

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME DU PROJET :

**ETUDE DU RESEAU D'IRRIGATION DU PERIMETRE DE
KASR SBAHI (SECTEUR C-150 HA-) W.OUM EL BOUAGHI
A PARTIR DU BARRAGE DE FOUM EL KHANGA**

PRESENTE PAR :

KHOUALDI Sakina

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
Mr : MEDDI Mohamed	Professeur	Président
M _{me} : MEDJOUB Sonia	M.A.A	Examinatrice
M _{me} : SADOUNE Samra	M.C.B	Examinatrice
Mr : D. KOLIAI Djafer	Assistant	Examineur
M _{me} : AZIEZ Ouahiba	M.A.A	Promotrice

Septembre - 2016



Dédicace

Du fond du cœur, je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect :

+ Avant tout à mes chers parents “Khoualdi KAMEL” et “Khoualdi KHEMISSA”, pour leur soutien immense qu'ils n'ont cessé de m'apporter ainsi que les conseils qu'ils m'ont prodigué sans les quels j'avoue je ne serai pas ce que je suis aujourd'hui.

+ A mes deux frères Oussama et Fares ;

+ A mes sœurs Wissam ,Razika et Meriem;

+ A tous mes amies de l'ENSH et l'EPST ANNABA;

+ A mon meilleur ami, Achref Ameziane;

+ A tous mes amies sans exception et d'une façon spéciale Afaf , Meriem , Sara , Houda.....ect;

Remerciements

Je tiens à remercier avant tout DIEU le tout puissant de m'avoir donné le courage et les moyens nécessaires d'accomplir ce modeste travail en vue de l'obtention de mon diplôme.

Par la même occasion, je tiens à remercier tous ceux qui m'ont chère et qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail à savoir :

- + ma promotrice M^{me} : Aziez Ouahiba, qui m'a beaucoup aidé par sa disponibilité quotidienne, ses orientation et ses précieux conseils ;*
- + tous les membres de jury qui me feront l'honneur de m'examiner et de juger mon travail;*
- + tous les enseignants de l'Ecole Nationale supérieure de l'Hydraulique qui ont participé à ma formation ;*
- + tous les enseignants de l'Ecole préparatoire de sciences et techniques d'ANNABA;*
- + tous les membres de famille qui m'ont tant encouragé et soutenue tout au long de mon cursus scolaire et universitaire, particulièrement à mon père et ma cher mère , qui sans eux je n'aurai pas eu l'énergie nécessaire pour parvenir à la fin de mon cycle;*
- + A mon meilleur ami, Achref Ameziane;*

Sommaire

ملخص :

إن الهدف من انجاز مذكرة نهاية الدراسة يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية لمنطقة قصر الصبيحي ولاية أم البواقي وذلك من أجل رفع المردودية الفلاحية لها وذلك باستعمال أفضل تقنيات السقي وتسير أمثل للموارد المائية. وهذا لن يتأتى إلا بتبني أنظمة سقي حديثة والتي فرضت فعاليتها في الميدان كنظام السقي بالتنقيط الأكثر تطورا في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي والتكنولوجي ومن بين ما يتميز به هذا النظام من محاسن هو تحقيقه لاقتصاد معتبر للمياه.

Résumé :

L'objectif de ce mémoire de fin d'étude rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués de la zone de Kasr Sbahi (W.Oum El Bouaghi); dont l'objectif est d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation , et une meilleure gestion des ressources en eau et cela par adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée la mieux développée avec l'évolution de la science et de la technologie. Ce système présente de multiples avantages, comme l'importante économie d'eau.

Abstract:

The aim of the present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management of Kasr Sbahi (Oum El Bouaghi) in a way to attain a high investment feedback, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation: water resource and from other part. This by adoption of modern irrigation system because of their reliability, i.e: localized irrigation the most developed with the evolution of science and technology. These systems present many advantages like important quantities of water préservation.

Sommaire

Inotrd uction générale	1
-------------------------------------	----------

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Introduction	2
I-1- présentation de la zone d'étude	2
I-1-1-présentation	2
I-1-2-Situation géographique	2
I-2-Conditions climatiques	4
I-2-1-La température de l'aire	4
I-2-2-Humidité de l'air	5
I-2-3-Le vent	6
I-2-4-Evaporation	6
I-2-5-l'évapotranspiration (ETP)	7
I-2-6-L'insolation	8
I-3- Indices climatiques	9
I-3-1-Indice d'aridité de MARTON	9
I-3-2-Quotient pluviométrique D'Emberger	9
I-3-3-Indice de Bagnols et Gaussen	10
I-4-La géologie	12
Conclusion	13

Chapitre II : Ressources en Sol et Eau

Introduction	14
II-1- Ressources en Sols	14
II-1-1-La classe des sols du périmètre	14
II-1-2-classification des sols	16
II-1-2-1- les sols peu évolués	16
II-1-2-2-les vertisols	16
II-1-2-3-les sols calcimagnésiques	16
II-1-3- Caractéristiques morphologiques et physico-chimiques	17
La profondeur du profil	17
Humidité	18
Couleur	18

Sommaire

Structure	18
Calcaire actif (CaCO₃)	18
Le pH	18
Texture et structure du sol	18
Aptitudes culturales	18
Végétation	18
Maquis	19
Sol de couverture :	19
Les différentes classes d'aptitude des sols à l'irrigation et au drainage	19
II-1-4- Etude foncière	20
Conclusion	21
II-2- Ressources en Eaux	22
II-2-1-Barrage de Foug El Khanga	22
II-2-2- La géomorphologie du bassin versant	23
II-2-3- Qualité de l'eau d'irrigation	23
II-2-3-1-Qualité de l'eau souterraine	24
II-2-3-2-Qualité des eaux superficielles	24
II-2-4-Les limites admissibles	24
II-2-4-1- La conductivité électrique	24
II-2-4-2-Le SAR (Sodium Absorption Ration)	25
II-2-5-L'évolution des éléments chimiques dans les eaux de l'oued Cherf	27
II-2-5-1-La Température (T)	27
II-2-5-2-Le Potentiel d'Hydrogène (PH)	28
II-2-5-3- La dureté (Ca⁺² et Mg⁺²)	28
II-2-5-4-Les chlorures et les sulfates (Cl⁻ et SO₄⁻²)	28
II-2-5-5-Les phosphates (PO₄⁻³)	28
Conclusion	29

Chapitre III: Etude hydrologique

Introduction	30
III -1-Choix de la station pluviométrique	30
III-2-Homogénéité de la série pluviométrique	32
III-3-Ajustement statistique des pluies	34
III-3-1-Traitement des données	34

Sommaire

III-3-2-Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale	34
III-3-3- Ajustement a la loi log-normale ou Galton	35
III-3-4- Test de validité d'un ajustement.....	36
III-3-4-1-Test d'adéquation : Loi Normale.....	36
III-3-4- 2-Test d'adéquation : Loi log-Normale	37
III-4-détermination de l'année de calcul	37
Conclusion	38

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Introduction	39
IV-1-Les besoins en eau d'une culture	39
IV-1-1-L'évapotranspiration potentielle (ET ₀)	39
Formule de Blaney-Criddle	39
Formule de Turc	40
Formule de Penman	40
IV-1-2-L'évapotranspiration maximale ou de culture (ET _M)	40
IV-1-3- Les Coefficients culturaux (K _c).....	41
IV-1- 4-Les profondeurs d'enracinement	42
IV-1-5- Cycle végétatif des cultures	42
IV-2-Occupation des sols et choix des cultures.....	43
Les cultures maraîchères	43
Les cultures céréales	43
Les cultures fourragères	43
IV-3-Assolement –Rotation proposés.....	43
IV-4-Détermination des besoins en eau des cultures	44
IV-4-1-Calcul des pluies efficaces.....	44
IV-4-2-La réserve facilement utilisable(RFU)	44
IV-4-3-L'efficience de l'irrigation	45
IV-4-4-Calcul des besoins en eau pour les Assolements 1et 2.....	50
IV-5-Calcul du débit spécifique.....	51
IV-6-Évaluation du débit caractéristique	51
Conclusion.....	52

Sommaire

Chapitre V : Etude des techniques d'irrigation

Introduction	53
V-1-L'irrigation de surface.....	53
V-1-2-L'irrigation par ruissellement.....	53
V-1-2-1- l'irrigation par submersion.....	53
Les avantages de l'irrigation de surface.....	53
Les inconvénients.....	53
V-2-L'irrigation par surpression.....	54
V-2-1- l'irrigation par aspersion	54
Les avantages	54
Les inconvénients.....	54
V-2-2- l'irrigation localisée (goutte à goutte).....	55
V-2-3- Composition d'une installation goutte à goutte.....	55
1-Point de fourniture d'eau	55
2- L'unité de tête.....	55
3- Conduites et rampes	56
La conduite principale.....	56
Le porte-rampes.....	56
Les rampes	56
Les distributeurs	57
Différents types de distributeurs	57
a) Les Avantages de la technique goutte à goutte	58
b) Les inconvénients du goutte à goutte.....	58
V-3-Choix de la technique d'arrosage.....	58
Conclusion.....	60

Chapitre VI : Etude du système d'adduction

Introduction	61
IV-1-Variante d'aménagement du périmètre d'étude	61
La variante 01	61
La variante 02	61
Choix de variante.....	62
IV-2-Dimensionnement de la station de pompage	62

Sommaire

VI-1-1-Les pompes	62
VI-1-1-1-Les turbopompes (pompes centrifuge).....	62
Les pompes à écoulement radial.....	62
Les pompes axiales.....	62
Les pompes semi axiales	62
VI-1-1-2-les pompes volumétriques	63
IV-1-2-Détermination de la hauteur d'élévation calculée	63
IV-1-2-1- Hauteur manométrique totale :.....	63
IV-1-2-2- Longueur de refoulement	63
IV-1-2-3- Calcul des pertes de charge totales.....	64
IV-1-2-3-1-Les pertes de charge linéaires	64
IV-1-2-3-2-Les Pertes de charges singulières	64
IV-1-2-4-calcul du diamètre économique.....	64
IV-1-2-4-1- Calcul de la HMT pour différents diamètres.....	64
IV-1-2-4-2-Puissance absorbée par la pompe.....	65
IV-1-2-4-3-Energie consommée par la pompe	65
IV-1-2-4-4-Frais d'exploitation	65
IV-1-2-4-5-Frais d'amortissement	65
IV-1-2-4-6-Choix du diamètre	66
IV-1-3-Nombre et choix de la pompe	67
IV-2-4-Dimensionnement du réservoir de distribution	68
IV-3-Dimensionnement du réseau de distribution.....	69
IV-3-1-Implantation des Bornes (Plan de bornage).....	69
IV-3-2--tracé du réseau de distribution	69
Tracé par proximité.....	69
Tracé à 120°	70
Tracé économique	70
VI-2-4- Découpage du périmètre en ilots d'irrigation	71
VI-2-5- Calcul des débits des ilots	72
VI-2-5-1- Choix du type de borne.....	73
VI-2-5-2- Choix de diamètre de la borne	73
VI-2-5-3-Calcul des débits aux bornes	73
VI-2-6-Caractéristiques des conduites du réseau de distribution gravitaire.....	75

Sommaire

VI-2-6-1-Vitesses admissibles	75
VI-2-6-2-Choix du matériau des conduites	75
VI-2-6-3-Caractéristiques des canalisations	75
Conduites en fonte	75
Conduite en acier	75
Conduite en PEHD.....	76
VI-2-6-4-Calcul des diamètres.....	76
VI-2-6-5-Calcul des pertes de charge	76
Conclusion.....	86

Chapitre VII : Dimensionnement du réseau d'irrigation

Goutte à Goutte

Introduction	87
VII-1-Données générales	87
Caractéristique du goutteur	87
VII-2-Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	87
VII-2-1-Influence du taux de couverture du sol	87
VII-2-2-Dose nette (dose pratique).....	88
VII-2-3-Calcul de la dose brute.....	89
VII-2-4-Fréquence des arrosages	89
VII-2-5-Durée d'arrosage par mois	90
VII-3-Calculs hydrauliques	90
VII-3-1-Conditions hydrauliques.....	90
VII-3-2-Le débit	90
VII-3-3-Le nombre de plante par rampe:.....	91
VII-3-4-Nombre de goutteurs par rampe	91
VII-3-5-Le nombre de rampes.....	91
VII-3-6-Le nombre de porte rampe	91
VII-3-7-Débit de la rampe:.....	91
VII-3-8-Débit de la porte rampe:	91
VII-3-9-Débit de la conduite secondaire	91
VII-4-Dimensionnement des différentes parties du réseau :.....	91
VII-4-1-Vérification des pertes de charges	92
VII-4-2-Calculs hydrauliques de la rampe.....	92

Sommaire

VII-4-3-Calculs hydrauliques de la porte rampe	93
VII-4-4-Calcul des diamètres de la conduite secondaire :	93
VII-5-La pression d'eau à la borne de distribution.....	93
Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable.....	94
Conclusion	95

Chapitre VIII Calcul technico-économique

Introduction	96
VIII-1-Différents travaux à entreprendre	96
VIII-1-1- Travaux concernant l'adduction et le réseau distribution	96
VIII-1-1-1-Exécution des tranchées	96
VIII-1-1-2- Pose du lit de sable.....	96
VIII-1-1-3-Pose des conduites.....	96
VIII-1-1-4-Epreuve de joint et de la canalisation	97
VIII-1-1-5- Remblayage des tranchées.....	97
VIII-1-1-6- Nivellement et compactage	97
VIII-2-Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de distribution.....	98
VIII-2-1 Calcul du volume de terrassement	98
A)Largeur du fond de la tranchée.....	98
B) profondeur de la tranchée.....	98
VIII-2-2-Calcul du volume de déblai	99
VIII-2-3-Calcul du volume de lit de sable	99
VIII-2-4-Calcul du volume de remblai.....	100
VIII-2-5-Volumes de station de pompage et du réservoir	101
VIII-3- Estimation de cout total de projet	102
VIII-3-1- Estimation du cout du réseau de distribution.....	102
VIII-3-2-Estimation de cout de pose de canalisation de l'adduction	103
VIII-3-3-Estimation du cout de la station de pompage et du réservoir	103
VIII-4-Devis estimatif de projet	104
VIII-5-devis du réseau d'irrigation par aspersion et localisée	104
Conclusion	105
Conclusion générale	106

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Tableau I-1 : Température moyennes mensuelles (1977 – 2011).....	4
Tableau I-2 : Humidités relatives moyennes mensuelles (1977-2011).....	5
Tableau I-3 : Variation des vitesses du vent (1977– 2011)	6
Tableau I-4 : Evaporation moyennes mensuelles (1989 – 2011).....	6
Tableau I-5 : Valeurs de précipitations et de l'ETP mensuelle de la région d'étude.	7
Tableau I-6: Insolation moyenne journalière (h/j) pour chaque mois.....	8
Tableau I-7 : Classification du climat selon MARTON	9
Tableau I-8: Précipitation (mm) et température moyenne	11

Chapitre II : Ressources en Sol et Eau

Tableau II-1 : La répartition des surfaces selon les catégories d'aptitudes en irrigué.	15
Tableau II-2 : la délimitation des zones a irrigué.	15
Tableau II-3: les travaux de recommandations d'aménagement par type de sols	17
Tableau II-4: Caractéristiques des sols et aptitudes culturales	19
Tableau II-5 : la superficie concernée par l'enquête foncière.....	20
Tableau II-6 : Résultats des données du bassin (ONID).....	23
Tableau II-7 : composition chimique des eaux souterraines.....	25
Tableau II-8: composition chimique des eaux souterraines.....	25
Tableau II-9: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique	26
Tableau II-10: Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	27

Chapitre III: Etude hydrologique

Tableau III-1: Les caractéristiques de La station d'Oum El Bouaghi	30
Tableau III-2 Pluies moyennes mensuelles observées.....	31
Tableau III-3: Test d'homogénéité.	33
Tableau III-4 : Résultats du traitement des données calculé par HYFRAN	34
Tableau III-5 : Ajustement à la loi de Gauss	35
Tableau III-6 : Ajustement à la loi de Galton	35
Tableau III-7 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul	38

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau IV -1: Evapotranspiration de référence (ET _o) de la zone d'étude avec CROPWAT.....	41
Tableau IV -2: Coefficients culturaux	41
Tableau IV-3 : Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures.	42
Tableau IV-4 : Cycle végétatif des cultures.....	43
Tableau IV-5: L'assolement biennal des cultures en plein champ en irriguées.	44
Tableau IV-6:les pluies efficaces pour chaque mois en mm.	45
Tableau IV-7: Besoins en eau d'irrigation de l'Haricot.	46
Tableau IV-8: Besoins en eau du Tomate.....	46
Tableau IV-9: Besoins en eau d'irrigation du Laitue.....	47
Tableau IV-10: Besoins en eau d'irrigation du Blé.	47
Tableau IV-11: Besoins en eau d'irrigation de l'Orge.....	48
Tableau IV-12: Besoins en eau d'irrigation de la Pastèque.....	48
Tableau IV-13: Besoins en eau d'irrigation du Carrote.....	48
Tableau IV-14: Besoins en eau d'irrigation de l'Oignon sec.	49
Tableau IV-15: Besoins en eau d'irrigation du Luzerne.....	49
Tableau IV-16: Besoins en eau d'irrigation de la pomme de terre.	49
Tableau IV-17: Besoins en eau d'irrigation de la Vesce Avoine.....	50
Tableau IV-18: Besoins en eau d'irrigation du piment.....	50
Tableau IV-19 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 1.	51
Tableau IV-20 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 2.	52

Chapitre V : Etude des techniques d'irrigation

Tableau V-1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage	59
--	----

Chapitre VI : Etude du système d'adduction

Tableau VI-1 : Calcul de la HMT pour divers diamètres de la conduite.....	64
Tableau VI-2 : Calcul des frais d'exploitation.....	64
Tableau VI-3 : Variation des frais d'investissement en fonction du diamètre.	66
Tableau VI-4 : Bilan technico-économique des diamètres choisis.....	66

LISTE DES TABLEAUX

Tableau VI-5 : Dimensions du réservoir de stockage projeté.....	69
Tableau VI-6 : Les débits au niveau de chaque ilot.....	72
Tableau VI-7 : Choix du diamètre de la borne.	73
Tableau VI-8 : débit au niveau des bornes et des prises	74
Tableau VI-9: Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon	77
Tableau VI-10: Calcul des diamètres des conduites	78
Tableau VI-11: Résultats de calculs (Altitudes des nœuds, demande, charge totale et pression).....	68
Tableau VI-12: Les résultats de calculs (les débits, les vitesses et les pertes de charge)- epanet-.....	69
Tableau VI-13: Les résultats de calculs par la formule des pertes de charge.	70

Chapitre VII : Dimensionnement du réseau d'irrigation

Goutte à Goutte

Tableau VII-1: Caractéristique de la conduite de la rampe	74
Tableau VII-2 : Caractéristique de la conduite de la porte rampe	75
Tableau VII-3 : Caractéristique de la conduite tertiaire.....	75
Tableau VII-4 : récapitulatif des pressions des trois organes.	76

Chapitre VIII Calcul technico-économique

Tableau VIII-1: calcul du volume de déblai.....	81
Tableau VIII-2: calcul du volume de sable	81
Tableau VIII-3 : Calcul du volume de remblai	82
Tableau VIII-4: les volumes de la station de pompage et du réservoir.....	83
Tableau VIII-5 : Factures pro-forma des pièces du réseau distribution	84
Tableau VIII-6 : Estimation du cout de pose de canalisation de l'adduction.....	85
Tableau VIII-7 Estimation de cout de la station de pompage et du réservoir.	85
Tableau VIII-8: Equipement interne des parcelles d'irrigation localisée	86
Tableau VIII-9: Equipement interne des parcelles d'irrigation aspersion	86

Listes des figures

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Figure I-1 : carte de Localisation du périmètre de Kasr Sbahi (source ONID).	3
Figure I-2 : Températures mensuelles moyennes de la région d'étude durant la période (1977-2011).....	4
Figure I-3 : Humidité relatives moyennes mensuelles durant la période (1977-2011).....	5
Figure I-4 : Vitesses du vent dans la région d'étude durant la période (1977-2011).....	6
Figure I-5 : L'évaporation dans la région d'étude durant la période (1977-2011)	7
Figure I-6 : Évolution de précipitations et d'ETP moyenne.....	8
Figure I-7: diagramme de l'insolation moyenne journalière	9
Figure I-8: Diagramme bioclimatique.	11
Figure I-9: diagramme de Gaussen période	12

Chapitre II : Ressources en Sol et Eau

Figure II-1: Situation géographique du Bassin versant Oued Charef (ONID).....	23
Figure II-2: Diagramme de classification des eaux d'irrigation.	27

Chapitre III: Etude hydrologique

Figure III-1 : ajustement des pluies annuelles à loi de Gauss.....	35
Figure III-2 : ajustement des pluies annuelles à loi de Galton.....	36

Chapitre V : Etude des techniques d'irrigation

Figure V-1 : l'irrigation par aspersion.....	54
Figure V-2 : Système d'irrigation localisée.....	55
Figure V-3:Dilueur d'engrais.....	56
Figure V-4:Filtre à gravier	56
Figure V-5: Goutteur.....	57
Figure V-6 : Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte.	58

Chapitre VII : Dimensionnement du réseau d'irrigation

Goutte à Goutte

Figure VII-1: Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur.	76
---	----

Chapitre VIII Calcul technico-économique

Figure VIII-1 : Schéma d'une tranchée.....	98
--	----

LISTE DES PLANCHES

Planche N°1 : plan de situation de périmètre de kasr Sbahi W.Oum el Bouaghi.

Planche N°2 : schéma du réseau d'irrigation du périmètre de Kasr Sbahi (secteur C - 150ha-) W.Oum el Bouaghi.

Planche N°3 : profil en long de la conduite d'adduction du périmètre de kasr sbahi W.Oum el Bouaghi.

Planche N°4 : plan descriptif de la technique d'irrigation goutte à goutte du périmètre de kasr sbahi W.Oum el Bouaghi.

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est une ressource essentielle dans la vie. Elle fait l'objet d'utilisation très diverse par l'homme. Indispensable dans la production agricole, énergétique et industrielle, fragile et limitée, la ressource en eau est de plus en plus menacée par les conséquences des activités humaines. Le nombre croissant d'utilisateurs nous oblige aujourd'hui à gérer cette ressource de manière intégrée et efficace, dans une perspective de long terme, et ainsi à trouver des solutions innovantes pour répondre à la demande.

S'il est essentiel de concevoir des aménagements techniquement efficaces, économiquement justifiés et recevant l'adhésion des irrigants, toute aussi importante est la nécessité de mettre en place des moyens garantissant le fonctionnement efficace et pérenne des aménagements ainsi réalisés ou réhabilités.

Tout périmètre irrigué, quelque soit sa dimension, son histoire est géré par une organisation ; le périmètre de Kasr Sbahi est géré par l'Office nationale d'irrigation et drainage de la Wilaya d'Oum El Bouaghi.

Le présent mémoire a été établie pour l'étude de l'aire de Kasr Sbahi wilaya d'Oum El Bouaghi situe d'une surface de 150 ha (secteur C) d'une surface totale de 2242 ha à partir du barrage de Foum El Khanga.

La première étape de notre travail, a consisté en une collecte de données sur le site de travail (situation géographique, climat, qualité de l'eau, qualité du sol...), par la suite nous avons abordé le calcul des besoins en eau des cultures de notre zone d'étude ce qui nous permettra de dimensionner notre réseau d'irrigation avec des calculs hydrauliques en tenant compte de l'étude technico-économique.

Chapitre I :
Analyse des conditions
naturelles

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Introduction

Avant tout projet d'irrigation, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du milieu notamment le périmètre irrigué, et les facteurs qui influent sur la conception du projet, qui vont nous permettre de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation du réseau d'irrigation. Le site d'étude est situé dans la wilaya d'Oum El Bouaghi qui est une région à vocation agricole.

I-1- présentation de la zone d'étude

I-1-1-présentation

L'aire de Kasr Sbahi est irriguée à partir d'un barrage existant Foug El Khanga, situé à l'aval du confluent de l'oued Cherf et de l'oued Settara. Le niveau maximum du barrage se situe à la cote 815,0, le niveau minimum étant à la cote 800,0.

Le périmètre de Kasr Sbahi qui est conçu pour les cultures maraîchères, fourragères...etc subit une extension importante de céréales.

Le périmètre de Kasr Sbahi a une superficie de 2242 ha, est constituée de trois (03) zones indépendantes suivantes :

- ✓ Zone A de superficie 71,40 ha dans la limite de Souk Ahras.
- ✓ Zone B de superficie 372,80 ha entre Oum EL Bouaghi et Souk Ahras.
- ✓ Zone C de superficie de 1797,80 ha dans Souk Ahras (zone de Sedrata et Zouabi).

I-1-2-Situation géographique

L'aire de Kasr Sbahi est située à nord-est de l'Algérie, à l'environ de 90 km de la frontière Tunisienne.

La zone de Kasr Sbahi (wilaya d'Oum El Bouaghi) se situe sur la rive gauche de l'oued Settara. Une partie de la zone part de la partie la plus amont de la retenue du barrage de Foug El Khanga, alors que l'autre partie se prolonge à l'Est.

Toute la zone étudiée à une bonne communication avec les villes Oum El Bouaghi et Souk Ahras. La route nationale N80 (Guelma-Kasr Sbahi Ain Beida) et la route nationale N81 (oued Zenati –Kasr Sbahi –Souk Ahras) passent à travers la zone.

Le périmètre est délimitée par :

- ❖ Le nord : la commune d’Ain Soltane wilaya de Souk Ahras.
- ❖ Le nord-ouest : la commune d’Ain Bebouche la wilaya d’Oum El Bouaghi.
- ❖ A l’est : les deux commune de Bir Bouhouche et Zouabi la wilaya de Souk Ahras.
- ❖ A sud-est : la commune de Berriche wilaya d’Oum EL Bouaghi.



