une exploitation à une autre.
- Réseau semi-mobile : une partie du matériel est déplaçable.

V.3.2.3. selon la distribution de l'eau sur le périmètre

- Soit par gravité (gravitaire).
- Soit par élévation mécanique (pompage).

V.3.2.4. selon le fonctionnement durant la période d'irrigation

- Réseau à services continu.
- Réseau à services discontinu.

V.3.3. Choix du type de réseau

Le choix de type de réseau se porte sur le réseau fermé sous pression

- Augmentation du rendement du réseau.
- Diminution notable des pertes du réseau.
- Augmentation du coefficient d'utilisation des terres.
- Possibilité d'automatisation.

V.3.4. Estimation de la matière des tuyaux

La concentration sous pression comprend le plus souvent des tuyaux droits cylindriques et des éléments de raccords appelés « pièces spéciale » coudes , brides , cônes , ...etc.

Le choix des matériaux est conditionné par les valeurs du diamètre de la conduite et la pression exercé.

Pour les canalisation de très gros diamètre (1 à 3) m , on utilise souvent le béton armé, pour les canalisations de petit diamètre , on utilise la matière plastique.

V.3.4.1. Canalisation en acier

Elles sont particulièrement utilisées pour des débits élevés des pressions importantes. Elles sont assemblées bout à bout par soudure est caractérisés par une bonne étanchéité et une bonne résistante, mais elles doivent êtres protégées contre la corrosion.

V.3.4.2. Canalisation en fonte

Elles sont utilisées le plus souvent malgré sont prix de revient qui assez élevé, caractérisées par :

- Une grande étanchéité ;
- Une durée de vie assez longue ;
- Un bon coefficient d'écoulement hydraulique et facilité de baser sur le lit.

V.3.4.3. Canalisation en amiante ciment

Elles sont constituées d'un mélange d'amiante en fibre diffusé dans du ciment portland artificiel ; caractérisés par des parois très lisse et un bon coefficient d'écoulement hydraulique , et une bonne résistance mécanique .

V.3.4.4. Canalisation en matière plastique

Elles sont utilisées pour les canalisations mobiles de la distribution d'eau sur la parcelle. Elles sont souples et supportent les pressions moyennes.

V.3.5. Assemblages des tuyaux

L'assemblages des tuyaux en acier se fait par soudure au chalumeau (oxyacétyline), en soudure à l'axe électrique .

Les tuyaux en amiante de ciment peuvent être assemblés à l'aide des manchons de tuyaux suivants : Joints simples, gibould, antivit, Francoprest, Evermitiegam, ...etc.

Pour l'assemblage des conduites d'irrigation, on utilise le plus souvent les joints de types : Gibaut, Simplexe univit.

V.3.5.1. Raccords

Les raccords servent pour les points singuliers comme :

- Raccordement de deux tronçons.
- Changement de direction, de diamètres et de joints.
- Interposition d'un élément de manœuvre ou d'exploitation (robinet, vanne, ventouse, vidangeetc.).

V.3.5.2. Matériel de contrôles de débits

- Vanne de sectionnement et de vidange
- Les compteurs
- Les bornes d'irrigation
- Ventouses
- Purgeurs

V.3.5.3. Matériel de contrôle de pression

- Les réservoirs d'air anti-bélier
- Régulateurs et stabilisateurs de pression.

V. Conclusion

En tenant compte des conditions climatiques de la région d'étude de la nature du sol, de l'aptitude culturale et de volume d'eau disponible ; on peut choisir les techniques d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte, ces deux techniques présentent beaucoup d'avantage par rapport à la technique d'irrigation à la surface.

Donc pour les cultures de l'assolement on opte l'irrigation par aspersion, et comme on a une petite surface pour les arboricultures on opte l'irrigation par le goutte à goutte.

Chapitre VI :
Dimensionnement du
réseau d'irrigation

VI. Introduction

Dans ce chapitre on dimensionne le système d'irrigation qui constitue des ouvrages et des appareils qui assurent le transport des eaux au périmètre ainsi que le système et le type d'arrosage.

Le choix de type d'irrigation dépend de plusieurs facteurs tels que le type des cultures, la pente, type de sol, le débit...etc.

VI.1. Composition du système goutte a goutte

VI.1.1. Borne d'irrigation

Les réseaux mobiles sont branchés sur des bornes d'irrigation piquées sur les conduites de distribution, une borne peut être piquée d'une ou plusieurs prises.

VI.1.2. Le vannage

Le vannage consiste en la fermeture et l'ouverture de la vanne, comme dans une des prises d'eau.

VI.1.3. La stabilisation des pressions

Pour une bonne régularité de la pluviométrie des asperseurs, il faut assurer une pression de fonctionnement stable, indépendante des variations de pression du réseau. Chaque prise est équipée d'un régulateur de pression maintenant la pression autour de 3 à 5 bar pour les asperseurs.

VI.1.4. Limiteur de débit

L'appel d'un gros débit provoque une chute de pression, le débit de chaque prise plafonné à une certaine valeur dépendant de la superficie à arroser, à partir de cette prise un petit appareil limite le débit.

VI.1.5. La conduite principale

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

VI.1.6. Les portes rampes

Porte-rampes en polyéthylène à haute densité. Ils peuvent être soit enterrés, soit placés à la surface du sol.

