

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE-ARBAOUI Abdallah-

DEPARTEMENT HYDRAULIQUE URBAINE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en hydraulique

Option : Irrigation et Drainage

INTITULE :

**ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOL DU
PERIMETRE DE 300 ha DE MESTAOUA, WILAYA DE
BISKRA**

Présenté par :

M^r: HAMADA Yasser

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et prénom	Grade	Qualité
M^r AZIB Makhoulf	Professeur	Président
M^r BENKACI ALI Tarek	MCB	Examineur
M^{me} MAZOUZI Sabra	MAA	Examinatrice
M^r BOUZIANE Omar	MAA	Examineur
M^r RASSOUL Abdelaziz	MCA	Promoteur

septembre 2018

Remerciement

- Je tiens à remercier vivement tous ceux qui m'ont apportés un soutien pour l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude, particulièrement ma famille.
- Toute ma gratitude pour mon promoteur M^r RASSOUL pour ses judicieux conseils ainsi que ses disponibilités tout au long de l'élaboration de ce travail.
- Mon respect s'adresse aux membres de jury qui me feront l'honneur d'apprécier ce travail.
- Je tiens à présenter par occasion tout mon respect à tous les enseignants qui ont contribué à ma formation du primaire jusqu'au cycle universitaire.
- Je n'oublie pas non plus tous mes amis qui m'aiment et les membres de ma famille qui m'ont toujours encouragé pour atteindre mes objectifs.

HAMADA Yasser

المخلص:

إن الهدف من إنجاز مذكرة نهاية الدراسة الذي يتمثل في إعادة إنشاء و تحديد الأبعاد لشبكة الري على مستوى المساحة الزراعية لمنطقة مستاوة بالمزيرة, دائرة زريبة الواد, ولاية بسكرة. تتضمن دراسة شاملة للقيام بتوزيع الكميات المائية اللازمة لسقي المنطقة و هذا عن طريق أحد الآبار المائية للمنطقة .

RÉSUMÉ :

Le présent mémoire a pour objectif, la projection et le dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre de Mestaoua, commune de M'ziraa , Daira de Zribet El Oued, wilaya de Biskra.

Nous avons effectué une étude approfondie pour effectuer la distribution des quantités nécessaires d'eau pour irriguer la région. Et la ressource en eau provient de la mobilisation de l'eau à partir d'un forage situé à Zribet El Oued.

ABSTRACT:

The aim of this thesis is to project and dimension a water distribution network at the Mestaoua perimeter, M'ziraa commune, Daira de Zribet El Oued, Biskra wilaya.

We conducted a thorough study to deliver the necessary quantities of water to irrigate the area. And the water resource comes from the mobilization of water from a borehole located in Zribet El Oued.

SOMMAIRE

Introduction générale :	
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude :	1
I.1 Introduction :	1
I.2 Présentation générale de la wilaya de Biskra :	1
I.3 Etude climatologique :	2
I.3.1 Etude des précipitations moyennes annuelles :	2
I.3.2 Etude des températures :	4
I.3.3 L'humidité relative :	5
I.3.4 Le vent :	5
I.3.5 Le sirocco :	6
I.4 Classification du climat :	7
I.4.1 Classification du climat selon l'indice de Mr MARTON :	7
T : température moyenne annuelle en (°c).....	7
I.4.2 Classification du climat selon diagramme de Mr EMBERGER :	8
I.4.3 Diagramme de GAUSSEN :	9
I.5 Etude socio-économique	10
I.6 Conclusion :	11
Chapitre II : Ressource en sol.....	13
II.1 Introduction :	13
II.2 Les analyses physico-chimiques du sol du périmètre d'irrigation de Mestaoua	13
II.3 Étude des sols :	14
II.4 Étude morphologique des sols :	14
II.5 Étude analytique des sols :	15
II.6 Étude morpho analytique des profils :	15
II.7 Résultats analytiques des profils :	15
II .8 Aptitudes culturales :	21
II .13 Conclusion :	22

Chapitre III : Les ressources en eau.....	23
III.1 Introduction :.....	23
III.1 2.Ressources en eaux :	23
III.3 Les analyses physico-chimiques des eaux destinées à l'irrigation du périmètre :.....	23
III.4 La salinité :.....	23
III.5 La conductivité électrique CE :.....	24
III.6 Le S.A.R (Sodium Absorption Ratio) :.....	25
III.7 Interprétation :.....	25
III.8 Conclusion :.....	26
Chapitre IV : Hydrologie.....	27
IV.1 Introduction :.....	27
IV.2 Réseau pluviométrique :.....	27
IV.3 Homogénéité de la série pluviométrique :.....	29
IV.4 Traitement des données :.....	31
IV.5.1 Ajustement de la série pluviométrique :.....	31
IV.5.1.1 Ajustement à la loi Normale (GAUSS) :.....	31
IV.5.1.1 Ajustement à la loi Log-Normale (GALTON) :	32
IV.5.2 Test de validité de l'ajustement à la loi Normale :.....	33
IV.5.3 Détermination de l'année de calcul :.....	34
IV.6 Conclusion :.....	35
Chapitre V : Besoin en eau.....	36
V .1 Introduction :.....	36
V .2 Définition :.....	36
V .3 L'évapotranspiration :.....	37
V .3.1 Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC) :.....	37
V .3.2 Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence :.....	37
• Méthode de PENMAN ET MONTEITH modifiée.....	38

V .4 La réserve facilement utilisable (RFU) :.....	41
V .4.1 Les profondeurs d'enracinement:.....	41
V .5 L'occupation des sols et le choix des cultures :.....	42
V .5.1 Les pourcentages proposés aux différentes cultures :.....	42
V .5.2 Rotation et assolements :.....	43
V .5.2 Calendrier d'occupation des sols :.....	44
V .6 Détermination des Besoins en eau des cultures :.....	46
V .7 Calcul du débit spécifique :.....	52
V .8 Calcul du débit caractéristique :.....	53
V .9 Estimation des besoins en eau totaux du périmètre :.....	53
V .10 Conclusion :.....	54
Chapitre VI : Techniques d'irrigation.....	55
VI.1 Introduction :.....	55
VI.2 Irrigation par aspersion :.....	55
VI.2 .1 Avantage et inconvénients de la technique d'irrigation par aspersion :.....	55
<input type="checkbox"/> Avantages de l'irrigation par aspersion.....	55
<input type="checkbox"/> Inconvénients de l'irrigation par aspersion.....	55
VI.2 .2 Les différents types d'installation par aspersion :.....	55
<input type="checkbox"/> Les équipements classiques	56
<input type="checkbox"/> Différentes installations à la parcelle.....	56
VI.2 .3 Description de l'installation :.....	56
VI.3 Irrigation localisée (par goutte à goutte) :.....	57
VI.3.1 Avantage et inconvénients de l'irrigation par goutte à goutte :.....	57
<input type="checkbox"/> Avantage :.....	57
<input type="checkbox"/> Inconvénient :.....	57
VI.4 Choix de la technique d'arrosage :.....	58
VI.5 Conclusion :.....	59

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle.....	60
VII.1 Introduction :	60
VII.2 Organisation du périmètre :.....	60
VII.2.1 Ilots et bornes d'irrigation :.....	60
VII.2.2 Taille des îlots d'irrigation :.....	61
VII.2.3 Rôle et fonction de la borne d'irrigation :.....	61
VII.3 Modalités de desserte de l'eau :.....	61
• Distribution d'eau à la demande :.....	61
• Distribution au tour d'arrosage :.....	62
VII.4 Calcul hydraulique des bornes :.....	62
VII.4.1 Choix du diamètre de la borne :.....	62
VII.5 Variantes d'aménagement hydro-agricole :.....	64
VII.6 Choix des matériaux des canalisations :.....	64
VII.7 Dimensionnement hydraulique des canalisations.....	65
• Calcul des diamètres :.....	65
• Vitesse admissible.....	66
• Calcul des pertes de charge.....	66
VII.8 Dimensionnement des réservoirs de distribution :.....	73
VII.9 Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte :.....	74
VII.9.1 Données générales :	74
VII.9.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :.....	75
VII.9.2.1 Influence du taux de couverture du sol :.....	75
VII.9.2.2 Dose nette pratique :.....	76
VII.9.2.3 Calcul de la dose brute :.....	76
VII.9.2.4 Fréquence des arrosages :.....	77
VII.9.2.5 Durée d'arrosage par mois :.....	77
VII.9.2.6 Durée d'arrosage journalier :.....	77

VII.9.2.7 Nombre de poste :	77
VII.9.2.8 Surface du poste :	78
VII.9.3 Calculs hydrauliques : Conditions hydrauliques de base :	78
VII.9.4 Dimensionnement des canalisations du réseau :	80
VII.9.5 Vérification des pertes de charges :	81
VII.9.5.1 Calcul du diamètre de la rampe :	81
VII.9.5.2 Calcul de Diamètre de la porte rampe :	81
VII.9.5.3 Calcul des diamètres des conduites tertiaire :	82
VII.9 Conclusion :	82
Chapitre VIII : Calcul technico-économique.....	83
VIII.1 Introduction :	83
VIII.2 Différents travaux à entreprendre :	83
VIII.3 Calcul du volume de terrassement :	84
• Largeur du fond de la tranchée :	84
• profondeur de la tranchée :	84
• Section de la tranchée:	85
• Volume à excaver :	85
VIII.4 Frais des travaux sur réseau d'irrigation :	85
a-Pour les déblais :	85
b-Calcul du volume du lit de sable :	85
c-Pour les remblais:	86
VIII.5 Calcul du volume de déblai et remblai :	86
VIII.6 Calcul des différents volumes :	86
VIII.6 Facture des différents types de conduites du réseau de distribution :	87
VIII.7 Devis estimatif et quantitatif des pièces spéciales :	88
VIII.8 Conclusion :	89
Conclusion générale.....	

LISTE DES FIGURES

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude :	1
Figure I .1: Carte de situation géographique de la ville de Biskra (H.P.E 2005).....	2
Figure I .2 : La répartition saisonnière des pluies.....	3
Figure I .3 : La variation des températures mensuelles.....	4
Figure I .4 : L'humidité relative moyenne.....	5
Figure I .5 : La vitesse moyenne du vent.....	6
Figure I .6 : Diagramme d'EMBERGE.....	9
Figure I .7 : Le diagramme de GAUSSEN.....	10
Chapitre II : Ressource en sol.....	13
Figure II.1 PROFIL N° 1.....	17
Figure II.2 PROFIL N° 2.....	20
Chapitre III : Les ressources en eau.....	23
Figure III.5 : Diagramme pour la classification des eaux d'irrigation en fonction de SAR.....	26
Chapitre IV : Hydrologie.....	27
Figure I.IV Ajustement à la loi de Gauss.....	32
Figure I.IV Ajustement à la loi de Galton.....	33
Chapitre VIII : Calcul technico-économique.....	83
Figure VIII.1: Schéma d'une tranchée.....	84

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude.....	1
Tableau I .1 : Caractéristiques de la station météorologique.....	2
Tableau I .2 : Précipitations moyennes mensuelles (1992-2012).....	3
Tableau I .3 : Répartition saisonnière de précipitations en mm (1992-2012).....	3
Tableau I .4 : Valeurs des températures enregistrées à la station de Biskra. (1992-2012).....	4
Tableau I .5 : Humidités relatives moyennes, enregistrées à la station de Biskra (1992-2012).....	5
Tableau I .6 : Vitesse moyenne mensuelle du vent (1992-2012).....	6
Tableau I .7 : Variation du sirocco /mois (1990-2012).....	6
Tableau I .8 : Classification du climat selon Mr MARTON.....	7
Tableau I .9 : Superficies irriguées et par type des cultures (ha) 2010-2014.....	11
Tableau I .10 : Superficies irriguées par systèmes d'irrigation 2010-2014(réalisation).....	11
CHAPITRE II : Ressource en sol.....	13
Tableau II.1 : RESULTATS ANALYTIQUES DU PROFIL N° 1.....	16
Tableau II.2 : Résultats analytiques du profil N° 02 :	19
Chapitre III : Les ressources en eau.....	23
Tableau III.1 : Résultats d'analyse de l'eau d'irrigation.....	24
Tableau III.2 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	24
Chapitre IV : Hydrologie.....	27
Tableau IV.1 : Caractéristiques de la station pluviométrique.....	27
Tableau IV.1 : Les pluies mensuelles de la station pluviométrique de BISKRA.....	28
Tableau IV.3: Test de WILCOXON.....	30
Tableau IV.4: Ajustement à la loi de Gauss.....	31
Tableau IV.5: Ajustement à la loi Log Normale :	32
Tableau IV.6: Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcule.....	35
Chapitre V : Besoin en eau.....	36
Tableau V .1: Les résultats de l'ET0 obtenir à l'aide du logiciel CROPWAT.....	40
Tableau V .2: Coefficients culturaux (Kc) des principales cultures.....	41

Tableau V .3 : Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures.....	41
Tableau V .4 : Les pourcentages proposés aux cultures :	42
Tableau V .5 : Les pourcentages proposés aux cultures :	42
Tableau V .6: Les assolements proposés.....	43
Tableau V .7: Calendrier d'occupation des sols pour les cycles culturaux.....	45
Tableau V .8 : pluviométries moyennes et efficaces pour chaque mois en mm.....	47
Tableau V .9 : Résultats de calcul du besoin en eau de l'olivier.....	47
Tableau V .10 : Résultats de calcul du besoin en eau du blé.....	47
Tableau V .11 : Résultats de calcul du besoin en eau d'oignon.....	48
Tableau V .12 : Résultats de calcul du besoin en eau de la tomate.....	48
Tableau V .13 : Résultats de calcul du besoin en eau de la pomme de terre (arrière-saison).....	49
Tableau V .14 : Résultats de calcul du besoin en eau de la pomme de terre (saison).....	49
Tableau V .15 : Résultats de calcul du besoin en eau de la courgette.....	50
Tableau V .16 : Résultats de calcul du besoin en eau du haricot.....	50
Tableau V .17 : Résultats de calcul du besoin en eau du Piment et poivron.....	51
Tableau V .18 : Résultats de calcul du besoin en eau de l'orge.....	51
Tableau V .1 : Calcul des besoins en eau.....	52
Tableau V .18 : les besoins en eau du périmètre	54
Chapitre VI : Techniques d'irrigation.....	55
Tableau VI. 1: Analyse multicritère du choix de la technique d'irrigation.....	58
Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle.....	60
Tableau VII.1: Choix du diamètre de la borne.....	62
Tableau VII.2: Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes.....	62
Tableau VII.3 : Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon.....	67
Tableau VII.4 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution.....	68
Tableau VII.5 : Diamètre de la rampe.....	81
Tableau VII.6 : Diamètre de la porte rampe.....	82

Tableau VII.7 : Diamètre des conduites tertiaires.....	82
Chapitre VIII : Calcul technico-économique.....	83
Tableau VIII.1 : Quantité des travaux de terrassement.....	68
Tableau VIII.2 : Coût des travaux de terrassement.....	87
Tableau VIII.3 : Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.....	87
Tableau VIII.4 : Devis estimatif et quantitatif des bornes d'irrigation.....	88

La liste des planches :

- N1 : Plan du réseau de distribution du périmètre de MESTAOUA commune de
M'ZIRAA W.BISKRA
- N2 : Plan de situation
- N3 : Profile en long de la conduite principale entre les nœuds R et N21
- N4 : Plan du réseau goutte à goutte de la parcelle (38)

Introduction générale

Introduction générale :

L'homme a su, tout au long de son histoire, inventer des techniques pour s'accommoder à son milieu. Il a mis au point des variétés végétales et culturales améliorées, adaptées à ses besoins.