Figure I-1 : carte de Localisation du périmètre de Kasr Sbahi (source ONID).

I-2-Conditions climatiques

Les facteurs climatiques nécessaires à notre étude sont recueillis auprès de la station météorologique d'Oum El Bouaghi.

I-2-1-La température de l'aire

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère.

Tableau I-1 : Température moyennes mensuelles (1977 – 2011)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
T _{max}	11,9	13,6	17,1	19,9	25,8	31,6	35,6	34,9	29,2	23,8	17,1	12,3	22,73
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}	6,0	7,05	10,05	12,75	17,85	23,0	26,35	26,0	21,75	16,85	10,9	7,15	15,48

Source : Station météorologique Oum El Bouaghi (ONM) (1977-2011).

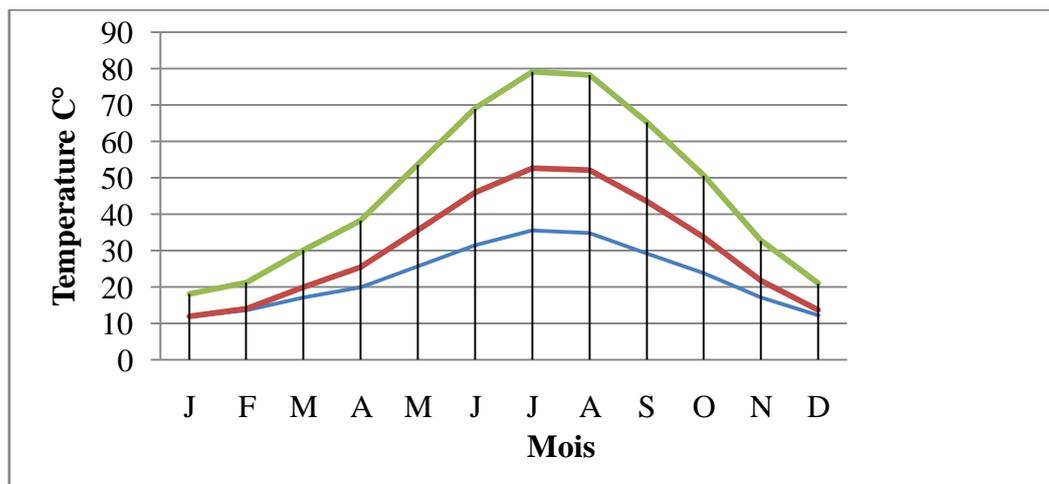


Figure I-2 : Températures mensuelles moyennes de la région d'étude durant la période (1977-2011).

Les températures minimales moyennes annuelles dans le territoire de l'Algérie du Nord varient dans les limites relativement similaires aux limites des températures maximales moyennes et sont comprises entre 6 °C et 16 °C. La moyenne des minimans est observée qu'au mois de janvier, dans les stations implantées à une altitude plus élevée.

I-2-2-Humidité de l'air

L'humidité relative agit sur la densité des populations en provoquant une diminution du nombre d'individus lorsque les conditions hydrométriques sont défavorables sur les organismes. Elle dépend de plusieurs facteurs, de la qualité de l'eau de pluie, du nombre de jours de pluie, de la forme de ces précipitations (orage ou pluie fine) de la température, des vents et de la morphologie de la station considérée.

Les valeurs minimales de l'humidité relatives 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. (ONID, 2010).

Tableau I-2 : Humidités relatives moyennes mensuelles (1977-2011).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Humidité%	74,0	67,0	63,0	60,0	56,0	47,0	39,0	44,0	56,0	61,0	67,0	74,0	59,0

Source : Station météorologique Oum El Bouaghi (ONM)(1977-2011).

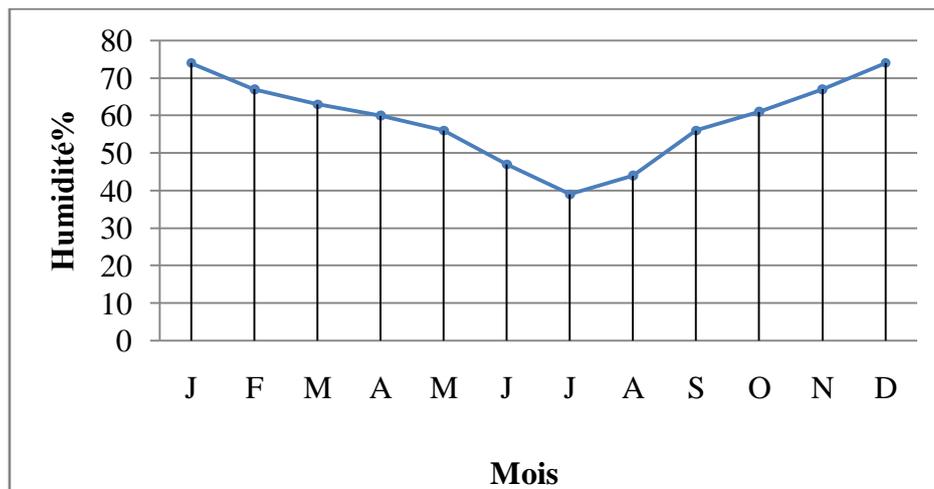


Figure I-3 : Humidité relatives moyennes mensuelles durant la période (1977-2011).

Le mois le plus sec est juillet dont l'humidité relative moyenne est de l'ordre de 39%, les mois les plus humides étant décembre et janvier dont l'humidité relative moyenne varie dans les limites de 74%. Dans la région envisagée, l'humidité relative moyenne mensuelle varie dans les limites de 39-61% au cours de la saison chaude et de 67-74% au cours de la saison froide. Ainsi, le climat y est tempéré humide de novembre à mars, très sec de juin à août et sec tempéré le reste de l'année.

I-2-3-Le vent

Les valeurs de la vitesse du vent enregistrées au niveau de la station d'Oum El Bouaghi entre 1972/1992 sont représentées dans le tableau

Tableau I-3 : Variation des vitesses du vent (1977– 2011)

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

Source : ONID Oum El Bouaghi(1977-2011).

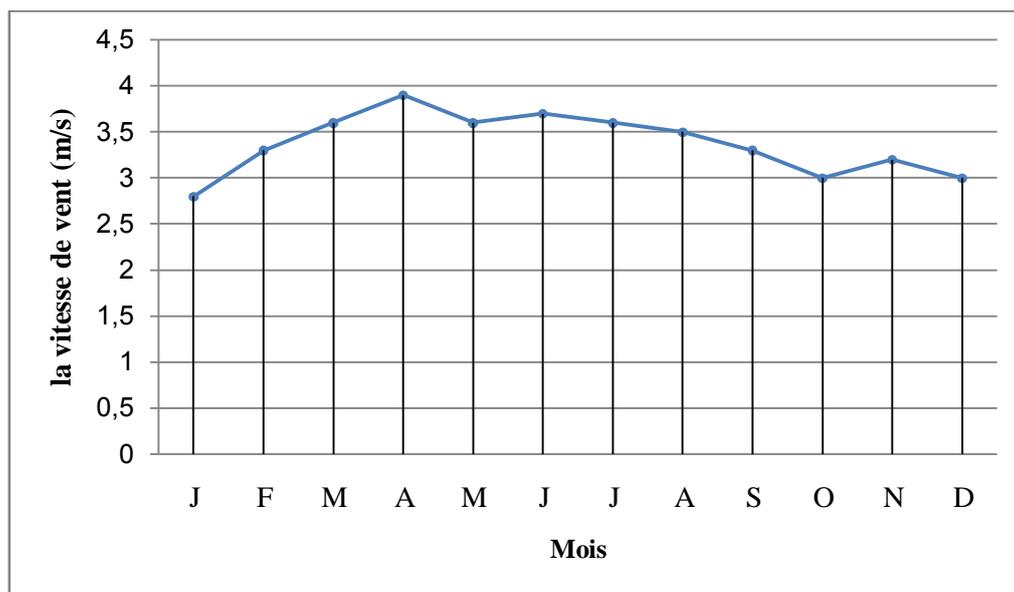


Figure I-4 : Vitesses du vent dans la région d'étude durant la période (1977-2011)

D'après le tableau, On remarque que la vitesse minimale du vent est enregistrée au mois du Novembre, Décembre et Janvier elle est de 2.70 m/s et la vitesse maximale est enregistrée en Juin et atteint 4.8 m/s, et dans des différentes directions.

I-2-4-Evaporation

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

Tableau I-4 : Evaporation moyennes mensuelles (1989 – 2011)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Evaporation (mm)	54,0	72,0	111,0	141,0	188,0	258,0	318,0	294,0	197,0	142,0	91,0	61,0	160,58

Source : Station météorologique Oum El Bouaghi (ONM)(1977-2011).

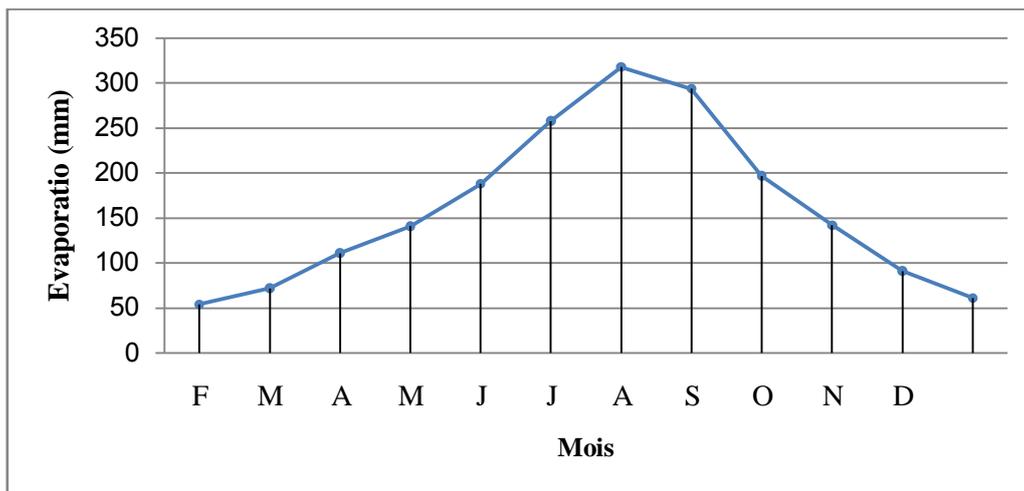


Figure I-5 : L'évaporation dans la région d'étude durant la période (1977-2011)

Le graphe montre qu'il y a une diminution de l'évaporation pendant la période s'étalant entre octobre et février.

I-2-5-l'évapotranspiration (ETP)

L'évaporation représente le processus au cours duquel l'eau se transforme en vapeur. L'ensemble des processus d'évaporation et de transpiration est connu sous le nom d'évapotranspiration. La comparaison de l'évapotranspiration ETP et la pluviométrie P pendant un intervalle de temps donné conduit à caractériser des périodes excédentaires ou déficitaires en pluie

Tableau I-5 : Valeurs de précipitations et de l'ETP mensuelle de la région d'étude.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP (mm)	10,90	14,50	28,30	46,00	88,70	132,00	167,00	150,00	99,10	61,30	26,80	14,90
Précipitation (mm)	34,69	27,48	38,35	40,39	38,72	23,43	9,29	14,93	43,8	28,74	34,89	33,32
P-ETP	23,79	12,98	10,05	-5,61	-50,0	-108,6	-157,7	-135,1	-55,3	-32,6	8,09	18,42

Source : Station météorologique Oum El Bouaghi (ONM)(1977-2011).

On remarque dans cette figure, un déficit élevé entre les valeurs d'ETP et de précipitation pendant la saison sèche, de l'ordre de 32,6mm en mois d'octobre jusqu'à 157,7 mm en mois de juillet. Ces résultats reflètent la nécessité de l'irrigation pendant cette période.

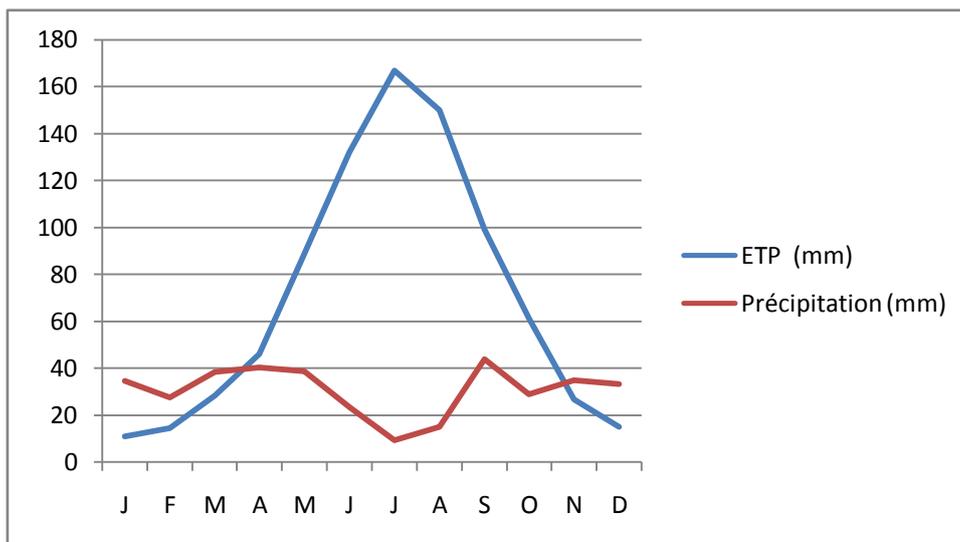


Figure I-6 : Évolution de précipitations et d'ETP moyenne.

I-2-6-L'insolation

L'insolation est un paramètre climatique qui intervient généralement dans le calcul de l'évapotranspiration potentielle. Les valeurs mensuelles moyennes observées sont présentées dans le tableau ci-après :

Tableau I-6: Insolation moyenne journalière (h/j) pour chaque mois.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Heure/jour	5,7	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 Oum El Bouaghi (ONM)(1977-2011).

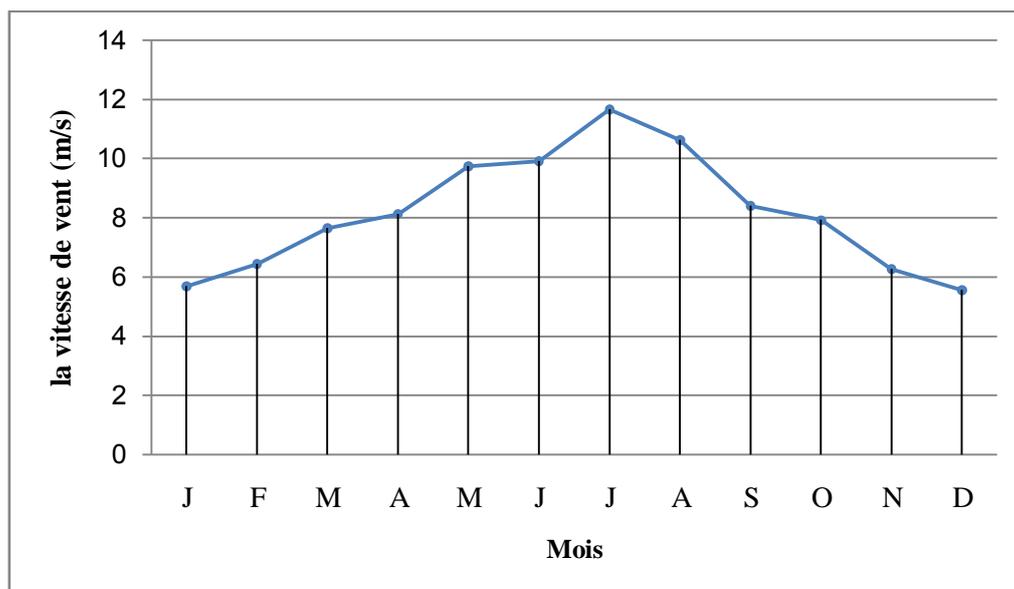


Figure I-7: diagramme de l'insolation moyenne journalière.

I-3- Indices climatiques

I-3-1-Indice d’aridité de MARTON

D’après l’indice d’aridité de MARTON I_A :

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

Avec : P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

T : température moyenne annuelle en (°C)

I_A : indice d’aridité

Tableau I-7 : Classification du climat selon MARTON

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

Pour :

$$P = 345,17 \text{ mm} \quad T = 15,48 \text{ °C}$$

$$I_A = 13,55$$

Selon l’indice d’aridité calculé, on constate d’après la classification ci-dessus, que la région est soumise à climat sec (semi aride) et l’irrigation est souvent indispensable.

I-3-2-Quotient pluviométrique D'Emberger :

Cet indice à pour but de détermination de l'étage bioclimatique. il est déterminé par la formule d'Emberger :

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

Où Q : coefficient pluviométrique d'EMBERGER

P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (en °K)

m : moyenne des minimas du mois le plus froid (en °K)

Pour:

$P = 345,17 \text{ mm}$; $M = 35,6^\circ\text{C} = 308,6\text{k}$; $m = 0,1^\circ\text{C} = 273,1 \text{ k}$.

D'où $Q = 33,43$.

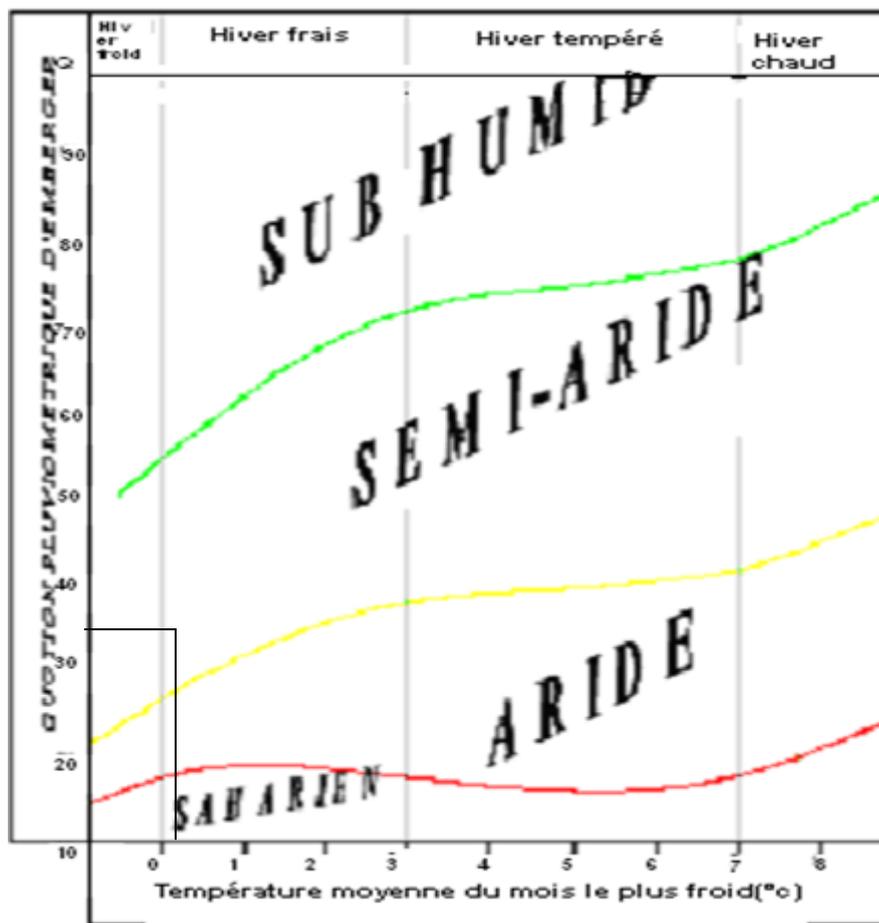


Figure I-8: Diagramme bioclimatique.

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger on peut dire que le climat de notre région est un climat semi-aride.

I-3-3- l'indice de Bagnouls et Gaussen

Il est établi selon la méthode mise au point par GAUSSEN .Ce diagramme nous permettra donc d'évaluer l'intervalle de saisons sèche et humide, et sa position dans le temps, en faisant intervenir la pluviométrie et la température sur un même graphique. (figureI-9)

Les deux courbes se croisent et la surface délimitée mesure l'intensité de la saison sèche et la saison humide, la différence des abscisses nous donne la durée de la saison.

Tableau I-8: Précipitation (mm) et température moyenne.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T _{moy}	6,0	7,05	10,05	12,75	17,85	23,0	26,35	26,0	21,75	16,85	10,9	7,15
Précipitation (mm)	34,69	27,48	38,35	40,39	38,72	23,43	9,29	14,93	43,8	28,74	34,89	33,32

Source : Station météorologique Oum El Bouaghi (1977-2011).

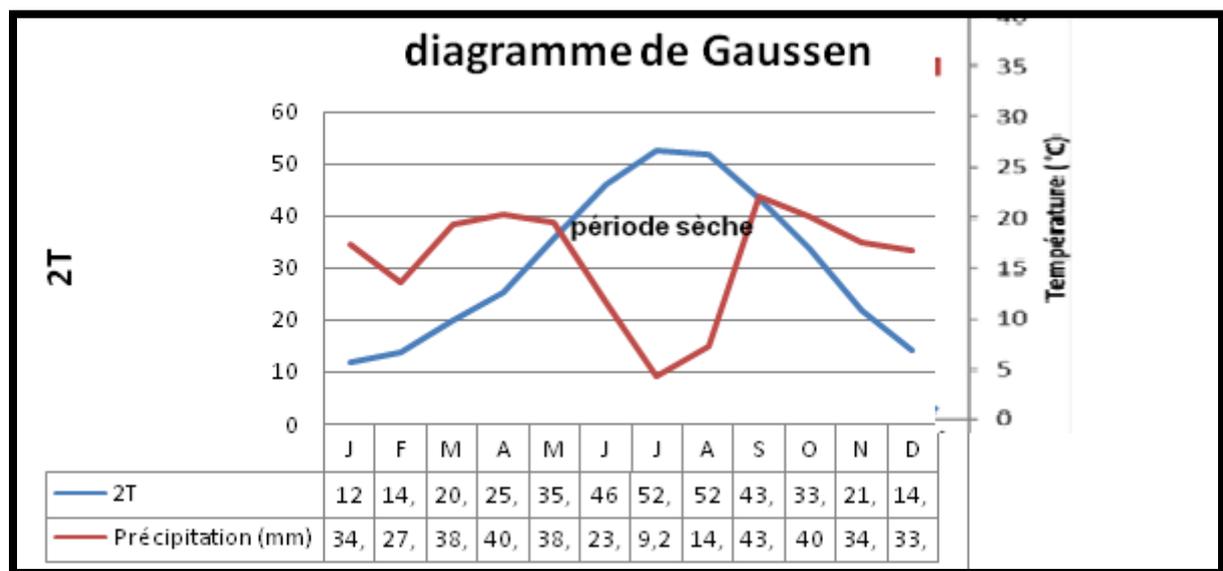


Figure I-9: diagramme de Gaussen période

La saison humide est de sept (8) mois allant du mois d'Octobre jusqu'au mois de mai
 La saison sèche est plus marquée, s'étale sur cinq (4) mois, allant du mois de Juin à septembre.

I-4-La géologie

La feuille de Oum El Bouaghi appartient au domaines des hautes plaines constantinoises et est installée au pied des premières hauteurs du Tell constantinois qui déterminent au nord-ouest le paysage est dominé par la masse du djbel Guérioun. Vers le nord-est, l'horizon s'ouvre largement vers les hautes plaines de Berriche et de Ain Beida. Vers le sud se développent les chotts constantinois.

Trois reliefs isolés accidentent la feuille d'Oum El Bouaghi :

- Au sud-ouest d'Oum El Bouaghi c'est djbel Guellif.
- Au nord de la ville c'est le célèbre djbel Sidi Reghis, desservi par une petite route qui permet en plein été d'accéder à un peu de fraîcheur à 1635 m.
- Au sud de la feuille se dresse la table calcaire du djebel Tarf 1134 m.

Autour de ces reliefs se disposent des zones plates d'environ 780 m de haut et dans celles-ci sont installées la Garaet Guellif et le bord nord de la Garaet et Tarf.

Source : ANRH 2004.

Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons dégagé les principales caractéristiques climatiques de notre région d'étude.

De l'examen des données, il ressort que la région d'étude est déterminée suivant un climat sec avec un régime pluviométrique variable en volume et en répartition dans le temps. L'année est définie par des hivers pluvieux, des printemps généralement humides et des étés secs.

Cette répartition saisonnière des précipitations favorise le développement des plantes hivernales quant aux cultures printanières elles dépendent entièrement de l'irrigation.

L'examen des températures moyennes permet de conclure que le climat est semi aride.

Chapitre II :
Ressources en Sol
et Eau

Chapitre II : Ressources en Sol et Eau

Introduction

Les projets hydro-agricoles sont pour objectifs d'améliorer la sécurité alimentaire et l'accès aux ressources en eau. Ces objectifs ne peuvent être atteints qu'en appliquant une approche de développement basée sur une gestion plus efficace des ressources en eaux et en sol.

La création des grands périmètres d'irrigation a été précédée de longues et savantes études préliminaires avant de procéder à la mise en œuvre, l'Etat aménageur a eu recours aux méthodes les plus sophistiquées pour connaître les ressources en eau et toutes leurs caractéristiques techniques, les ressources en sol et leurs aptitudes culturales, dans le but d'optimiser l'utilisation des sols et de l'eau.

Notre périmètre d'irrigation est réalisé mais non encore fonctionnel. Il s'étend sur les terres irrigables de 3 communes : Sedrata, Bir Bouhouche et Zouabi, il est confié à l'OPI (Office des Périmètres Irrigués). La ressource en eau est assurée par le barrage existant de Fom El khanga (sur oued Cherf).

II-1- Ressources en Sols

L'étude pédologique permet de déterminer le niveau de fertilité des sols et de chercher le moyen ou les méthodes visant à la mettre en valeur pour un accroissement conséquent de la production agricole.

L'étude pédologique permet aussi de connaître les problèmes liés au sol de la région pour donner des solutions.