VI.1.7. Les rampes

Les rampes en PEHD basse densité de petit diamètre sur lesquelles sont branchés les distributeurs, soit directement, soit en dérivation. Il existe d'autres types de rampes telles que les rampes (ou gaines) poreuses ou les gaines perforées (à simple ou double section) qui assurent à la fois le transport et la distribution de l'eau.

VI.1.8. Les distributeurs

Les distributeurs constituent des organes d'arrosage à débit faible et régulier. Il existe de nombreux types de distributeurs. On distingue les goutteurs à circuit long (capillaires, goutteurs à circuit hélicoïdal, goutteurs à turbulence, goutteurs à circuit long autorégulant, etc.), les goutteurs à circuit court (ajutages, goutteurs à simple orifice, goutteurs à double orifice et effet de turbulence ou goutteurs cyclones ou vortex, goutteurs à circuit court autorégulant), les mini-diffuseurs.

Sous l'aspect technique de la fixation sur la rampe, on distingue les distributeurs latéraux et les distributeurs en ligne.



Figure.VI.1. Porte rampe et un goutteur



Figure .VI.2. Un goutteur

VI.1.9. La pompe

On utilise en général les pompes centrifuges dont le fonctionnement est facile et moins encombrant. Le choix de la pompe dépend du débit à assurer et la hauteur manométrique de fonctionnement.

VI.2. Réseau de distribution

Le réseau de distribution du périmètre est dicté par la conduite d'adduction et par l'implantation des bornes d'irrigation

VI.2.1. Ilots d'irrigation

L'ilot d'irrigation est par définition la plus petite entité hydraulique desservie par une borne d'irrigation.

Pour éviter toute tension entre agriculteurs les limites des ilots d'irrigation sont celles des exploitations ou des parcelles et à défaut les limites facilement matérialisable sur le terrain.

Le projet est conçu pour que la majorité des agriculteurs puissent disposer d'une prise d'eau autonome et d'une pression suffisante pour la pratique de l'aspersion ou le goutte à goutte.

VI.2.2. Trace de distribution

Le tracé du réseau de distribution est le résultat de la formation des ilots d'irrigation et de l'implantation des bornes et du réseau de piste existant.

a- Implantation des bornes d'irrigation

Les bornes d'irrigation dans le périmètre sont implantées le plus souvent à la limite des ilots d'irrigation de telle façon à assurer la liberté d'utilisation à l'exploitant, et d'assurer une pression suffisante pour le fonctionnement de la borne d'irrigation.

b- Débit de la borne d'irrigation

Le calcul des besoins en eau (Chapitre IV) montre que le débit de la borne d'irrigation est déterminé pour la culture la plus exigeante, permet de laisser une totale liberté aux agriculteurs.

Pour toutes les parcelles, la culture la plus exigeante est l'abricotier.

Ce débit est donc de $q_s = 1.36$ l/s/ha (déjà calculé).

VI.2.3. Caractéristiques des conduites du réseau d'irrigation

Les caractéristiques du réseau de distribution sont définies sur la base d'un calcul d'optimisation.

Pour déterminer les diamètres des conduites qui minimisent les couts de premier établissement et d'entretien.

Les éléments et les hypothèses suivantes :

- Le débit à la borne.
- La longueur des tronçons de conduite.
- Les cotes piézométriques des bornes.
- Les vitesses limites (minimale et maximales) à respecter dans chaque conduite.
- La loi des pertes de charge.
- Les prix d'ordre des conduites.
- La pression au niveau de la borne la plus défavorisé.

VI.3. Choix d'un distributeur

En irrigation localisée, le choix du goutteur est important car de lui va dépendre le bon fonctionnement hydraulique de l'installation, l'alimentation hydrique satisfaisante de la culture, la pérennité des équipements, le niveau de filtration et la qualité de maintenance à assurer. C'est la prise en compte d'un certain nombre d'éléments que permet à l'utilisateur de définir son choix d'une manière objective.

VI.3.1. La qualité de l'eau

C'est un élément essentiel dont vont dépendre les risques de colmatage des distributeurs. En effet, après un certain temps de fonctionnement, il se produit un effet d'empreinte de la membrane au contact au relief de cheminement entraînant une diminution de la section de passage.

a- Les eaux de bonne qualité

Sont généralement des eaux de nappe ni ferrugineuses (rouillée), ni en tartrates. Dans ce cas, tous les goutteurs peuvent être utilisés à condition d'adapter la finesse de filtration à chacun d'eux.

b- Les eaux de mauvaise qualité

Généralement des eaux de surface (rivière, canaux lacs, bassins) riches en impuretés sous forme minérale ou organique.

Si les éléments les plus gros sont retenus par une filtration efficace, les éléments très fins par contre traversent les filtres et se déposent à l'intérieur des distributeurs entraînant peu à peu une diminution de leur débit.

Dans ce cas, on utilisera essentiellement des goutteurs en ligne à cheminement long non uniforme, ayant un débit de 4 l/h.

De même, si l'on doit utiliser des goutteurs autorégulant, on choisira préférentiellement ceux qui sont à chicanes avec la longueur de cheminement la plus grande possible.

En effet, après un certain temps de fonctionnement, il se produit un effet d'empreinte de la membrane au contact au relief de cheminement entraînant une diminution de la section de passage.

VI.3.2. La nature du sol

La nature du sol permet de choisir entre mini diffuseurs et goutteurs.

Dans certains sols très filtrants, sableux ou caillouteux comportant une nature grossière, pour lesquels la diffusion latérale de l'eau est faible, ainsi que dans certains sols argileux comportant des argiles gonflantes dont la dessiccation entraîne la formation de fentes retraites.