On a mis au point des méthodes qui permettent d'obtenir aux cultures une production optimale et de prédire correctement les volumes d'eau.

Une mobilisation de l'eau a été faite avec la mise en place d'un système d'adduction à partir d'un forage au niveau de la commune de M'ziraa vers le périmètre de **Mestaoua** à une distance de 8 km. Notre travail consiste à projeter et dimensionner un réseau de distribution à fin de réaliser le réservoir de distribution pour bien satisfaire les besoins des différentes cultures.

Ce travail commence par un aperçu sur la présentation générale de la zone d'étude pour obtenir des informations sur le site du périmètre. Dans le 2^{ème} chapitre on a étudié les ressources en sol, ainsi que les ressources en eau dans le 3^{ème} chapitre, pour savoir la qualité de l'eau d'irrigation à partir du forage cité. Le 4^{ème} chapitre concerne l'étude hydrologique pour les données climatiques qui ont été utilisées dans cette étude et on a déterminé les caractéristiques des pluies de fréquences données, afin d'utiliser ces résultats pour calculer les besoins en eau dans le 5^{ème} chapitre. Le 6^{ème} chapitre justifie le choix de la technique d'irrigation (irrigation localisée). Dans le 7^{ème} chapitre on a essayé d'étudier la projection et le dimensionnement du réseau de distribution.

Enfin, une estimation du coût de projet est présentée dans le 8^{ème} chapitre.

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.1 Introduction :

La connaissance et l'analyse des différents facteurs lors de l'élaboration d'un aménagement hydro-agricole sont primordiales dans le cadre d'une bonne conception du réseau d'irrigation.

L'étude détaillée des principaux facteurs climatiques, vont nous permettre de déterminer le type de climat caractérisant la zone d'étude.

Ce chapitre fera l'objet d'une présentation globale du site d'étude, du point de vue situation géographique et conditions climatiques.

I.2 Présentation générale de la wilaya de Biskra :

La wilaya de Biskra est située à l'Est du pays, plus exactement Au Sud des monts des Aurès qui constituent sa limite nord.

Elle s'étend au sud-est jusqu'à la zone de chott Melghir et au sud-Ouest jusqu'au commencement du grand Erg oriental. La wilaya de Biskra est constituée de 12 daïra avec une administration de base formée de 33 communes assiégées sur une superficie totale de 21671.24Km², son altitude est de 128 mètres/au niveau de la mer.

La wilaya de Biskra est limitée :

- Wilaya de Batna au Nord
- Wilaya de M'sila au Nord –Ouest
- Wilaya de Djelfa au Sud-Ouest
- Wilaya d'El-Oued au sud-Est
- Wilaya de Khenchla à l'Est

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

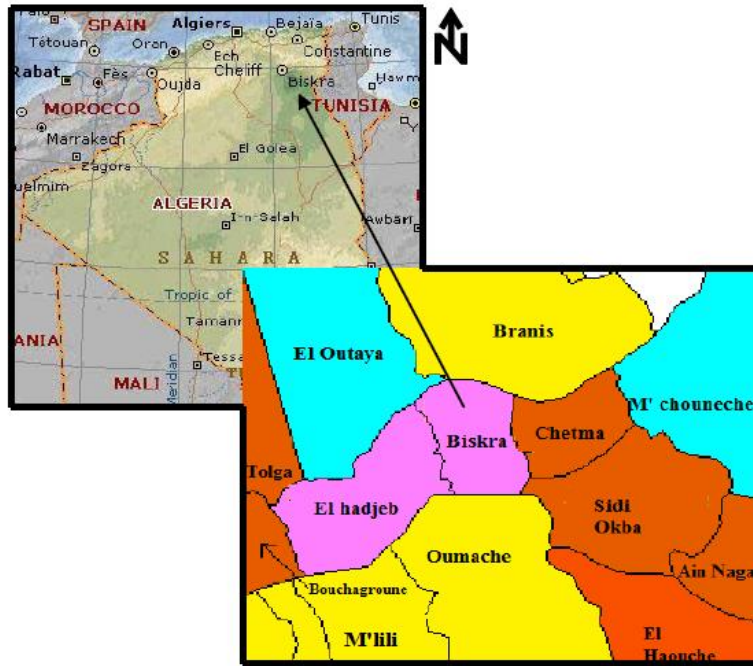


Figure I.1: Carte de situation géographique de la ville de Biskra (H.P.E 2005).

I.3 Etude climatologique :

L'Algérie est caractérisée par le contraste entre le climat méditerranéen de la bordure littorale et le climat désertique du Sud, en passant par le climat montagneux des plateaux, nous serons donc amenés, avant toutes choses, à préciser le type du climat du secteur que nous avons étudié.

Pour notre région d'étude, nous nous sommes basés sur les observations disponibles, relevées dans la station de Biskra, Comme elle est la seule station qui possède toutes les données climatiques nécessaires.

Tableau I.1 : Caractéristiques de la station météorologique

Dénomination	Latitude	Longitude	Altitude
Biskra	34°48 N	05°44 E	56 m

Source : Station Biskra O.N.M

I.3.1 Etude des précipitations moyennes annuelles :

D'après cette série de 20 ans « 1992-2012 » dans le tableau ci-dessous, La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée sur cette période est de **142.96 mm**. Toutefois, la pluviométrie annuelle est très variable d'une année à l'autre.

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

Le tableau suivant donne les valeurs moyennes mensuelles des précipitations, mesurées à la station de Biskra, sur la période allant de 1992 à 2012.

Tableau I .2 : Précipitations moyennes mensuelles (1992-2012)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Annuelle
P (mm)	19.685	12.45	18.2	14.62	25.155	12.45	15.67	17.54	6.73	3.57	0.28	1.605	142.96

Source : Station Biskra O.N.M (1992-2012)

L'évolution des précipitations moyennes mensuelles de la station de Biskra, pour différentes périodes, montre que les valeurs de précipitations maximales sont marquées principalement en mois de Janvier avec un maximum de 25.155 mm, alors que le mois le plus sec est celui de juillet, avec une valeur enregistrée de 0.28 mm.

Tableau I .3 : Répartition saisonnière de précipitations en mm (1992-2012)

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Été			Annuelle
Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	--
P (mm)	19.685	12.45	18.2	14.62	25.155	12.45	15.67	17.54	6.73	3.57	0.28	1.605	142.955
P (Moy/Saison)	50.34			52.23			39.49			5.46			142.955
%	35.21			36.53			27.94			3.82			100

Source : Station Biskra O.N.M (1992-2012)

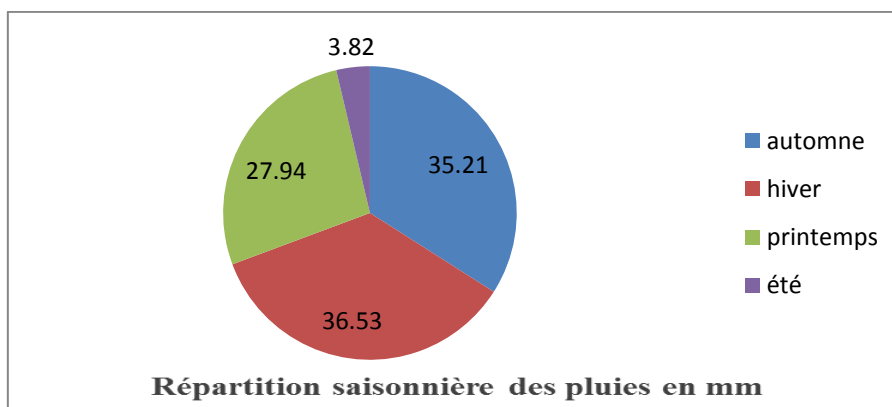


Figure I .2 : La répartition saisonnière des pluies

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

I.3.2 Etude des températures :

La température est le second facteur, après la précipitation qui conditionne le climat d'une région. Elle permet aussi d'estimer le déficit d'écoulement. La température moyenne annuelle est de 22.57°C. Le tableau suivant donne les températures moyennes mensuelles, pour une période de 20 ans (1992-2012).

Tableau I .4 : Valeurs des températures enregistrées à la station de Biskra. (1992-2012)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy Annuelle
T (min) °C	6,89	8,06	11,3	14,84	19,97	24,81	27,84	27,8	23,2	18	12,01	8,05	16,90
T (max) °C	17,13	19,08	23,14	26,76	31,95	37,7	40,94	40,07	34,16	28,94	22,1	17,69	28,31
T (moy) °C	11,65	13,36	17,18	20,89	26,41	31,54	34,59	34,15	28,81	23,31	16,49	12,42	22,57

Source : Biskra O.N.M (1992-2012)

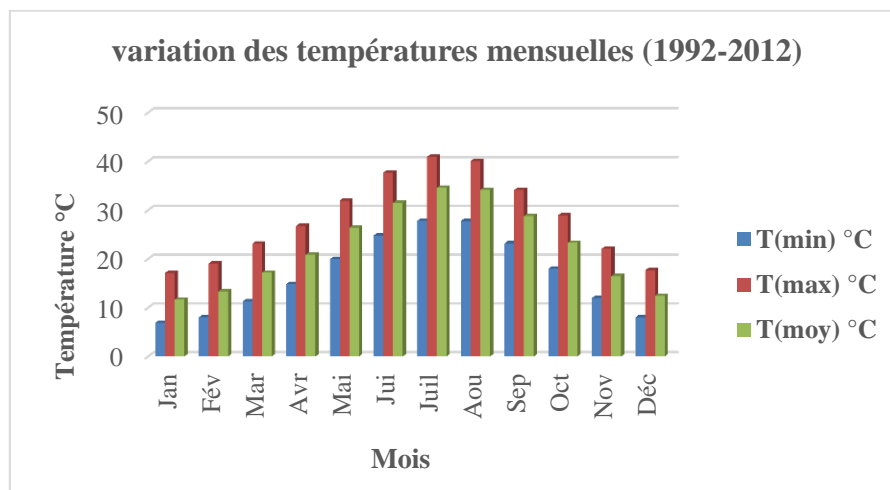


Figure I .3 : La variation des températures mensuelles

A partir du tableau ci-dessus, les variations des températures moyennes mensuelles, minimales et maximales, représentées dans la figure précédente, montrent en général que le mois de Janvier est le mois le plus froid, avec une température de 6.89°C, et que les mois de Juillet et Août sont les plus chauds ,avec une température allant de 40.94°C et 40.07°C , respectivement.

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

I.3.3 L'humidité relative :

Ce paramètre est relativement faible dans la zone d'étude ; la moyenne est de 42.14%. Cette faible valeur s'explique par l'aridité du climat et la concentration des masses d'air chaud du Sahara. Les valeurs moyennes mensuelles sont insérées dans le tableau, ci-dessous.

Tableau I .5 : Humidités relatives moyennes, enregistrées à la station de Biskra (1992-2012)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy Annuelle
H, relative (%)	58,13	49,47	42,33	38,87	33,8	28,2	25,73	28,73	39,93	46,67	54,4	59,4	42,14

Source : de la station de Biskra O.N.M (1992- 2012)

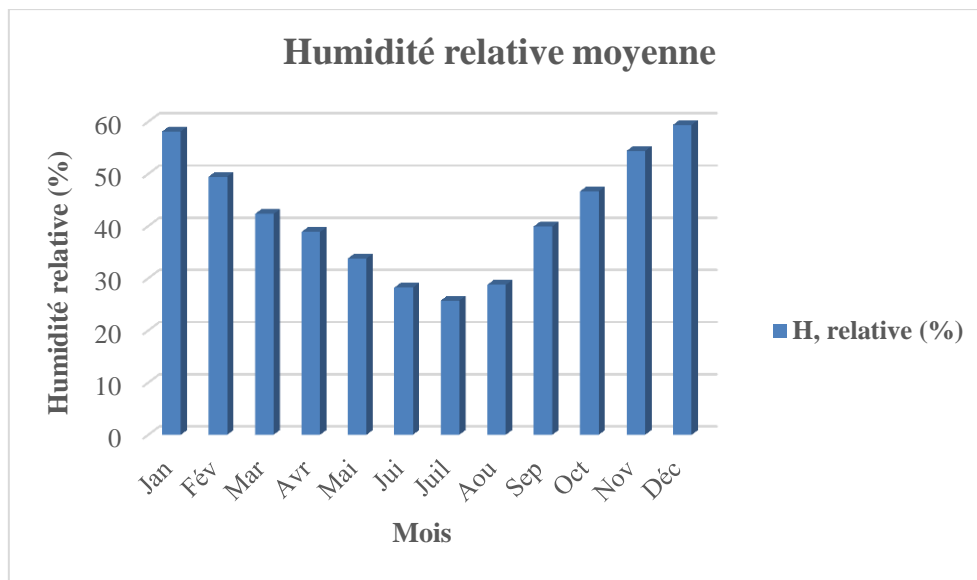


Figure I .4 : L'humidité relative moyenne

I.3.4 Le vent :

Le vent est le composant climatique le plus marquant dans la région saharienne et présaharienne, c'est un facteur important à considérer dans toutes actions dans l'agriculture, il joue un rôle essentiel dans le phénomène de pollinisation, comme il peut provoquer le flétrissement de certaines espèces végétales sensibles, ainsi que des dégâts matériels très importants (serres, arboriculture etc).