II-1-1-La classe des sols du périmètre

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 pédologique de la plaine de Sederata et Zouabi (wilaya de Souk Ahras) ENERGOPROJEKT-HIDROINZENJERING, Décembre 2002 ;

- Etude agro-pédologique de la plaine de Ain Bebouche (wilaya de Oum-El Bouaghi), Décembre 1997;

Tableau II-1 : La répartition des surfaces selon les catégories d'aptitudes en irrigué.

Zone	Catégorie (ha)					
	I	II	III	IV	V	total
Ksar Sbahi	411	2.339	-	293	626	3669

Source : ONID Oum El Bouaghi 2002.

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 : la délimitation des zones a irrigué.

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

Source : ONID Oum El Bouaghi 2002.

II-1-2-classification des sols

Le résultat de cette étude des ressources en sol, menée par le bureau d'étude Yougoslave, a précisé des travaux d'aménagement hydro-agricole nécessaires pour chaque catégorie de sols.

Il s'agit des labours profonds et sous solage, d'apport d'amendements organiques, Assainissement de surface dont le but est d'assurer un rendement important et stable d'une large gamme de cultures agricoles.

D'après l'étude pédologique, la zone présente 3 types de sols à savoir :

II-1-2-1- les sols peu évolués

Les sols peu évolués sont des sols jeunes qui se distinguent par une faible altération des minéraux et une faible teneur en matière organique laquelle se superpose généralement au substrat minéral sans former de complexe organo-minéraux .ces sols ont des origines diverses liées au climat, à l'érosion ou encore aux apports extérieurs.

II-1-2-2-les vertisols

le vertisol est un sol riche en argile du type 2/1 c'est-à-dire contenant une couche d'oxyde d'aluminium enserrée par deux couches de tétraèdres de silice. Il s'agit de smectite qui comprend en particulier le type « montmorillonite ». On trouve d'ailleurs, dans la littérature un peu ancienne, le terme « montmorillonite » pour caractériser les argiles des vertisols.

II-1-2-3-les sols calcimagnésiques

Les roches calcaires ou magnésiennes, quand elles libèrent des quantités suffisantes de calcaire actif, sont à l'origine des sols calcimagnésiques, encore appelés sols calcimprphes.

Dans la zone d'étude la majorité des superficies est occupée par des vertisols et des sols peu évolués vertiques caractérisés par une structure fine à très fine, associée a une structure grossière (polyédrique à cubique grossière) notamment dans les horizons supérieures.

Tableau II-3: les travaux de recommandations d'aménagement par type de sols

Classe de sol	Groupe	recommandations
Sols peu évolués	Groupe de sols d'apport Alluvial	- Assainissement de surface. - apport de la matière organique. - labour profond. - sous solage.
	Groupe de sols d'apport colluviale.	- Amendement de surface. - apport de la matière organique. - Labour profond.
Sols calcimagnésiques	Groupe rendzines	- amendement de surface. - apport de la matière organique.
	Groupe de sols brun calcaire	- apport de matières organiques.
Classe des vertisols	Groupe de sols à structure anguleuse sur au moins 15cm et supérieur	- assainissement de surface. - apports de la matière organique. - labour profond. - sous solage.

Source : ONID Oum El Bouaghi 2002.

Le tableau montre les recommandations d'aménagement dans sa globalité d'où la nécessité de localiser ces recommandations au niveau des parcelles.

- Tous les sols ont besoin d'un apport de la matière organique.
- L'amendement est destiné à améliorer la qualité physique du sol, c'est-à-dire sa structure afin qu'elle devienne souple, aérée, plus facile à travailler et surtout plus accueillante pour les racines des plantes. C'est une condition essentielle pour qu'elle pousse correctement, qu'elle soit naturellement en bonne santé et résistent mieux aux maladies et aux ravageurs.

II-1-3- Caractéristiques morphologiques et physico-chimiques

Les principales caractéristiques morphologiques et physico-chimiques de tous les sols qui ont été répertoriés sont les suivantes :

- **La profondeur du profil** : moyen profond et profond.

- **Humidité** : sec en surface et sec à frais en profondeur.

- **Couleur** : brun, brun clair, brun foncé, jaunâtre.

- **Structure** : polyédrique fine, moyennement grossière.

- **Calcaire actif (CaCO₃)** est supérieur à 12% pour la plupart des profils examinés. Il en résulte donc l'élimination de plusieurs arbres fruitiers qui chloroses à des taux inférieurs à 7% même à 12%.

- **Le pH** du sol est situé entre 8 et 8.5.

- La teneur en matière organique n'est pas uniforme et enregistre un manque pour la plus grande partie de la superficie examinée.

-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.

La profondeur, la texture, la structure et le taux du calcaire actif représentent les facteurs limitant les plus importants de la mise en valeur des terres.

-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 supérieure à 80 cm sont favorables et peuvent être favorables pour cultiver toutes les cultures annuelles et pluri-annuelles.

Les sols d'une profondeur de 50 à 80 cm sont favorables et moyennement 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 moyennement favorables pour cultiver les cultures légumières et céréalières tandis que les sols d'une profondeur inférieure à 30 cm sont favorables aux pâturages.

-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 irrigation. 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.

-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 l'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 présente est *Tetraclinis articulata*.

-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

-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.

II-1-4- 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.

Le statut juridique des parcelles et leur surface totale à irriguer sur le périmètre de Ksar Sbahi/ Sedrata sont consignés dans le tableau.

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

Tableau II-5 : la superficie concernée par l'enquête foncière.

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

Source : ONID Oum El Bouaghi 2002.

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 Sbahi.

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.

II-2- Ressources en Eaux

La source principale pour l'alimentation du périmètre en eau provient du barrage Foum El Khanga qui dispose d'un volume de 24.3 hm³. L'eau de ce barrage s'est avéré de bonne qualité pour l'irrigation, d'après ses analyses physico-chimiques.

II-2-1-Barrage de Foum El Khanga

Le bassin versant d'oued Charef est localisé au Nord- Est de l'Algérie. Il fait partie du grand bassin versant de Seybouse et couvre une superficie de 1735 Km², de forme allongée avec un indice de compacité de 1,27 équivalent à un rectangle de longueur de 70,9 Km et de largeur de 24,1 Km. Le bassin versant de l'oued Charef est constitué de deux plaines, la plaine de Sedrata et la plaine de Zouabi ; il est délimité par :

- ✓ au nord : Les crêtes du djebel Ras El Alia.
- ✓ au sud : Les crêtes du djebel : Sidi Rghis, Oum el Djemel, Kef lahmar et El Khaunga.
- ✓ à l'est : Les crêtes des djebels : Terraguelt et Ain Zitoun .
- ✓ à l'ouest : Les crêtes des djebels : Chouga et Chedk et Sellaoua.

Les coordonnées géographiques d'étude sont : (X= 921.5 ;Y= 322.5 ;Z= 962.0)

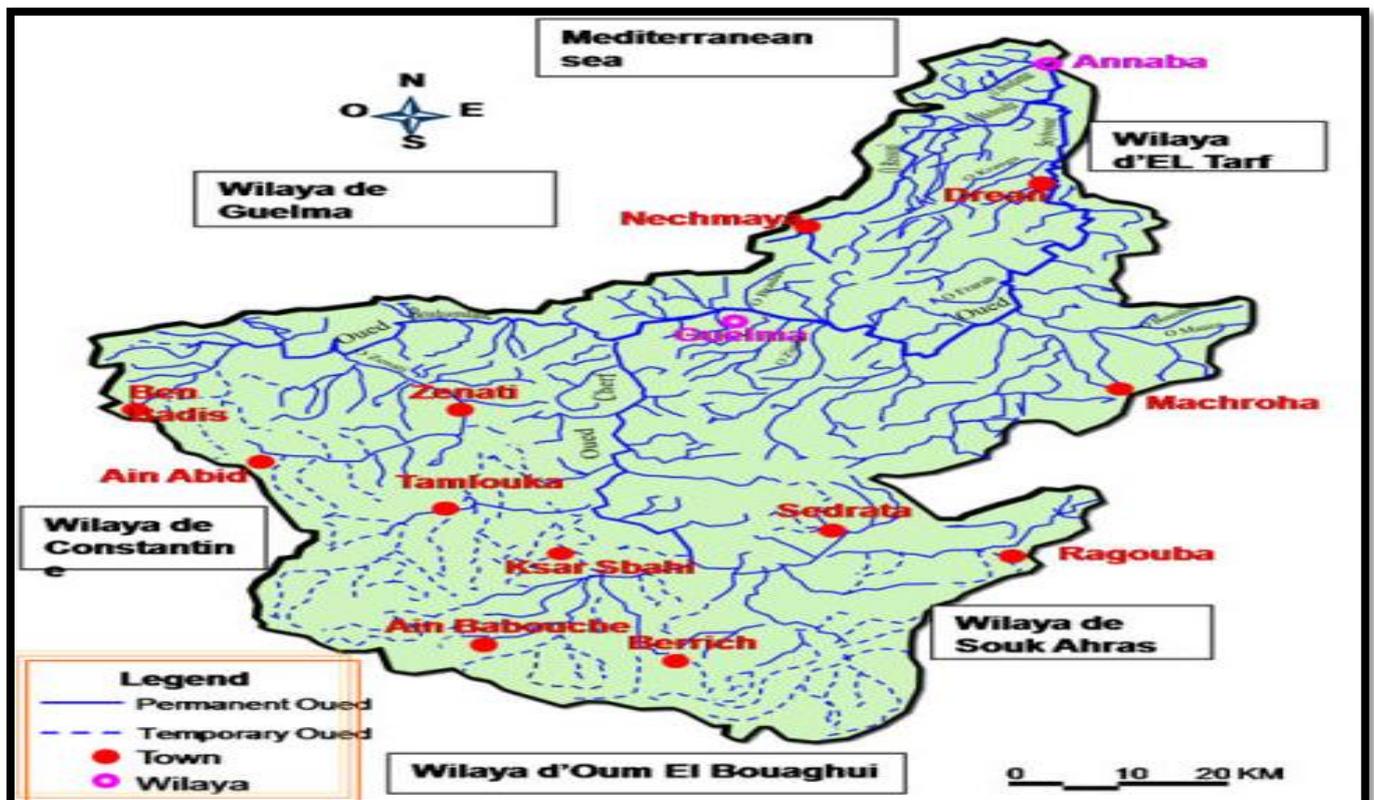


Figure II-1: Situation géographique du Bassin versant Oued Charef (ONID 2002).

II-2-2- La géomorphologie du bassin versant

L'étude morpho-métrique caractérisée par la détermination des paramètres morpho-métriques, dont les calculs sont résumés dans le tableau II-6.

Tableau II-6 : Résultats des données du bassin (ONID2002).

Désignation	unités	valeurs
Superficie du bassin <S>	km ²	1735
Périmètre du bassin versant <P>	km	190
Kc Indice de compacité		1,27
L (longueur équivalent)	km	69.86
I (largeur équivalent)	km	24.83
Ig Indice de pente globale	m/km	9.44
Altitudes caractéristiques		
Hmax	m	1635,00
Hmoy	m	960,00
Hmin	m	705,00
Temps de concentration Tc	H	13.65
Densité de drainage Dd	Km/km ²	0.48

Source : ONID 2002.

II-2-3- Qualité de l'eau d'irrigation

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

II-2-3-1-Qualité de l'eau souterraine

La composition chimique de l'eau dans cette zone d'étude est dans le tableau ci-dessous :

Tableau II-7 : composition chimique des eaux souterraines.

Référence	PH	NH ₄ mg/l	CO ₂ agressif	Matière Organique	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	SO ₄ mg/l	SAR mg/l	CO ₃ mg/l	HCO ₃ mg/l
Puits p-9	8.4	Non dose	Néant	Non dose	116.3	37.94	37.3	229.82	4.25	24	195.23
Puits p-15	8.2	Non dose	Néant	Non dose	117	30.20	39	156.02	4.54	20	210.64

Source : ONID Oum El Bouaghi 2002.

D'après les résultats d'analyse des eaux .on trouve que les eaux souterraines de kasr Sbahi est caractérisée par un SAR moyen de 4.5

II-2-3-2-Qualité des eaux superficielles

Les résultats des analyses de (Allighi et Kadem, 2011) et les analyses de (Addad, 2007).

Tableau II-8: composition chimique des eaux souterraines.

référence	PH	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	SAR mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l
Addad-2007	8.12	370	60	32	2.18	90-490	400
Allighi-2011	8.8	178	77	25	2.21	350	1000

Source : univ Oum El Bouaghi,Résultats des analyses Allighi et Kadem, 2011 , Addad, 2007

II-2-4-Les limites admissibles

La classification des eaux suivant la qualité chimique a été établi selon le diagramme de classification des eaux d'irrigation, en fonction de deux paramètres, celui de la conductivité électrique CE, et le rapport d'absorption du Sodium SAR

II-2-4-1- La conductivité électrique

La présence des ions confère à l'eau une certaine conductivité c'est à dire une certaine aptitude à conduire le courant électrique, on en conclue que plus la concentration des sels dissout est plus élevée plus la conductivité est grande, elle est mesurée à 25 °C et exprimée en mmhos/cm.

On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique :

Tableau II-9: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux
C ₁	CE ≤ 0,25	Eau de risque faible
C ₂	0,25 < CE ≤ 0,75	Eau de risque moyen
C ₃	0,75 < CE ≤ 2,25	Eau de risque élevée
C ₄	CE > 2,25	Eau de risque très élevée

Remarque :

- C₁ : convient pour toutes les cultures
- C₂ : convient pour les plantes moyennement tolérantes.
- C₃ : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes
- C₄ : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

Les eaux de l'oued Cherf présentent une valeur faible de conductivité à la période des hautes eaux (ne dépasse pas les 700µS/cm) met en évidence un pic de conductivité de 1500µS/cm à la période des basses eaux ceci est due respectivement aux apports pluvieux (la dissolution) et à la précipitation des sels.

II-2-4-2-Le SAR (Sodium Absorption Ration)

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

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

D'où SAR=2.2

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

Tableau II-10: Classification des eaux en fonction du S.A.R.

Classe	S.A.R.	Danger d'alcalinisation
S ₁	$SAR \leq 10$	Risque faible
S ₂	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S ₃	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S ₄	$SAR > 26$	Risque très élevé

On réfère au diagramme de classification des eaux d'irrigation (Figure II.2), on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité faible avec un degré d'alcalinité faible (C2, S1), se qui montre la bonne qualité de ces eaux.

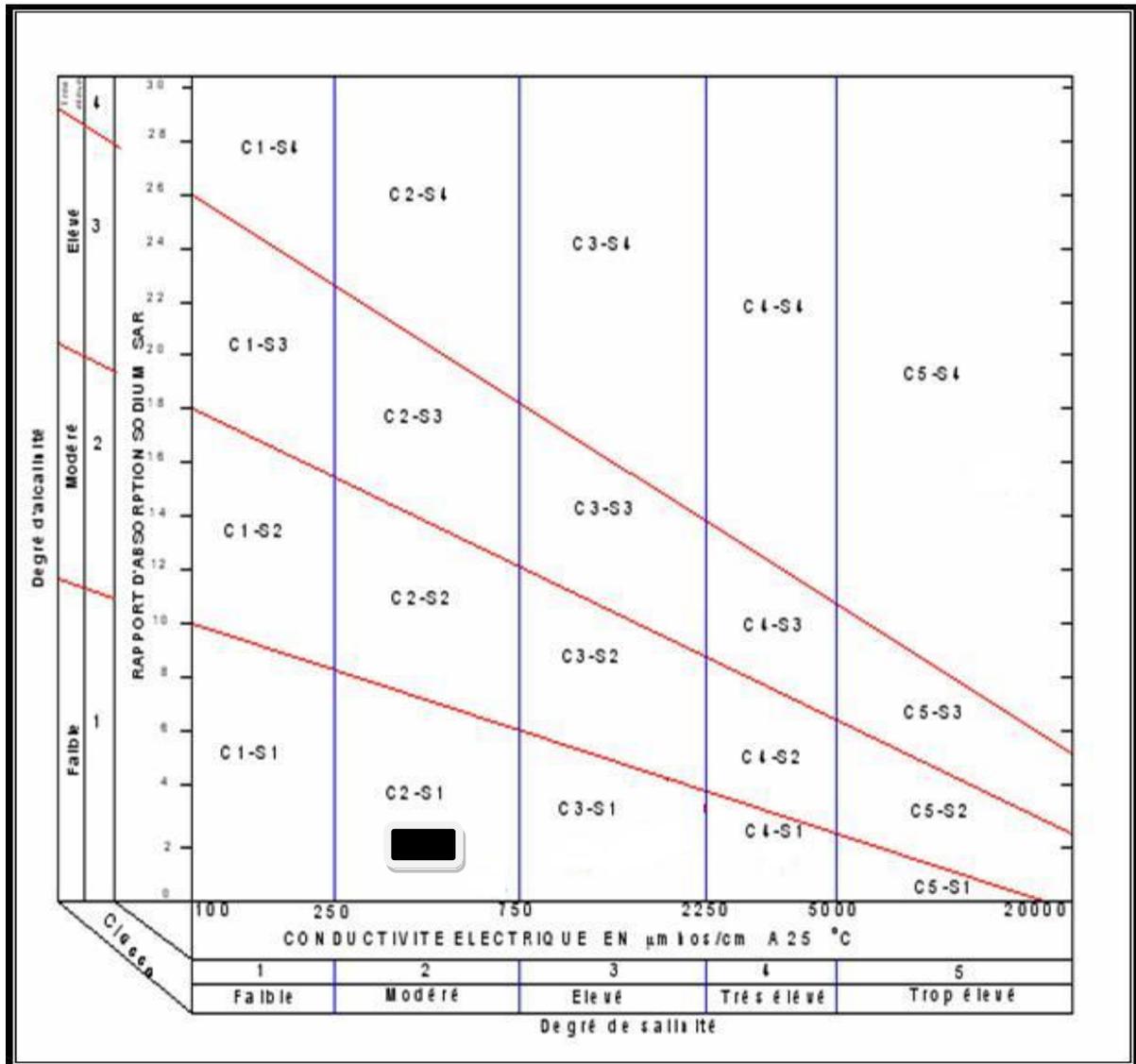


Figure II-2: Diagramme de classification des eaux d'irrigation.

II-2-5-L'évolution des éléments chimiques dans les eaux de l'oued Cherf :

II-2-5-1-La Température (T)

La Température joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique, bactérienne et de l'évaporation des eaux. Elle varie en fonction de la température extérieure (l'air), des saisons, de la nature géologique et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol. Dans notre cas, on remarque que la température des eaux de l'oued Cherf a une relation avec celle de l'air (22°C au moi d'Août et 15°C au moi de Mars).

II-2-5-2-Le Potentiel d'Hydrogène (PH)

C'est un paramètre qui détermine l'acidité ou l'alcalinité d'une eau ainsi que l'état d'équilibre des éléments chimiques dans les diagrammes Eh-pH (Eh : Potentiel d'oxydoréduction).

Les résultats des PH des eaux de l'oued Cherf montrent une variation non significative avec une valeur de 7,4 au moi de Mars (période des hautes eaux) et 8,3 au moi d'Août (période des basses eaux) donc les eaux de l'oued Cherf tant vers la neutralité.

II-2-5-3- La dureté (Ca^{+2} et Mg^{+2})

La dissolution des ions de Ca^{+2} et celle des Mg^{+2} résulte principalement lors du ruissellement et lessivage des calcaires et des dolomies par les eaux de pluies à la provenance du gaz carbonique (TARDAT et BEURDRY ,1984). Les analyses régulières des ions de Ca^{++} et des Mg^{++} des eaux de l'oued Cherf montrent que les concentration sont moyennes (ne dépassent pas les normes pour les deux périodes).

II-2-5-4-Les chlorures et les sulfates (Cl^- et SO_4^{-2})

Au moi de Mai, les teneurs des chlorures et des sulfates sont très élevées (205mg/l et 12mg/l) respectivement, cette élévation est due à la géologie des terrains (lessivage du gypse et des argiles), contamination agricole (pesticides), rejets domestiques. Au moi d'Août, une légère diminution s'était produite.

II-2-5-5-Les phosphates (PO_4^{-3})

La présence des phosphates dans l'eau à forte teneur, favorise le développement des algues qui conduise à l'eutrophisation du milieu aquatique et donne à l'eau une couleur verte ou brune (RODIER ,1966 et POTELON et ZYSMAN ,1994). Pour notre cas, les valeurs des phosphates sont inférieures à celles indiquées par l'organisation mondiale de la santé (OMS).

II-2-5-6-Le sodium et le potassium (Na^+ et K^+)

L'origine de sodium est liée principalement à la dissolution des formations salifères et évaporitiques. Le potassium provient de l'altération des formations silicatées (gneiss, schiste), des argiles L'origine de ces éléments est liée principalement à la dissolution des formations salifères potassiques et de la dissolution des engrais chimiques (NPK). Pour notre cas, la concentration en sodium est plus élevée à la période des hautes eaux (lessivages des évaporites) par rapport à celle du potassium, puis elle diminue à la période des basses eaux (diminution du stocke d'eau).

Conclusion

Le présent chapitre avait pour but de définir les ressources en eaux disponibles dans la zone d'étude.

Les évaluations effectuées dans ce cadre ont montré que le barrage Foum El Khanga (Souk Ahras) est la seule source d'irrigation de notre périmètre.

La faible salinité ainsi le faible degré d'alcalinité de l'eau du Foum El Khanga (Souk Ahras) nous montre que cette eau est de bonne qualité, donc elle est utilisable dans les conditions normales pour l'irrigation.

Chapitre III:

Etude hydrologique

Chapitre III: Etude hydrologique

Introduction

Dans ce chapitre nous allons étudier de près le bilan hydrique qui régné dans notre secteur d'étude en commençant premièrement par l'hydrologie qui a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donné ,qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, l'étude porte sur : la détermination de l'année de calcul, l'homogénéisation des séries pluviométriques ,et l'étude fréquentielle des séries pluviométrique par des lois statistiques pour faire ressortir les pluie efficace pour calcule le bilan hydrique.

Il viendra par la suite, l'étude du régime d'irrigation, ou nous pouvons évaluer quantitativement les besoin en eau des cultures.

III -1-Choix de la station pluviométrique

La station la plus représentative de notre zone d'étude est la station de ksar sbahi qui est la plus proche de la zone d'étude.

La synthèse climatique a été faite sur une durée de 35 ans (1977 - 2011), pour tous les paramètres climatiques (température, humidité, précipitation, insolation, vitesse du vent, évaporation et évapotranspiration).

Tableau III-1: Les caractéristiques de La station d'Oum El Bouaghi

Nom de la station	Code	Coordonnées en lambert		Coordonnées en degrés		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années observées
		X (Km)	Y (Km)	Longitude	Latitude			
ksar sbahi	14.01.04	910,625	311,105	07°14'46''E	36°4'8''N	866	1974-2002	37

Source :ANRH (1977-2011).

Les observations de pluies annuelles sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau III-2 Pluies moyennes mensuelles observées

Année	Sep	Oct	nov	déc	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juil	aout	Année
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
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
1979	4,5	1,9	65,4	4,5	10,6	9,4	29	32,2	12,6	7	7	12	196,1
1980	16,7	46,5	4,5	3,9	37	39,1	19,7	71	13,7	24,3	8,3	8,3	293
1981	26	31,2	20	3,6	15,6	39,6	57,9	38	54,8	6,7	0,1	12,8	306,3
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
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
1984	64,8	43,5	117,5	21	1,5	20	25	6	7,7	18,1	0,5	10,4	336
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
1986	4,9	80,9	6,7	47,9	55,4	16,9	100,3	17	82,2	0,1	0	0	412,3
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
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
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
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
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
1992	44,2	8	42,1	42,2	5	30,4	103,2	50,8	63,8	28	40,4	4,6	462,7
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
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
1995	4,8	4,6	22,6	39,3	16,4	25,9	37,5	16,5	14,5	0	1,8	1,9	185,83
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
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
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
1999	137,2	33,9	93,4	52,5	14	11,7	13	58,6	31,1	14,2	0	16,6	476,2
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
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
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
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
2004	3	22,9	70	35	89,1	19,6	22,8	112,6	32,7	42,1	8,1	18,1	476
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
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
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
2008	44	5	26	35,7	18,8	16,6	54,6	35,2	14	5,1	1,3	9,1	265,4
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
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
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
moyenne	43,8	28,74	34,89	33,32	34,69	27,48	38,35	40,39	38,72	23,43	9,29	14,93	345,17

Source : ANRH(1977-2011).

D'après les données enregistrées dans ce tableau pendant la période 1977 –2011, On remarque 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 août, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver

III-2-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 suivant:

- On divise la série complète en deux sous séries : X et Y tel que : N_1 et N_2

Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_1 > N_2$

- On constitue par la suite, la série X union Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous série appartient elle.

Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95% (Touaibia, 2004), si la relation ci-dessous est vérifiée.

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

Avec :

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

W_x : Somme des rangs de sous-séries.

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

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

Les résultats du test de Wilcoxon sont détaillés comme suit :

Tableau III-3: Test d'homogénéité.

rang	Série d'origine	Série X (mm)	Série Y (mm)	TRI (mm)	X union Y
1	488,9	488,9	383,4	603,8	Y
2	424,7	424,7	317,7	550,6	Y
3	196,1	196,1	185,83	510,5	Y
4	293	293	352	499,2	X
5	306,3	306,3	510,5	488,9	X
6	337,4	337,4	191,8	476,2	Y
7	378,4	378,4	476,2	476	Y
8	336	336	242,9	462,7	X
9	307,7	307,7	306,8	462,3	Y
10	412,3	412,3	269,4	456,3	Y
11	435,8	435,8	254,7	435,8	X
12	338,8	338,8	476	435,8	Y
13	238,1	238,1	603,8	432,1	X
14	432,1	432,1	456,3	424,7	X
15	499,2	499,2	435,8	412,3	X
16	462,7	462,7	265,4	383,4	Y
17	383,4		375,7	378,4	X
18	317,7		550,6	375,7	Y
19	185,83		462,3	352	Y
20	352			338,8	X
21	510,5			337,4	X
22	191,8			336	X
23	476,2			317,7	Y
24	242,9			307,7	X
25	306,8			306,8	Y
26	269,4			306,3	X
27	254,7			293	X
28	476			269,4	Y
29	603,8			265,4	Y
30	456,3			254,7	Y
31	435,8			242,9	Y
32	265,4			238,1	X
33	375,7			196,1	X
34	550,6			191,8	Y
35	462,3			185,8	Y

A la fin des calculs on obtient : $W_x = 292$, $W_{\min} = 228.81$, $W_{\max} = 347.19$

Donc : $228.81 < W_x < 347.19$

D'après les calculs on voit que La condition de Wilcoxon($W_{min} < W_x < W_{max}$) est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle est homogène.