Pour tous les autres types de sol, des goutteurs de 2 ou 4 l/h conviennent, d'autant que les investissements nécessaires sont dans ce cas plus faibles.

VI.3.3. La nature des cultures

Pour les cultures pérennes, telles qu'arbres fruitiers, vignes, ou l'installation est fixe les distributeurs en ligne ou en dérivation sur la rampe peuvent être envisagés.

Par contre, dans le cas des cultures annuelles ou les rampes doivent être enroulées ou déroulées lors de la mise en place de la culture et pour la récolte, on évitera les goutteurs en dérivation faisant saillie sur la rampe, au bénéfice des goutteurs en ligne, des goutteurs intégrés dans la rampe, des gaines souples.

VI.4. Différents types de distributeurs

VI.4.1. Goutteurs

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

VI.4.2. Gainés

Destinée aux cultures maraichères, peut être utilisée pour les vergers; elles assurent conjointement un rôle de transport et de distributeur.

VI.4.3. Tubes poreux

La paroi à structure poreuse laisse passer l'eau, ils sont généralement enterrés.

VI.4.4. 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.

VI.4.5. Ajustages calibrés (procédé Bas-Rhône)

Les systèmes d'arrosage par ajustage calibrés sont constitués par une canalisation en PEHD,

Dérivation des orifices calibrés en laiton; sont placés sur la rampe à des écartements réguliers.

VI.5. Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte**VI.5.1. Calcul des besoins Pour l'abricotier**

D'après le tableau IV.12. le mois de pointe est le mois de juillet B=228.11 mm.

1)- Les besoins journaliers

En eau d'irrigation localisée pour l'abricotier sont calculés par les formules suivantes:

B_j = Besoin du mois de pointe (mm).

$$B_j = \frac{\text{besoin du mois de pointe}}{\text{nombre de jours}}$$

$$B_j = \frac{228.11}{31} = 7.36 \text{ mm/j}$$

2)- Besoin journalier en tenant compte de la réduction K_r

$$K_r = C_s + 0.5 (1 - C_s), \quad (\text{Freeman et Garzoli}) .$$

C_s : Couverture du sol; pour l'abricotier $C_s=80\%$

$$K_r = 0.8 + 0.5 (1 - 0.8) = 0.9$$

D'où:

$$B_{JL} = B_j \cdot K_r \qquad B_{JL} = 0.9 \cdot 7.36 = 6.62 \text{ mm/j}$$

$$b_{brut} = \frac{b_{net} \cdot r}{E} = D_{brut} = \frac{6.62}{0.85} = 7.79 \text{ mm}$$

3)- La dose d'irrigation nette pratique

Le besoin d'irrigation, 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).

$$D_{\text{nette}} = RFU \times P = \left(\frac{H_{cc} - H_{pf}}{100} \right) \times y \times z \times \frac{P}{100} = RU \times Y \times P$$

Tel que:

P%: Pourcentage du sol humidifié.

AN:

D'après la texture du sol, on a : Argile- Limons

On a les caractéristiques hydriques pour une telle texture sont:

HCC=0,23	HCC : humidité à la capacité au champ
HPF=0,12	HPF: humidité au point de flétrissement
Y=2/3	Y : degré de tarissement admis
Z=1200mm	Z : profondeur d'enracinement

La réserve utile est égale a : $RU = (H_{cc} - H_{pf}) * Z$.

$$RU = (0.23 - 0.12) * 1200 = 132 \text{ mm/m}$$

$$RU = 132 \times 1 \text{ donc on obtient : } RU = 132 \text{ mm/m}$$

Pour un sol limono argileux la réserve utile $RU = 132 \text{ mm/m}$

$RFU = 2/3$ RU : degré de tarissement admis pour ce type de sol et culture.

$$RFU = \left(\frac{2 \times 132}{3} \right) = 88 \text{ mm}$$

En prend : P= 40% d'après L'annexe N° 2

$$AN: D_{\text{nette}} = RFU \times P = 88 \times 0.4 = 35.2 \text{ mm}$$

$$D_{\text{nette}} = 35,2 \text{ mm/mois}$$

4)- La dose d'irrigation brute

Le besoin d'irrigation brut, B_{brut} : est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation nécessaire en pratique (y compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

$$D_{\text{brut}} = \frac{D_{\text{net}} \cdot r}{E}$$

Avec:

E : L'efficacité de l'arrosage, dépend de la texture du sol et le type de système d'irrigation (irrigation localise pas beaucoup des pertes).

Donc:

$$D_{\text{brut}} = \frac{35.2}{0.85} = 41.41 \text{ mm/mois.}$$

5)-Fréquence des arrosages

La valeur de la fréquence d'arrosage sera:

$$f = \frac{D_{\text{nette}}}{B_{\text{net}}} = \frac{35.2}{6.62} = 5.3 \approx 6 \text{ jours}$$

(Alors en a 6 jours.3Irrigation par mois).

6)- la durée d'arrosage

$$d = \frac{D_{\text{brut}} * E_g * S_r}{q_g} = \frac{41.41 * 1 * 4}{2 * 4} = 20.7h. = 21h$$

Avec :

Eg: L'espace des distributeurs sur la rampe.

Sr : L'écartement entre les rampes .

qg: Débit du distributeur en l/h.