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I .6 : Vitesse moyenne mensuelle du vent (1992-2012)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy Annuelle
Vent moy m/s	4,09	4,46	4,87	5,71	5,35	4,26	3,84	3,59	3,93	3,59	3,96	4,03	4,31

Source de la station de Biskra O.N.M (1992- 2012)

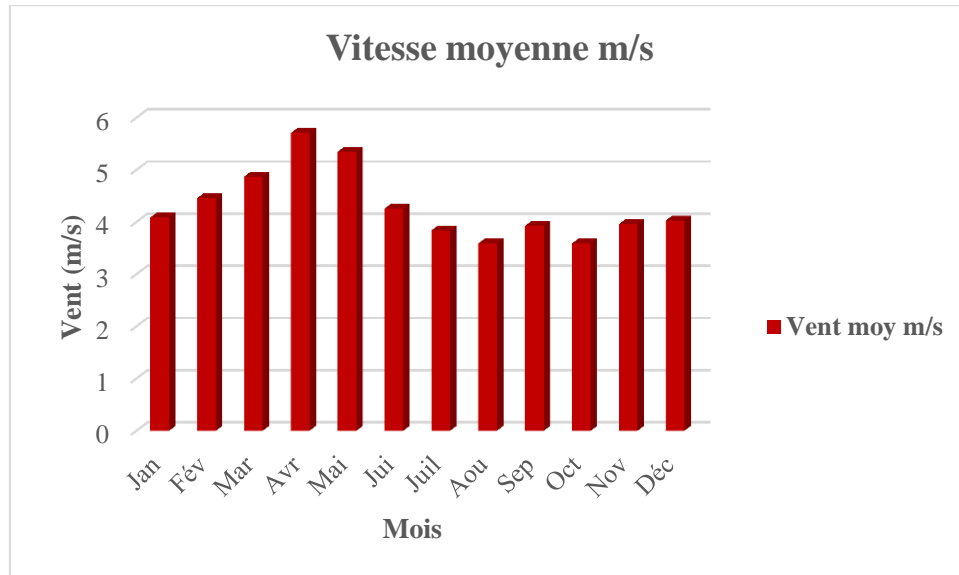


Figure I .5 : La vitesse moyenne du vent

Les vents sont fréquents et répartis sur toute l'année, avec des vitesses moyennes mensuelles de 4.31 m/s environ ; alors que les vitesses maximales sont enregistrées aux mois d'avril et mai (respectivement 5.71 et 5.35m/s).

I.3.5 Le sirocco :

Tableau I .7 : Variation du sirocco /mois (1992-2012)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Sirocco (jour)	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,9	3,0	1,4	1,0	0,0	0,0	0,0

Source : Biskra O.N.M (1992-2012)

Ce phénomène apparait durant 05 mois, de Mai jusqu'à Septembre, mais avec intensité plus remarquable durant les 03 mois d'été et un maximum en Juillet avec 3 jours. Il est néfaste pour les cultures surtout avec sa coïncidence avec l'époque de maturation des dattes.

I.4 Classification du climat :

Par indices, nous entendons une classification du climat par des formules dans le but de voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes. Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels :

Pluviométrie et température

Les indices les plus connus sont ceux de **MARTONE (1926)** et **EMBERGER (1932)**

I.4.1 Classification du climat selon l'indice de Mr MARTON :

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

L'indice d'aridité est donné par l'expression (I-1)

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

Avec :

I : Indice de MARTON.

P : précipitation annuelle en (mm) P=142.96 mm.

T : température moyenne annuelle en (°c).

Les limites des climats d'après l'indice climatique de MARTONNE sont donnée dans le

Tableau ci-dessous

Tableau I .8 : Classification du climat selon Mr MARTON

Valeur de l'indice d'aridité	Type de climat
$I < 5$	Désertique
$5 < I < 10$	Très sec (aride)
$10 < I < 20$	Sec (semi-aride)

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

$20 < I < 30$	Relativement humide (subhumide)
$I > 30$	Humide

Pour :

$$P = 142.96 \text{ mm}$$

$$T = 22.57^\circ\text{C}$$

Donc :

$$I_A = 5.03$$

Selon la classification de MARTONNE; notre climat est très sec, ce qui rend l'irrigation indispensable.

I.4.2 Classification du climat selon diagramme de Mr EMBERGER :

Cet indice a pour but de détermination de l'étage bioclimatique. Il est déterminé par la formule d'EMBERGER :

$$Q = \frac{1000.p}{\frac{M+m}{2} \cdot (M-m)} = \frac{2.1000.p}{M^2 - m^2} \dots I.2$$

Avec :

Q Quotient pluviométrique d'EMBERGER

P : précipitation moyenne annuel mm

M : Température moyenne maximale du mois la plus chaud en K° (degré kelvin)

m : Température moyenne minimale du mois la plus froid en K°

Pour :

$$P : 142.96 \text{ mm}$$

$$M : 40.94^\circ\text{c}$$

$$m : 6.89^\circ\text{c}$$

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

On aura :

$$Q = \frac{2 * 1000 * 142.96}{(40.94 + 273)^2 - (6.89 + 273)^2} = 17.12 \text{ mm}$$

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme d'EMBERGER, (fig.I.5), et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut constater que la région est soumise à un climat « **aride** ».

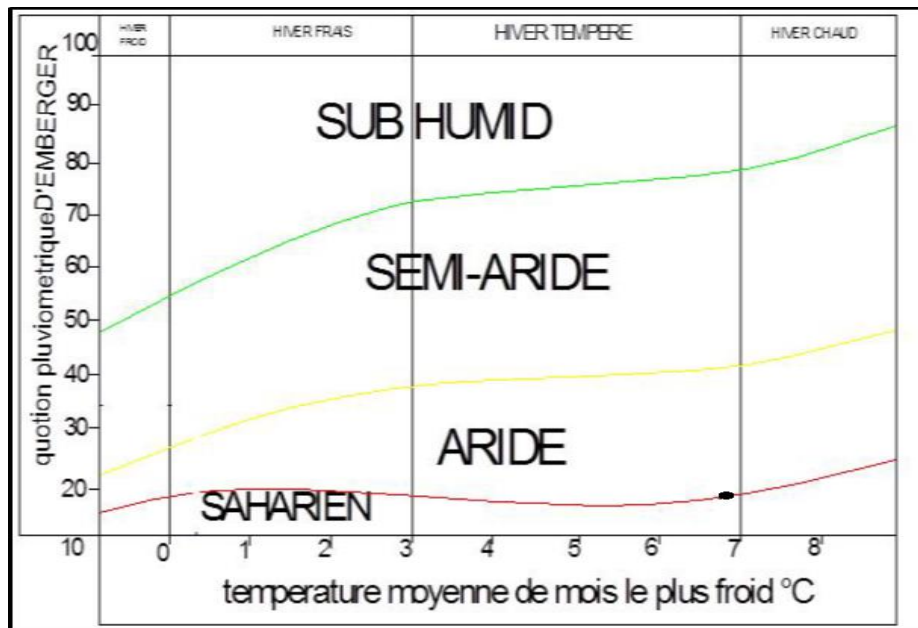


Figure I .6 : Diagramme d'EMBERGE

I.4.3 Diagramme de GAUSSEN :

Pour déterminer la saison sèche on trace la courbe des températures et la courbe des précipitations pour l'année de calcul.

Le croisement des deux courbes délimite la période sèche (voir le graphique).

Sur le graphe on représente :

- en abscisse les mois
- en ordonnée à gauche : les températures 'T'
- à droit : les précipitations 'P'

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

L'analyse du diagramme de GAUSSEN nous montre une période sèche qui s'état durant toute l'année.

Vu le type de climat, dont on se trouve qui est sec et pour améliorer le rendement des cultures agricoles l'irrigation est nécessaire.

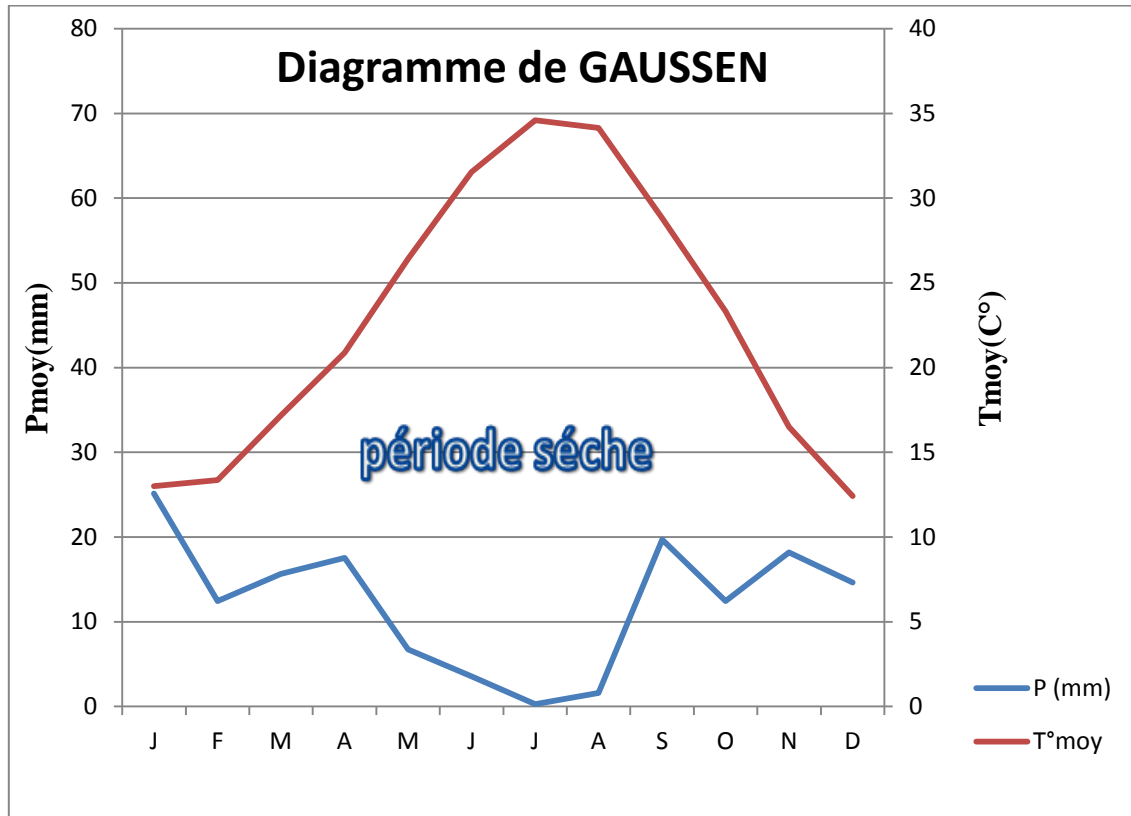


Figure I .7 : Le diagramme de GAUSSEN

I.5 Etude socio-économique :

La wilaya de Biskra devient l'une des principaux bassins de production de dattes de bonne qualité (la variété Deglet Nour), et légumière du pays, Le dynamisme du marché des légumes s'est traduit par le fonctionnement de trois marchés de gros, l'un à l'ouest à El Ghrouss et l'autre à l'Est à M'ziraa et un troisième dans la ville même de Biskra.

La région de Biskra a connu un développement rapide du maraichage sous serre, de 1370 ha en 2000 à 3 524 ha en 2013, ce qui représente près de 90 000 serres selon les statistiques agricoles.

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I .9 : Superficies irriguées et par type des cultures (ha) 2010-2014

Année	Maraichage	Arboriculture	Fourrages	Cultures industrielles	Céréales	Autres cultures	palmiers
2010	14 880,22	7 469,25	8 597,00	1 306,00	23 620,00	1 186,26	41 419,27
2011	15 020,20	50 738,00	7 321,00	1 382,00	26 219,00	0,00	42 040,00
2012	15 325,76	51 089,74	9 209,00	1 323,00	26 533,00	0,00	42 339,00
2013	13 363,00	52 411,70	0,00	1 213,00	27 166,00	1 491,00	42 666,70
2014	19414,85	52407,7	8478	1426	24201	0	42 666,70

Source : DSA Biskra

Tableau I .10 : Superficies irriguées par systèmes d'irrigation 2010-2014(réalisation)

Wilaya	Année	Système d'irrigation			Total (ha)
		Gravitaire	Aspersion	Localisée	
Biskra	2010	60 493	4 194	33 791	98 478
	2011	63 069	3 820	33 791	100 680
	2012	66 486,74	900,00	36 095,00	103 482
	2013	79 218,28	678,09	24 094,43	103 990,80
	2014	69 978,50	828,50	35 120,50	105 927,50

Source : DSA Biskra

I.6 Conclusion :

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

Notre zone d'étude offre un exemple de la « dégradation » du climat méditerranéen et de son passage progressif à un climat franchement désertique, cette dégradation correspond à une aridité croissante, après la collection des données on peut conclure que :

- * La pluviosité annuelle diminue progressivement et devient de plus irrégulière.
- * Les températures moyennes augmentent et soulignent une sécheresse estivale toujours plus longue.
- * Une insolation élevée.

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

- * une humidité relative faible en moyenne, inférieure à 50%.
- * les vents sont moins uniformes et contribuent à accroître une évaporation.
- * La durée de la période sèche est exprimée toute année.

Tous ces facteurs déterminent une forte aridité, pour la végétation. L'aridité croissante se traduit par un bilan hydrique des sols de plus en plus déficitaire et une réduction de l'activité végétale en intensité.

Finalement on peut dire que le climat de Biskra est aride et l'irrigation est indispensable.

Chapitre II

Ressource en sol

Chapitre II : Ressource en sol

II.1 Introduction :

Le terme sol se rapporte à la couche extérieure de la surface terrestre qui s'est fragmentée par altération au cours des âges. Il s'est formé initialement par désintégration et décomposition des roches par des processus physiques et chimiques. Il est influencé par l'activité et l'accumulation des résidus de nombreuses espèces biologiques.

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

II.2 Les analyses physico-chimiques du sol du périmètre d'irrigation de Mestaoua :

L'importance d'analyse physico-chimique des sols agricoles permet aux agriculteurs d'évaluer les niveaux de fertilisations physique et chimique des sols et d'adapter aux programmes de fertilisation complémentaire en fonction des besoins des sols et des cultures.

Les analyses permettent à l'agriculteur :

- Connaitre l'état du sol, son évolution et son développement.
- Obtenir le meilleur rendement au niveau de productivité.
- Maitriser les couts de production.
- Protéger l'environnement.

Le présent rapport pédologique a pour but de donner les grandes lignes en vue de la réalisation des autres missions pour arriver enfin à un projet d'exécution détaillé de l'étude hydro-agricole du périmètre de Mestaoua.