III-3-Ajustement statistique des pluies :

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

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

III-3-1-Traitement des données

la simulation des apports annuels avec le logiciel HYFRAN nous donne les résultats suivants :

Tableau N°III-4 : Résultats du traitement des données calculé par HYFRAN

Nombre d'observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type	Médiane	Cv	Cs	Ck
35	185.8	603.8	371.56	107.151	375.70	0.288	0.062	2.0697

III-3-2- Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

L'ajustement des séries par la loi normale ou loi de Gauss s'adapte bien avec les pluies moyennes annuelles. En effet sa fonction de répartition est de la forme :

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{u-\mu}{\sigma}} \text{Exp}\left(-\frac{1}{2x^2}\right) dx$$

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de kasr Sbahi (Oum El Bouaghi) est regroupé dans le tableau.III.5 et la figure III.1.

Tableau N°III-5 : Ajustement à la loi de Gauss

T=1/q	Q	Xt	écart type	intervalle de confiance (95%)
100	0.99	620.88	35.24	551.70-689.97
50	0.98	591.67	32.26	528.43-654.90
20	0.95	547.85	28.02	492.92-602.77
10	0.90	508.90	24.61	460.66-557.13
5	0.8	461.72	21.16	420.25-503.20
2	0.5	371.56	18.11	336.06-407.07
1.25	0.2	281.40	21.16	239.92-322.87

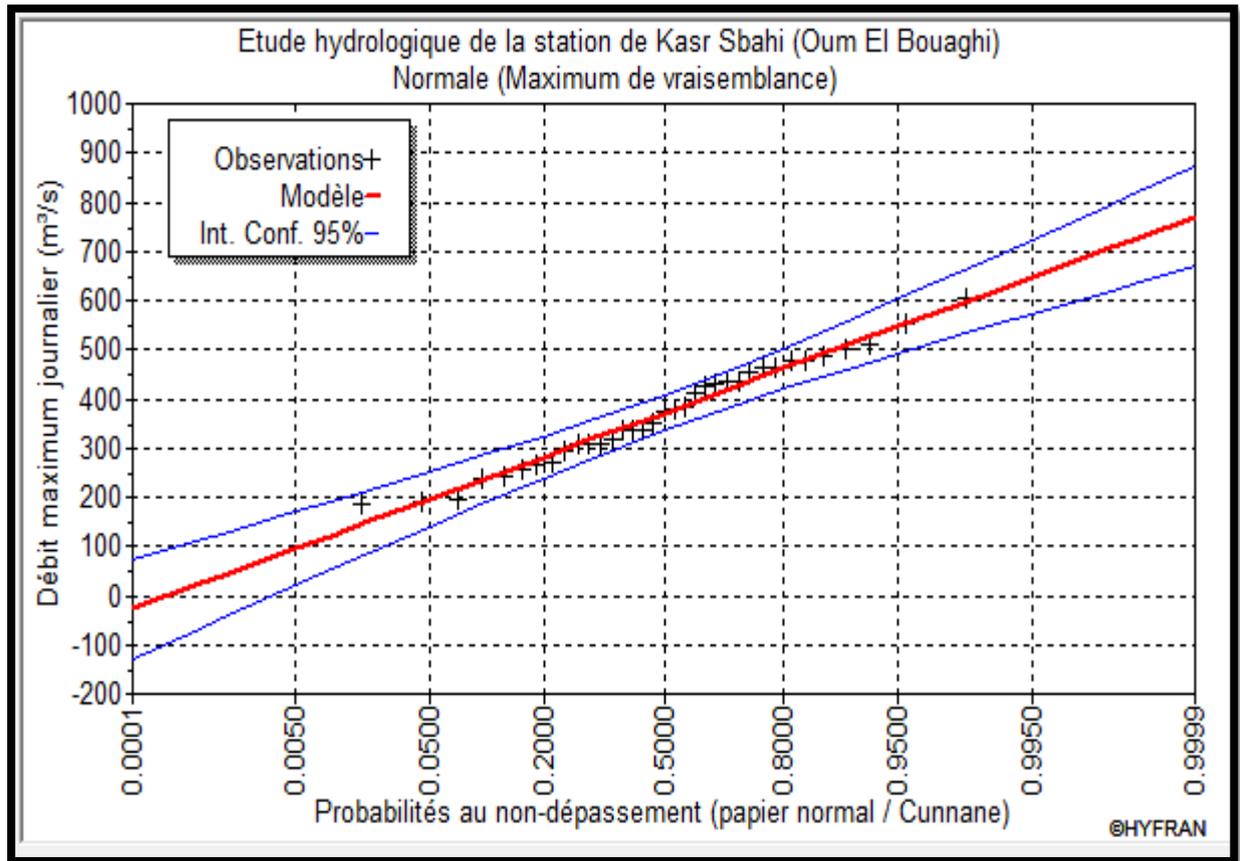


Figure III-1 : ajustement des pluies annuelles à loi de Gauss

III-3-3- Ajustement a la loi log-normale ou Galton :

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de Kasr Sbahi (Oum El Bouaghi) sont regroupés dans le tableau III.6, et la figure III.2.

Tableau N°III-6 : Ajustement à la loi de Galton

T=1/q	Q	Xt	écart type	intervalle de confiance (95%)
100	0.99	729.02	73.98	583.99-874.05
50	0.98	670.21	62.25	548.18-792.25
20	0.95	590.76	47.66	497.33-684.20
10	0.90	528.03	37.41	454.75-601.44
5	0.8	461.02	28.08	405.96-516.07
2	0.5	355.60	18.54	319.25-391.96
1.25	0.2	274.30	16.71	241.54-307.05

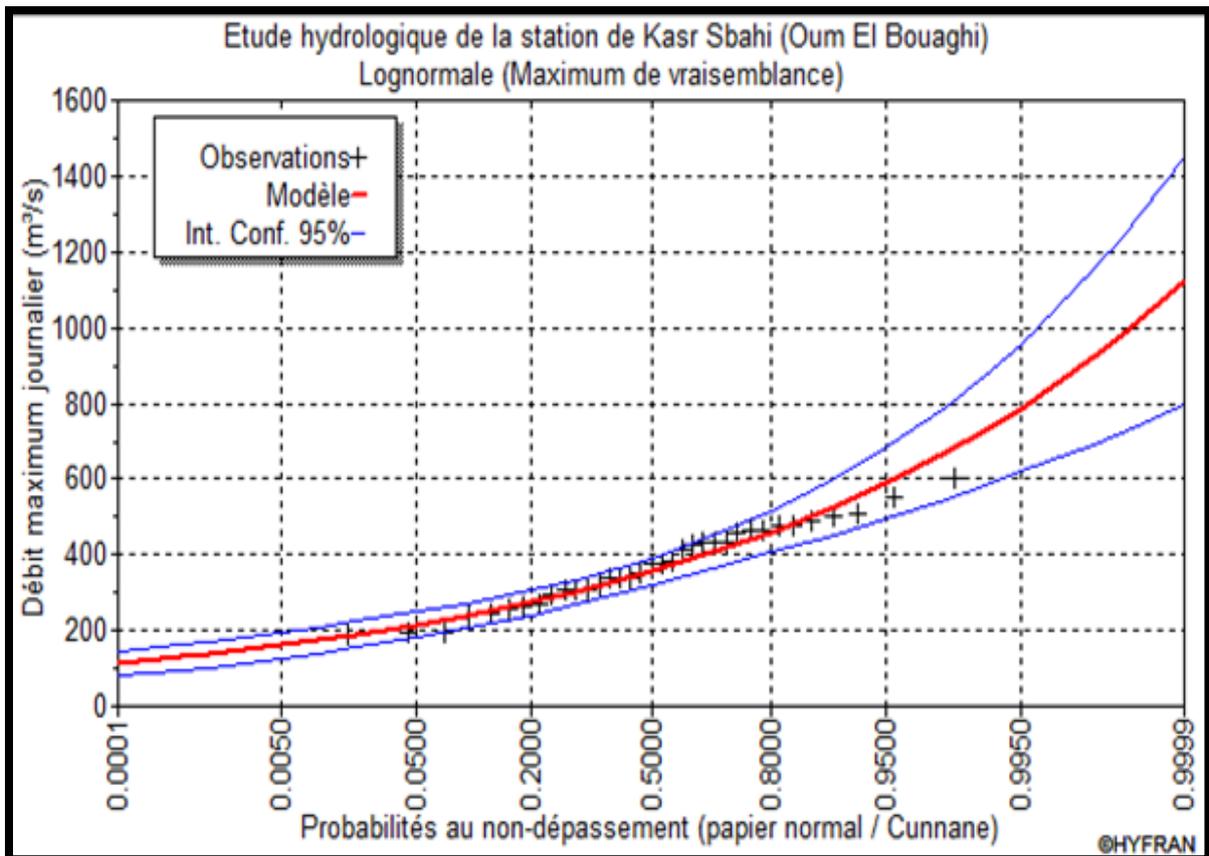


Figure III-2 : ajustement des pluies annuelles à loi de Galton.

III-3-4- Test de validité d'un ajustement :

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

III-3-4-1-Test d'adéquation : Loi Normale

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

$$\chi^2_{\text{calculé}}=3.17 \quad \gamma=5$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}}=11.07$$

$\chi^2_{\text{calculé}}=3.17 < \chi^2_{\text{théorique}}=11.07$ Donc l'ajustement est à considérer.

III-3-4- 2-Test d'adéquation : Loi log-Normale

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

$$\chi^2_{calculé}=3.17 \quad \gamma=5$$

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

$$\chi^2_{théorique}=11.07$$

$\chi^2_{calculé}=3.17 < \chi^2_{théorique}=11.07$ Donc l'ajustement est à considérer.

D'après le test de Khi carré, la condition de validité d'ajustement est vérifier donc la série des précipitations moyennes annuelle de la Station de Kasr Sbahi est ajustable avec les deux lois à seuil de $(1-\alpha)$ avec $\alpha=0.05$. Mais la loi log-Normal s'ajuste mieux aux pluies annuelles par rapport à la loi normale, et on a aussi d'après les Figure III-1 et III-2 ; montrent que la loi de Log-Normale présente une Adéquation meilleure que la loi Normale parce que la majorité des points sont dans l'intervalle de confiance.

III-4-détermination de l'année de calcul

Lorsque la loi Normal s'ajuste mieux aux pluies annuelles par rapport à la loi log-normale, alors nous retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région .l'estimation sera pour l'année sèche de fréquence 80% ; on utilise la formule suivante :

$$P_{moy80\% \text{ dechaquemois}} = P_{moy \text{ de chaque mois}} \cdot \frac{P_{théorique (80\%) \text{ annuelle}}}{P_{théorique(50\%) \text{ annuelle}}}$$

$$P_{théorique (80\%) \text{ annuelle}} = 274.30 \text{ mm} \quad ; \quad P_{théorique(50\%) \text{ annuelle}} = 355.60 \text{ mm.}$$

Donc les valeurs de $P_{i,sec 80\%}$ devient comme suit :

Tableau N°III-7 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Précipitation (mm)/mois	34,69	27,48	38,35	40,39	38,72	23,43	9,29	14,93	43,8	28,74	34,89	33,32
$P_{moy 80\%}$ (mm)	26,71	21,16	29,53	31,10	29,81	18,04	7,15	11,50	33,73	22,13	26,87	25,66

Conclusion

D'après l'étude hydrologique des séries des pluies moyennes annuelles, le test de Khi carré a montré que le meilleur ajustement est la loi log-normale. Ce qui nous a conduits à prendre en considération cette loi pour l'estimation des pluies servant au dimensionnement d'un réseau d'irrigation

Chapitre IV :
Calcul des besoins en eau
des cultures

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Introduction

L'objectif de ce chapitre est d'estimer les besoins en eau des cultures en se basant sur les données hydro-climatiques enregistrés au niveau de la station de Kasr Sbahi (Oum El Bouaghi) , avec une analyse comparative et statistique des résultats des paramètres morphologiques mesurés pendant la croissance des cultures jusqu'à la récolte, qui nous permettra de choisir la méthode adéquate pour l'obtention d'un meilleur rendement des cultures parce que l'utilisation des formules empiriques non adéquates peut surestimer ou sous-estimer les besoins en eau des cultures .

IV-1-Les besoins en eau d'une culture

Les besoins en eau des cultures est définis comme étant la quantité d'eau nécessaire pour couvrir les pertes en eau par évapotranspiration d'une culture saine, cultivée en grande parcelle, sans contraintes du sol (fertilité et humidité), et réalisant son potentiel de production sous les conditions considérées. Cette définition correspond à l'évapotranspiration maximale d'une culture (ETM) qui dépend de la demande climatique ou de l'évapotranspiration de référence (ET0) et du coefficient cultural (K c).

IV-1-1-L'évapotranspiration potentielle (ET0)

L'évapotranspiration potentielle (ET0) est définie comme étant l'ensemble des pertes en eau d'une culture de référence (gazon) couvrant totalement le terrain, ayant une hauteur uniforme de quelques centimètres, à son stade de développement végétatif maximal et suffisamment pourvue en eau.

Dans ces conditions, l'évaporation de référence dépend essentiellement de facteurs climatiques, d'où la désignation parfois adoptée d'évaporation climatique.

De nombreuses formules de calcul de l'évapotranspiration de référence dont les principales sont :

❖ Formule de Blaney-Criddle

$$ET_0 = (8.13 + 0.46t) p$$

ET₀ : évapotranspiration de référence, en mm/mois

t : température moyenne mensuelle, en °C

p : pourcentage d'éclairement, f (latitude)

❖ Formule de Turc

$$ET_0 = 0.4(R_s + 50)(t/t + 15)$$

R_s : radiation globale, en cal/cm² j ; Si R_s n'est pas connu:

$$R_s = R_a(0.18 + 0.62(n/N))$$

R_a : rayonnement extra-terrestre, en cal/cm² j

N : durée astronomique possible d'insolation (h/mois)

n : durée d'insolation effective (h/mois)

R_a et N : fonction de la latitude du lieu uniquement

❖ Formule de Penman

$$ET_0 = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (R_n - G) + \left(1 - \frac{\Delta}{\Delta + \gamma}\right) (e_s - e_a) f(U_2)$$

ET₀ : évapotranspiration de référence (mm.j-1)

Δ : pente de la courbe de pression de vapeur, à la température moyenne de l'air (mbar.°C-1)

R_n : rayonnement net, exprimé en évaporation équivalente (mm.j-1)

G : flux de chaleur dans le sol (mm.j-1); souvent négligé

γ : constante psychrométrique (0.66 mbar.°C-1)

e_s : pression de vapeur saturante à la température moyenne de l'air (mbar)

e_a : pression de vapeur dans l'air, à 2 m de hauteur (mbar)

Pour une zone cultivée, dans nos régions:

$$f(U_2) = 0.26 (1 + 0.54 U_2)$$

U₂ : vitesse moyenne du vent à 2 m de hauteur (m.s-1).

IV-1-2-L'évapotranspiration maximale ou de culture (ETM)

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

L'évapotranspiration maximale d'une culture est donnée par l'expression : $ETM = K_C \times ET_0$

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT8 fondé sur la méthode de Penman & Monteith modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue à Rome en mai 1990.

Tableau IV -1: Evapotranspiration de référence (ET_o) de la zone d'étude avec CROPWAT.

Country	Algérie		Station	kasr sbahi				
Altitude	866	m.	Latitude	36.40	°N	Longitude	7.14	°E
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sunshine	Radiation	ET _o	
	°C	°C	%	m/s	hours	MJ/m ² /day	mm/day	
January	0.1	11.9	74	2.8	5.7	9.3	1.52	
February	0.5	13.6	67	3.3	6.5	12.3	2.28	
March	3.0	17.1	63	3.6	7.7	16.6	3.34	
April	5.6	19.9	60	3.9	8.1	20.1	4.37	
May	9.9	25.8	56	3.6	9.8	23.9	5.87	
June	14.4	31.6	47	3.7	9.9	24.7	7.50	
July	17.1	35.6	39	3.6	11.7	27.0	8.73	
August	17.3	34.9	44	3.5	10.6	24.1	7.80	
September	14.3	29.2	56	3.3	8.4	18.6	5.35	
October	9.9	23.8	61	3.0	7.9	14.8	3.63	
November	4.7	17.1	67	3.2	6.3	10.4	2.28	
December	1.5	12.3	74	3.0	5.6	8.6	1.47	
Average	8.2	22.7	59	3.4	8.2	17.5	4.51	

IV-1-3- Les Coefficients culturaux (K_c)

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

Les coefficients culturaux des cultures de notre périmètre sont détaillés comme suit :

Tableau IV -2: Coefficients culturaux

culture	haricot	tomate	laitue	blé	orge	pastèque	carotte	O.S	luzerne	P.T	V.A	piment
J	0,7	0	0	0,45	0,55	0	0	1	0,58	0	1,1	0
F	0	0	0	0,55	0,9	0	0	1,05	0,65	0	1,2	0
M	0	0,5	0	0,6	1,05	0	0	1,05	0,8	0,75	1	0
A	0	0,9	0	1,05	1,1	0	0	1,05	0,95	1,1	0	0,6
M	0	1,05	0	1,1	0,6	0	0	1	0,95	1,2	0	0,8
J	0	1,15	0	0,6	0	0,6	0	0,85	0,98	0,7	0	1,05
J	0	0,7	0	0	0	0,7	0	0	1,05	0	0	1
A	0	0	0,8	0	0	0,65	0	0	1,1	0	0	0,9
S	0,8	0	1	0	0	0,85	0,8	0	1,15	0	0,6	0
O	1,1	0	0,9	0	0	0	1	0	0,4	0	0,9	0
N	0,95	0	0	0,3	0,3	0	1,1	0	0,4	0	1	0
D	0,95	0	0	0,35	0,4	0	0,75	0	0,45	0	1,1	0

IV-1- 4-Les profondeurs d'enracinement

Tableau IV-3 : Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures.

culture	haricot	tomate	laitue	blé	orge	pastèque	carotte	O.S	luzerne	P.T	V.A	piment
J	0,3	0	0	0,4	0,4	0	0	0,3	0,5	0	0,8	0
F	0	0	0	0,5	0,55	0	0	0,3	0,7	0	1	0
M	0	0,4	0	0,6	0,6	0	0	0,4	0,7	0,1	1	0
A	0	0,8	0	0,6	0,7	0	0	0,5	0,7	0,2	0	0,4
M	0	0,9	0	0,7	0,7	0	0	0,6	0,8	0,3	0	0,5
J	0	1,2	0	0,7	0	0,2	0	0,6	0,9	0,35	0	0,7
J	0	1,2	0	0	0	0,25	0	0	1	0	0	0,7
A	0	0	0,1	0	0	0,3	0	0	1,2	0	0	0
S	0,1	0	0,2	0	0	0,4	0,1	0	1,2	0	0,3	0
O	0,15	0	0,25	0	0	0	0,2	0	1,2	0	0,4	0
N	0,2	0	0	0,3	0,2	0	0,25	0	0,2	0	0,5	0
D	0,25	0	0	0,3	0,3	0	0,6	0	0,3	0	0,6	0

IV-1-5- Cycle végétatif des cultures :

Pour le calcul des besoins en eau des cultures, il est impératif de déterminer le cycle végétatif des différentes cultures, il est résumé dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV-4 : Cycle végétatif des cultures.

MOIS	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	SEP
CULTURES												
BLE DUR	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←		
ORGE EN VERT			←	←	←	←	←	←	←	←		
VESCE AVOINE	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←		
P DE TERRE SAIS				←	←	←	←	←	←	←		
P DE TERRE AR SA	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
OIGNON SEC			←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
AIL	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
PIMENT					←	←	←	←	←	←	←	←
TOMATE AR SAIS	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
CAROTTE				←	←	←	←	←	←	←	←	←
COURGETTE					←	←	←	←	←	←	←	←
PETIT POIS			←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
TABAC	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
ABRICOTIER	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
POMMIER	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
POIRIER	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
OLIVIER	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←

IV-2-Occupation des sols et choix des cultures

Avant d'évaluer les besoins en eau des cultures de la zone d'étude, il faut d'abord définir l'occupation et la répartition culturelle dans le périmètre, en tenant compte des différentes contraintes d'ordre climatique, agro-pédologique..etc.

Pour notre périmètre le choix des cultures s'est basé comme suit :

❖ Les cultures maraîchères

Les cultures maraîchères présentent la principale production du périmètre. Les cultures maraîchères retenues sont : la tomate et la pomme de terre, l'oignon, et l'ail, l'haricot, et le poivron.

❖ Les cultures céréales

Les agriculteurs pratiquent le plus souvent de blé dur ainsi l'orge.

❖ Les cultures fourragères

Luzerne, Mais grain, sorgho....etc.

IV-3-Assolement –Rotation proposés

On appelle assolement la répartition des cultures dans l'espace, par opposition à la rotation qui est la succession des cultures sur une même sole pendant un nombre d'année correspondant au type d'assolement adopté.

Pour l'établissement des différents assolements –rotation nous avons tenue compte de plusieurs facteurs.

- ❖ La variation des profondeurs d'enracinement.
- ❖ L'équilibre du sol en éléments minéraux et en matière organique.
- ❖ La période de végétation.
- ❖ Le procédé cultural.

Nous avons pris en considération un assolement biennal, L'assolement proposé est comme suit :

Tableau IV-5: L'assolement biennal des cultures en plein champ en irriguées.

SOLE I (Modèle 1)		SOLE II (Modèle 2)	
assolement	Superficie (ha)	assolement	Superficie (ha)
Haricot- Tomate	20	Luzerne	20
Blé	50	Haricot-pomme de terre	50
Orge-pastèque	40	Vesce Avoine-piment	40
Carotte –oignon sec	40	Blé	40

IV-4-Détermination des besoins en eau des cultures

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

Les besoins en eau mensuels sont déterminés par le bilan hydrique suivant :

$$B=Kc. ETP-(P_{eff}+ RFU)$$

Avec :

ETP : évapotranspiration potentielle de référence en mm.

Kc : le coefficient culturel de la culture considérée.

P_{eff} : pluie efficace en mm.

RFU : la réserve facilement utilisable disponible au début de la période.

IV-4-1-Calcul des pluies efficaces

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des précipitations contribuent effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeuretc. Plusieurs méthodes permettent de calculer ces pluies, mais ici nous retenons la méthode de pourcentage détaillée comme suit :

$$\text{Pluies efficaces (en mm/mois)}= A \times \text{Pluies totales (mm/mois)}$$

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

Tableau IV-6:les pluies efficaces pour chaque mois en mm.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P _{moy} 80% (mm)	26,71	21,16	29,53	31,10	29,81	18,04	7,15	11,50	33,73	22,13	26,87	25,66
P _{eff}	21,37	16,93	23,62	24,88	23,85	14,43	5,72	9,2	26,98	17,7	21,5	20,53

IV-4-2-La réserve facilement utilisable(RFU) :

La réserve utile c'est la quantité d'eau contenue dans la tranche de sol explorée par les racines, entre le point de ressuage et le point de flétrissement. Mais les plantes ayant d'autant plus de mal à extraire l'eau que l'humidité s'approche du point de flétrissement, on nomme Réserve Facilement Utilisable (RFU).la quantité d'eau égale à 1 /3ou 2/3 de la RU (SOLTNER, 1986),La RFU est calculée comme suit :

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

Avec :

H_{cc} : humidité à la capacité au champ ($H_{cc}=31$) ;

H_{pf} : humidité au point de flétrissement ($H_{pf}=15$) ;

Y : degré de tarissement ($Y=2/3$) ;

D_a : densité apparente ($D_a=1,2$) ;

Z : profondeur d'enracinement mm.

IV-4-3-L'efficience de l'irrigation

Les besoins en eau dépendent aussi des pertes dans le système d'apport de l'eau aux plantes, elles sont dues :

- ❖ Aux pertes du système d'irrigation à la parcelle.
- ❖ Aux pertes dans le système de mobilisation de l'eau et le réseau de transport de l'eau à la parcelle.

Donc nous définissons l'efficience de l'irrigation comme étant le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation.

La formule utilisée pour l'estimation de l'efficience d'un réseau d'irrigation est donnée par l'expression suivante :

$$E_i = E_d \times E_t \times E_u$$

Avec :

E_i : Efficience d'irrigation en (%)

E_t : Efficience de transport en (%)

E_d : Efficacité de type de distribution en (%)

E_u : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation exacte des pertes est très difficile et même presque impossible, suite des multiples variables qui interviennent. Donc dans notre cas **$E_i = 75\%$** .

Les résultats de calcul de chaque culture sont récapitulés dans les tableaux suivants :

Tableau IV-7: Besoins en eau d'irrigation de l'Haricot.