7)- Vérification de la durée d'arrosage journalière

$$d_j = \frac{d}{F} = \frac{21}{6} \approx 3.5 \text{ heures / jours .}$$

8)- Calcule du nombre de postes

$$N(p) = \frac{T_{\max}}{d_j} = \frac{20}{3.5} = 6 \text{ postes}$$

Avec:

T_{max}: Temps maximum de travail, en prend T_{max}= 20 h/24h.

d_r: Durée d'arrosage en h/jour.

9)-Surface d'un poste

$$S(p) = \frac{S(t)}{N(p)} = \frac{20}{6} = 3.33 \text{ ha}$$

-Surface de sous poste

On devise la surface de poste on sous post

S(t): Surface totale en ha.

N (p): Nombre de poste.

N'(p): Nombre de sous poste.

(L=200, l=333)

10)-Surface correspondant à une rampe

Al=longueur moyenne de la rampe • espacement entre les rampes

$$Al = 100 * 4 = 400 \text{ m}^2$$

Donc : **Al = 400 m².**

Tableau.VI.1.Données générales

Culture	poirier
Espacement entre arbres	1 m
Espacement entre rampes	4m
Caractéristique de goutteur	4 l/h
Pression nominal	10mce
Espacement des goutteurs	1 m

VI.5.2.Calculer les paramètres**a)-Nombre de rampes par postes**

$$N_{rampe} = \frac{S(p)}{Al} = \frac{33300}{400} = 83.25 = 84 \text{ rampes.}$$

Avec:

S(p) : Surface du poste en m².

Al : Surface correspondant à une rampe en m²

b)-Nombre de goutteurs par rampe

Le nombre de goutteurs par disposition sera calculé comme suit:

$$N = \frac{L_r}{E_r} = \frac{100}{5} = 20 \text{ goutteur}$$

Nombre des goutteur égale : 20*4= 80 g.

Tel que :

Lr : longueur de la rampe Lr=100 m

Er : espacement entre les cultures.

Tableau.VI 2. Calculs des paramètres pour les cultures

Paramètres calculées	dj h/jour	N (p)	S(p) ha	Al m ²	N(r)	Ng
poirier	3.5	6	3.33	400	84	80

c)-Calcul débit d' un rampe

Position de porte rampe:

L'alimentation des rampes se fait au milieu de la parcelle d'une rampe.

Longueur du rampe=100m.

$$Q_r = N_g \cdot q_g$$

$$Q_r = 80 * 4 = 320 \text{ l/h} = 0.088 \text{ l/s}$$

N_g : Nombre de goutteur dans la rampe=80goutteur

q_g : Débit d'un goutteur

d)-Débit de la porte rampe

Le débit demande pour le fonctionnement simultané des 84 rampes et de :

$$\text{Débit de porte rampe : } Q_{port} = Q_r \cdot N$$

$$Q_{port} = 0.088 \cdot 84 = 7.4 \text{ l/s}$$

e)-Calcul des diamètres des portes rampes,rampes**1.Le diamètre de la rampe**

Le diamètre d'une rampe est calculé comme suit :

$$D = \left[\frac{P_{dc}^r \times 2,75}{0,478 \times Q_r^{1,75} \times L_r} \right]^{(-1/4,75)}$$

$$D = \left(\frac{1.2 \times 2.75}{0.478 \times 100 \times 320^{1.75}} \right)^{-\frac{1}{4.75}} \quad D=14.80\text{mm}$$

Sur le marché on trouve des rampes de 16 mm

❖ Recalcule les pertes de charge de la rampe :

$$P'dc = \frac{0.478 \times L \times D^{-4.75} \times Q^{1.75}}{2.75}$$

$$P'dc = \frac{0.478 \times 100 \times 16^{-4.75} \times 320^{1.75}}{2.75}$$

P'dc= 0.80 m <1,16 m => la condition est vérifiée

Tableau.VI.3. Caractéristiques des rampes

<i>cultures</i>	<i>L_r</i> (m)	<i>N_g</i>	<i>Q_r</i> (l/h)	<i>p'dc_{donne}</i> (m)	<i>D_{calcu}</i> (mm)	<i>D_n</i> (mm)	<i>p'dc_{calcu}</i> (m)
l'abricotier	100	80	320	1.16	14.80	20	0.80

2.Le diamètre de la porte rampe

$$D = \left[\frac{P'_{dc} \times 2.75}{0.478 \times Q_r^{1.75} \times L_r} \right]^{(-1/4.75)}$$

$$D = \left(\frac{1.16 \times 2.75}{0.478 \times 333 \times 26640^{1.75}} \right)^{-\frac{1}{4.75}} \quad D=104\text{mm}$$

Sur le marché on trouve des portes rampes de 110mm.

❖ Recalcule les pertes de charge de la porte rampe :

$$P'dc = \frac{0.478 \times 333 \times 110^{-4.75} \times 26640^{1.75}}{2.75}$$

P'dc= 0.59m

P'dc= 0.59 m <0.6 m => la condition est vérifiée

Tableau.VI.4. Caractéristiques des portes rampes

<i>cultures</i>	<i>L_{pr}</i> (m)	<i>N_r</i>	<i>Q_{pr}</i> (l/h)	<i>p'dc_{donne}</i> (m)	<i>D_{calcu}</i> (mm)	<i>D_n</i> (mm)	<i>p'dc_{calcu}</i> (m)
l'abricotier	333	84	26640	0.6	104	110	0.59

f)-Conduite d'approche**1- Composition de la conduite d'approche**

La conduite secondaire est composée de :

- 2 vannes.
- Filtre à sable.
- Débit mètre : pour contrôler le débit et le régler en fonction du volume de bache.
- Régulateur de pression.
- Fertiliseur.