Le présent rapport comporte essentiellement :

* Un mémoire explicatif des étapes suivantes :

- ❖ Prospection du terrain ;
- ❖ Levé pédologique du périmètre par le biais de sondages pédologiques ;
- ❖ Description et échantillonnage des profils creusés ;

CHAPITRE II : Ressource en sol

- ❖ Analyse physico-chimiques des échantillons au laboratoire.

II.3 Étude des sols :

L'A.N.R.H a adopté la classification de la commission de pédologie et de cartographie des sols de France (C.P.C.S 1967), cette classification a été utilisée dans cette étude.

Le périmètre étudié est situé dans la commune de M'ziraa au sud-est du site du forage sur l'oued Mestaoua. Il couvre une superficie totale d'environ 335 Ha, d'après l'estimation réalisée dans la phase sur la base des données recueillies. L'étude pédologique, et la capacité du forage permettront de déterminer la surface exacte du périmètre à irrigation.

La couverture pédologique prospectée, étant presque homogène, il s'est révélé nécessaire de prendre en charge d'autres critères, tels que la profondeur, la charge caillouteuse, la texture, les variations de la salinité et la nature du substrat lithologique, qui ont une incidence directe pour toute action de mise en valeur des sols.

Après sondage et observation sur terrain, il ressort que notre zone est caractérisée par sept groupes homogènes de sol, et ce différencié en surface par la charge caillouteuse, la présence de végétations, la pente et la couleur des sols, et chaque groupe est représenté par un profil au minimum. Les profils types sont décrits en détails dans le rapport, et les autres profils

II.4 Étude morphologique des sols :

Tous les profils creusés ont été étudiés du point de vue morphologique. Chaque fiche de description comprend :

- Une description de l'environnement du profil à savoir :
 - Géomorphologie,
 - Lithologie (roche mère),
 - Pente,
 - Aspect de surface (charge caillouteuse à la surface, nature, dimension... etc.),
 - occupation actuelle du sol.
- L'épaisseur du profil en (cm) et de chaque horizon ;
- La composition granulométrique (texture) ;
- La couleur des horizons selon le code Mansell (soil color charts) ;
- La réaction du sol en contact du HCl dilué, et les niveaux d'effervescence des carbonates ;

CHAPITRE II : Ressource en sol

- La structure des sols, ou le mode d'assemblage des particules avec une évaluation de la porosité du sol en fonction du volume des vides ;
- L'appréciation de la matière organique, ainsi que le type d'enracinement.

En dernier lieu, des conclusions sous forme d'appréciations ont été soulignées sur la base des caractéristiques morphologiques des profils décrits.

II.5 Étude analytique des sols :

L'étude analytique au laboratoire à portée sur la détermination de :

- La composition granulométrique (% argiles, limons et sables), classée selon le triangle de texture américain USDA ;
- La matière organique (%) (walcley black) ;
- Le calcaire total (%) (calcimètre)
- Le calcaire actif (%) (Drouinau et Galet) ;
- La conductivité électrique (1/5), en mmhos/cm = ds/m
- Le Ph.
- La capacité d'échange cationique CEC en méq/100 g

II.6 Étude morpho analytique des profils :

➤ Description morphologique :

La morphologie de site est presque homogène, est caractérisé par :

- Localisation : commune de M'ZIAA ;
- Géomorphologie : Replat (plateaux saharien) ;
- Pente : Légère (0.1 - 3 %) ;
- Erosion : très érosif
- Drainage externe : Bon ;
- Culture : Terrain presque nu avec présence de quelque plantes.

CHAPITRE II : Ressource en sol

II.7 Résultats analytiques des profils :

Tableau II.1 : RESULTATS ANALYTIQUES DU PROFIL N° 1

Profil N° 01	X=837.13 km	Y=174.11 km	Z= 120.35 m
Profondeur (cm)	0-30	30-100	>100
Charge en cailloux %	20-30	15-20	5
Granulométrie			
Argiles (%)	8,26	7,36	14,45
Limons fins (%)	14,16	19,54	8,33
Limons grossiers (%)	10,19	8,89	12,26
Sables fins (%)	40,27	35,04	54,81
Sables grossiers (%)	27,12	29.17	10.15
Texture	LS	LS	LS
Matières organiques			
Matières organiques (%)	0.2227	0.4433	0.5172
Carbone -C- (%)	0.1291	0.2571	0.3000
Azote -N- (%)	0.0111	0.0222	0.0207
C/N	11.60	11.60	14.50
Réserves Minérales			
CaCo3 total (%)	64,29	81,43	74,57
CaCo3 actif (%)	10	10	10
Complexe Adsorbant			
CEC méq/100 gr	10.35	9.63	18.37
Solution du sol			
PH	8	7.7	7.83
CE (1/5) ds/m	0.195	0.642	0.585
Densité apparente (g/cm ³)	1.3643	1.3686	1.3842
Humidité CR (%)	21.9904	19.1571	20.4114
Humidité au PFP (%)	8.5391	7.6545	8.0393
La RU (%)	13,4513	11,5026	12,3721

CHAPITRE II : Ressource en sol

❖ Le profile :

- **30 cm** : couleur à l'état Sec ; 10 YR 5/8 (brun jaunâtre), couleur à l'état Humide ; 7.5 YR 4/6 (brun foncé). Texture sableuse (limon sableux), particulaire ; elle est très peu développée ce sont des sols friable et meuble, très vive effervescence à Hcl, calcaire diffus, charge 20-30%, graviers, pas de racines, poreux, transition diffuse.
- **30 - 100 cm** : couleur à l'état sec 10 YR 5/8 (brun jaunâtre), couleur à l'état Humide ; 7.5 YR 5/6 (brun foncé).). Texture sableuse (limon sableux), particulaire ; la structure est très peu développée, ce sont des sols friable et meuble, très vive effervescence à Hcl, calcaire diffus, charge 15-20% de cailloux et blocs, pas de racines, poreux, transition diffuse.
- **100 cm et plus** : couleur à l'état Sec ; 10 YR 6/6 (jaune brunâtre), couleur à l'état Humide ; 7.5 YR 5/8 (brun foncé). Texture sableuse (limon sableux), particulaire ; la structure est très peu développée, ce sont des sols friable et meuble, très vive effervescence à Hcl, calcaire diffus, charge 5% de gravier et quelques cailloux, pas de racines, poreux.



Figure II.1 PROFIL N° 1

✚ Classification :

- Classe : Sols peu évolués ;
- Sous classe : non climatique ;
- Groupe : d'apport alluvial ; et éolisés.

❖ Caractéristiques physico-chimiques et biologiques :

Ce type de sols à une profondeur importante, favorable à toutes les cultures, à enracinement superficiel ou profond. La texture est très légère (sableuse à sablo-limoneuse) ne présentant aucun inconvénient pour les végétaux, cependant ce sol présente une faible

CHAPITRE II : Ressource en sol

capacité de rétention en eau nécessitant une fréquence d'arrosage importante. La matière organique est très faible dans tous les horizons, des apports de matière organique sont nécessaire à fin de consolider le sol et améliorer sa structure.

Les taux de calcaire est très élevé ce qui pourrait limiter l'utilisation de ces sols aux cultures résistantes au calcaire,

La conductivité électrique est de 0.195 ds /m en surface et augmente à 0.585 ds /m en profondeur ; ce qui montre qu'il y a une accumulation de sel en profondeur mais demeure acceptable pour les cultures.

Ce type de sols vu l'encailloutement important en surface et en profondeur, nécessite une mise en valeur avec un sous-solage des labours profond afin d'éliminer les blocs qui peuvent être nocifs pour les matériaux de travail du sol.

❖ **Appréciation :**

Contraintes modérées liée à la présence :

- Présence en quantité importante de blocs ;
- Un taux très élevés de calcaire à travers le profil,
- Et la pauvreté en matière organique.

CHAPITRE II : Ressource en sol

Tableau II.2 : Résultats analytiques du profil N° 02 :

Profil N° 04	X=836.25 km Y=173.92 km Z=113.08 m		
Profondeur (cm)	0-50	50-100	>100
Charge en cailloux %	< 5 peu caillouteux	< 5 Peu caillouteux	5
Granulométrie			
Argiles (%)	11.32	11.04	13.63
Limons fins (%)	3.3	10.49	7.37
Limons grossiers (%)	5.17	4.18	5
Sables fins (%)	34.09	31.63	32.18
Sables grossiers (%)	46.12	42.66	41.82
Texture	LS	LS	LS
Matières organiques			
Matières organiques (%)	0.9606	1.7734	1.1818
Carbone -C- (%)	0.5571	1.0286	0.6854
Azote -N- (%)	0.0480	0.0709	0.0591
C/N	11.60	14.50	11.60
Réserves Minérales			
CaCo3 total (%)	55.71	70.29	76.09
CaCo3 actif (%)	12.50	7.50	12.50
Complexe Adsorbant			
CEC méq/100 gr	15.50	16.79	18.71
Solution du sol			
PH	8.55	8.60	8.41
CE mmhos/cm	0.075	0.062	0.065
Densité apparente (g/cm ³)	1.2392	1.4821	1.3892
Humidité CR (%)	23.5034	24.74.58	24.0726
Humidité au PFP (%)	9.0905	9.5013	9.2605
La RU (%)	14,4129	15,2445	14,8121

CHAPITRE II : Ressource en sol

❖ Le profile :

- **50 cm** : couleur à l'état Sec ; 7.5 YR 5/6 (brun foncé), couleur à l'état Humide ; 7.5 YR 4/6 (brun foncé). Texture sableuse (limon sableux), particulaire ; la structure est très peu développée, ce sont des sols friable et meuble, très vive effervescence à Hcl, calcaire diffus, faible charge en cailloux <5%, pas de racines, poreux, transition diffuse.
- **50 - 100 cm** : couleur à l'état Sec ; 7.5 YR 5/6 (brun foncé), couleur à l'état Humide ; 7.5 YR 4/6 (brun foncé). Texture sableuse (limon sableux), particulaire ; la structure est très peu développée, ce sont des sols friable et meuble, très vive effervescence à Hcl, calcaire diffus, faible charge en cailloux <5%, pas de racines, poreux, transition diffuse.
- **100 cm et plus** : couleur à l'état Sec ; 7.5 YR 5/6 (brun foncé), couleur à l'état Humide ; 7.5 YR 5/6 (brun foncé). Texture sableuse (limon sableux), particulaire ; la structure est très peu développée, ce sont des sols friable et meuble, très vive effervescence à Hcl, calcaire diffus, peu chargé en cailloux 5%, pas de racines, poreux, transition diffuse.



Figure II.2 PROFIL N° 2

✚ Classification :

- Classe : Sols peu évolués ;
- Sous classe : non climatique ;
- Groupe : d'apport alluvial ; et éolisés.

❖ Caractéristiques physico-chimiques et biologiques :

Ce type de sols à une profondeur importante, favorable à toutes les cultures, à enracinement superficiel ou profond. La texture est très légère (sableuse à sablo-limoneuse) ne présentant aucun inconvénient pour les végétaux, cependant ce sol présente une faible capacité de rétention en eau nécessitant une fréquence d'arrosage importante. La matière

CHAPITRE II : Ressource en sol

organique est très faible dans tous les horizons, des apports de matière organique sont nécessaire à fin de consolider le sol et améliorer sa structure.

Les taux de calcaire est très élevé ce qui pourrait limiter l'utilisation de ces sols aux cultures résistantes au calcaire,

La conductivité électrique est faible et stable tout au long du profil ; ce qui montre qu'il y a une bonne perméabilité permettant aux sels d'être évacués, elle est acceptable pour les cultures.

Ce type de sols ne présente pas un encailloutement important, il ne nécessite pas un d'épierrement ni de travaux profonds.

❖ **Appréciation :**

Contraintes modérées liées à la présence :

- Un taux très élevés de calcaire à travers le profil,
- Et la pauvreté en matière organique.

II .8 Aptitudes culturales :

Les principaux critères utilisés pour la détermination de l'aptitude culturale, sont :

- Niveau limitant (profondeur),
- Conductivité électrique (salure),
- Texture,
- Structure,
- Eléments grossiers,
- Hydromorphie,
- Taux de calcaire actif.

Mais dans notre zone on ne tient compte que :

Le calcaire actif et total, le taux de matière organique et la texture. Il ressort que les cultures appropriées à nos sols sont :

- Les cultures céréalières (le blé dur, blés tendres...),
- Les cultures maraichères (tomate, pomme de terre, poivron, piment...);
- Les cultures fourragères (sorgho, l'avoine, la luzerne -sous irrigation-....);

CHAPITRE II : Ressource en sol

- L'arboriculture (olivier, vigne, palmier dattier.....) c'est des cultures qui durent dans le sol, il est nécessaire d'apporter des amendements organiques avant l'éventuelle installation des vergers.

II.9 Conclusion :

Les conclusions dégagées de cette étude pédologique de point de vue type de sols, les caractères morphologiques et analytiques, les possibilités de leurs utilisations et les orientations les plus importantes pour la mise en valeur sont :

Cette étude nous a montré que les surfaces de la zone d'étude sont occupées par la quasi-totalité d'une seule classe peu évoluée.

L'étude détaillée des sols a montré l'existence de plusieurs facteurs limitant à l'exploitation de notre périmètre d'irrigation à savoir :

- Facteurs climatiques (surtout gelée, sirocco, pluie...)
- Facteurs pédologiques (texture, structure, ... etc)

L'étude a montré qu'une amélioration du périmètre est nécessaire avant toute utilisation de la zone et ce par un nivellement, sous solage avec épierrage, amendement et une implantation d'un brise vent.

L'étude a fait ressortir des cultures envisageables au niveau de zones formées essentiellement de :

- Cultures arboricoles fruitiers tel : olivier, abricot
- cultures céréalières et fourragères : orge, blé, vesse, avoine.
- Cultures maraichères : tomate, artichaut, piment, poivron et pastèque...

Enfin, l'étude a abouti à exiger une irrigation par aspersion ou le goutte à goutte pour éviter le gaspillage.

Chapitre III

Les ressources en eau

Chapitre III : Les ressources en eau

III.1 Introduction :

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

III.1.2 Alimentation en eau du périmètre :

L'eau est l'élément vital et fondamental à toute activité économique à travers la wilaya de Biskra, surtout quand il s'agit de l'activité agricole. Les ressources hydriques sont soit de surface, soit souterraines.

III.3 Les analyses physico-chimiques des eaux destinées à l'irrigation du périmètre :

L'irrigation du notre périmètre se fait à partir d'un forage à distance de 8 Km au sud de la zone étudiée, ce forage a une profondeur de 150 m, Les analyses des eaux faites par l'ADE de Biskra ont donnés une bonne qualité chimique.