Mois	P _{eff} (mm)	Etp (mm)	Z (m)	RFU _{thé} (mm)	RFU _{réel} (mm)	K _c (mm)	ETM (mm)	B _{net} (mm)	B _{brut} (mm)
J	21,37	36,48	0,3	38,4	38,4	0,7	25,54	0	0
F	16,93	54,72	0	0	0	0	0	0	0
M	23,62	80,16	0	0	0	0	0	0	0
A	24,88	104,88	0	0	0	0	0	0	0
M	23,85	140,88	0	0	0	0	0	0	0
J	14,43	180	0	0	0	0	0	0	0
J	5,72	209,52	0	0	0	0	0	0	0
A	9,2	187,2	0	0	0	0	0	0	0
S	26,98	128,4	0,1	12,8	0	0,8	102,72	75,74	100,99
O	17,7	87,12	0,15	19,2	6,40	1,1	95,83	71,73	95,64
N	21,5	54,72	0,2	25,6	8,53	0,95	51,98	21,95	29,27
D	20,53	35,28	0,25	32	32	0,95	33,52	0	0

Tableau IV-8: Besoins en eau du Tomate.

Mois	P _{eff} (mm)	Etp (mm)	Z (m)	RFU _{thé} (mm)	RFU _{réel} (mm)	K _c (mm)	ETM (mm)	B _{net} (mm)	B _{brut} (mm)
J	21,37	36,48	0	0	0	0	0	0	0
F	16,93	54,72	0	0	0	0	0	0	0
M	23,62	80,16	0,4	51,2	51,2	0,5	40,08	0	0
A	24,88	104,88	0,8	102,4	34,13	0,9	94,39	35,38	47,17
M	23,85	140,88	0,9	115,2	38,40	1,05	147,92	85,67	114,23
J	14,43	180	1,2	153,6	0	1,15	207,00	192,57	256,76
J	5,72	209,52	1,2	153,6	0	0,7	146,66	140,94	187,93
A	9,2	187,2	0	0	0	0	0	0	0
S	26,98	128,4	0	153,6	0	0	0	0	0
O	17,7	87,12	0	0	0	0	0	0	0
N	21,5	54,72	0	0	0	0	0	0	0
D	20,53	35,28	0	0	0	0	0	0	0

Tableau IV-9: Besoins en eau d'irrigation du Laitue.

Mois	P _{eff} (mm)	Etp (mm)	Z (m)	RFU _{thé} (mm)	RFU _{réel} (mm)	K _c (mm)	ETM (mm)	B _{net} (mm)	B _{brut} (mm)
J	21,37	36,48	0	0	0	0	0	0	0
F	16,93	54,72	0	0	0	0	0	0	0
M	23,62	80,16	0	0	0	0	0	0	0
A	24,88	104,88	0	0	0	0	0	0	0
M	23,85	140,88	0	0	0	0	0	0	0
J	14,43	180	0	0	0	0	0	0	0
J	5,72	209,52	0	0	0	0	0	0	0
A	9,2	187,2	0,1	12,8	0	0,8	149,76	140,56	105,42
S	26,98	128,4	0,2	25,6	0	1	128,40	101,42	76,07
O	17,7	87,12	0,25	32	10,67	0,9	78,41	50,04	37,53
N	21,5	54,72	0	0	0	0	0	0	0
D	20,53	35,28	0	0	0	0	0	0	0

Tableau IV-10: Besoins en eau d'irrigation du Blé.

Mois	P _{eff} (mm)	E _{tp} (mm)	Z (m)	RFU _{thé} (mm)	RFU _{réel} (mm)	K _c (mm)	ETM (mm)	B _{net} (mm)	B _{brut} (mm)
J	21,37	36,48	0,4	51,20	51,20	0,45	16,42	0	0
F	16,93	54,72	0,5	64,00	64,00	0,55	30,10	0	0
M	23,62	80,16	0,6	76,8	76,80	0,6	48,10	0	0
A	24,88	104,88	0,6	76,80	25,60	1,05	110,12	59,64	79,53
M	23,85	140,88	0,7	89,60	29,87	1,1	154,97	101,25	135,00
J	14,43	180	0,7	89,6	0	0,6	108,00	93,57	124,76
J	5,72	209,52	0	0	0	0	0	0	0
A	9,2	187,2	0	0	0	0	0	0	0
S	26,98	128,4	0	0	0	0	0	0	0
O	17,7	87,12	0	0	0	0	0	0	0
N	21,5	54,72	0,3	38,4	12,80	0,3	16,42	0	0
D	20,53	35,28	0,3	38,4	38,4	0,35	12,35	0	0

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

Mois	P _{eff} (mm)	E _{tp} (mm)	Z (m)	RFU _{thé} (mm)	RFU _{réel} (mm)	K _c (mm)	ETM (mm)	B _{net} (mm)	B _{brut} (mm)
J	21,37	36,48	0,4	51,20	51,20	0,55	20,06	0	0
F	16,93	54,72	0,55	70,40	70,40	0,9	49,25	0	0
M	23,62	80,16	0,6	76,80	76,80	1,05	84,17	0	0
A	24,88	104,88	0,7	89,60	29,87	1,1	115,37	60,62	80,83
M	23,85	140,88	0,7	89,60	29,87	0,6	84,53	30,81	41,08
J	14,43	180	0	0	0	0	0	0	0
J	5,72	209,52	0	0	0	0	0	0	0
A	9,2	187,2	0	0	0	0	0	0	0
S	26,98	128,4	0	0	0	0	0	0	0
O	17,7	87,12	0	0	0	0	0	0	0
N	21,5	54,72	0,2	25,6	12,8	0,3	16,416	0	0
D	20,53	35,28	0,3	38,4	38,4	0,4	14,11	0	0

Tableau IV-12: Besoins en eau d'irrigation de la Pastèque.

Mois	P _{eff} (mm)	E _{tp} (mm)	Z (m)	RFU _{thé} (mm)	RFU _{réel} (mm)	K _c (mm)	ETM (mm)	B _{net} (mm)	B _{brut} (mm)
J	21,37	36,48	0	0	0	0	0	0	0
F	16,93	54,72	0	0	0	0	0	0	0
M	23,62	80,16	0	0	0	0	0	0	0
A	24,88	104,88	0	0	0	0	0	0	0
M	23,85	140,88	0	0	0	0	0	0	0
J	14,43	180	0,2	25,60	0	0,6	108,00	93,57	124,76
J	5,72	209,52	0,25	32,00	0	0,7	146,66	140,94	187,93
A	9,2	187,2	0,3	38,4	0	0,65	121,68	112,48	149,97
S	26,98	128,4	0,4	51,2	0	0,85	109,14	82,16	109,55
O	17,7	87,12	0	0	0	0	0	0	0
N	21,5	54,72	0	0	0	0	0	0	0
D	20,53	35,28	0	0	0	0	0	0	0

Tableau IV-13: Besoins en eau d'irrigation du Carrote.

Mois	P _{eff} (mm)	E _{tp} (mm)	Z (m)	RFU _{thé} (mm)	RFU _{réel} (mm)	K _c (mm)	ETM (mm)	B _{net} (mm)	B _{brut} (mm)
J	21,37	36,48	0	0	0	0	0	0	0
F	16,93	54,72	0	0	0	0	0	0	0
M	23,62	80,16	0	0	0	0	0	0	0
A	24,88	104,88	0	0	0	0	0	0	0
M	23,85	140,88	0	0	0	0	0	0	0
J	14,43	180	0	0	0	0	0	0	0
J	5,72	209,52	0	0	0	0	0	0	0
A	9,2	187,2	0	0	0	0	0	0	0
S	26,98	128,4	0,1	12,8	0	0,8	102,72	75,74	100,99
O	17,7	87,12	0,2	25,6	0	1	87,12	69,42	92,56
N	21,5	54,72	0,25	32,00	16,00	1,1	60,19	22,69	30,26
D	20,53	35,28	0,6	76,8	76,8	0,75	26,46	0	0

Tableau IV-14: Besoins en eau d'irrigation de l'Oignon sec.

Mois	P _{eff} (mm)	E _{tp} (mm)	Z (m)	RFU _{thé} (mm)	RFU _{réel} (mm)	K _c (mm)	ETM (mm)	B _{net} (mm)	B _{brut} (mm)
J	21,37	36,48	0,3	38,4	0	1	36,48	15,11	20,15
F	16,93	54,72	0,3	38,4	0	1,05	57,46	40,526	54,03
M	23,62	80,16	0,4	51,2	0	1,05	84,17	60,548	80,73
A	24,88	104,88	0,5	64	0	1,05	110,12	85,244	113,66
M	23,85	140,88	0,6	76,8	0	1	140,88	117,03	156,04
J	14,43	180	0,6	76,8	0	0,85	153	138,57	184,76
J	5,72	209,52	0	0	0	0	0	0	0
A	9,2	187,2	0	0	0	0	0	0	0
S	26,98	128,4	0	0	0	0	0	0	0
O	17,7	87,12	0	0	0	0	0	0	0
N	21,5	54,72	0	0	0	0	0	0	0
D	20,53	35,28	0	0	0	0	0	0	0

Tableau IV-15: Besoins en eau d'irrigation du Luzerne.

Mois	P _{eff} (mm)	E _{tp} (mm)	Z (m)	RFU _{thé} (mm)	RFU _{réel} (mm)	K _c (mm)	ETM (mm)	B _{net} (mm)	B _{brut} (mm)
J	21,37	36,48	0,5	64,00	64,00	0,58	21,16	0	0
F	16,93	54,72	0,7	89,60	89,60	0,65	35,57	0	0
M	23,62	80,16	0,7	89,60	89,60	0,8	64,13	0	0
A	24,88	104,88	0,7	89,60	29,87	0,95	99,64	44,89	59,85
M	23,85	140,88	0,8	102,40	34,13	0,95	133,84	75,85	101,14
J	14,43	180	0,9	115,20	0	0,98	176,40	161,97	215,96
J	5,72	209,52	1	128,00	0	1,05	220,00	214,28	222,76
A	9,2	187,2	1,2	153,60	0	1,1	205,92	196,72	212,29
S	26,98	128,4	1,2	153,60	0	1,15	147,66	120,68	160,91
O	17,7	87,12	1,2	153,60	51,20	0,4	34,85	0	0
N	21,5	54,72	0,2	25,60	8,53	0,4	21,89	0	0
D	20,53	35,28	0,3	38,40	38,40	0,45	15,88	0	0

Tableau IV-16: Besoins en eau d'irrigation de la pomme de terre.

Mois	P _{eff} (mm)	E _{tp} (mm)	Z (m)	RFU _{thé} (mm)	RFU _{réel} (mm)	K _c (mm)	ETM (mm)	B _{net} (mm)	B _{brut} (mm)
J	21,37	36,48	0	0		0	0	0	0
F	16,93	54,72	0	0		0	0	0	0
M	23,62	80,16	0,1	12,80	12,80	0,75	60,12	23,7	31,6
A	24,88	104,88	0,2	25,60	12,80	1,1	115,37	77,69	103,58
M	23,85	140,88	0,3	38,40	12,80	1,2	169,06	132,41	176,54
J	14,43	180	0,35	44,80	0	0,7	126,00	111,57	148,76
J	5,72	209,52	0	0	0	0	0	0	0
A	9,2	187,2	0	0	0	0	0	0	0
S	26,98	128,4	0	0	0	0	0	0	0
O	17,7	87,12	0	0	0	0	0	0	0
N	21,5	54,72	0	0	0	0	0	0	0
D	20,53	35,28	0	0	0	0	0	0	0

Tableau IV-17: Besoins en eau d'irrigation de la Vesce Avoine.

Mois	P _{eff} (mm)	E _{tp} (mm)	Z (m)	RFU _{thé} (mm)	RFU _{réel} (mm)	K _c (mm)	ETM (mm)	B _{net} (mm)	B _{brut} (mm)
J	21,37	36,48	0,8	102,4	0	1,1	40,13	18,76	25,01
F	16,93	54,72	1	128	0	1,2	65,67	48,73	64,98
M	23,62	80,16	1	128,00	128,00	1	80,16	0	0
A	24,88	104,88	0	0	0	0	0	0	0
M	23,85	140,88	0	0	0	0	0	0	0
J	14,43	180	0	0	0	0	0	0	0
J	5,72	209,52	0	0	0	0	0	0	0
A	9,2	187,2	0	0	0	0	0	0	0
S	26,98	128,4	0,3	38,4	0	0,6	77,04	50,06	66,75
O	17,7	87,12	0,4	51,2	0	0,9	78,41	60,71	80,94
N	21,5	54,72	0,5	64	0	1	54,72	33,22	44,29
D	20,53	35,28	0,6	76,8	0	1,1	38,81	18,28	24,37

Tableau IV-18: Besoins en eau d'irrigation du piment.

Mois	P _{eff} (mm)	E _{tp} (mm)	Z (m)	RFU _{thé} (mm)	RFU _{réel} (mm)	K _c (mm)	ETM (mm)	B _{net} (mm)	B _{brut} (mm)
J	21,37	36,48	0	0	0	0	0	0	0
F	16,93	54,72	0	0	0	0	0	0	0
M	23,62	80,16	0	0	0	0	0	0	0
A	24,88	104,88	0,4	51,20	17,07	0,6	62,9	20,98	27,98
M	23,85	140,88	0,5	64,00	21,33	0,8	112,7	67,52	90,03
J	14,43	180	0,7	89,60	0	1,05	189,0	174,57	203,54
J	5,72	209,52	0,7	89,60	0	1	209,5	203,80	212,7
A	9,2	187,2	0	0	0	0,9	168,48	159,28	212,37
S	26,98	128,4	0	0	0	0	0	0	0
O	17,7	87,12	0	0	0	0	0	0	0
N	21,5	54,72	0	0	0	0	0	0	0
D	20,53	35,28	0	0	0	0	0	0	0

IV-4-4-Calcul des besoins en eau pour les Assolements 1et 2 :

Tableau IV-19 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 1.

Mois	Haricot	Tomate	Blé dur	Orge	Pastèque	Carotte	Oignon sec	B _{brut-total} (mm)
J	0	0	0	0	0	0	20,15	20,15
F	0	0	0	0	0	0	54,03	54,03
M	0	0	0	0	0	0	80,73	80,73
A	0	47,17	79,53	80,83	0	0	113,66	321,19
M	0	114,23	135,00	41,08	0	0	156,04	446,35
J	0	256,76	124,76	0	124,76	0	184,76	691,04
J	0	187,93	0	0	187,93	0	0	375,86
A	0	0	0	0	149,97	0	0	255,39
S	100,99	0	0	0	109,55	100,99	0	387,6
O	95,64	0	0	0	0	92,56	0	225,73
N	29,27	0	0	0	0	30,26	0	59,53
D	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau IV-20 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 2.

Mois	Luzerne	Haricot	Pomme de terre	Vesce avoine	Piment	Blé dur	B _{brut-total} (mm)
J	0	0	0	25,01	0	0	25,01
F	0	0	0	64,98	0	0	64,98
M	0	0	31,6	0	0	0	31,6
A	59,85	0	103,58	0	27,98	79,53	270,94
M	101,14	0	176,54	0	90,03	135,00	502,71
J	215,96	0	148,76	0	203,54	124,76	722,24
J	222,76	0	0	0	212,7	0	557,43
A	212,29	0	0	0	212,37	0	580,08
S	160,91	100,99	0	66,75	0	0	404,72
O	0	95,64	0	80,94	0	0	214,11
N	0	29,27	0	44,29	0	0	73,56
D	0	0	0	24,37	0	0	24,37

IV-5-Calcul du débit spécifique

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. Ce débit spécifique est défini par la formule et permet de déterminer les débits à la parcelle et à l'entête de l'entité d'étude :

$$q_s = \frac{B}{T \cdot t \cdot 3600 \cdot K}$$

Avec ; B : Besoin au mois de pointe net en m³/ha.

T : Temps d'irrigation par heures avec T = 22 h

t : Durée d'irrigation en jours ; t = 26 jours.

K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation 0.75

D'après le Tableau IV-17, les besoins de pointe correspondent au mois de juin, soient donc 722,24 mm/mois.

Le débit spécifique calculé est très important, il est de 4.46 l/s/ha, ce débit dépasse les normes (1.5 l/s/ha), ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement. Dans ce cas, on a deux méthodes pour estimer le débit spécifique :

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

Dans notre cas, la culture la plus exigeante est le luzerne (mois de juin avec des besoins estimés à 222,76 mm/mois, le débit spécifique est donc

$$q_s = 1,44 \text{ (l/s/ha)}.$$

IV-6-Évaluation du débit caractéristique

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

$$Q_c = q_s \times S$$

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

S : la superficie totales à irriguer = 150 ha

$$Q_{car} = q_s \cdot S = 1.44 \times 150 = 216 \text{ (l/s)}$$

Conclusion

Cette étude a pour but principal la détermination des besoins en eau des cultures ainsi que le volume nécessaire pour le mois de pointe et pour l'ensemble de l'année.

Etant donné la vocation agricole de la région d'étude, nous avons choisi deux assolements qui prennent en considération les cultures céréalières.

Le calendrier cultural choisi, permettent de diversifier les cultures, leur irrigation permettra d'intensifier leurs rendements, ce qui permettra un développement économique important.

Chapitre V :
Etude des techniques
d'irrigation

Chapitre V : Etude des techniques d'irrigation**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-L'irrigation de surface

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

V-1-2-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.

V-1-2-1- l'irrigation par submersion

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

Cette méthode reste valable dans le cas des terrains perméable et de pente inférieur à 2 %. L'eau coule dans les fossés, rigoles ou raies et s'infiltre latéralement dans le sol jusqu'aux racines des plantes.

a- Les avantages de l'irrigation de surface

- 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 ;

b- Les inconvénients

- Pertes importantes d'eau ;
- Temps d'irrigation important ;
- Nécessité de nivellement du terrain.
- Main d'œuvre importante.

V-2-L'irrigation par surpression : l'eau est acheminée aux cultures par pompage artificiel.

V-2-1- l'irrigation par aspersion

L'eau est acheminée aux cultures sous forme de pluie artificielle, grâce aux différents asperseurs alimentés en eau sous pression.



Figure V-1 : l'irrigation par aspersion

a- Les avantages

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

b- Les inconvénients

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

V-2-2- l'irrigation localisée (goutte à goutte)

L'irrigation localisée apporte l'eau nécessaire directement au pied des végétaux. Ce sont des systèmes très utilisés en maraichage, en arboriculture et en horticulture. Le plus connu de ces principes est sans doute le «goutte à goutte », d'autres systèmes existent également tels

que les tubes poreux alignés sur le sol ou mini-asperseurs. Ces derniers sont utilisés notamment en arboriculture (Mekki, 1988). L'eau est acheminée aux cultures au moyen de tuyaux munis de goutteurs et s'écoule par ceux-ci sous forme de gouttes avec un faible débit.



Figure V-2 : Système d'irrigation localisée

V-2-3- Composition d'une installation goutte à goutte

1-Point de fourniture d'eau

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

2- L'unité de tête

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

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

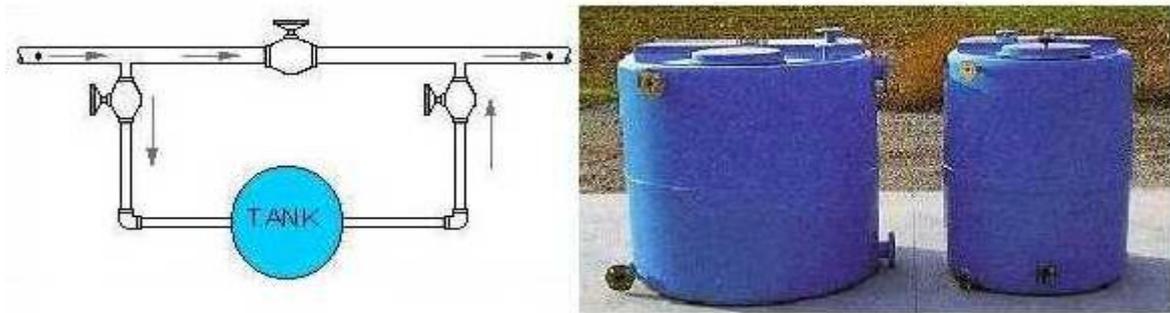


Figure V-3:Dilueur d'engrais

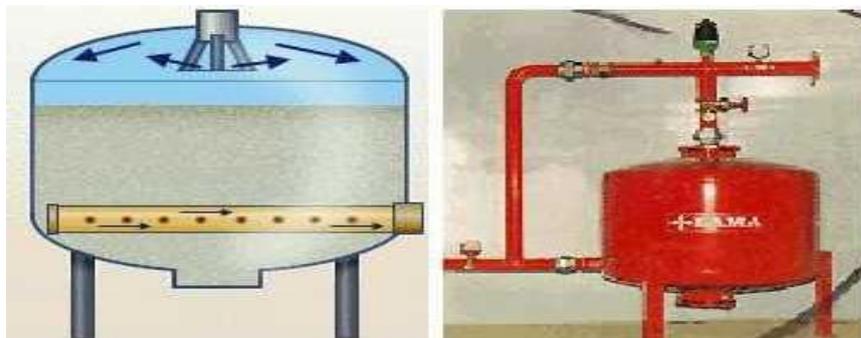


Figure V-4:Filtre à gravier

3- Conduites et rampes

- La conduite principale

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

- Le porte-rampes

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

- Les rampes

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

- Les distributeurs

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

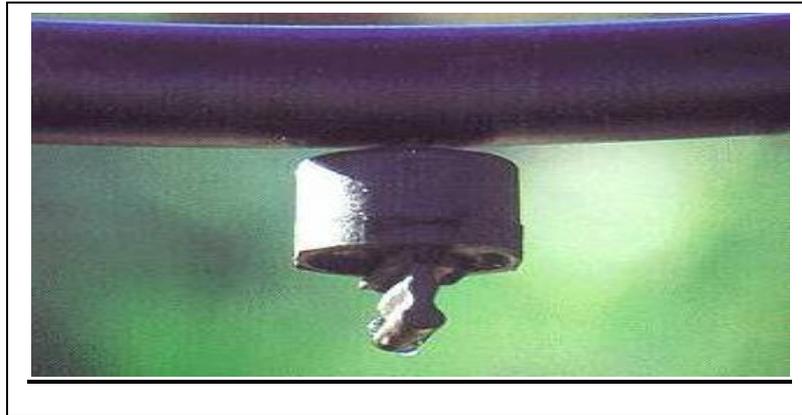


Figure V-5: Goutteur.

Différents types de distributeurs

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

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

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

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

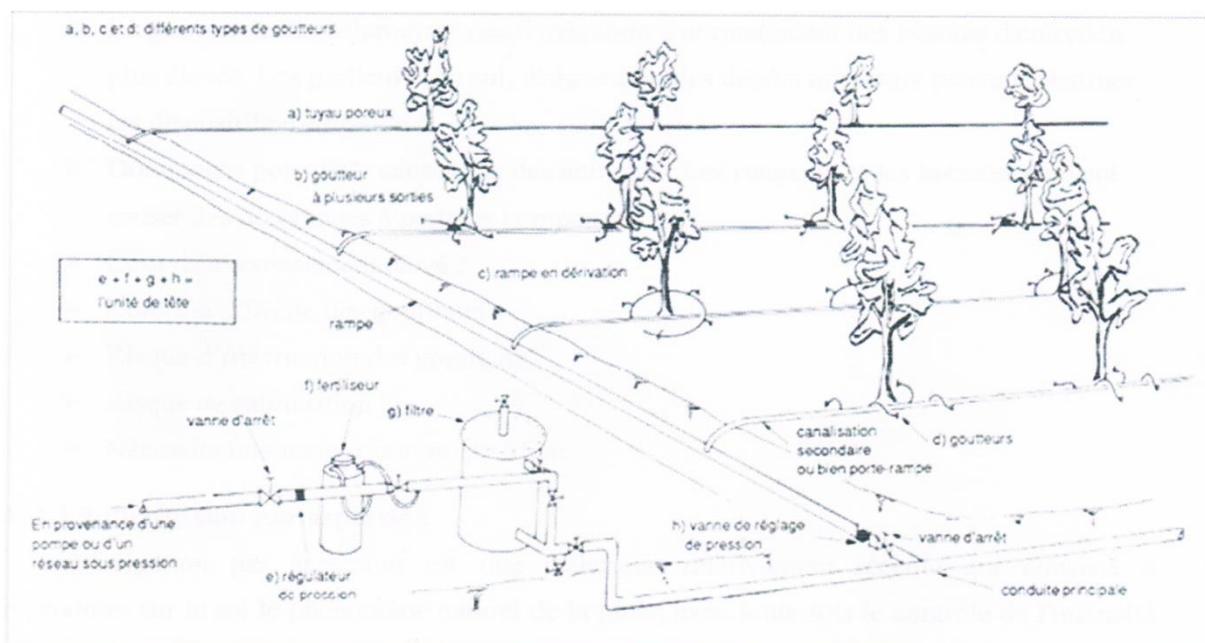


Figure V-6 : Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte.

a) Les Avantages de la technique goutte à goutte

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

b) Les inconvénients du goutte à goutte

- Coût très élevé du matériel ;
- Risque d'obstruction des goutteurs ;
- Nécessité d'une main d'œuvres spécialisés ;
- Apte seulement pour les cultures en ligne (arboricoles et maraîchères).

V-3-Choix de la technique d'arrosage

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de savoir les contraintes de chaque type d'arrosage (Boulifa, 2011).

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

Tableau V-1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage

Contraintes	Irrigation de surface		Irrigation par Aspersion	Irrigation localisée
	Par Rigole	Par Planche		
<ul style="list-style-type: none"> • Contraintes naturelle <ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaporation ▪ Vent ▪ Texture (limono-argileuse) ▪ Perméabilité (moy) ▪ Pente (<0.5%) ▪ Qualité d'eau d'irrigation (bonne) • Contraintes agronomique <ul style="list-style-type: none"> ▪ Maraîchage ▪ céréales ▪ arbres • C. technique <ul style="list-style-type: none"> ▪ Personnel qualifié • économie d'eau 				
	+	+	++	++
	+++	+++	++	+++
	++	++	++	+++
	++	++	+++	++
	+++	+++	+++	+++
	+++	+++	+++	+++
	+++	++	++	+++
	x	x	+++	x
	+++	+	x	+++
	+++	+++	+++	+++
	x	X	++	+++

Remarque :

x: Déconseillé ; +: Adapté avec réserve;

++: Adapté ; +++: Très Adapté

Conclusion

En tenant compte des conditions climatiques de la région d'étude, de la nature du sol, de l'aptitude culturale et du 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 de surface, qui exigent des volumes d'eau importants, et aboutissent à des rendements agricoles faibles.