2- Les caractéristiques de la conduite**- Le débit**

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

Q_{app} : Débit de la conduite d'approche.

Q_{pr} : Débit de la porte rampe.

N_{pr} : Nombre des portes-rampes.

- Le diamètre

$$D_{app} = \frac{4Q_{app}}{\pi V}$$

D : diamètre de la conduite d'approche.

V : vitesse de l'eau dans la conduite d'approche on suppose $V=1.5$ m/s.

- La perte de charge

$$J = \frac{0,478}{2,75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} \cdot L$$

J : la perte de charge.

D : diamètre de la conduite d'approche.

Q : débit d'eau dans la conduite d'approche.

L : la longueur de la conduite d'approche

Tableau .VI.5. Les caractéristiques de la conduit secondaire

Tronçons	Q _{pr} (l/s)	N _{pr}	Q _{app} (l/s)	V(m/s)	D _{app} (mm)	D _{nor} (mm)	L _{ca} (m)	J(m.c.e)
1	7.4	1	7.4	1.5	79	90	333	1.67
2	7.4	2	14.8	1.5	112	125	333	1.18
3	7.4	3	22.2	1.5	137	160	333	0.74

g)-Conduite principale du réseau

Tableau .VI.6. Les caractéristiques de la conduit principale du réseau

<i>cultures</i>	<i>Longueur (m)</i>	<i>Pdh</i>	<i>Diameter (mm)</i>
l'abricotier	333	1.2	200

h)-Volume du bêche d'eau

Le volume du réservoir dépend des besoins des cultures par jour.

Donc il faut calculer le besoins de culture :

$$V_b = V_p * T * N_p$$

- V_p : Volume de porte rampe=26640 l/h.

- T : durée d'arrosage : 4 h.

- N : nombre de postes irrigués par jour=6 postes.

$$\text{Donc : } V = 26640 * 10^{-3} * 6 * 4 = 639.36 \text{ m}^3$$

On prend le volume totale est 700 m³ avec les dimensions suivantes :

La hauteur h=3m

La surface 7.5m x 7 m

On a alimenté notre bêche d'eau à partir d'un piquage par la conduite d'adduction

VI.6. Dimensionnement de l'adduction

VI.6.1. Méthode de calcul

Pour le calcul des diamètres économiques des conduites de refoulement, on utilise les deux formules approchées suivantes:

a)- Formule de BRESS

$$D = 1,5 \times \sqrt{Q}$$

b)- Formule de BONNIN

$$D = \sqrt{Q} < 1\text{Km}$$

Q: Débit refoulé en m³/s.

A partir de ces deux diamètres déterminés, on choisit une gamme de diamètres parmi lesquels on optera pour celui qui présentera les frais les moins élevés.

Le débit de la conduite principale est en fonction de besoin de pointe des cultures de tous le périmètre qui a une superficie de 71.40Ha .

$$Q_{cp} = 349.6 \text{ m}^3/\text{h}.$$

La longueur de la conduite principale $L_{cp} = 900 \text{ m}$

VI.6.2. Calcul de diamètre

D'après la formule de « Bonin » le diamètre de la conduite principale est :

$$D_{cp} = \sqrt{Q} \quad \text{Pour les longueurs} < 1000\text{m}$$

Q ; débit en m³/s

$$\varnothing = \sqrt{0.097} = 311\text{mm}. \quad D_n = 315\text{mm}.$$

On choisit un diamètre commercialisable de mm.

VI.6.3. La perte de charge

Elle est donnée toujours par la formule suivante

$$J(\text{lin}) = \frac{0,478}{2,75} \cdot 1500^{-4,75} \cdot 8325000^{1,75} \cdot 600 = 1.07 \text{m.c.e.}$$

Les pertes de charges singulières sont de 20% de les pertes de charges linières

$$J(\text{sin}) = 0.214 \text{m.c.e}$$

Donc la perte de charge de la conduite principale P.d.c = **1.284**m.c.e.

VI.6.4. La Vitesse

Les vitesses de circulation d'eau dans les conduites de refoulement sont ainsi :

$$V_r = (1 \div 1.5) \text{m/s} \rightarrow W < 250 \text{mm}$$

$$V_r = (1.2 \div 2) \text{m/s} \rightarrow W \in (300 \div 800) \text{mm}$$

$$V_r = (1.8 \div 3) \text{m/s} \rightarrow W > 800 \text{mm}$$

On opte pour une seule conduite de refoulement qui assure un débit de 0.097 m³/s. donc on a:

$$V_r = \frac{4 \times Q}{f \times D_r^2} \quad V_r = \frac{4 \times 0.097104}{f \times 0.315^2} = 1.24 \text{m/s}$$

Tel que : V_r doit répondre aux marges suivantes :

$$V_r = (1 \div 1.5) \text{m/s} \rightarrow D_r < 250 \text{mm}$$

$$V_r = (1.8 \div 3) \text{m/s} \rightarrow D_r > 800 \text{mm}$$

$$V_r = (1.2 \div 2) \text{m/s} \rightarrow D_r \in (300 \div 800) \text{mm}$$

VI. Conclusion

Dans ce chapitre on a choisi le type du réseau d'arrosage qui adapte avec les données du sol et des cultures et le dimensionner, ainsi que le dimensionnement du réseau d'adduction.