Les aspects de la qualité de l'eau qui peuvent avoir un impact sur le choix de la méthode d'irrigation sont particulièrement :

- pH
- Risque de Salinité
- Risque de Sodium (Degré d'Adsorption du Sodium ou SAR)
- Carbonate et bicarbonates en relation avec les teneurs en Ca & Mg.

III.4 La salinité :

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

- **Les limites admissibles :**

La classification des eaux suivant la qualité chimique a été établie 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.

L'analyse de l'eau d'irrigation du périmètre a été réalisée au niveau de l'ADE de Biskra :

Tableau III.1 : Résultats d'analyse de l'eau d'irrigation

CE (mmhos /cm)	pH	CATIONS			SAR méq/l	Classe réversible
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺	Na ⁺		
0.58	7.3	206.75	127.71	104.83	1.41	C2-S1
		mg /l	mg /l	mg /l		
		10.33	10.64	4.56		
		méq/l	méq/l	méq/l		

ADE de Biskra

III.5 La conductivité électrique CE :

Selon la classification américaine des eaux d'irrigation, on distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique :

Tableau III.2 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	C. électrique CE (mmhos /cm) à 25°C	Qualité des eaux	Observation
C1	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible	convient pour toutes les cultures
C2	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen	pour les plantes moyennement tolérantes.
C3	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevé	ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes
C4	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevé	eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

Chapitre III : Les ressources en eau

L'eau du forage prévue pour l'irrigation du périmètre a une conductivité électrique à 25 °C égale à CE=0.58 mmhos/cm. Cette eau fait partie de la classe C2, ceci signifie que la salinité est moyenne, Ces eaux non salines de bonne qualité pour l'irrigation.

III.6 Le S.A.R (Sodium Absorption Ratio) :

Parmi le sel dissous dans l'eau, le Sodium (Na) requiert plus d'attention de haute concentration en Sodium peuvent être dommageables pour les cultures en modifiant les conditions physiques du sol. Pour apprécier le risque alcalin, on compare la concentration en ions Na^+ et celle en ions Ca^{++} et Mg^{++} . Na^+ , Ca^{++} et Mg^{++} ; en :

$$\text{S. A. R} = \frac{[\text{Na}^+]}{\sqrt{\frac{([\text{Ca}^{++}] + [\text{Mg}^{++}])}{2}}} \dots \text{III. 1}$$

Quatre classes de risque alcalin ont été définies en relation avec le risque salin (**Clément et Galand, 1979**)

- S1 risque faible $\text{S. A. R} \leq 10$
- S2 risque moyen $10 < \text{S. A. R} \leq 18$
- S3 risque élevé $18 < \text{S. A. R} \leq 26$
- S4 risque très élevé $\text{S. A. R} > 26$

$$\text{S. A. R} = \frac{[4, 56]}{\sqrt{\frac{([\mathbf{10}, \mathbf{33}] + [\mathbf{10}, \mathbf{64}])}{2}}} = 1.41 \frac{\text{meq}}{\text{l}}$$

III.7 Interprétation :

Si on se réfère au diagramme de classification des eaux d'irrigation (American USSL), les eaux d'irrigation du périmètre possèdent un SAR inférieure à 10, donc la quantité du sodium est de classe de risque faible. Cette eau ne posera pas de problème de dispersion des argiles et par conséquent les caractères physiques particulièrement l'aération et la circulation des eaux ne seront pas affectées.

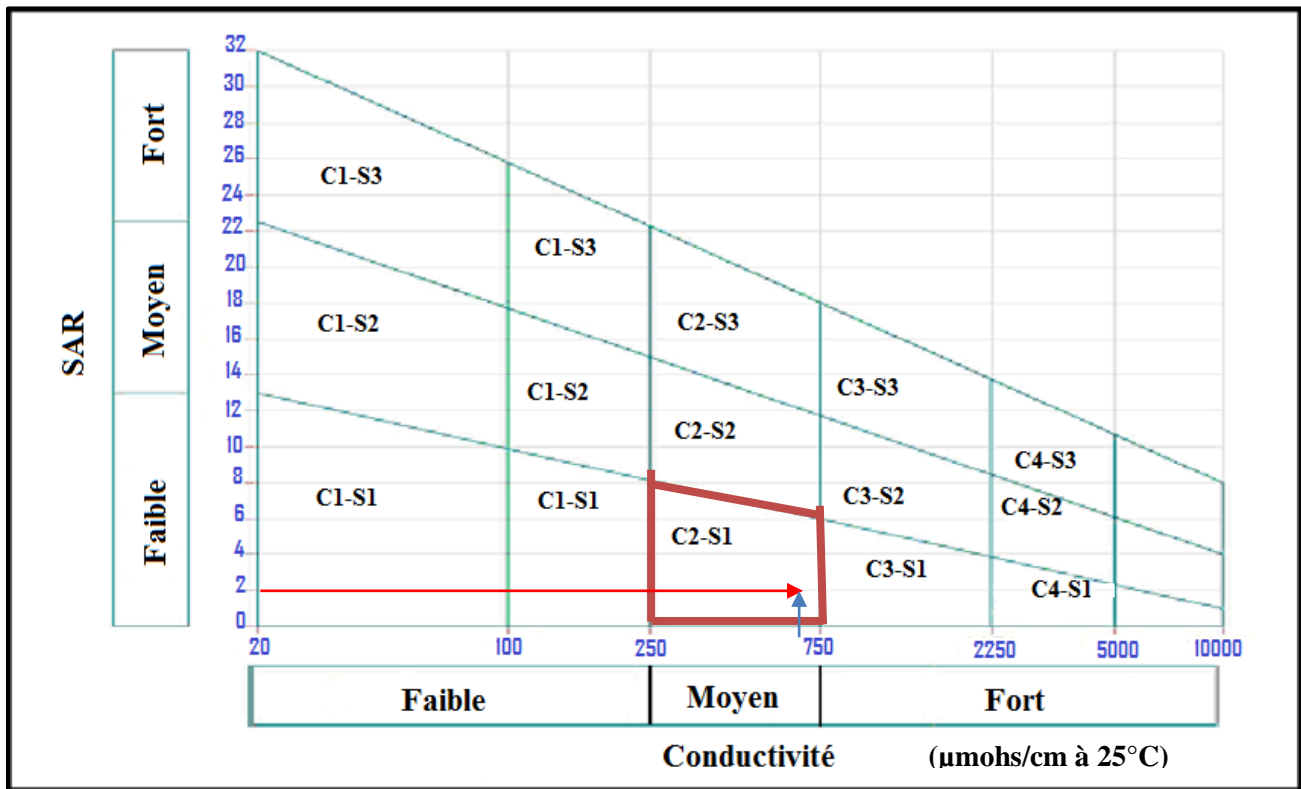


Figure III.1 : Diagramme pour la classification des eaux d'irrigation en fonction de SAR

III.8 Conclusion :

Ces eaux ont une salinité moyenne à forte, peut être utilisée en irrigation avec des précautions, installation d'un réseau de drainage, afin d'évacuer l'excès de sel accumulé après chaque fin de saison de culture du point du vue alcalinité, les eaux ont un faible pouvoir alcalinisant, elles sont riches en calcium et magnésium. D'après le diagramme de classification des eaux d'irrigation, l'eau d'irrigation du forage de Mestaoua est classée C2-S1, qui signifie que l'eau a de qualité moyenne, une moyenne conductivité qui signifie un faible risque salin, et un risque alcalin faible. Et ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes.

Chapitre IV

L'Hydrologie

Chapitre IV : L'Hydrologie

IV.1 Introduction :

Le présent chapitre a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro agricole, tels que : le calcul des besoins des cultures à projetées dans le périmètre, ainsi que le dimensionnement de réseau de distribution.

IV.2 Réseau pluviométrique :

La région d'étude dispose d'une station pluviométrique gérée par la station pluviométrique de BISKRA.

Tableau IV.1 : Caractéristiques de la station pluviométrique

Dénomination	Latitude	Longitude	Altitude
Biskra	34°48 N	05°44 E	56 m

Source : Station Biskra O.N.M

Les pluies mensuelles de la station pluviométrique de BISKRA sont données dans le tableau suivant :

Chapitre IV : L'Hydrologie

Tableau IV.1 : Les pluies mensuelles de la station pluviométrique de BISKRA

Année	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Annuelle
1992	18.7	0	50.5	3.5	24.6	64.4	11.5	0	4	0	0	1	172.2
1993	2.5	0	6.3	3.2	14.2	5	22.6	1	0	1.5	0	7.3	63.6
1994	37.3	36.2	3.2	0	4.5	2	7.1	11.5	0	4	0.5	0	106.3
1995	31.8	2.6	25.2	19.5	34.9	25.1	45.2	4.9	2.7	3.7	3.4	0	199
1996	31.7	0	0	4.3	3.8	2.6	1	88.9	0	5.1	0	0	137.4
1997	16.6	12	41.6	13.9	0.4	11	3.8	47.1	12.1	7.4	0	0	165.9
1998	0	3.6	0.1	0.1	82.3	0.5	0.2	0	5.2	18.3	0	2.5	112.8
1999	21.3	11.4	47.4	36.4	0	0	0	4	8.3	0	0	0	128.8
2000	12.8	3	1	2.5	55.3	0.5	0.2	0	0	0	0	3.6	78.9
2001	1.2	2.6	21.3	10.1	11	3	1.5	2.5	0.3	0	0	3.6	57.1
2002	0.6	16.2	17.9	1.4	81.7	2.9	6.6	3.1	0.3	0.2	0	0.1	131
2003	6.3	37.5	4.3	10.9	0.1	0.3	88	70.7	34	0.1	0	0	252.2
2004	6.7	6.2	31.2	53.9	0	21.9	1.9	0	0	0	1.7	1	124.5
2005	16.9	3.7	8.3	9	58.6	35.8	1.3	13.3	8	0.6	0	0.9	156.4
2006	19.7	9.8	47.3	8	0	4.1	12.5	40.1	2.6	0	0	2.5	146.6
2007	28.1	0	2.3	0	4.9	0	0	0	26.1	0	0	0	61.4
2008	25.1	59.8	0	45.9	72.4	16.8	51.8	18.3	20.2	0	0	0	310.3
2009	42.1	1.2	0	19.6	8.4	24.1	29.4	28.4	7	27.3	0	5.6	193.1
2010	37.4	35	3.1	0.2	4	1.5	6.8	10	0	3	0	0	101
2011	30.9	2	25	20	35	24.5	20	3	0	0.2	0	0	160.6
2012	6	6.2	28	30	7	3	2	4	3.8	0	0	4	94

Source : Station Biskra O.N.M (1992-2012)

D'après les résultats du tableau pendant la période 1992 –2012, On a remarqué une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver.

L'étude statistique de la série s'effectue par le logiciel HYFRAN. Donnant son diagramme de dispersion et son traitement. Le même logiciel fait son ajustement aux lois théoriques (Normale et Log-normale)

IV.3 Homogénéité de la série pluviométrique :

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

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

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

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

- On constitue par la suite, la série x union y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. À ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.

D'après **Mr Wilcoxon** a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée. Avec :

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

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

W_x : Somme des rangs des sous séries

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

$$W_{\max} = \left[(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - W_{\min} \right] \dots \text{IV.2}$$

Chapitre IV : L'Hydrologie

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

Tableau IV.3: Test de **WILCOXON**

Rang	Série d'origine P (mm)	Série x (mm)	Série y (mm)	TRI (mm)	x union y
1	172,2	172,2	78,9	57.1	Y
2	63,6	63,6	57,1	61.4	Y
3	106,3	106,3	131	63.6	X
4	199	199	252,2	78.9	Y
5	137,4	137,4	124,5	94	Y
6	165,9	165,9	156,4	101	Y
7	112,8	112,8	146,6	106.3	X
8	128,8	128,8	61,4	112.8	X
9	78,9		310,3	124.5	Y
10	57,1		193,1	128.8	X
11	131		101	131	Y
12	252,2		160.6	137.4	X
13	124,5		94	146.6	Y
14	156,4			156.4	Y
15	146,6			160.6	Y
16	61,4			165.9	X
17	310,3			172.2	X
18	193,1			193.1	Y
19	101			199	X
20	160.6			252.2	Y
21	94			310.3	Y

D'après les calculs nous avons:

$$W_x = 127$$

$$W_{\min} = 40.4$$

$$W_{\max} = 135.6$$

$$40.4 < W_x < 135.6$$

Chapitre IV : L'Hydrologie

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

IV.4 Traitement des données :

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

Station de BISKRA

Statistiques de base :

Nombre d'observations	21
Minimum	57.0
Maximum	310
Moyenne	140
Ecart-type	62.9
Médiane	131

IV.5.1 Ajustement de la série pluviométrique :

On soumet la série pluviométrique annuelle de la station retenue aux ajustements à la loi Normale et la loi log –normale.

IV.5.1.1 Ajustement à la loi Normale (GAUSS) :

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

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u \text{EXP}\left(\frac{-1}{2x\mu^2}\right) du \dots \text{IV.3}$$

Pour notre projet, il sera utile de connaître les variations annuelles des précipitations pour une période de retour de 5ans.