Donc pour l'irrigation des cultures (céréalières et fourragères) on opte pour l'irrigation par aspersion, pour l'arboriculture et certaines cultures maraichères on opte pour l'irrigation goutte à goutte.

Chapitre VI :
Etude du système
d'adduction

Chapitre VI : Etude du système d'adduction.**Introduction**

Dans ce chapitre nous allons dimensionner les différents ouvrages de transfert (conduite de refoulement et station de pompage), et de distribution (réservoir).

La station de pompage qui servira à amener l'eau de barrage Foum El Khanga vers le réservoir de distribution qui va alimenter le périmètre de Kasr Sbahi.

L'adduction est nécessaire pour assurer le transport de l'eau entre le point de captage et le point d'accumulation (réservoir de distribution).

Les paramètres de base qui influent sur le choix des variantes des conduites de distribution sont les suivants :

- Position et étendue des zones à irriguer.
- Pression hydrostatique en des points critiques sur le tracé et la conduite principale.
- Durée d'irrigation.
- Besoins bruts et nets en eau.
- Type d'appareillage retenu pour l'irrigation.
- Type de conduites et leurs coûts.

IV-1-Variante d'aménagement du périmètre d'étude

- **La variante 01**

Cette variante consiste à faire l'adduction par refoulement directe sur une longueur de 6003 m par une station de pompage qui doit alimenter notre périmètre afin de garantir la pression nécessaire pour le fonctionnement des organes de distribution.

- **La variante 02**

Cette variante consiste à faire l'adduction par refoulement sur une longueur de 2080.29m à partir d'une station de pompage vers un réservoir de distribution qu'il doit assurer l'alimentation gravitaire de notre périmètre afin de garantir la pression nécessaire pour le fonctionnement des organes de distribution.

- **Choix de variante**

Après l'analyse des deux variantes proposées nous constatons que le refoulement direct vers le réseau d'irrigation est faisable techniquement seulement c'est très difficile à faire du point de vue gestion, car la pompe doit être à vitesse variable en fonction de la demande des besoins de culture (donc changeante au cours de l'année). il est préférable de faire un réservoir pour distribution gravitaire, donc la variante 02 est adaptable et répond à nos besoins, elle permet l'irrigation des bons terres à l'aval du Barrage, elle s'avère aussi la moins couteuse du point de vue de réalisation et d'exploitation.

IV-2-Dimensionnement de la station de pompage

C'est un ouvrage de génie civil, elle abrite le bureau du chef d'exploitation, bureau de personnel, le magasin, salle d'équipement, moteur électrique, toilette et la machine la plus importante dans la station : les pompes qui ont pour rôle de refouler les eaux vers le réservoir.

VI-1-1-Les pompes

La Pompe est un dispositif utilisé pour aspirer. pour déplacer ou pour comprimer des liquides et des gaz. Dans toutes les pompes. il faut éviter la cavitation (formation des poches gazeuses). ce qui réduirait le débit et endommagerait le corps de la pompe.

Il existe deux grands types de pompes : les pompes volumétriques qui sont utilisées pour pomper les eaux usées et les turbopompes.

VI-1-1-1-Les turbopompes (pompes centrifuge)

Il existe trois classes de turbopompes : les pompes centrifuges à écoulement radial, les pompes axiales à écoulement axial et les pompes semi axiales.

a) Les pompes à écoulement radial

Ce sont les pompes centrifuges au sens strict. Elles permettent de relever des faibles débits sur de fortes hauteurs. La hauteur de refoulement croit avec le diamètre extérieur de la roue. Dans ce cas, l'écoulement est radial et les aubages sont des surfaces planes.

b) Les pompes axiales

Ce sont les pompes hélices où les pales sont constituées par des surfaces gauches. Ces pompes conviennent pour relever de forts débits sur de faibles hauteurs.

c) Les pompes semi axiales

Pour relever de forts débits sur de faibles hauteurs on montre que les vitesses d'entrée doivent être faibles. La hauteur de refoulement étant faible le diamètre de sortie est

relativement faible d'où la construction d'une pompe hélico-centrifuge avec des dimensions importantes. Les diamètres d'entrée et de sortie sont comparables.

VI-1-1-2-les pompes volumétriques

Une pompe volumétrique est caractérisée par la proportionnalité entre débit et vitesse de rotation qu'elle que soit la pression de refoulement. L'autre grande famille de pompe est celle des turbines qui n'ont pas cette propriété. Les pompes volumétriques sont d'une grande diversité.

IV-1-2-Détermination de la hauteur d'élévation calculée

La hauteur d'élévation se calcule comme suivant :

$$H_{cal} = h_g + \sum h_p (asp) + \sum h_p (ref) + P_{exh}$$

Avec :

h_g : Hauteur géométrique (m) ;

$\sum h_p(asp)$: Pertes de charges à l'aspiration (m) ;

$\sum h_p (ref)$: Pertes de charges au refoulement (m) ;

P_{exh} : Pression nécessaire à l'exhaure (sortie du collecteur). $P_{exh} = (1.0 \div 1.5)$ m ; On prend $P_{exh} = 1$ m

IV-1-2-1- Hauteur manométrique totale :

La hauteur manométrique est donnée par la formule : $HMT = H_g + \Delta h_p$

Avec :

- HMT : Hauteur Manométrique Totale en (m).
- H_g : Hauteur géométrique en (m). $H_g = h_a - h_r$
- h_a : hauteur d'aspiration h_a : cote du réservoir est de 800 m.
- h_r : hauteur de refoulement ; la station de pompage sera placée à une cote de 900m.

Donc la hauteur géométrique entre le réservoir et la pompe sera:

$$H_g = 900 - 800 = 100 \text{ m.}$$

IV-1-2-2- Longueur de refoulement

$$L_{ref} = 6003 - 3922.71 = 2080.29 \text{ m}$$

Nous avons $Q = 1.44 \times 150 = 216 \text{ l/s}$. $Q = 0.22 \text{ m}^3/\text{s}$

Le diamètre de refoulement est calculé par la formule de BONIN :

$$D = \sqrt[3]{Q} = \sqrt[3]{0.22}$$

On trouve $D = 0.469 \text{ m} \implies \mathbf{D = 500 \text{ mm.}}$

IV-1-2-3- Calcul des pertes de charge totales**IV-1-2-3-1-Les pertes de charge linéaires**

Les pertes de charge sont calculées comme suit :

$$\Delta H_l = I * L = \lambda \frac{L V^2}{D 2g}$$

L : longueur du tronçon en (m).

V: vitesse moyenne d'écoulement en (m/s).

I: gradient hydraulique en (m/m)

Le coefficient λ est obtenu par les formules suivantes:

$$\lambda = (1,14 - 0,86Ln \frac{\xi}{D})^{-2} \quad (\text{Formule de Nikuradzé})$$

ξ : Rugosité absolue ; 0.046 mm. (Conduite en fonte)

IV-1-2-3-2-Les Pertes de charges singulières

Elles sont occasionnées par les singularités des différents accessoires de la conduite (Coude. vannes. clapets.....) Elles sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaires pour une adduction ou conduite longue.

$$\Delta H_s = 0,1 * \Delta H_l$$

IV-1-2-4-calcul du diamètre économique

Le calcul du diamètre économique se fait en faisant un bilan technico-économique sur les frais d'exploitation et d'investissement :

IV-1-2-4-1 - Calcul de la HMT pour différents diamètres

Tableau VI-1 : Calcul de la HMT pour divers diamètres de la conduite.

Diamètre (mm)	V (m/s)	λ	L (m)	ΔH_t (m)	Hg (m)	HMT (m)
300	3.11	0.01323	2080.29	14.96	100	114.96
400	1.75	0.01251	2080.29	4.48	100	104.48
500	1.12	0.01199	2080.29	1.76	100	101.76
600	0.78	0.01159	2080.29	0.82	100	100.82

IV-1-2-4-2-Puissance absorbée par la pompe

C'est la puissance fournie à pompe, définie comme suit:

$$P = \frac{g * Q * HMT}{\eta}$$

η : rendement de la pompe en (%) ($\eta=77.5\%$)

Q: débit refoulé par la pompe en (m³/s)

g: presenter (9.81 m/s²)

IV-1-2-4-3-Energie consommée par la pompe :

$$E = P * t * 365 \text{ [KWh]}$$

t: c'est le temps de pompage par jour en (heure); dans notre cas $t = 20 \text{ h}$

P: puissance de la pompe en (kW)

IV-1-2-4-4-Frais d'exploitation

Les frais d'exploitation sont définis par la formule suivante:

$$F_{ex} = E * e \text{ [DA]}$$

E: énergie consommée par la pompe en (Kwh).

e: prix unitaire d'un Kwh imposé par la SONELGAZ.($e=4.69\text{DA}$)

Tableau VI-2 : Calcul des frais d'exploitation.

Diamètre (mm)	Q (m ³ /h)	HMT (m)	Puissance (Kw)	E(Kwh annuel)	Prix du kwh (DA)	F _{exploitation} (DA)
300	792	114.96	310.13	2263973.38	4.69	10618035.16
400	792	104.48	281.86	2057584.72		9650072.32
500	792	101.76	274.52	2004018.19		9398845.32
600	792	100.82	271.99	1985506.23		9312024.23

IV-1-2-4-5-Frais d'amortissement

Les frais d'amortissement sont donnés par la formule suivante:

$$F_{am} = Prc * A \text{ [DA]}$$

Prc: prix de la conduite en (DA)

A: Amortissement annuel. Il est donné par la formule suivante:

$$A = \frac{i}{(i + 1)^n - 1} + i$$

i: Taux d'annuité annuel. i = 8 %

n: nombre d'années d'amortissement. n = 30 ans

$$\text{A.N : } A = \frac{0,08}{(1 + 0,08)^{30} - 1} + 0,08 \Rightarrow A = 0.09$$

Tableau VI-3 : Variation des frais d'investissement en fonction du diamètre.

Diamètre (mm)	Prix de ml (TTC)	L (m)	Finves (DA)	FAmort (DA)
300	3250.00	2080.29	6760942.5	910.53
400	3547 .00	2080.29	7378788.63	1373.94
500	4250.00	2080.29	8841232.5	1813.05
600	5000.00	2080.29	10401450	2050.56

IV-1-2-4-6-Choix du diamètre

Tableau VI-4 : Bilan technico-économique des diamètres choisis.

Diamètre (mm)	Frais Investissement	Frais Exploitation	Bilan
300	6760942.5	10618035.16	17378977.7
400	7378788.63	9650072.32	17028861
500	8841232.5	9398845.32	18240077.8
600	10401450	9312024.23	19713474.2

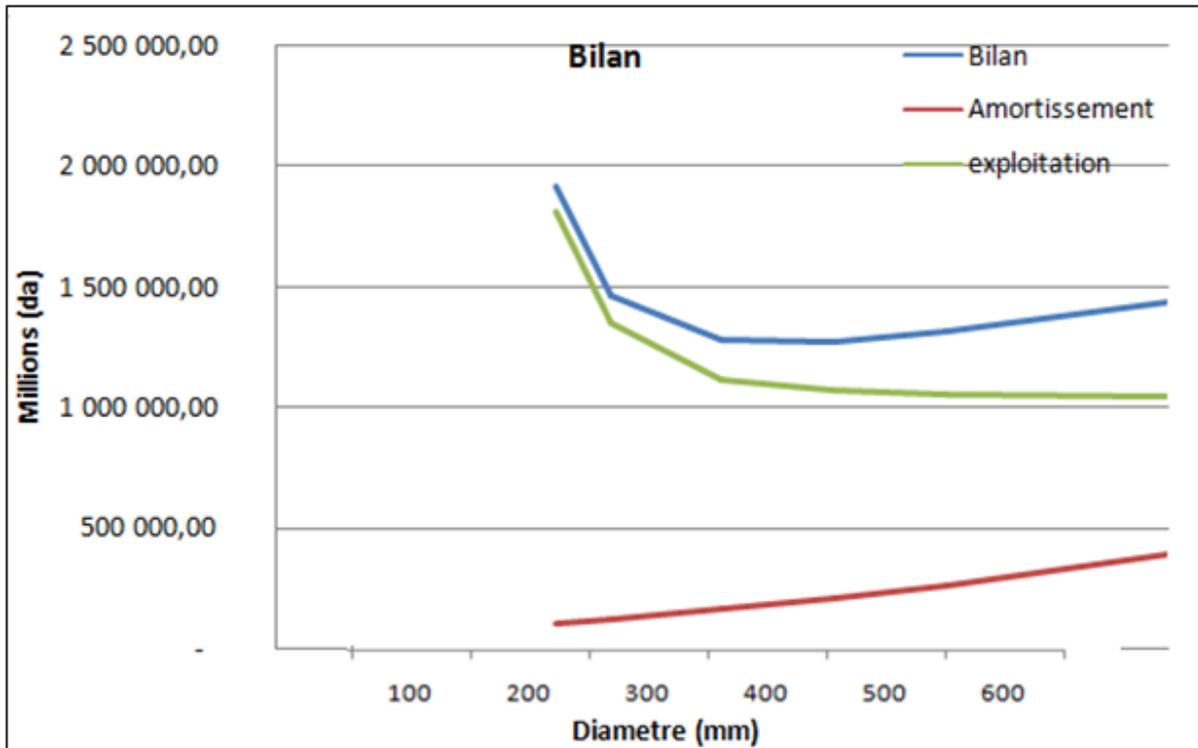


Figure VI-1 : Résultats de l'étude technico-économique

D'après le graphe précédent, on s'aperçoit que le diamètre optimal est de $D=500$ mm. On prend donc ce diamètre pour la conduite de refoulement du barrage, la HMT est de 101.76. soit donc 102 m.

IV-1-3-Nombre et choix de la pompe

La détermination du nombre de pompe est basée sur les critères suivants :

- nombre minimal de pompes.
- Rendement important.
- (NPSH)_r minimum.
- puissance absorbée minimale.
- Le nombre de tours par min plus important.
 - On a : $n=2P_i+1$ avec $P_1=0$.
 - Connaissant Q_c et H_c on tire du catalogue la pompe correspondante ainsi que ses caractéristiques.

On détermine le nombre de pompes pour deux type de pompes ; pompe en porte-à-faux et pompe à double flux.

Dans notre cas, on choisit d'après CAPRARI trois pompes de type PM 150/ 4 C

(deux pompes en état de fonctionnement et une de secours) qui donne les meilleures performances avec un NPSH requis plus faible.

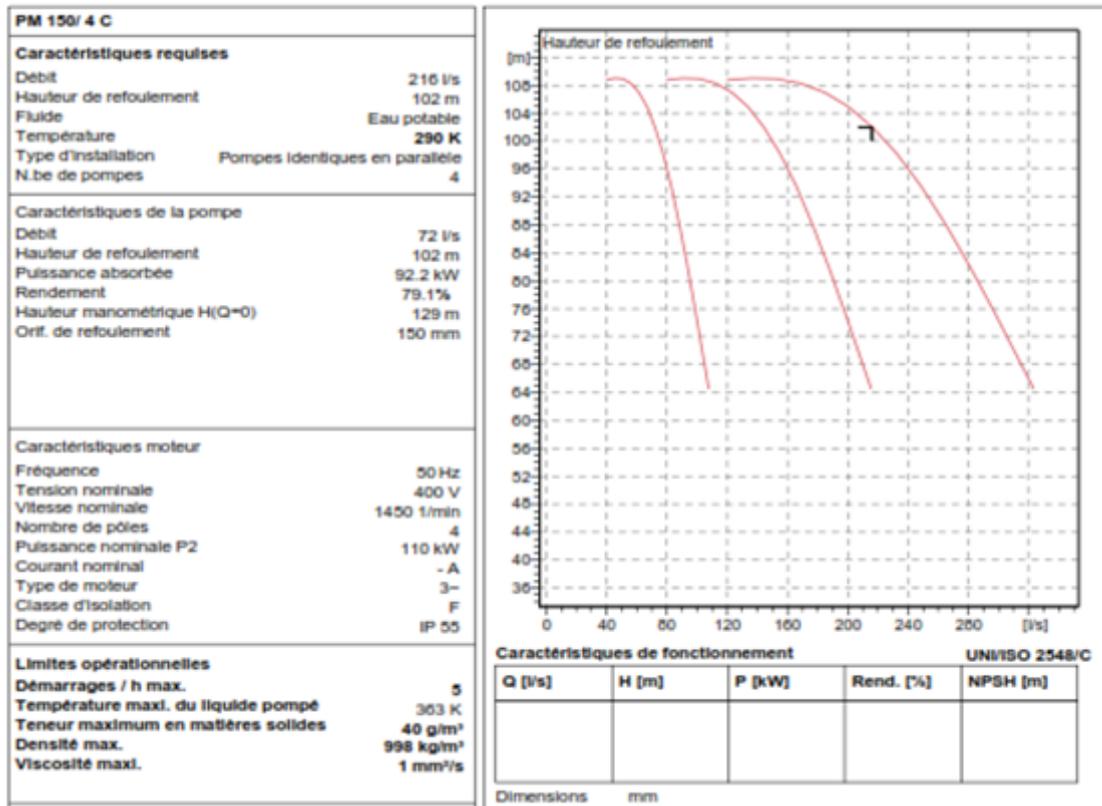


Figure VI-2 : caractéristique de la pompe choisie

IV-2-4-Dimensionnement du réservoir de distribution

Pour assurer une irrigation en continue un réservoir de stockage est utile. Pour le dimensionnement de ce réservoir. on a les données suivantes :

Le volume du réservoir est calculé comme suit :

$$V = Q \cdot T_f$$

Q est le besoin maximum journalier = 216 l/s = 777.6 m³/h

T_f: l'intervalle de temps, il correspond au temps de non fonctionnement de la pompe, puisqu'on a le temps de pompage est de 22h/j. donc T_f=2h

$$V = 1555.2 \text{ m}^3$$

Le réservoir projeté est prévu circulaire en béton armé avec une capacité de 1600 m³ ;

Les dimensions du réservoir sont comme suit :

Tableau VI-5 : Dimensions du réservoir de stockage projeté

Volume (m ³)	1600
Hauteur (m)	5
Diamètre (m)	20
Côte du radier du réservoir (m)	900
Côte trop plein du réservoir (m)	905

IV-3-Dimensionnement du réseau de distribution

IV-3-1-Implantation des Bornes (Plan de bornage)

L'emplacement des bornes d'irrigation est le premier problème auquel doit s'attaquer le projecteur. Le réseau étant en effet destiné à amener l'eau en un certain nombre de points. il serait erroné d'étudier d'abord les tracés des conduites et de placer les bornes entre elles.

La position de chaque borne résulte d'un compromis entre l'intérêt économique qu'il y a à limiter le nombre de bornes et le désir d'une utilisation facile par l'agriculteur.

En effet une forte densité améliore les conditions de travail des agriculteurs en diminuant les longueurs de canalisation mobile de surface, mais il en résulte une augmentation importante des frais d'installation du réseau fixe. Une trop faible densité accroît le travail de montage et de transport de canalisation mobiles.

IV-3-2--tracé du réseau de distribution

Pour l'établissement du tracé du réseau, plusieurs méthodes :

a- Tracé par proximité

Nous rechercherons tout d'abord, le tracé de longueur minimum, ayant pour sommet les seules bornes du réseau.

On peut utiliser à cette fin une adaptation pratique d'un algorithme classique de la théorie des graphes, l'algorithme de Mr Kruskal Applons arrêtes les segments de droites joignant deux sommets et cycle tout tracé se refermant sur lui-même.

L'algorithme proposé est le suivant :

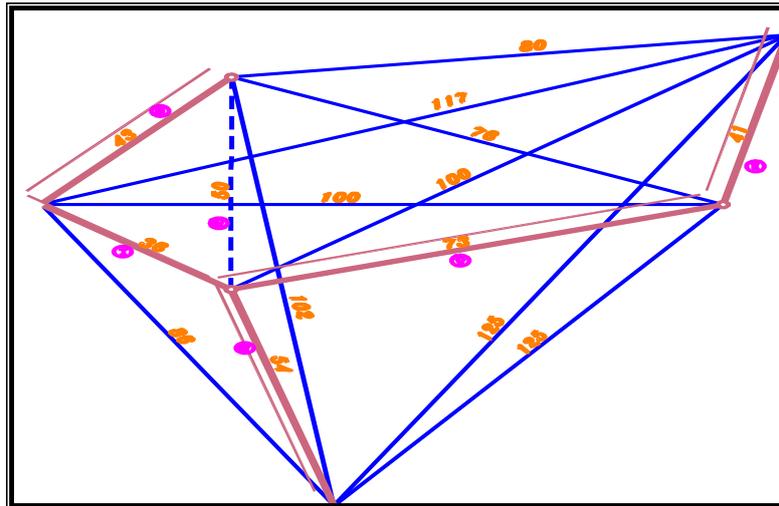


Figure VI-3 : application de l'algorithme de Kruskal

b- Tracé à 120°

Dans ce tracé, les bornes d'irrigation sont reliées par deux segments formant entre eux un angle de 120° .

c- Tracé économique

Le tracé économique est voisin du tracé à 120° mais avec des angles aux points de jonction modifiés en fonction des positions des points.

Voici un schéma explicatif qui montre les différents tracés

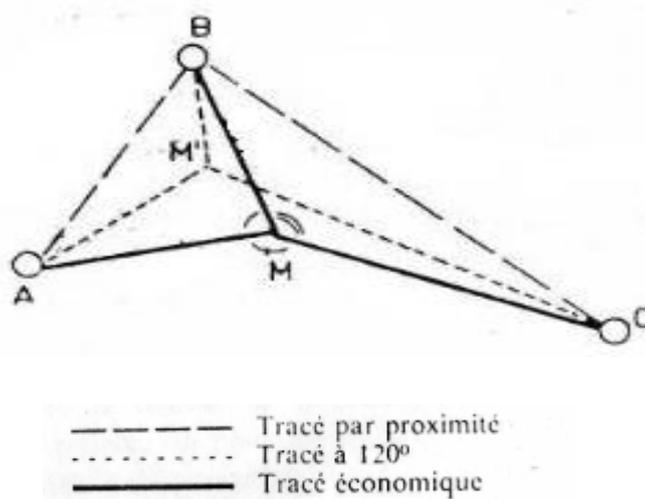


Figure VI-3 : Les différents tracés

Pour le cas de notre réseau de distribution. on a adopté un tracé économique (réseau ramifié), qui a le résultat de la formation des îlots d'irrigation. de l'implantation des bornes. du réseau de piste existant et des réseaux de conduites (AEP. transfert de gaz.....etc.) existant ou en projet.

VI-2-4- Découpage du périmètre en îlots d'irrigation

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

- laisser passer ou arrêter le débit.
- Régler ce débit. ou plus exactement le limiter au module.
- Régler la pression
- Assurer le comptage de l'eau livrée.

La position de chaque borne résulte d'un compromis entre l'intérêt économique qu'il y a à limiter le nombre de bornes et le désir d'une utilisation facile par l'agriculteur.

VI-2-5- Calcul des débits des ilots

Tableau VI-6 : Les débits au niveau de chaque ilot

N° de l'ilot d'irrigation	Superficie (ha)	Débit des ilots (l/s)	Les prises	Superficie (ha)	Débit des Prises (l/s)
1	8.18	11.78	01-a	4.18	6.02
			01-b	4	5.76
2	6.5	9.36	02-a	3.5	5.04
			02-b	3	4.32
3	9.88	14.23	03-a	4.58	6.60
			03-b	5.30	7.63
4	5.64	8.12	04-a	2.64	3.80
			04-b	3	4.32
5	10.69	15.39	05-a	5.39	7.76
			05-b	5.30	7.63
6	7.68	11.06	06-a	3.44	4.95
			06-b	4.24	6.11
7	9.08	13.08	07-a	4.08	5.88
			07-b	5	7.20
8	11.71	16.86	08-a	5.71	8.22
			08-b	6	8.64
9	11	15.84	09-a	5.5	7.92
			09-b	5.5	7.92
10	8.09	11.65	10-a	4.09	5.89
			10-b	4	5.76
11	8.62	12.41	/	8.62	12.41
12	7.37	10.61	12-a	3.37	4.85
			12-b	4	5.76
13	11.17	16.08	13-a	5.67	8.16
			13-b	5.5	7.92
14	4	5.76	/	4	5.76
15	3.33	4.80	/	3.33	4.80
16	11.49	16.55	16-a	5.79	8.34
			16-b	5.70	8.21
17	9.94	14.31	17-a	4.94	7.11
			17-b	5	7.20
18	5.63	8.11	/	5.63	8.11
Total	150	216			

VI-2-5-1- Choix du type de borne

Le choix de la borne dépend de la surface :

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

VI-2-5-2- Choix de diamètre de la borne

Les diamètres des bornes en fonction des débits sont comme suit :

Tableau VI-7 : Choix du diamètre de la borne.

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

VI-2-5-3- Calcul des débits aux bornes

$$Q_b = q \times S$$

Avec :

q= débit spécifique (l/s/ha)

S=Superficie (ha)

Tableau VI-8 : débit au niveau des bornes et des prises

N° de l'ilot d'irrigations	Les prises	Débit des Prises (l/s)	Diamètre des Prises (mm)	Débit des Bornes (l/s)	Diamètre de la borne (mm)
1	01-a	6.02	65	11.78	100
	01-b	5.76	65		
2	02-a	5.04	65	9.36	100
	02-b	4.32	65		
3	03-a	6.60	65	14.23	100
	03-b	7.63	65		
4	04-a	3.80	65	8.12	100
	04-b	4.32	65		
5	05-a	7.76	65	15.39	100
	05-b	7.63	65		
6	06-a	4.95	65	11.06	100
	06-b	6.11	65		
7	07-a	5.88	65	13.08	100
	07-b	7.20	65		
8	08-a	8.22	100	16.86	100
	08-b	8.64	100		
9	09-a	7.92	65	15.84	100
	09-b	7.92	65		
10	10-a	5.89	65	11.65	100
	10-b	5.76	65		
11	/	12.41	100	12.41	100
12	12-a	4.85	65	10.61	100
	12-b	5.76	65		
13	13-a	8.16	100	16.08	100
	13-b	7.92	65		
14	/	5.76	65	5.76	65
15	/	4.80	65	4.80	65
16	16-a	8.34	100	16.55	100
	16-b	8.21	100		
17	17-a	7.11	65	14.31	100
	17-b	7.20	65		
18	/	8.11	100	8.11	100
total	32	216			

VI-2-6-Caractéristiques des conduites du réseau de distribution gravitaire

Après avoir calculé les débits de chaque ilot, et déterminé les critères hydrauliques de la conduite de refoulement ainsi la station de pompage, nous procédons à la deuxième étape de calcul celle du réseau de distribution.