Chapitre VII :
Calcul technico-
économiques

Introduction

Après l'étude ou l'élaboration d'un tel projet, un aspect économique doit être pris en considération, pour cette raison on doit faire une estimation des frais.

VII.1.Estimation de l'irrigation localisée

Tableau.VII.1.Factures pro-format pour l'abricotier.

Equipement	Dimensions	Unité de mesure	Quantité	Prix	Prix total DA
Conduite maîtresse en PEHD	=125mm	m.l	1	553.50	184315.5
	L=333m				
Porte rampe en PEHD	= 110 mm	m.l	1	357.86	119167.38
	L = 333 m				
Rampe en PEHD	= 20 mm	m.l	84	32.18	270312
	L = 100 m				

Source : Prix STPM Chiali

Le prix de vent hectare: 573794.88 DA

Prix total= le prix de vent hectare+ le prix de défierent accessoire.

Tableau.VII.2.Factures pro-format des conduites d'amené

Equipement	Dimensions	Unité de mesure	Quantité	Prix	Prix total DA
Conduite principale en PEHD	= 200 mm	m.l	1	346.35	115334.55
	L = 333 m				
Conduite adduction en PEHD	= 315mm	m.l	1	3603.6	3243240
	L = 900 m				

Donc les prix total Prix total: 3358574.55 DA

VII.2.Dépenses des travaux

* Le prix de terrassement est égal à :

- Pour le déblai : $F_{deb} = V_{deb} \times K_{deb}$

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

V_{deb} : volume total de déblai.

- Pour le remblai : $F_{rem} = V_{rem} \times K_{rem}$

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

V_{rem} : volume total de remblai.

- Calcul du volume de déblai et remblai

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

$$B=D+2 \times 0,3$$

D : diamètre de la conduite (m)

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

$$H = D+0,8$$

Déblai =L.H.B

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

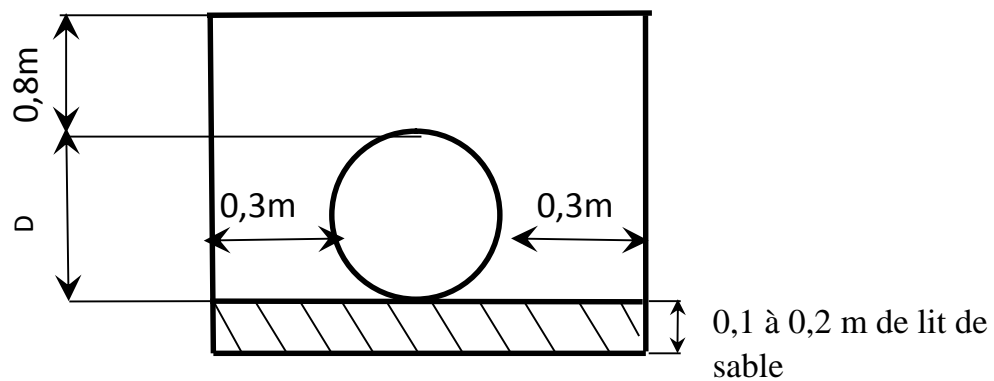


Tableau.VII.3.Calcul de terrassement

Paramètres	Ø (mm)	B (m)	H (m)	L (m)	Déblai (m ³)	Remblai (m ³)
Conduite Principale	315	0,76	0,96	900	766	745
Les porte-rampes	110	0,675	0,875	333	4630	4595

VII.3. Calcul les prix de déblai et remblai

Donc pour :

- Déblai:

$$F_{\text{deb}} = 5396 \times 300 = 16188 \text{ 00 DA}$$

- Remblai :

$$F_{\text{rem}} = 5340 \times 100 = 534000 \text{ DA}$$

- Les autres frais 5000 DA
- le total de terrassement est de 2157800DA

➔ Le totale de projet est de : **6090169.43DA**

Remarque

On a pris les prix des conduites en se basant sur les prix actuellement pratiqués au marché (STM Chiali .Voir l'annexe N°5)

VII. Conclusion

D'après le coût de la projection des réseaux qu'on a obtenu, on remarque que l'estimation du projet du réseau d'irrigation du périmètre de Ksar Sebahi est raisonnable.

Conclusion Générale

Conclusion générale

L'objectif du présent travail est de dimensionner le réseau d'irrigation du périmètre de Ksar Sbahi (ZoneA) et de proposer la technique d'arrosage adéquate afin d'assurer une répartition d'eau de façon uniforme et économique.

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat semi-aride. L'analyse du sol nous donne un sol lourd, avec une quantité de matière organique moyenne et assez imperméable.

L'étude hydrologique nous a permis de déterminer l'année de calcul. L'analyse de l'eau d'irrigation indique que l'eau utilisée a une forte salinité, faiblement alcaline avec peu de danger de toxicité au futur.

D'après les caractéristiques agro-pédologiques et climatiques de la région d'étude, nous avons choisi les cultures adaptées, à savoir l'arboriculture (poirier, abricotier)

La détermination des besoins en eau d'irrigation a été faite à partir de la détermination de l'évapotranspiration par la méthode de Penman. Le calcul des besoins en eau de l'arboriculture a été faite par la méthode du FAO. (bulletin N°36).

La meilleure technique pour l'irrigation des arbres de point de vue économique en eau est l'irrigation localisée (goutte à goutte), avec l'utilisation des équipements qui présentent plusieurs avantages dans le domaine d'exploitation.

D'autre part, on peut dire que cette technique d'arrosage est plus adaptée dans notre pays d'après le contexte actuel de la sécheresse des dernières années et le développement au niveau de l'économie nationale.