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de **BISKRA** sont regroupés dans le tableau et la figure suivantes :

Tableau IV.4: Ajustement à la loi de **Gauss**

période de retour T (ans)	probabilité	Précipitation (Pj max)	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.99	287	26.9	234	339

Chapitre IV : L'Hydrologie

50.0	0.9800	269	24.6	221	318
20.0	0.9500	244	21.3	202	286
10.0	0.9000	221	18.7	184	258
5.0	0.8000	193	16.1	162	225
3.0	0.6667	167	14.4	139	195
2.0	0.5000	140	13.7	113	167
2.0	0.5000	140	13.7	113	167
1.2500	0.2000	87.4	16.1	55.9	119

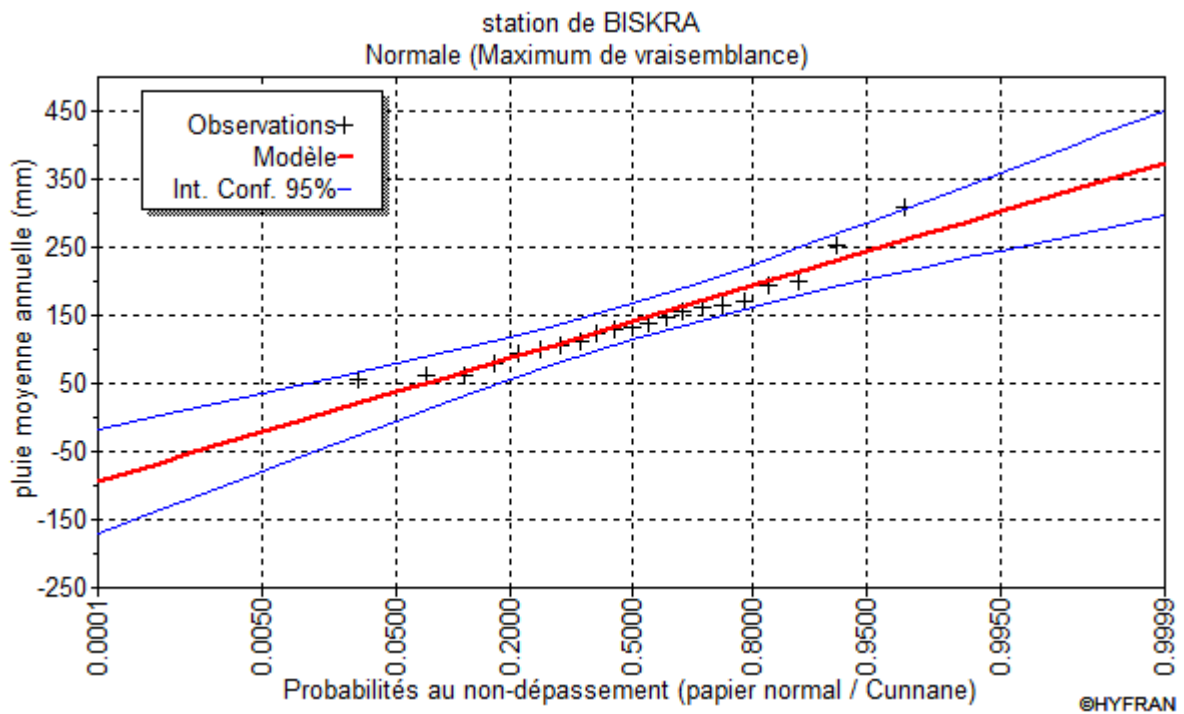


Figure I.IV Ajustement à la loi de Gauss

IV.5.1.1 Ajustement à la loi Log-Normale (GALTON) :

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de BISKRA sont regroupés dans le tableau et la figure

Tableau IV.5: Ajustement à la loi Log Normale

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0.9999	678	191	304 - 1050
2000.0	0.9995	559	142	282 - 837
1000.0	0.9990	511	123	271 - 752
200.0	0.9950	406	84.2	241 - 571
100.0	0.9900	363	69.6	226 - 499
50.0	0.9800	321	56.4	211 - 432
20.0	0.9500	267	40.7	187 - 347

Chapitre IV : L'Hydrologie

10.0	0.9000	227	30.3	168 - 287
5.0	0.8000	186	21.4	144 - 228
3.0	0.6667	155	15.9	124 - 186
2.0	0.5000	128	12.5	103 - 152
1.4286	0.3000	101	10.6	80.2 - 122
1.2500	0.2000	87.6	10.0	67.9 - 107
1.1111	0.1000	71.9	9.60	53.0 - 90.7
1.0526	0.0500	61.1	9.30	42.8 - 79.3
1.0204	0.0200	50.8	8.92	33.3 - 68.3
1.0101	0.0100	45.0	8.63	28.0 - 61.9
1.0050	0.0050	40.2	8.34	23.9 - 56.5
1.0010	0.0010	31.9	7.66	16.9 - 46.9
1.0005	0.0005	29.2	7.39	14.7 - 43.7
1.0001	0.0001	24.1	6.78	10.8 - 37.4

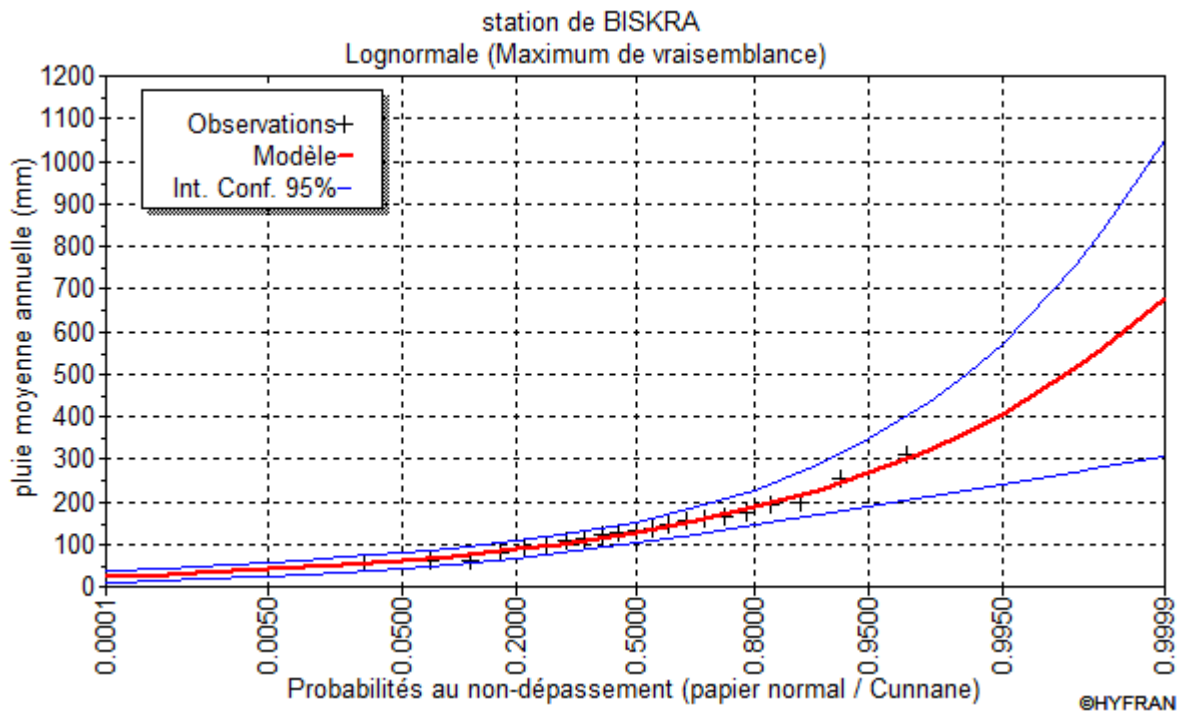


Figure II.IV Ajustement à la loi de Galton

IV.5.2 Test de validité de l'ajustement à la loi Normale :

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

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

Chapitre IV : L'Hydrologie

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

$$v_i = N \int_{x_{i+1}}^x f(X) dX = N[F(X_i) - F(X_{i+1})] \dots \text{IV.4}$$

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

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i} \dots \text{IV.5}$$

$$\lambda = K - 1 - P \dots \text{IV.6}$$

Avec :

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

On calcule χ^2 .

On calcule le nombre de degré de liberté γ :

On détermine χ^2 théorique sur la table de Pearson IV (voir tableau IV -5 ci-après)

Avec : χ^2 théorique = $g(\gamma, \alpha)$

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0.05$ si et seulement si : χ^2 calculé $<$ χ^2 théorique

D'après le logiciel HYFRAN, on obtient les résultats suivants:

χ^2 calculé = 1 $\gamma=3$, (χ^2 calculé = 1.57 pour la loi log normal $<$ 1)

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

$$\chi^2 \text{ théorique} = 7.815$$

$$\chi^2 \text{ calculé} = 1 < \chi^2 \text{ théorique} = 7.815$$

Donc l'ajustement est à considérer.

IV.5.3 Détermination de l'année de calcul :

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

Nous opterons donc pour l'année de calcul avec une probabilité de 80% et les précipitations totales correspondantes $X_{80\%} = 87.4\text{mm}$ (voir le tableau N°IV-5)

L'année de calcul est obtenue en appliquant la formule suivante :

Chapitre IV : L'Hydrologie

$$P_{80\%}^{\text{mensuelle}} = P_{\text{moy}}^{\text{mensuelle}} \times \frac{P_{80\%}^{\text{annuelle}}}{P_{50\%}^{\text{annuelle}}} \dots \text{IV.7}$$

$P_{80\%} = 87.4 \text{ mm}$.

$P_{50\%} = 140 \text{ mm}$.

Tableau IV.6 Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul

mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mar.	Avril	Mai.	Jui.	Juil.	Aout.
$P_{i,\text{moy}}$ (mm)	19.69	12.45	18.2	14.62	25.16	12.45	15.67	17.54	6.73	3.57	0.28	1.61
$P_{i,80\%}$ (mm)	12.21	7.72	11.28	9.06	15.60	7.72	9.72	10.87	4.17	2.21	0.17	1.00

IV.6 Conclusion :

Au cours de ce chapitre, de dégager les principales caractéristiques statistiques de la série pluviométrique, retenue comme représentative, de la zone de projet.

Les calculs manuels des expressions statistiques nécessitent plus temps, mais avec l'outil informatique, on parvient aisément aux résultats escomptés. et l'utilisation des logiciels tel que HYFRAN nous a permis l'élaboration des analyses statistiques les plus courantes en hydrologie.

Ce qui concerne l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles, on constate que la loi de Gauss, adoptée dans notre projet.

Chapitre V

Besoin en eau

Chapitre V : Besoin en eau

V.1 Introduction :

La mise en place d'un système d'irrigation ne s'improvise pas. Une série d'éléments sont à prendre en considération, depuis la conception du projet jusqu'au processus de gestion à long terme des installations. L'objet de ce chapitre a pour but de baliser de manière succincte les différentes démarches à entreprendre. Il s'agira principalement de rappeler quelques notions de base.

Lors de la mise en place d'un système d'irrigation, l'ordre logique des démarches à suivre est le suivant:

- évaluation des besoins en eau des plantes cultivées;
- détermination des doses et de la fréquence des arrosages.

Tout ça pour choisir le dimensionnement et budgétisation du système d'irrigation. Dans ce travail on utilise un logiciel d'aide à la gestion de l'irrigation a été mis au point par la FAO. Ce logiciel permet le calcul des besoins en eau et des quantités d'eau d'irrigation nécessaires aux cultures. Il offre également la possibilité de développer un calendrier d'irrigation en fonction de diverses pratiques culturales, d'évaluer les effets du manque d'eau sur les cultures et l'efficience de différentes pratiques d'irrigation.

V.2 Définition :

Le besoin en eau d'irrigation ou la consommation en eau de la culture définie comme la hauteur d'eau (mm) consommé par l'évapotranspiration de la culture.

Les cultures pour se développer, puisent du sol l'eau et les éléments nutritifs. La quantité d'eau donnée à la culture n'est pas entièrement absorbée par la culture, une partie percole et se perd en profondeur.

L'eau qui constitue la plante est libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé, le reste est évaporé par le sol. L'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration. Ce phénomène conditionne et détermine les besoins en eau des cultures.

Le calcul des besoins en eau d'irrigation repose sur un bilan hydrique, représenté dans le schéma qui suit :

Chapitre V : Besoin en eau

Pour déterminer l'évapotranspiration de la culture (ETc) on utilise l'évapotranspiration de référence (ETo) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence, de telle sorte que le taux d'évapotranspiration (mm/j) représente les conditions climatiques locales.

V .3 L'évapotranspiration :

On désignera donc par évapotranspiration la somme de deux volumes d'eau qui sont :

- Utilisés par les plantes (eau de constitution, eau de végétation).
- Evaporés par la surface du sol, par la transformation de l'état de l'eau en vapeur (phénomène d'évaporation).

V .3.1 Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC) :

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

Donc, c'est l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions : agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales, donnée par l'expression ci-dessous

$$ET_{CLTURE} = K_C * ET_0 \dots V.1$$

Avec :

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

Pour mieux rationaliser la ressource, nous calculeront l'évapotranspiration de culture "ET_{culture}", après avoir déterminé les coefficients culturaux " K_C ".

V .3.2 Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence :

C'est l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau où le sol est à sa capacité de retentions, autrement dit c'est la limite maximale de l'évapotranspiration.

Donc pour mieux prédire l'évapotranspiration, on a introduit une valeur de référence que l'on définit comme étant le taux d' l'évapotranspiration d'une surface du Gazon vert, ayant une

Chapitre V : Besoin en eau

hauteur uniforme de 8 à 15cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau.

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration de référence, les plus utilisées, sont :

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

En ce qui concerne les méthodes empiriques, il existe des formules de calcul dont les principales sont :

-Prinstley- Taylor;

- Makkink;

- Turc;

- Hargreaves;

- Blaney – Cridle;

- Thornthwaite ;

- Penman et Monteith modifiée.

Dans notre cas, nous avons estimé l'évapotranspiration de référence ET_0 par la méthode de Penman-Monteith.

- **Calcul de l'évapotranspiration de référence (ET₀) par la formule Penman-Monteith :**

La détermination de l'évapotranspiration de référence (ET_0) est calculée en se basant sur la formule de Penman-Monteith modifiée :

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{Cste}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

Chapitre V : Besoin en eau

Avec:

ET_0 : évapotranspiration de référence [mm jour-1]

R_n : rayonnement net à la surface de la culture [MJ m⁻² jour-1]

G : densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m⁻² jour-1]

T : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [°C]

u_2 : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s⁻¹]

e_s : Pression de vapeur saturante [kPa]

e_a : Pression de vapeur réelle [kPa]

$e_s - e_a$: Déficit de pression de vapeur saturante [kPa]

γ : Constante psychrométrique [kPa °C⁻¹]

Δ : Pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C⁻¹]

Pour l'exécution des calculs, nous avons appliqué le logiciel **CROPWAT** version **8.0**, où nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique de Setif.

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

Dans le tableau V .1, nous représentons l'évapotranspiration de référence ET_0 , calculée à l'aide du logiciel **CROPWAT. 8**, selon la formule de **Penman&Monteith**, modifiée.