VI-2-6-1-Vitesses admissibles

La fixation d'un seuil de vitesse admissible dans les conduites, permettra l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum, un compromis technique:

- De faire une économie sur le coût des canalisations ;
- D'éviter les risques entraînés par des vitesses importantes (risque d'érosion) et les vitesses faibles (risque de dépôts solides)

La vitesse admissible est choisie entre 0.5 m/s, comme vitesse minimale, et 2 m/s comme vitesse maximale.

VI-2-6-2-Choix du matériau des conduites

Le choix du matériau est l'un des compromis entre critères à voir :

- La satisfaction des conditions hydrauliques (débit, pression).
- La disponibilité sur le marché local.
- L'intérêt économique.
- Du type de sol

VI-2-6-3-Caractéristiques des canalisations**a) Conduites en fonte**

Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux forces internes ;
- Bonne résistance à la corrosion ;
- Très rigides et solides.

Leur inconvénient est :

- coût relativement important

b) Conduite en acier

- Les conduites en acier sont plus légères que les conduites en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose
- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement).

Leur inconvénient est

- la corrosion.

c) Conduite en PEHD

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants

- Bonne résistance à la corrosion
- Disponible sur le marché
- Une pose de canalisation facile
- Leur coût est relativement faible.

Leur inconvénient est

- le risque de rupture dans le cas d'une mauvaise soudure.

VI-2-6-4-Calcul des diamètres

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses.

La formule de " LABYE " nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise

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

Avec :

Q : débit, exprimé en (m³/s) ;

D: diamètre exprimé en mm.

V : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.2 m/s.

VI-2-6-5-Calcul des pertes de charge

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

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

Avec :

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

Q: Débit en m³/s

D : Diamètre de la conduite considérée

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

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

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

Tableau VI-9: Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon

K (mm)	L	M	N
0,1	1,15	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,6	1,975	5,25

Dans notre cas, les conduites seront en fonte si leur diamètre est supérieur ou égal à 400mm et en PEHD dans le cas contraire.

Pour une conduite en fonte/PEHD, on a les caractéristiques suivantes :

La rugosité équivalente $K=0.1$ mm, donc

$L=1.15$ $M=1.89$ $N=5.01$

Nous avons estimé la vitesse dans la conduite égale à 1.2 m/s

Tableau VI-10: Calcul des diamètres des conduites

N° du tronçon	Longueur du tronçon (m)	Le débit (l/s)	Diamètre de la conduite (mm)	Diamètre Normalisé (mm)
P-N1	403.2	216.01	469.19	500
N1-N2	123.92	216.01	469.19	500
N2-1	45.72	11.79	109.61	110
N2-2	88.3	9.36	97.67	110
N2-N3	129.62	194.86	445.63	400
N3-N4	110.82	194.86	445.63	400
N4-3	76.23	14.23	120.42	125
N4-4	93.36	8.12	90.97	90
N4-N5	112.92	172.51	419.29	400
N5-N6	152.38	172.51	419.29	400
N6-5	77.53	15.39	125.24	125
N6-6	58.33	11.06	106.17	110
N6-N7	272.79	146.06	385.81	400
N7-7	90.04	16.86	131.08	160
N7-8	85.28	13.08	115.46	125
N7-N8	153.18	116.12	344	315
N8-N9	268.03	116.12	344	315
N9-N10	106.71	72.55	271.91	250
N9-N18	179.21	43.57	210.72	200
N10-9	80.64	12.41	112.46	110
N10-N11	116.02	60.14	247.57	250
N11-N12	150.08	21.35	147.51	160
N11-N13	313.79	5.76	76.62	75
N11-N14	145.77	33.03	183.47	200
N12-10	100.97	4.80	69.94	75
N12-11	93.7176	16.55	129.87	125
N13-12	60.97	5.76	76.62	75
N14-16	93.41	10.61	103.98	110
N14-N15	163.94	22.42	151.16	160
N15-N16	160.92	22.42	151.16	160
N16-17	54.66	14.31	120.76	125
N16-N17	160.92	8.11	90.91	90
N17-18	72.22	8.11	90.91	90
N18-13	87.26	15.84	127.05	160
N18-N19	189.15	27.73	168.11	160
N19-N20	155.65	27.73	168.11	160
N20-14	74.66	16.08	128.01	110

Après détermination du diamètre, on utilise le logiciel EPANET pour déterminer la vitesse, les pressions et les pertes de charge au niveau de la conduite principale et le réseau de distribution pour les variantes 1 et 2. Le calcul des pertes de charge ont été effectués selon la formule de Hazan-Williams:

$$H_f = 10.675 \times \left(\frac{Q}{C_{hw}}\right)^{1.852} \frac{1}{D^{4.87}}$$

C_{hw} : est le coefficient de perte de charge qui dépend du type de matériau il varie entre 130 et 150 pour le PEHD et la fonte.

Selon les pressions des bornes, les diamètres des canalisations seront modifiés si la pression n'est pas suffisante.

Les résultats des calculs pour la variante 2 sont présentés dans la figure et les tableaux ci-dessous :

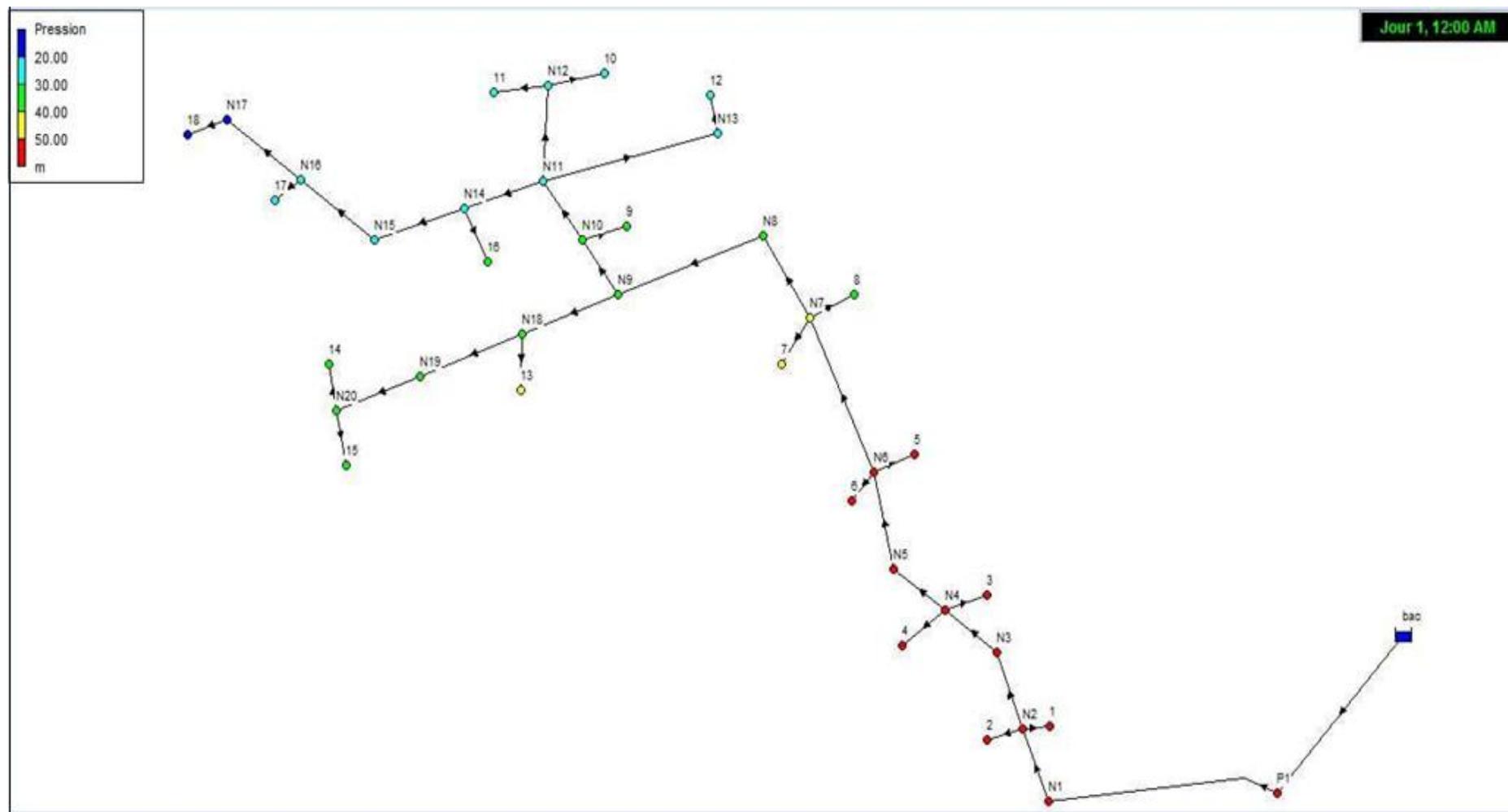


Figure VI-4 : Simulation du réseau de distribution de la variante 1 (Epanet).

Tableau VI-11: Résultats de calculs (Altitudes des nœuds, demande, charge totale et pression)

Node ID	Altitude m	Demande Base (m ³ /h)	Demande m ³ /h	Charge m	Pression m
Noeud N5	831.62	172.51	172.51	890.16	58.54
Noeud P1	814.6	216.01	216.01	898.57	83.97
Noeud N1	814.6	216.01	216.01	894.3	79.7
Noeud N2	819.46	216.01	216.01	893.26	73.8
Nœud.1	819.26	11.79	11.79	893.19	73.93
Nœud.2	819.27	9.36	9.36	893.18	73.91
Noeud N3	824.45	194.86	194.86	891.88	67.43
Noeud N4	827.9	194.86	194.86	890.99	63.09
Noeud 3	828.03	14.23	14.23	890.91	62.88
Noeud 4	826.72	8.12	8.12	890.82	64.1
Noeud N6	837.65	172.51	172.51	889.37	51.72
Noeud 6	836.43	11.06	11.06	889.3	52.87
Noeud 5	837.86	15.39	15.39	889.28	51.42
Noeud N7	847.74	140.06	140.06	888.22	40.48
Noeud N8	852.69	116.12	116.12	887.52	34.83
Noeud N9	849.58	116.12	116.12	886.72	37.14
Noeud N10	852.94	72.55	72.55	886.5	33.56
Noeud N11	856.94	60.14	60.14	886.39	29.45
Noeud N14	856.96	33.03	33.03	886.07	29.11
Noeud N15	857.84	22.42	22.42	885.79	27.95
Noeud N16	863.94	22.42	22.42	885.77	21.83
Noeud N17	870.04	8.11	8.11	885.75	15.71
Noeud 18	871.37	8.11	8.11	885.75	14.38
Noeud N13	858.95	5.76	5.76	886.36	27.41
Noeud 12	861.22	5.76	5.76	886.36	25.14
Noeud N12	862.24	21.35	21.35	886.39	24.15
Noeud 10	862.84	4.8	4.8	886.39	23.55
Noeud 11	862.71	16.55	16.55	886.39	23.68
Noeud 16	853.58	10.61	10.61	885.96	32.39
Noeud 9	853.67	12.41	12.41	886.37	32.7
Noeud N18	848.94	43.57	43.57	886.37	37.43
Noeud N19	850.09	27.73	27.73	886.06	35.97
Noeud N20	852.81	27.73	27.73	885.98	33.17
Noeud 14	855.1	16.08	16.08	885.98	30.88
Noeud 15	850.12	11.65	11.65	885.86	35.74
Noeud 13	845.93	15.84	15.84	886.35	40.42
Noeud 17	864.38	14.31	14.31	885.76	21.38
Noeud 7	845.03	13.08	13.08	888.17	43.14
Noeud 8	848.75	16.86	16.86	888.15	39.4
Bâche bac	950	-	-	950	0

Tableau VI-12: Les résultats de calculs (les débits, les vitesses et les pertes de charge)-epanet-

tronçon	Longueur m	Diamètre mm	Débit m ³ /h	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit (m/km)
Tuyau p3	403.2	500	777.636	1.1	0.907
Tuyau p4	123.9	500	777.636	1.1	0.907
Tuyau p5	45.72	110	42.444	1.2	0.831
Tuyau p6	88.3	110	33.696	1.2	0.831
Tuyau p8	129.6	400	701.496	1.2	0.407
Tuyau p9	110.82	400	701.496	1.2	0.348
Tuyau p10	76.23	125	51.228	1.16	1.042
Tuyau p11	93.36	90	29.232	1.2	1.042
Tuyau p12	112.92	400	621.036	1.2	0.375
Tuyau p13	152.38	400	621.036	1.2	0.506
Tuyau p14	58.33	125	39.816	1.164	0.940
Tuyau p15	77.53	110	55.404	1.2	1.23
Tuyau p17	153.18	400	418.032	1.066	0.637
Tuyau p18	268.03	160	418.032	1.11	1.11
Tuyau p19	106.7	125	261.18	1.2	0.610
Tuyau p20	116.02	315	216.504	1.2	0.750
Tuyau p21	145.77	315	118.908	1.051	0.929
Tuyau p22	163.94	250	80.712	1.2	2.12
Tuyau p23	160.92	200	80.712	1.2	2.085
Tuyau p24	160.92	110	29.196	1.2	3.94
Tuyau p25	72.22	250	29.196	1.2	1.770
Tuyau p26	313.79	160	20.736	1.2	10.04
Tuyau p27	60.97	75	20.736	1.2	1.951
Tuyau p28	150.08	200	76.86	1.2	1.773
Tuyau p29	100.97	75	17.28	1.087	2.289
Tuyau p30	93.7176	125	59.58	0.937	0.684
Tuyau p31	93.41	75	38.196	1.117	1.392
Tuyau p32	80.64	110	44.676	1.2	1.616
Tuyau p33	179.21	160	156.852	1.096	1.069
Tuyau p34	189.15	160	99.828	1.2	1.692
Tuyau p35	155.65	125	99.828	1.153	1.392
Tuyau p36	74.66	90	57.888	1.2	0.516
Tuyau p38	87.26	90	57.024	1.2	0.586
Tuyau p39	54.66	160	51.516	0.89	0.755
Tuyau p40	90.04	160	60.696	0.954	0.68
Tuyau p41	85.28	160	47.088	1.2	0.680
Tuyau 1	272.79	110	525.816	1.162	0.896
Tuyau 2	87.76	110	41.94	1.2	1.560
Tuyau 5	3922.71	500		1.1	8.8306

N° du tronçon	L L(m)	L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	D_N	Vitesse V réelle(m/s)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)	Pression (bars)
R-P	3922,71	3,92271	216,01	0,216	469,07	500	1,64	1,81	1,99	900	898,01		
P-N1	403,2	0,4032	216,01	0,216	469,19	500	1,64	1,81	1,99	857,63	898,01	40,38	4,04
N1-N2	123,92	0,12392	216,01	0,216	469,19	500	1,64	1,81	1,99	814,60	898,01	83,41	8,34
N2-1	45,72	0,04572	11,79	0,012	109,61	110	1,85	2,04	2,24	819,26	897,76	78,50	7,85
N2-2	88,3	0,0883	9,36	0,009	97,67	110	1,47	1,62	1,78	819,27	898,22	78,95	7,89
N2-N3	129,62	0,12962	194,86	0,195	445,63	400	1,77	1,94	2,14	819,46	897,86	78,40	7,84
N3-N4	110,82	0,11082	194,86	0,195	445,63	400	1,77	1,94	2,14	824,25	897,86	73,61	7,36
N4-3	76,23	0,07623	14,23	0,014	120,42	125	1,74	1,91	2,10	828,03	897,90	69,87	6,99
N4-4	93,36	0,09336	8,12	0,008	90,97	90	1,91	2,10	2,31	826,72	897,69	70,97	7,10
N4-N5	112,92	0,11292	172,51	0,173	419,29	400	1,44	1,59	1,75	827,9	898,25	70,35	7,04
N5-N6	152,38	0,15238	172,51	0,173	419,29	400	1,44	1,59	1,75	831,62	898,25	66,63	6,66
N6-5	77,53	0,07753	15,39	0,015	125,24	125	1,88	2,06	2,27	837,86	897,73	59,87	5,99
N6-6	58,33	0,05833	11,06	0,011	106,17	110	1,74	1,91	2,10	836,46	897,90	61,44	6,14
N6-N7	272,79	0,27279	146,06	0,146	385,81	400	1,74	1,91	2,10	837,65	897,90	60,25	6,02
N7-7	90,04	0,09004	16,86	0,017	131,08	160	1,49	1,64	1,80	848,75	898,20	49,45	4,94

N7-8	85,28	0,08528	13,08	0,013	115,46	125	1,60	1,75	1,93	845,03	898,07	53,04	5,30
N7-N8	153,18	0,15318	116,12	0,116	344	315	1,89	2,08	2,28	847,74	897,72	49,98	5,00
N8-N9	268,03	0,26803	116,12	0,116	344	315	1,89	2,08	2,28	852,69	897,72	45,03	4,50
N9-N10	106,71	0,10671	72,55	0,073	271,91	250	1,84	2,02	2,22	849,58	897,78	48,20	4,82
N9-N18	179,21	0,17921	43,57	0,044	210,72	200	1,54	1,69	1,86	848,94	898,14	49,20	4,92
N10-9	80,64	0,08064	12,41	0,012	112,46	110	1,95	2,15	2,36	853,67	897,64	43,97	4,40
N10-N11	116,02	0,11602	60,14	0,060	247,57	250	1,83	2,01	2,21	852,94	897,79	44,85	4,48
N11-N12	150,08	0,15008	21,35	0,021	147,51	160	1,89	2,08	2,29	856,94	897,71	40,77	4,08
N11-N13	313,79	0,31379	5,76	0,006	76,62	75	2,17	2,38	2,62	858,95	897,38	38,43	3,84
N11-N14	145,77	0,14577	33,03	0,033	183,47	200	1,57	1,73	1,90	856,94	898,10	41,16	4,12
N12-10	100,97	0,10097	4,8	0,005	69,94	75	1,81	1,99	2,18	864,84	897,82	32,98	3,30
N12-11	93,7176	0,09371	16,55	0,017	129,87	160	1,46	1,61	1,77	862,71	898,23	35,52	3,55
N13-12	60,97	0,06097	5,76	0,006	76,62	75	2,17	2,38	2,62	861,22	897,38	36,16	3,62
N14-16	93,41	0,09341	10,61	0,011	103,98	110	1,67	1,84	2,02	853,58	897,98	44,40	4,44
N14-N15	163,94	0,16394	22,42	0,022	151,16	150	1,98	2,18	2,40	856,96	897,60	40,64	4,06
N15-N16	160,92	0,16092	22,42	0,022	151,16	150	1,98	2,18	2,40	857,84	897,60	39,76	3,98
N16-17	54,66	0,05466	14,31	0,014	120,76	125	1,75	1,92	2,11	864,38	897,89	33,51	3,35
N16-N17	160,92	0,16092	8,11	0,008	90,91	90	1,91	2,10	2,31	863,94	897,69	33,75	3,38
N17-N18	72,22	0,07222	8,11	0,008	90,91	90	1,91	2,10	2,31	870,04	897,69	27,65	2,77
N18-13	87,26	0,08726	15,84	0,016	127,05	160	1,40	1,54	1,70	871,1	898,30	27,20	2,72
N18-N19	189,15	0,18915	27,73	0,028	168,11	200	1,57	1,73	1,90	845,93	898,10	52,17	5,22

N19-N20	155,65	0,15565	27,73	0,028	168,11	160	1,57	1,73	1,90	850,09	898,10	48,01	4,80
N20-14	74,66	0,07466	16,08	0,016	128,01	160	1,42	1,56	1,72	855,1	898,28	43,18	4,32
N20-15	87,76	0,08776	11,65	0,012	108,96	110	1,83	2,02	2,22	850,12	897,78	47,66	4,77

Tableau VI-13: Les résultats de calculs par la formule des pertes de charge.

Remarque

On propose à installer un brise charge à l'entrée du parcelle pour assurer une pression inférieure à 7 bars dans les endroits ou elle dépasse cette valeur.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié le système d'adduction du périmètre de Kasr Sbahi situé dans la wilaya d'Oum El Bouaghi.

Le périmètre est découpé en 18 ilots, et comporte 18 bornes avec 32 prises.

Le réseau d'adduction projeté est mixte avec un refoulement par pompage et une desserte gravitaire.

Cette phase de calcul nous a permis de :

- calculer le réseau d'adduction qui est constitué d'une conduite de refoulement en PEHD de diamètre 500 mm.
- Un réservoir vers le réseau de distribution à travers un système de canalisation en PEHD.
- d'assurer des pressions des bornes, qui sont nécessaires à toute projection d'un réseau d'irrigation, ce qui permet d'utiliser plusieurs systèmes d'irrigation même les plus exigeants en pression (tels que l'aspersion) et de diversifier les cultures pour de meilleurs rendements.

Chapitre VII :
Dimensionnement du
réseau d'irrigation
Goutte à Goutte

Chapitre VII : Dimensionnement du réseau d'irrigation**Goutte à Goutte****Introduction**

Le présent chapitre concerne le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée (le système goutte à goutte), dont les principales caractéristiques ont été définies précédemment. Pour ce projet, nous avons choisi d'étudier la culture de la tomate qui connaît un engouement dans la région d'Oum Bouaghi, et cela vu les qualités agronomiques et commerciales de ces cultures.

VII-1-Données générales

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

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°15 alimentée par la borne N°10 (borne à une seule prise) et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 3.29 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 3.33 hectares.

Caractéristique du gouteur :

- Débit nominal : 2 l/h
- Pression nominal : 10 m.c.e
- Espacement des gouteurs : 1 m
- Le nombre de gouteurs par plante : 1

VII-2-Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée**VII-2-1-Influence du taux de couverture du sol**

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc à l'ombre du feuillage, la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite (Ollier & Poirée, 1981).

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

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

- KELLER et KARMELI (1974) :

$$Kr = \frac{Cs}{0.85}$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$Kr = Cs + 0.5(1 - Cs)$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$Kr = 0.1 + Cs$$

Pour notre cas on considère un taux de couverture égal à 60% (pour les arbres adultes) donc :

Kr =0.71 selon Keller et Karmeli

Kr =0.80 selon Freeman et Garzoli

Kr =0.70 selon Decroix (CTGREF)

On prendra un coefficient Kr = 0.80

$$B_{ji}=B_j \times K_r \quad (B_j= 6,90\text{mm/jour})$$

$$B_{ji}= 6,90 \times 0.8 = 5.52\text{mm/j}$$

VII-2-2-Dose nette (dose pratique)

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire. La différence par rapport aux autres systèmes (goutte à goutte ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur h :

La dose pratique (nette) qui correspond à la RFU étant calculée comme suit :

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

Tel que : H_{cc} : humidité a la capacité au champ (31%)

H_{pf} : humidité au point de flétrissement (15%)

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

Z : profondeur d'enracinement en (1200 mm)

D_a : densité apparente du sol (D_a=1.2)

$$D_p = (31-15)/100 \cdot 1200 \cdot 2/3 \cdot 1.2 = 153.6 \text{ mm.}$$

P : Pourcentage du sol humidifié, il est calculé comme suit :

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

P : Volume du sol humidifié ;

N : Nombre de point de distribution par plante (égal à 1) ;

S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins de la même plante (0.5m)

S_h : Largeur de la bande humidifiée (0.5m)

S_r : Ecartement entre rangs de la plante (1m)

S_a : espacement des plantes sur les rangs (1 m)

$$P = 25\%$$

Donc la dose nette corrigée devient:

$$D_{pc} = 153.6 \times 0.25 = 38.4 \text{ mm.}$$

VII-2-3-Calcul de la dose brute

$$D_{brute} = \frac{D_p \times 0.25}{C_u \times \text{eff}} = \frac{38.4 \times 0.25}{0.9 \times 0.9} = 47.4 \text{ mm /mois}$$

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

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

VII-2-4-Fréquence des arrosages

la dose La fréquence des arrosages se calcule à partir des besoins en eau journaliers de la culture et de nette apportée à chaque arrosage. La fréquence d'arrosage (intervalle entre 2 arrosages) est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{B_{jl}} = \frac{32}{5.52} = 6.96 \text{ jours}$$

Donc on prend un intervalle de 7 jours.