Et comme tous les projets, nous avons le calcul technico-économique pour l'estimation du coût de la projection.

*Références
Bibliographiques*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

[1]- **ANRH, Annaires hydrologiques** .données stations hydrométriques 1931 – 2011.

[2]- **AYERS, R.S, WESCOST, D.W**, (1984). La qualité de l'eau en agriculture. Bulletin F.A.O d'irrigation et de drainage n°29. Edition F.A.O, Rome, 187 p.

[3]- **DOORENBOS.J, PRUIT.W.O.** (1975). Les besoins en eau des cultures, bulletin F.A.O d'irrigation et de drainage n°24, édition F.A.O, Rome. 197p.

[4]- **DHW. OUM EL BOUAGHI**, (2013). Analyse des ressources en sol du périmètre de Ksar Sbehi.

[5]- **LAROUSSE AGRICOLE**, (1981). Larousse agricole, édition LAROUSSE, Paris. 1048p.

[6]- **ONID.Dossier I-C**. Analyse des ressources en eau.

[7]- **Meghar M. 2008** . Dimensionnement d'un réseau d'adduction et de distribution du périmètre.

[8]- **Carte d'état-major**. (W-OUM EL BOUAGHI) .

[9]- **Logiciel**. Auto cad, covadis, cropwat, hyfran .

REFERENCES SITOGRAPHIQUES :

-[HTTP://WWW.INRA.FR](http://www.inra.fr)

- [HTTP://WWW.GOOGEL.FR](http://www.google.fr)

-[HTTP://WWW.FAO.ORG./AG/AGL/AGLW/WCROP.HTM.](http://www.fao.org/ag/agl/aglw/wcrop.htm)

-[HTTP://WWW.COEFFICIENT CULTUREL.COM](http://www.coefficientculturel.com)

-[HTTP://WWW.MONORPHOLOGIER DE LA WILAYA DE
OUM EL BOUAGHI.COM](http://www.monorphologierdelawilaya.deoumelbouaghi.com)

Annexes

Annexe N° 1 : Les valeurs de K_C de chaque culture

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (K_C)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Arrivée saison	Récolte	
Banancier tropical	0.4-0.5	0.7-0.85	1.0-1.1	0.9-1.0	0.75-0.85	0.7-0.8
subtropical	0.5-0.65	0.8-0.9	1.0-1.2	1.0-1.15	1.0-1.15	0.85-0.95
Haricot vert	0.3-0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9-0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
sec	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7-0.8
Chou	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.9-1.0	0.8-0.95	0.7-0.8
Coton	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.9	0.65-0.7	0.8-0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6-0.8	0.7-0.9	0.6-0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Mais doux	0.3-0.5	0.7-0.9	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
grain	0.3-0.5*	0.7-0.85*	1.05-1.2*	0.8-0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon sec	0.4-0.6	0.7-0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8-0.9
vert	0.4-0.6	0.6-0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4-0.5	0.7-0.85	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
Poivron, frais	0.3-0.4	0.6-0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8-0.9	0.7-0.8
Pomme de terre	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7-0.75	0.75-0.9
Riz	1.1-1.15	1.1-1.5	1.1-1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.3-0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3-0.4	0.7-0.75	1.0-1.15	0.75-0.8	0.5-0.55	0.75-0.85
Soja	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.15	0.7-0.8	0.4-0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4-0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9-1.0	0.6-0.7	0.8-0.9
Canne à sucre	0.4-0.5	0.7-1.0	1.0-1.3	0.75-0.8	0.5-0.6	0.85-1.05
Tournesol	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.7-0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tabac	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.2	0.9-1.0	0.75-0.85	0.85-0.95
Tomate	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.95	0.6-0.65	0.75-0.9
Pastèque	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.05	0.8-0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
Blé	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.2-0.25	0.8-0.9
Luzerne	0.3-0.4				1.05-1.2	0.85-1.05
Agrumes saucés sans sarclage						0.65-0.75 0.85-0.9
Oliver						0.4-0.6

Premier chiffre : avec forte humidité (HRmin > 70%) et vent faible (U < 5 m/sec).
 Second chiffre : avec faible humidité (HRmin < 20%) et vent fort (> 5 m/sec).

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage n° 33, Tableau 18.

Annexe N° 2 Guide d'estimation du pourcentage en sol humidifié

GUIDE D'ESTIMATION DE P															
(p = pourcentage de sol humidifié pour divers débits de distributeurs et divers espacements entre rampes et entre distributeurs dans le cas d'une seule rampe, rectiligne, équipée de distributeurs uniformément espacés délivrant une dose de 40 mm par arrosage sur l'ensemble de la surface)															
Espacement entre rampes %, en m	Débit des distributeurs														
	moins de 1,5 l/h			2 l/h			4 l/h			8 l/h			Plus de 12 l/h		
	Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, 5d en m														
	en sol de texture grossière (G), moyenne (M), fine (F)														
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
	0,2	0,5	0,9	0,3	0,7	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,3	1,6	2,0
Pourcentage en sol humidifié p %															
0,8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40

Annexe N° 3: humidités pondérales en % du poids sec

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 N° 3 : Valeurs minimale et maximale de la Profondeurs d'enracinement de diverses cultures