Chapitre V : Besoin en eau

Tableau V .1: Les résultats de l'ET0 obtenir à l'aide du logiciel CROPWAT

Mois	Temp min °C	Temp max °C	Humidité relative %	Vent (km/ jour)	Insol (heurs)	Radiation (MJ/m2j)	ET0 (mm/jour)	ET0 (mm/mois)
J	6.9	17.1	58	353	7.3	11.6	2.79	92.07
Fe	8.1	19.1	49	385	8.2	14.9	3.87	108.36
M	11.3	23.1	42	421	8.6	18.5	5.53	171.43
A	14.8	26.8	38	493	9.6	22.5	7.49	224.7
Mai	20	31.9	33	462	10.4	25.1	9.33	289.23
Jun	24.8	37.7	28	368	11.2	26.7	10.39	311.7
Jlt	27.8	40.9	26	332	11.3	26.5	10.77	333.87
At	27.8	40.1	29	310	10.9	24.7	9.91	297.3
Sep	23.2	34.2	40	340	8.9	19.6	7.73	239.63
O	18	28.9	47	310	8.4	16	5.45	168.95
N	12	22.1	54	347	7.6	12.4	3.78	113.4
D	8.1	17.7	59	348	6.9	10.5	2.75	85.25
Année	16.9	28.3	42	372	9.1	19.1	6.65	204.93

Chapitre V : Besoin en eau

Tableau V .2: Coefficients culturaux (Kc)_des principales cultures

Culture	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	juil	Août
Orge		0.3	0.7	0.7	1.05	1.05	1.05	0.65				
OLIVIER	0.7	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.7	0.72	0.73	0.74	0.75
Pomme de Terre	0	0	0	0	0	0	0.5	0.7	1.15	0.9	0.75	0
Tomate	0	0	0	0	0	0	0.5	0.7	0.9	1	0.6	0
blé	0	0	0.4	0.7	0.9	1.05	1.05	0.7	0.2	0	0	0
Pomme de terre A.S	1.15	0.95	0.75	0.60	0	0	0	0	0	0	0	0.75
Courgette							0.7	0.95	1	0.9	0.8	

V .4 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 /3 ou 2/3 de la RU :

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D_a \cdot Z \dots V .3$$

Y : degré de tarissement des cultures généralement égal à 2/3.

Da : densité apparente du sol.

Z : profondeur d'enracinement mm.

Hcc : humidité à la capacité au champ.

Hpf : humidité au point de flétrissement.

Lorsque les besoins en eau des cultures tout au long de leur phase de croissance sont connus, il reste à estimer les quantités d'eau d'irrigation à fournir au niveau de la parcelle. Pour ce faire, il est nécessaire d'en connaître les données pédologiques

V .4.1 Les profondeurs d'enracinement:

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

Culture	Janv	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Août	Sept	Octo	Nov	Déc
Blé	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7						0.2	0.3
Pomme		0.2	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6					

Chapitre V : Besoin en eau

de terre												
Tomate			0.2	0.4	0.5	0.7	1					
Pomme de terre A.S								0.3	0.4	0.45	0.5	0.6
Olivier	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

V.5 L'occupation des sols et le 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, social, agro-pédologique).

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

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

Pour l'établissement du calendrier cultural adaptable aux diverses condition du périmètre d'étude périmètre de M'ziraa, nous avons tenu compte :

- De la vocation agro-alimentaire de la région.
- Du choix des services agricoles de la wilaya qui tendent vers la diversification et l'intensification des cultures pratiquées dans la région.
- D'un aperçu sommaire sur les qualifications de la main d'œuvre actuelle dans la conduite des cultures envisagées.
- Des disponibilités des moyens de production.
- De la demande commerciale traduisant les profils des agriculteurs.

V.5.1 Les pourcentages proposés aux différentes cultures :

Après détermination de l'assolement et rotation, on a proposé un assolement des cultures dans le tableau dessous :

Notre périmètre d'irrigation est divisé en 02 zones principales

Chapitre V : Besoin en eau

Tableau V .4 : Les pourcentages proposés aux cultures :

Zone 01				
cultures	superficie			surface total ha
	α_i (%)	α_i	Ha	
Oignon	15	0.15	42	280
Haricot vert	15	0.15	42	
Piment et poivrons	20	0.2	56	
Tomates	20	0.2	56	
Courgette	20	0.2	56	
Olivier	10	0.1	28	
total	100	1	280	

Tableau V .5 : Les pourcentages proposés aux cultures :

Zone 02				
cultures	superficie			surface total ha
	α_i (%)	α_i	Ha	
Orge	30	0.3	16.5	55
Blé tendre+ dure	35	0.35	19.25	
Pomme de terre	35	0.35	19.25	
total	100	1	55	

V .5.2 Rotation et assolements :

La pratique des assolements a pour but principal de maximiser les revenus et minimiser les risques de fluctuation de la fertilité de sol, d'une année à l'autre, elle permet l'association et la combinaison des grandes classes de cultures, à savoir : les maraîchages, arboriculture, céréaliculture, les cultures fourragères suivant la taille des exploitations, les moyens financiers, les capacités techniques et de la gestion des agriculteurs.

L'assolement proposé est détaillé dans le tableau suivant :

Tableau V .6: Les assolements proposés

Assolement 1	Assolement 2
Blé	Orge

Chapitre V : Besoin en eau

Blé	Pomme de terre (S)
Oignon	Tomate
Pomme de terre (S)	Haricot vert
Tomate	Oignon
Piment et poivrons	Courgette
Pomme de terre (AS)	Tomate
Arboriculture : Olivier	Arboriculture : Olivier

V .5.2 Calendrier d'occupation des sols :

La répartition d'occupation des sols, relative aux cycles culturels retenus pour le projet, est tracée dans le calendrier ci-dessous

Chapitre V : Besoin en eau

Tableau V .7: Calendrier d'occupation des sols pour les cycles culturaux

Cultures	Sept	Oct	nov	dec	jan	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout
Céréales												
Blé			←	←	←	←	←	←	←	←	←	
orge			←	←	←	←	←	←	←	←		
Maraichage plein champs												
Pomme de terre arrière saison	←	←	←	←	←							
Pomme de terre saison						←	←	←	←	←		
Tomate saison								←	←	←	←	
Oignon		←	←	←	←	←						
Courgette	←	←	←	←	←							
Haricot vert	←	←									←	←
Arboriculture												
Olivier	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←

V .6 Détermination des Besoins en eau des cultures :

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = ETM - (Pe_{eff} + RFU) \dots\dots V .4$$

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

E.T.P : évapotranspiration (mm / jour)

RFU : réserve facilement utilisable

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}).D_a.Z \dots\dots V .5$$

Y : degré de tarissement

Da : densité apparente

Z : profondeur d'enracinement mm

Hcc : humidité à la capacité au champ

Hpf : humidité au point de flétrissement

Pe_{eff} : pluie efficace

Nous opterons pour la formule la plus utilisée qui $Pe_{eff}=a \cdot P_{net}$

a : étant un pourcentage de 80.

Lorsque les besoins en eau des cultures tout au long de leur phase de croissance sont connus, il reste à estimer les quantités d'eau d'irrigation à fournir au niveau de la parcelle. Pour cela, il est nécessaire de connaître les données pédologiques.

Celles-ci permettront de déterminer la capacité de stockage de l'eau dans le sol et déterminer la dose d'irrigation à appliquer selon une fréquence définie par l'agriculteur de façon à couvrir les besoins en eau des cultures.

- **Pluies efficaces (Pe) :**

C'est la fraction des pluies totales réellement utilisée par la culture, elle dépend de la région concernée, de la nature de la pluie et du type de sol.

Chapitre V : Besoin en eau

Plusieurs méthodes permettent de calculer ces pluies, mais ici nous retenons la méthode de pourcentage qui dit que :

$$\text{Pluies efficaces (en mm/mois)} = A \cdot \text{Pluies totales (mm/mois)} \dots V.6$$

Avec :

A : coefficient de correction est à 0,62

Tableau V.8 : pluviométries moyennes et efficaces pour chaque mois en mm

mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	juil	Août
P _{moy}	19.69	12.45	18.2	14.62	25.16	12.45	15.67	17.54	6.73	3.57	0.28	1.61
P _e	12.21	7.72	11.28	9.06	15.60	7.72	9.72	10.87	4.17	2.21	0.17	1.00

Tableau V.9 : Résultats de calcul du besoin en eau de l'olivier

Olivier										
Mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)	
Septembre	12.21	9.77	239.63	1.2	114.4	0	0,85	203.69	193.92	
Octobre	7.72	6.18	168.95	1.2	114.4	38.13	0,85	143.61	137.43	
Novembre	11.28	9.02	113.4	1.2	114.4	38.13	0,75	85.05	37.9	
Décembre	9.06	7.25	85.25	1.2	114.4	57.2	0,65	55.41	10.03	
Janvier	15.60	12.48	92.07	1.2	114.4	114.4	0,65	59.85		
Février	7.72	6.18	108.36	1.2	114.4	114.4	0,65	70.43		
Mars	9.72	7.78	171.43	1.2	114.4	57.2	0,65	111.43		
Avril	10.87	8.70	224.7	1.2	114.4	38.13	0,65	146.06	80.16	
Mai	4.17	3.34	289.23	1.2	114.4	38.13	0,65	188.00	141.17	
Juin	2.21	1.77	311.7	1.2	114.4	0	0,8	249.36	209.46	
Juillet	0.17	0.14	333.87	1.2	114.4	0	0,85	283.79	283.65	
Août	1.00	0.80	297.3	1.2	114.4	0	0,9	267.57	274.06	

Tableau V.10 : Résultats de calcul du besoin en eau de Blé

blé									
mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.21	9.77	239.63						
Octobre	7.72	6.18	168.95						
Novembre	11.28	9.02	113.4	0,3	28.50	0	0,4	44.40	35.38
Décembre	9.06	7.25	85.25	0,5	47.50	14.25	0,7	59.02	51.77
Janvier	15.60	12.48	92.07	0,5	47.50	47.5	0,85	72.20	45.47

Chapitre V : Besoin en eau

Février	7.72	6.18	108.36	0,6	57.00	47.5	0,95	105.52	51.32
Mars	9.72	7.78	171.43	0,6	57.00	28.5	1,05	178.37	123.09
Avril	10.87	8.70	224.7	0,6	57.00	19	1,05	235.62	198.42
Mai	4.17	3.34	289.23	0,6	57.00	19	0,8	230.39	208.05
Juin	2.21	1.77	311.7	0,6	57.00	19	0,75	232.43	211.66
Juillet	0.17	0.14	333.87		0				
Août	1.00	0.80	297.3		0				

Tableau V .11 : Résultats de calcul du besoin en eau d'oignon

oignon									
mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP	Z	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
			(mm/mois)	(m)					
Septembre	12.21	9.77	239.63						
Octobre	7.72	6.18	168.95	0,4	38.13	0	0,5	53.58	47.4
Novembre	11.28	9.02	113.4	0,4	38.13	12.71	0,75	49.22	40.2
Décembre	9.06	7.25	85.25	0,4	38.13	19.06	0,95	45.89	25.93
Janvier	15.60	12.48	92.07	0,4	38.13	38.13	0,95	47.51	15.97
Février	7.72	6.18	108.36	0,4	38.13	38.13	0,75	45.41	26.52
Mars	9.72	7.78	171.43						
Avril	10.87	8.70	224.7						
Mai	4.17	3.34	289.23						
Juin	2.21	1.77	311.7						
Juillet	0.17	0.14	333.87						
Août	1.00	0.80	297.3						

Tableau V .12 : Résultats de calcul du besoin en eau de la tomate

tomate									
mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP	Z	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
			(mm/mois)	(m)					
Septembre	12.21	9.77	239.63						
Octobre	7.72	6.18	168.95						
Novembre	11.28	9.02	113.4						
Décembre	9.06	7.25	85.25						
Janvier	15.60	12.48	92.07						
Février	7.72	6.18	108.36						
Mars	9.72	7.78	171.43	0,7	66.73	0	0,5	84.94	77.16
Avril	10.87	8.70	224.7	0,9	85.80	22.24	0,7	157.08	182.04
Mai	4.17	3.34	289.23	1,2	114.40	28.6	0,9	259.19	233.61
Juin	2.21	1.77	311.7	1,2	114.40	38.13	1	309.9	279.53
Juillet	0.17	0.14	333.87						
Août	1.00	0.80	297.3						

Chapitre V : Besoin en eau

Tableau V .13 : Résultats de calcul du besoin en eau de la pomme de terre (arrière-saison)

pomme de terre	(arrière-saison)								
mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
			(mm/mois)						
Septembre	12.21	9.77	239.63						
Octobre	7.72	6.18	168.95	0,4	38.13	0	0,5	84.01	77.83
Novembre	11.28	9.02	113.4	0,6	57.2	12.71	0,7	77.70	68.68
Décembre	9.06	7.25	85.25	0,6	57.2	28.6	1	84.32	64.36
Janvier	15.60	12.48	92.07	0,6	57.2	57.2	0,8	67.95	26.87
Février	7.72	6.18	108.36						
Mars	9.72	7.78	171.43						
Avril	10.87	8.70	224.7						
Mai	4.17	3.34	289.23						
Juin	2.21	1.77	311.7						
Juillet	0.17	0.14	333.87						
Août	1.00	0.80	297.3						

Tableau V .14 : Résultats de calcul du besoin en eau de la pomme de terre (saison)

pomme de terre									
mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
			(mm/mois)						
Septembre	12.21	9.77	239.63			0			
Octobre	7.72	6.18	168.95			0			
Novembre	11.28	9.02	113.4			0			
Décembre	9.06	7.25	85.25			0			
Janvier	15.60	12.48	92.07			0			
Février	7.72	6.18	108.36	0,4	38.13	0	0,5	55.54	49.36
Mars	9.72	7.78	171.43	0,6	57.2	19.07	0,8	135.90	128.12
Avril	10.87	8.70	224.7	0,6	57.2	19.07	1,1	246.84	219.07
Mai	4.17	3.34	289.23	0,6	57.2	19.07	0,8	230.39	207.98
Juin	2.21	1.77	311.7			0			
Juillet	0.17	0.14	333.87			0			
Août	1.00	0.80	297.3			0			

Chapitre V : Besoin en eau

Tableau V .15 : Résultats de calcul du besoin en eau de la courgette

courgette									
mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
			(mm/mois)						
Septembre	12.21	9.77	239.63						
Octobre	7.72	6.18	168.95						
Novembre	11.28	9.02	113.4						
Décembre	9.06	7.25	85.25						
Janvier	15.60	12.48	92.07						
Février	7.72	6.18	108.36						
Mars	9.72	7.78	171.43	0.3	28.6	0	0.7	118.92	111.14
Avril	10.87	8.70	224.7	0.4	38.13	9.53	0.95	213.18	204.48
Mai	4.17	3.34	289.23	0.5	47.67	12.71	1	287.99	137.19
Juin	2.21	1.77	311.7	0.7	66.73	15.89	0.9	278.91	264.43
Juillet	0.17	0.14	333.87	0.7	66.73	22.24	0.8	267.1	141.73
Août	1.00	0.80	297.3						