On recalcule la nouvelle dose réelle :

$$D_r = 7 \times 5.52 = 38.64 \text{ mm}$$

Et la dose brute :

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_u * \text{eff}} = \frac{38.64}{0.9 \times 0.9} = 47.70 \text{ mm}$$

VII-2-5-Durée d'arrosage par mois

$$\theta = \frac{Db \times Sa \times Sr}{n * qg} = \frac{40.89 \times 1 \times 1}{1 \times 2} = 16.70 \text{ heures/mois}$$

VII-3-Calculs hydrauliques**VII-3-1-Conditions hydrauliques**

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

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

La variation maximale de la pression

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

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

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

$H(n)$ pression nominal

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

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

VII-3-2-Le débit :

$$Q_r = Q_g \times N_{g/r}$$

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

Avec:

Q_r : Débit de rampe

Q_g : Débit des goutteur

$N_{g/r}$: Nombre des goutteurs par rampe

N_r : Nombre des rampes

Q_{pr} : Débit de porte rampe

Avec : La longueur de la rampe (L_r) : 90 m

La longueur de la porte rampe (L_{pr}):170 m

La longueur de la conduite secondaire (L_s) :100m

VII-3-3-Le nombre de plante par rampe:

$$N_{\text{plante}} = L_r/E_r = 90/1 = 90 \text{ plantes}$$

VII-3-4-Nombre de goutteurs par rampe

$$N_g = N_{\text{plantes}} \times n = 90 \times 1 = 90 \text{ goutteurs}$$

VII-3-5-Le nombre de rampes:

$$N_r = L_{pr}/E_r = 170/1 = 170 \text{ rampes}$$

VII-3-6-Le nombre de porte rampe :

Le nombre de porte rampe : 2

VII-3-7-Débit de la rampe:

$$Q_r = N_g \times Q_g$$

$$Q_r = 90 \times 2 = 180 \text{ l/h}$$

VII-3-8-Débit de la porte rampe:

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

$$Q_{pr} = 180 \times 170 = 153000 \text{ l/h}$$

VII-3-9-Débit de la conduite secondaire :

Etant donné que nous avons 1 porte rampe :

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

$$Q_{cs} = 153000 \times 2 = 306000 \text{ l/h.}$$

VII-4-Dimensionnement des différentes parties du réseau :

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

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

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

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

Avec :

- Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe
- Q(r) : le débit de la rampe en l/h
- L(r) : la longueur de la rampe en m
- Ør(cal) : le diamètre de rampes
- Øpr(cal) : le diamètre de porte rampe

VII-4-1-Vérification des pertes de charges

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

La perte de charge unitaire

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

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

$$j = \frac{L}{2.75} \cdot i$$

Ou : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

VII-4-2-Calculs hydrauliques de la rampe :

Tableau VII-1:Caractéristique de la conduite de la rampe

culture	Surface ha	L _r (m)	N _g	Q _r (l/h)	h _r (m)	D _{cal} (mm)	D _n (mm)	Vitesse m/s	h _{cal} (m)
Tomate	3.33	90	90	180	1.2	11.63	12	0.44	0.38

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 1.2 mce (h_r max).

VII-4-3-Calculs hydrauliques de la porte rampe :**Tableau VII-2 :** Caractéristique de la conduite de la porte rampe

culture	Surface ha	L _{pr} (m)	N _r	Q _{pr} (l/h)	h _{pr} (m)	D _{cal} (mm)	D _n (mm)	Vitesse (m/s)	h _{cal} (m)
Tomate	3.33	170	170	153000	0.6	79.07	90	0.67	0.24

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 0.6 mce (h_{pr} max).

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

VII-4-4-Calcul des diamètres de la conduite secondaire :

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

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

avec :

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

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

Tableau VII-3 : Caractéristique de la conduite tertiaire

culture	Surface ha	L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	D _{cal} (mm)	D _n (mm)	V _{cal} (m/s)	h _{cal} (m)
tomate	3.33	100	306000	1.05	101.52	110	0.89	0.25

VII-5-La pression d'eau à la borne de distribution

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

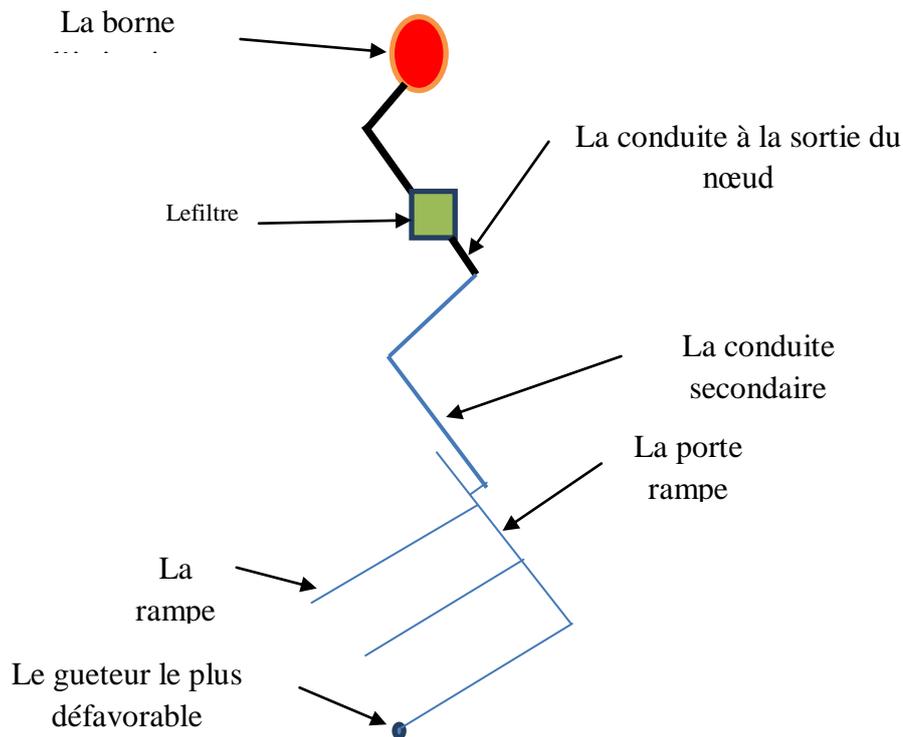


Figure VII-1: Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur.

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

Tableau VII-4 : récapitulatif des pressions des trois organes.

	La rampe	Porte rampe	Conduite tertiaire
Longueur(m)	90	170	100
Diamètre(m)	12	110	110
Débit (m ³ /s)	0.00005	0.004	0.0085
Pertes de charge(m)	0.38	0.24	0.25

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

$$\Delta h = 10 + 0.38 + 0.24 + 0.25 = 10.87 \text{ m.}$$

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte, pour la tomate.

En irrigation gravitaire, cette culture consommera des volumes d'eau importants, de plus les rendements sont généralement faibles. Avec l'irrigation localisée, non seulement nous avons une efficience de l'eau d'irrigation, mais aussi des rendements des cultures très élevés, ce qui permettra d'intensifier les cultures dans cette région riche mais semi-aride qui est la wilaya de Oum El Bouaghi

Chapitre VIII :
Calcul technico-
économique

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

L'étude du devis quantitatif et estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation du projet d'irrigation projeté, ce calcul consiste à déterminer les quantités de tout le matériel ainsi que les différentes opérations à effectuer sur le terrain. Pour notre projet on a les travaux suivants :

- Le réseau de distribution.
- La conduite d'adduction.
- Le réseau d'irrigation (par aspersion et localisée).

VIII-1-Différents travaux à entreprendre**VIII-1-1- Travaux concernant l'adduction et le réseau distribution**

Les tâches constituant les travaux à faire pour la mise en place de l'adduction et le réseau distribution sont :

VIII-1-1-1-Exécution des tranchées

C'est une opération de terrassement (déblais) qui consiste à faire des excavations. Ces excavations seront faites par une pelle hydraulique et les déblais seront posés à côté de la tranchée, l'autre côté étant réservé au bardage des conduites.

VIII-1-1-2- Pose du lit de sable

Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 12 cm dans notre cas.

VIII-1-1-3-Pose des conduites

Avant la descente des conduites dans la fouille, on procède à un triage des conduites de façon à écarter celles qui ont subies des chocs ; et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage, dans le fond de la fouille. Au cours de pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour n'avoir pas des difficultés au raccordement des conduites.

VIII-1-1-4-Epreuve de joint et de la canalisation

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

VIII-1-1-5- Remblayage des tranchées

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

VIII-1-1-6- Nivellement et compactage

Les tâches constituant les travaux à faire pour la construction de la station de pompage sont :

- Exécution du décapage.
- Exécution des fouilles.
- Coulage du béton de propreté.
- Coulage du béton pour les semelles.
- Coulage du béton pour les demi-poteaux.
- Remblayage des fouilles.
- Coulage du béton des longrines inférieures.
- Remblayage des casiers.
- Coulage de la chape inférieure.
- Coulage du béton de poteaux.
- Coulage du béton pour longrines supérieures et de la dalle.
- Maçonnerie et finition générale.

VIII-2-Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de distribution

VIII-2-1 Calcul du volume de terrassement

A) Largeur du fond de la tranchée

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

formule : $B = d + (0.5-1.2)$

Avec : B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

B) profondeur de la tranchée

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

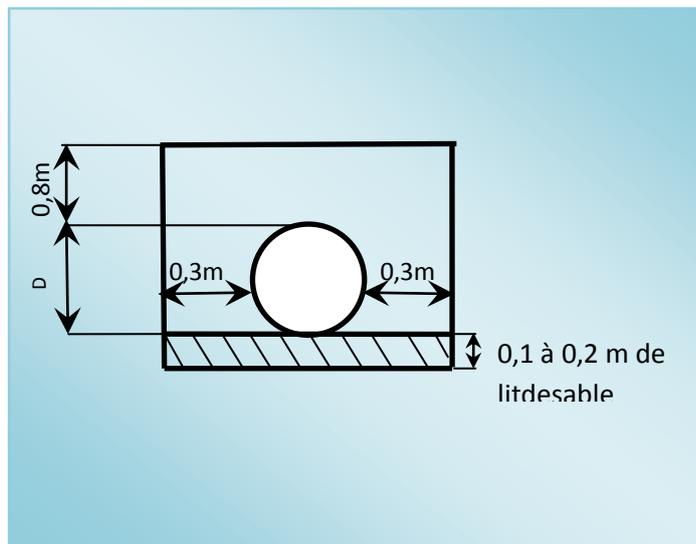


Figure VIII-1 : Schéma d'une tranchée

$$H = e + d + h$$

(m) Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur du lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite.

VIII-2-2-Calcul du volume de déblai

La surface à calculer est la surface rectangulaire :

$$S=B \times H$$

$$B = d + (0.5-1.2)$$

Donc: $B=1+ \emptyset$

$$H= 1+ \emptyset \text{ m}$$

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau VIII-1

Tableau VIII-1: calcul du volume de déblai

	Diamètre (mm)	Longueur de la conduite (m)	largueur d'une tranchée b :(m)	Hauteur de La tranchée(m)	Volume de déblai (m3)
La conduite gravitaire	500	3922.71	1.1	1.3	5609.48
La conduite de refoulement	500	2080.29	1.1	1.3	2974.81

VIII-2-3-Calcul du volume de lit de sable

Ce lit correspond à une couche de sable de 12cm sur le fond de la tranché, donc c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule cette surface en utilisant la formule suivante : $V= e \times b \times L$

Tableau VIII-2:calcul du volume de sable

	Hauteur (m)	Longueur (m)	largueur (m)	Volume (m3)
La conduite gravitaire	0.12	3922.71	1.1	517.80
La conduite de refoulement	0.12	2080.29	1.1	274.60

VIII-2-4-Calcul du volume de remblai

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai, c'est le volume qu'occupe-la conduite et le volume occupé par le lit de sable ;

$$V_r = V_d - (V + V_s)$$

V_r : Volume du remblai compacté (m³)

V_d : Volume du déblai (m³)

V_s : Volume du sable

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

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Dont les volumes des travaux pour la conduite sont représentés dans le tableau VIII-3.

Tableau VIII-3 : Calcul du volume de remblai

	Diamètre (mm)	Volume du déblai (m ³)	Volume de la conduite (m ³)	volume du sable (m ³)	Volume du remblai (m ³)
La conduite gravitaire	500	5609.48	769.83	517.80	4321.85
La conduite de refoulement	500	2974.81	408.26	274.60	2291.95

VIII-2-5-Volumes de station de pompage et du réservoir

Les volumes de stations de pompage et du réservoir sont montrés dans le tableau (VIII-4)

Tableau VIII-4: les volumes de la station de pompage et du réservoir

Désignation des travaux	unités	total
Volume décapé	m ³	68.30
Volume déblais	m ³	80.15
Béton de propreté	m ³	1.60
Béton armé fouille	m ³	4.10
Béton armé demi poteaux	m ³	1.88
Béton armé ceinture	m ³	5.58
Remblais compacté	m ³	10.29
Béton de propreté sous ceinture	m ³	2.01
Volume terre	m ³	50.20
Chappe	m ³	8.5
Béton armé poteaux	m ³	7.56
Béton armé longrine	m ³	6.57
Béton armé poutrelle	m ³	12.50
Béton armé dalle	m ³	70
Ourdis	U	400
Briques	U	1100
Pompes	U	3

VIII-3- Estimation de cout total de projet

VIII-3-1- Estimation du cout du réseau de distribution

Tableau VIII-5 :Factures pro-forma des pièces du réseau distribution

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
TubeØ75 PEHD	m/l	475,73	286,86	136467,91
TubeØ90 PEHD	m/l	326,5	331,27	108159,66
TubeØ110 PEHD	m/l	441,06	478,81	211183,94
TubeØ125 PEHD	m/l	387,42	622,39	241126,33
TubeØ160 PEHD	m/l	997,04	1786,5	1581405,14
Tube Ø200 PEHD	m/l	324,98	1 586,10	580576,77
TubeØ250 PEHD	m/l	222,73	2 476,19	551521,80
TubeØ315 PEHD	m/l	421,21	6 881,37	2898657,71
TubeØ400 PEHD	m/l	778,53	6 290,86	4897623,24
TubeØ500 PEHD	m/l	527,12	9 358,71	4933163,22
Vanne Ø100	U	16	7500	120000
Vanne 65	U	12	4500	54000
TOTAL 1				16313885,70

VIII-3-2-Estimation de cout de pose de canalisation de l'adduction

Tableau VIII-6 : Estimation du cout de pose de canalisation de l'adduction.

Désignation des travaux	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
déblai en terrain	m3	8584,29	300	2575287
lit de sable	m3	792,4	800	633920
remblai de la tranchée	m3	4321.85	200	864370
TubeØ500	m/l	2080.29	9 358,71	19468830,8
TOTAL 2				23542407,8

VIII-3-3-Estimation du cout de la station de pompage et du réservoir

Tableau VIII-7 Estimation de cout de la station de pompage et du réservoir.

Désignation des travaux	unités	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Volume décapé	m ³	68.3	250	17075
Volume déblais	m ³	80.15	400	32060
Béton de propreté sous semelles	m ³	1.6	12000	19200
Béton armé demi poteaux	m ³	1.88	25000	47000
Béton armé ceinture	m ³	5.58	25000	139500
Remblais compacté	m ³	10.29	450	4630,5
Béton de propreté sous ceinture	m ³	2.01	12000	24120
Chappe	m ³	8.5	25000	212500
Béton armé poteaux	m ³	7.56	25000	189000
Béton armé longrine	m ³	6.57	25000	164250
Béton armé poutrelle	m ³	12.5	25000	312500
Béton armé dalle	m ³	70	25000	1750000
Ourdis	U	400	40	16000
Briques	U	1100	29	31900
Pompes	U	3	750000	2250000
TOTAL 3				5209735,5

VIII-4-Devis estimatif de projet

Le devis des différentes opérations sont comme suit :

1-Devis du réseau de distribution (TOTAL 1=16313885,70 DA)

2- Devis du pose de canalisation de l'adduction (TOTAL 2=23542407,8DA)

3-Devis de la station de pompage et du réservoir (TOTAL 3=5209735,5)

Donc le devis total du projet de Kasr Sbahi est estimé à

Devis total=45066029DA

VIII-5-devis du réseau d'irrigation par aspersion et localisée

Tableau VIII-8:Equipement interne des parcelles d'irrigation localisée

Caractéristique d'appareil	unités	Quantité	Prix unitaire DA	TOTAL DA
Goutteurs Type A pour Agrumes débit 4 l/h	u	180	31	5580
Porte rampe en polyéthylène DN 150	ml	170	363	61710
Rampe porte goutteurs DN 20	ml	180	31	5580
Poste de filtration, Filtre à sable	u	8	50,237	401,896
Poste de filtration, Filtre à tamis	u	8	24,952	199,616
TOTAL 4				73471,512

Conclusion

Dans notre travail on a déterminé le devis général de la station de pompage, et l'adduction et le réseau de distribution, en premier lieu nous avons fait une étude quantitative des volumes des travaux. Comme deuxième étape nous avons estimé le cout de projet qui est de quarante cinq millions soixante six milles vingt neuf DA (45 066 029 DA). Il est élevé mais on doit noter que ce réseau est rentable à moyen terme.

Conclusion générale

Conclusion générale

Durant la dernière décennie, l'Algérie a connu une pénurie d'eau en cause de la sécheresse chronique qui sévit dans le pays, suivie d'une exploitation abusive des ressources en eau sans étude préalable ayant répandu un gaspillage énorme qui a causé des dégradations et des dysfonctionnements des infrastructures dans les périmètres d'irrigation.

L'objectif de ce mémoire de fin d'étude, est l'étude du périmètre d'irrigation de Kasr Sbahi situé dans la wilaya d'Oum El Bouaghi, en vue de dimensionner le réseau d'irrigation dont le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel en irrigation, néanmoins, les caractéristiques physiques, pédologiques et les conditions socioéconomiques que présente l'aire du périmètre de Kasr Sbahi, sont favorables à la mise en irrigué du périmètre.

L'irrigation du périmètre sera assurée principalement par un refoulement à partir d'un barrage de Foum El Khanga vers un réservoir de distribution.

La desserte du périmètre de Kasr Sbahi sera assurée par un réseau de distribution affectant une superficie de 150 ha et avec une pression minimale supérieure à 2.5 bars, ce qui permettra aux agriculteurs de pratiquer les nouvelles techniques d'irrigation.

L'étude comparative entre les modes d'irrigation, nous a montré que le système goutte à goutte est le plus convenable pour les cultures maraichères.

Une fois que les conditions agronomiques et hydrauliques seront pratiquées, les exploitations agricoles dégageront des rendements appréciables, qui reflèteront les vraies potentialités du périmètre.

La projection de systèmes d'irrigation modernes tels que l'aspersion et le goutte à goutte permettent une meilleure gestion de la ressource en eau et une meilleure conservation du sol, indispensable pour une région semi-aride telle que la wilaya de Oum El Bouaghi.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

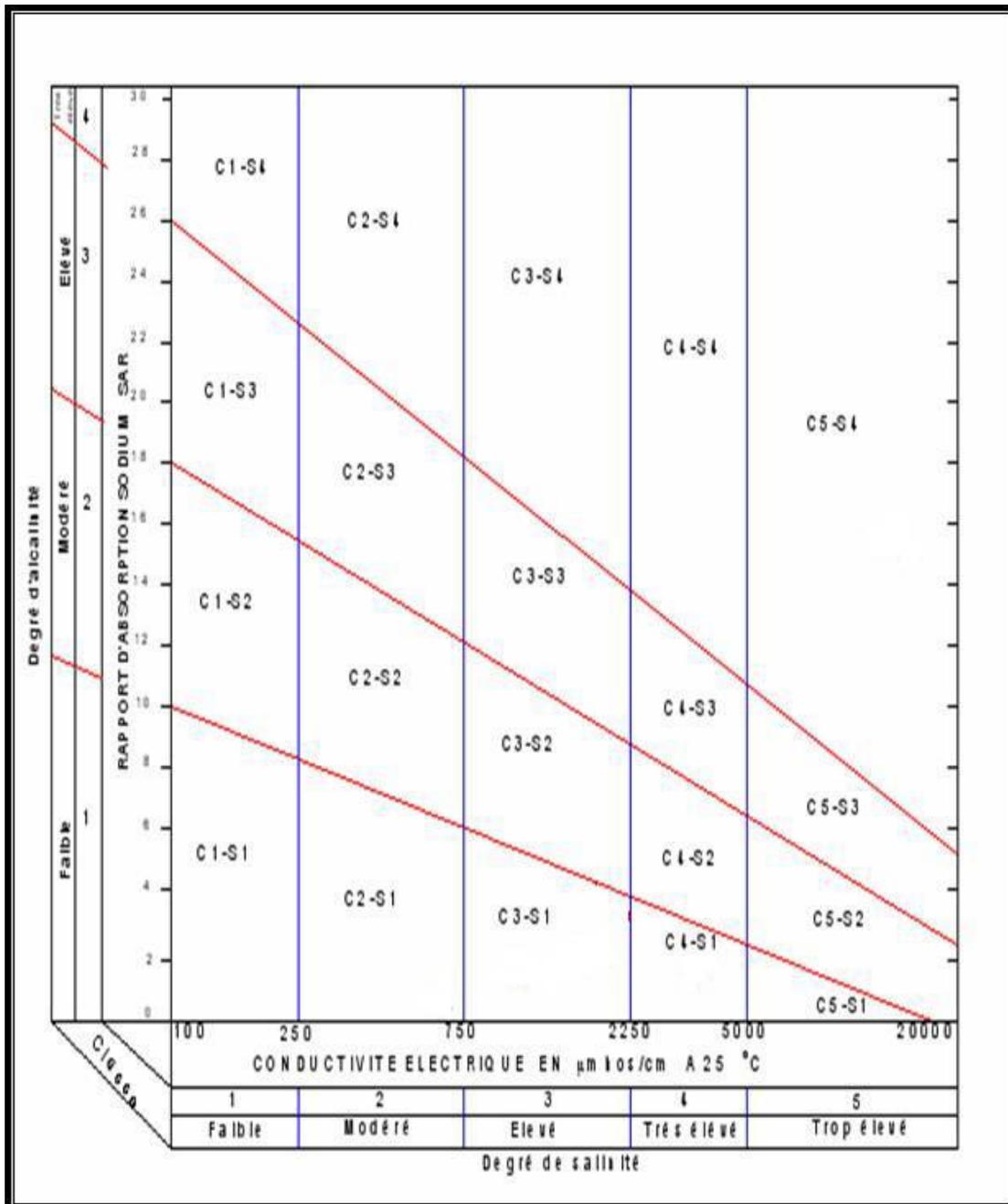
References bibliographiques

- [1] Bulletin N°30 FAO Calcul des besoins en eau des cultures
- [2] Bulletin DE FAO N° 24 Les besoins en eau des cultures, 1975 (A C* E F)
- [3] Mr: B. Boulifa (2011) : Etude du périmètre d'irrigation de F'kirina à l'aval de la retenue collinaire d'Oulmène (W -OUM EL BOUAGHI).
- [4] **Perrier A** (1975) Etude physique de l'évapotranspiration dans les conditions naturelles. III. Evapotranspiration réelle et potentielle des couverts végétaux. In Annales agronomiques.
- [5] **T.BENDADA** (2013) : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre Tlaghma- Secteur Sud- (Wilaya de Mila) d'une superficie de 358 ha. À partir du barrage Réservoir
- [6] **LAOUATA (2014)** : ETUDE DE PERMETTRE D'IRRIGATION D'AIN KERCHA PARTIE OUEST WILAYA D'OUM BOUAGHI

Annexes

Annexes

Annexe 1



Annexes

Annexe 2

7

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL K_c EN FONCTION
DU STADE DE CROISSANCE DE DIFFERENTES
CULTURES ANNUELLES

Tableau n° 3

cultures annuelles	POURCENTAGE DE LA PERIODE DE CROISSANCE									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Betterave à sucre	0.45	0.50	0.70	0.90	1.05	1.15	1.25	1.25	1.15	1.10
Coton	0.20	0.30	0.40	0.60	0.90	1.00	1.00	0.90	0.700	0.60
Haricots	0.50	0.65	0.80	1.00	1.10	1.15	1.10	0.95	.80	0.70
x Mais Grains	0.45	0.55	0.65	0.80	1.00	1.05	1.05	1.02	0.95	0.85
Mais Fourrage	0.45	0.50	0.60	0.70	0.90	1.02	1.10	1.10	1.05	0.95
Maraiçage	0.35	0.50	0.65	0.75	0.80	0.82	0.80	0.75	0.65	0.50
Melons	0.45	0.50	0.60	0.70	0.80	0.82	0.80	0.75	0.72	0.70
Pomme de terre	0.35	0.45	0.60	0.85	1.10	1.25	1.35	1.35	1.35	1.25
Sorgho grains	0.30	0.50	0.70	0.50	1.10	1.05	0.95	0.80	0.70	0.60
Tomates	0.45	0.45	0.50	0.65	0.85	1.00	1.02	0.95	0.85	0.75

Annexes

Annexe 3

Caractéristiques hydriques de quelques sols

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm/m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPF	disponible HCC-EPF	
Sableuse	9 (6 à 12)*	4 (2 à 5)*	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)

Annexes

Annexe 4

Tube PEHD

Référence	Désignation	Diamètre en MM	Epaisseur en MM	Qualité Produit	Pression Service	Prix TTC le M/L
11 002 0201	Tube PEHD	20	2.0	PE80	6 Bars	40,58
11 002 0251	Tube PEHD	25	2.0	PE80	6 Bars	51,77
11 002 0321	Tube PEHD	32	2.0	PE80	6 Bars	67,52
11 002 0401	Tube PEHD	40	2.0	PE80	6 Bars	87,46
11 002 0501	Tube PEHD	50	2.4	PE80	6 Bars	129,44
11 002 0631	Tube PEHD	63	3.0	PE80	6 Bars	202,90
11 002 0751	Tube PEHD	75	3.6	PE80	6 Bars	286,86
11 006 0901	Tube PEHD	90	3.5	PE100	6 Bars	331,27
11 006 1101	Tube PEHD	110	4.2	PE100	6 Bars	478,81
11 006 1251	Tube PEHD	125	4.8	PE100	6 Bars	622,39
11 006 1601	Tube PEHD	160	6.2	PE100	6 Bars	1786,5
11 006 2001	Tube PEHD	200	7.7	PE100	6 Bars	1 586,10
11 006 2501	Tube PEHD	250	9.6	PE100	6 Bars	2 476,19
11 006 3151	Tube PEHD	315	12.1	PE100	6 Bars	6 881,37
11 006 4001	Tube PEHD	400	15.3	PE100	6 Bars	6 290,86
11 006 5001	Tube PEHD	500	19.1	PE100	6 Bars	9 358,71
11 006 6301	Tube PEHD	630	33.10	PE100	6 Bars	14 852,57