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

Annexe N°4 : Tableau des besoins nets des cultures

Cultures	Besoins nette mensuels											
	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D
poirier	-	-	-	-	73.9	222.4	296.2	260.45	154.92	-	-	-
Olivier	-	52.82	-	20.89	52.40	143.54	178.35	154.74	90.24	-	-	-
l'abricotier	-	-	-	-	20.03	30.3	228.11	213.47	130.67	-	-	-
Pomme de T	-	-	40.64	126.7	180.8	188.60	-	-	-	-	-	-
Besoins mensuelles	-	52.82	40.6	147.6	327.13	584.83	702.67	628.66	45.59	-	-	-

Annexe N°5 : La fiche des prix de conduits PEHD



GROUPE K-PLAST

FABRICATION DE TUBES PVC et PE



UNITE TUBE

GAMME DE PRIX

TUBES PEHD EAU (PE80 & PE100)

(Prix Valable à compter du : 01 AVRIL 2010)

Selon la Norme ISO 4427

TUBES PEHD : PN 06				
Code	Diam. Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
-	Ø20	-	-	-
13003	Ø25	-	36,28	42,45
13006	Ø32	-	48,35	56,57
13009	Ø40	2,0	64,6	75,58
13012	Ø50	2,4	98,25	114,95
13013	Ø63	3,0	160,25	187,49
13018	Ø75	3,6	225,21	263,49
13022	Ø90	4,3	296,03	346,35
13025	Ø110	4,0	357,86	418,70
13040	Ø125	-	473,08	553,50
13030	Ø160	5,8	770,85	901,89
13044	Ø200	7,2	1 163,39	1 361,17
13050	Ø250	9,1	1 950,00	2 281,5
13042	Ø315	11,4	3 080,00	3 603,6
13039	Ø400	14,5	5 134,24	6 007,06
13051	Ø500	19,1	8 938,13	10 517,61
13052	Ø630	24,1	12 682,50	14 838,53

TUBES PEHD : PN 10				
Code	Diam. Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P3513000	Ø20	-	29,07	34,01
P3513004	Ø25	2,5	38,28	44,79
P3513007	Ø32	2,5	55,48	64,91
P3513010	Ø40	3,0	84,10	98,40
P3513013	Ø50	3,7	135,26	158,25
P3513016	Ø63	4,7	209,59	245,34
P3513019	Ø75	5,6	300,50	351,59
P3513023	Ø90	5,4	359,09	420,14
P3513025	Ø110	6,6	540,50	632,39
P3513028	Ø125	7,4	660,13	772,35
P3513031	Ø160	9,5	1 142,26	1 336,43
P3513033	Ø200	11,9	1 650,84	1 931,48
P3513035	Ø250	14,8	2 895,00	3 036,15
P3513041	Ø315	18,7	4 093,57	4 789,47
P3513038	Ø400	23,7	6 698,74	7 837,53
P3513049	Ø500	29,7	10 152,51	11 878,44
P3513048	Ø630	37,4	15 738,79	18 414,38

TUBES PEHD : PN 16				
Code	Diam. Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
101	Ø20	2,3	32,18	37,66
105	Ø25	2,8	50,88	59,49
108	Ø32	3,6	78,51	91,86
111	Ø40	4,5	120,95	141,51
114	Ø50	5,6	188,28	220,29
117	Ø63	7,1	297,95	348,60
120	Ø75	8,4	407,8	477,13
124	Ø90	8,2	510,71	597,53
127	Ø110	10,0	787,19	885,91
129	Ø125	11,4	967,90	1 132,44
132	Ø160	14,6	1 560,00	1 825,20
134	Ø200	18,2	2 472,00	2 892,24
136	Ø250	22,7	3 815,00	4 463,55
138	Ø315	28,6	5 850,00	6 844,50
140	Ø400	36,3	9 320,00	10 904,40
142	Ø500	45,4	14 911,00	17 445,87
144	Ø630	57,2	23 123,50	27 054,50

TUBES PEHD : PN 20				
Code	Diam. Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P3513101	Ø20	2,3	38,01	44,47
P3513102	Ø25	3,0	53,29	62,35
P3513103	Ø32	3,6	82,22	96,20
P3513104	Ø40	4,5	125,15	148,94
P3513105	Ø50	5,6	200,7	234,82
P3513106	Ø63	7,1	338,73	396,31
P3513107	Ø75	8,4	447,35	523,40
P3513108	Ø90	10,1	627,09	733,70
P3513109	Ø110	12,3	948,86	1 110,17
P3513110	Ø125	14,0	1 202,75	1 407,22
P3513111	Ø160	17,9	1 947,59	2 278,68
P3513112	Ø200	22,4	3 121,70	3 652,39
P3513113	Ø250	27,9	4 846,33	5 670,21
P3513114	Ø315	35,2	7 585,88	8 875,48
P3513115	Ø400	44,7	12 110,03	14 168,74
P3513094	Ø500	55,8	19 083,81	22 304,66
-	Ø630	-	-	-

* Longueur de Tubes : du Diamètre 25 mm au 110 mm sont des Couronnes (Rouleaux) de 100 ML.
 * Longueur de Tubes : du Diamètre 125 mm au 400 mm sont des tubes de 12 ML.
 * Longueur de Tubes : du Diamètre 500 mm au 630 mm sont des tubes de 06 ML.

Industriel setif TEL: 036 92 41 12 /93 01 80 FAX:036 93 58 60

SARL K - PLAST
 Transformation de Plastique
 Créé du 1^{er} Novembre 1954
 "Boulevard SETIF 6
 Un K à rétrovir ...

HICHEM FELKAOUI : 05.61.60.00.27