Tableau V .16 : Résultats de calcul du besoin en eau de la pomme de le haricot

haricot									
mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
			(mm/mois)						
Septembre	12.21	9.77	239.63	0.1	9.53	0	0,4	95.85	86.06
Octobre	7.72	6.18	168.95	0.15	14.3	6.35	0,7	118.27	112.09
Novembre	11.28	9.02	113.4	0.2	19.07	9.53	0.95	107.73	92.36
Décembre	9.06	7.25	85.25	0.3	28.6	12.71	0.9	76.73	59.95
Janvier	15.60	12.48	92.07						
Février	7.72	6.18	108.36						
Mars	9.72	7.78	171.43						
Avril	10.87	8.70	224.7						
Mai	4.17	3.34	289.23						
Juin	2.21	1.77	311.7						
Juillet	0.17	0.14	333.87						
Août	1.00	0.80	297.3						

Chapitre V : Besoin en eau

Tableau V .17 : Résultats de calcul du besoin en eau du Piment et poivron

Piment et poivron									
mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
			(mm/mois)						
Septembre	12.21	9.77	239.63						
Octobre	7.72	6.18	168.95						
Novembre	11.28	9.02	113.4						
Décembre	9.06	7.25	85.25						
Janvier	15.60	12.48	92.07						
Février	7.72	6.18	108.36	0.4	38.13	0	0.6	66.64	60.46
Mars	9.72	7.78	171.43	0.6	57.20	19.07	0.9	152.89	66.81
Avril	10.87	8.70	224.7	0.8	76.27	19.07	0.95	213.18	185.41
Mai	4.17	3.34	289.23	0.9	85.80	25.42	0.95	273.59	251.18
Juin	2.21	1.77	311.7	1	95.33	31.78	0.85	263.42	236.22
Juillet	0.17	0.14	333.87						
Août	1.00	0.80	297.3						

Tableau V .18 : Résultats de calcul du besoin en eau de l'orge

Orge									
mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
			(mm/mois)						
Septembre	12.21	9.77	239.63						
Octobre	7.72	6.18	168.95	0,3	28.50	0	0.3	50.41	44.23
Novembre	11.28	9.02	113.4	0,5	47.50	14.25	0.7	77.70	68.68
Décembre	9.06	7.25	85.25	0,5	47.50	23.75	0.7	59.02	35.52
Janvier	15.60	12.48	92.07	0,6	57.00	47.5	0.95	89.19	52.96
Février	7.72	6.18	108.36	0,6	57.00	57	0.95	116.62	62.94
Mars	9.72	7.78	171.43	0,6	57.00	28.5	0.95	178.37	113.59
Avril	10.87	8.70	224.7	0,6	57.00	28.5	0.65	145.86	108.66
Mai	4.17	3.34	289.23						
Juin	2.21	1.77	311.7						
Juillet	0.17	0.14	333.87						
Août	1.00	0.80	297.3						

Chapitre V : Besoin en eau

Tableau V .17 : Calcul des besoins en eau

Mois	blé	oignon	Pomme de terre (S)	tomate	Pomme de terre (AS)	courgette	Piment et poivron	olivier	Orge en vert	Haricot	total
Septembre								187.6		86.06	419.8
Octobre		47.4			77.83			136.64	44.23	112.09	465.72
Novembre	35.38	40.2			68.68			36.1	68.68	92.36	108.88
Décembre	51.77	25.93			64.36			9.43	35.52	59.95	35.27
Janvier	45.47	15.97			26.87				52.96		68.93
Février	51.32	26.52	49.36				66.64		62.94		256.78
Mars	123.09		128.12	77.16		111.14	152.89		113.59		594.85
Avril	198.42		219.07	182.04		204.48	213.18	99.03	108.66		763.56
Mai	208.05		207.98	233.61		137.19	273.59	145.72			1146.81
Juin	211.66			279.53		264.43	263.42	208.02			1382.01
Juillet						141.73		283.65			500.67
Août								274.06			564.19

V .7 Calcul du débit spécifique :

Les débits spécifiques sont définis selon les besoins en eau de chaque culture, évalués sur la base d'une répartition culturale, le débit est calculé en tenant compte de besoins mensuels, la fréquence d'irrigation, la dose d'arrosage et le Coefficient d'efficacité globale du système d'irrigation pour définir les débits spécifiques de chaque culture suivant la formule qui suit :

$$q_s = \frac{B_m \times 10 \times 1000}{T \times t \times 3600 \times K} \quad (\text{l/s/ha}) \dots\dots V .7$$

- **B_m** : Besoin mensuel maximum net, exprimé en mm/mois

Chapitre V : Besoin en eau

- **T** : Temps d'irrigation par jour,
- **t** : Nombre de jours du mois d'irrigation, exprimée en jour égale à 30 J,
- **K** : Coefficient d'efficacité globale du système d'irrigation $\approx 0,75$,

$$q_s = \frac{1348.05 \times 10 \times 1000}{30 \times 24 \times 3600 \times 0,75} = 6.93 \text{ (l/s/ha)}$$

Il y a un risque de surdimensionnement car le débit spécifique calculé est très important, dans ce cas on peut estimer le débit spécifique par les deux méthodes suivantes :

- 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, on prend le débit spécifique de la culture la plus exigeante et qui est le palmier dattier, le débit spécifique étant de **1,46 l/s/ha**,

Ce débit est largement inférieur à 1,5 l/s/ha donc le choix de ce débit reste valable, donc le débit spécifique pour notre périmètre est de **1,46 l/s/ha**,

V.8 Calcul du débit caractéristique :

C'est le débit maximum en rapport à la pression de service dans le réseau d'irrigation, Il est égal à: **Q caractéristique = Qsp × surface**

La surface totale est égale a : **335 ha**

D'où : **Q caractéristique = 1,46 × 335 = 489.1 l/s**

V.9 Estimation des besoins en eau totaux du périmètre :

Le volume des besoins en eau égale le besoin de la culture en m³ multiplié par la surface de la culture,

On trouve les résultats dans le tableau suivant :

Chapitre V : Besoin en eau

Tableau V .18 : les besoins en eau du périmètre

Les cultures	La surface de la culture (ha)	Besoins nets de culture (mm)	efficience	Besoins bruts de la culture (m ³ /ha)	Les volumes des besoins en eau en m ³
orge vert	16.5	486.58	0,75	6487.73	107047.60
Blé	49.96	925.16	0,75	12335.47	616279.91
haricot	42	350.46	0,75	4672.80	196257.60
oignon	42	156.02	0,75	2080.27	87371.20
Pomme de terre (AS)	9.63	237.74	0,75	3169.87	30525.82
Tomate	56	772.34	0,75	10297.87	576680.53
Pomme de terre (S)	9.63	604.53	0,75	8060.40	77621.65
Courgette	56	858.97	0,75	11452.93	641364.27
Olivier	28	1380.25	0,75	18403.33	515293.33
Piment et poivron	25.28	969.72	0,75	12929.60	326860.29
	335ha				

V .10 Conclusion :

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

Chapitre VI

Techniques d'irrigation

Chapitre VI : Techniques d'irrigation

VI.1 Introduction :

Avant de dresser un plan d'irrigation aux cultures ; il est nécessaire de choisir la méthode d'arrosage la mieux appropriée aux facteurs naturels (climat, plante, sol) et d'autres facteurs tels que la nature et les besoins des cultures, ainsi l'origine, la qualité et la quantité d'eau disponible pour l'irrigation

Une technique d'irrigation a été choisie dans le cadre de cette étude, après avoir tenu compte de tout paramètre cité préalablement : Irrigation par aspersion pour les céréales et les cultures fourragères et maraichères et Irrigation par goutte à goutte pour les arboricultures.

VI.2 Irrigation par aspersion :

L'irrigation par aspersion est une technique d'irrigation consistant à alimenter en eau une culture en simulant la pluie, Ce résultat est obtenu en forçant un débit d'eau sous pression à travers un orifice de faible dimension appelé buse, (Nicou Laud, 1988)

VI.2 .1 Avantage et inconvénients de la technique d'irrigation par aspersion :

➤ **Avantages de l'irrigation par aspersion**

- ❖ Elle ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface d'irrigation.
- ❖ Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- ❖ Elle permet un dosage précis et une répartition régulière de la quantité d'eau distribuée.
- ❖ Elle met à la distribution des exploitations des conditions d'arrosage très souples.

➤ **Inconvénients de l'irrigation par aspersion**

- ❖ Elle nécessite au départ, pour chaque irrigant une dépense importante de premier établissement et qu'elle exige souvent une nombreuse main d'œuvre d'explication.
- ❖ Elle favorise l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont plus fines et l'aire plus sec.
- ❖ Elle favorise le développement des mauvaises herbes.
- ❖ L'eau distribuée peut provoquer une croûte superficielle dans le cas de sols lourds.

VI.2 .2 Les différents types d'installation par aspersion :

➤ **Les équipements classiques**

Chapitre VI : Techniques d'irrigation

Les équipements classiques sont ceux qui mettent en jeu des arroseurs à basse et moyenne pression (2 à 4 bras), implantés selon des écartements inférieurs ou égaux à 24 m.

Il y a deux types d'équipements classiques :

- Equipements avec rampes rigides.
- Equipements avec rampes souples et asperseurs sur traineau.

➤ **Différentes installations à la parcelle**

En pratique, deux solutions extrêmes peuvent être envisagées :

- L'installation totalement fixée.
- L'installation totalement mobile.

Dans l'installation fixée, l'ensemble des équipements (pompe, canalisation, asperseur) sont fixés de façon permanente, ce qui limite une main d'œuvre, mais occasionne des investissements très élevés.

- **Couverture totale (quadrillage total)**

Ce dispositif est le plus utilisé, au lieu d'avoir une seule rampe on couvre toute la superficie à arroser par toute la tuyauterie, celle-ci reste en place durant toute la saison d'arrosage. Dans ce cas, seuls les asperseurs doivent être déplacés et chaque rampe comporte un asperseur et forme une rampe fictive, ce qui permet de réduire le diamètre de la rampe.

- **Couverture intégrale**

La parcelle à arroser est entièrement couverte par des tuyaux et des arroseurs à poste fixe, l'arrosage est commandé par l'ouverture et la fermeture d'une vanne soit manuellement soit automatiquement par commande hydraulique ou électrique.

VI.2 .3 Description de l'installation :

Puisque on va irriguer des cultures fragiles ; le coût d'investissement est relativement réduit, et puisque la pression disponible en tête de chaque parcelle est considérée comme basse à moyenne, On va alors adopter une irrigation par aspersion par équipement classique avec arroseur moyenne pression, couverture partielle en rampe rigide (alliage),

Chaque parcelle est alimentée à partir d'une dérivation montée sur la conduite principale,

La conduite d'approche est branchée à la prise d'eau et placée sur le sol selon un axe de symétrie de la parcelle, Elle est constituée de tubes en alliage léger à raccords rapide mais étanche à pression nulle, ceci afin d'empêcher le vidage du tube à l'arrêt,

Chapitre VI : Techniques d'irrigation

Sur la conduite d'approche sont disposées à intervalles réguliers, des Tés-vannes, tous les 12, 18, 24 mètres par exemple, Leur rôle est d'assurer la liaison avec les rampes, Les Tévanne restent fermés tant qu'il n'est pas sollicité et il ; peut s'ouvrir dès qu'une rampe lui est reliée, Il est raccordé à la rampe d'aspersion par l'intermédiaire d'un coude de branchement,

La rampe est constitué de tubes de 6 mètres ou 9 mètres de long(ou d'une combinaison de ces deux longueurs), A écartements constants (6, 12, 18, 24 mètres en général), la rampe porte les asperseurs rotatifs reliées à la rampe par un raccord rapide a système d'accrochage et a étanchéité automatique (munie d'un clapet),

L'asperseur est maintenant à une certaine hauteur au-dessus du sol par une allonge compatible avec la culture à irriguer, (La stabilité étant assurée par une semelle horizontale solidaire du tube).

VI.3 Irrigation localisée (par goutte à goutte) :

L'irrigation goutte à goutte est l'une des techniques de l'irrigation localisée (micro-irrigation) qui consiste à apporter à chaque plante ou arbre, individuellement la quantité d'eau dont elle a exactement besoin en fonction des types de sol, des spécificités du climat et de son développement, sans ruissèlement appréciable.

VI.3.1 Avantage et inconvénients de l'irrigation par goutte à goutte :

➤ **Avantage :**

- Les pertes par évaporation sont réduites, puisqu'il n'y a pas de trajectoire aérienne de gouttes d'eau (efficience de 90%).
- Pas de ruissèlement ni débordement sur les parcelles voisines.
- L'humidité du sol au voisinage des racines reste constamment élevée sans empêcher une bonne aération du sol.
- La fertilisation par des engrais incorporés à l'eau d'arrosage est aisée.
- L'atmosphère au voisinage des plantes n'est pas saturée d'humidité comme pour l'aspersion, cette sècheresse relative de l'air réduit la prolifération des insectes et la propagation des maladies cryptogamiques.
- Les prix est relative à l'espacement des lignes ; s'il s'agit de culture a grande espacement, tels les vergers, les frais d'exploitation sont nettement moins élevé que celui d'autre réseau fixes tels l'aspersion.

➤ **Inconvénient :**

Chapitre VI : Techniques d'irrigation

- L'inconvénient dans ce type d'installation est le risque de colmatage (obstruction) par des diverses causes.
- L'accumulation des sels car les eaux d'irrigation contiennent toujours une quantité de sels dissous relativement à sa qualité chimique.

VI.4 Choix de la technique d'arrosage :

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de connaître toutes les contraintes de chaque type d'arrosage. Une analyse multicritères des techniques d'arrosage basée sur différentes contraintes est nécessaire pour aboutir au choix de la technique d'irrigation la plus adéquate pour le zone considérée, notre analyse est détaillée comme suit :

Tableau VI. 1: Analyse multicritère du choix de la technique d'irrigation

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

Chapitre VI : Techniques d'irrigation

Remarque :

x: inadéquat ou déconseillé ; +: Adapté avec réserve; + + : Adapté ; + + + : Très adapté

VI.5 Conclusion :

Le choix d'un système d'irrigation rationnel et économique doit tenir compte des critères suivants :

- le type de culture.
- les contraintes existantes dans la pratique.
- la maîtrise de la technique par l'exploitant.
- le cout de l'installation.

L'implantation de systèmes d'irrigation modernes permet de diversifier les cultures et d'augmenter considérablement leurs rendements.

En Algérie, vu les aléas climatiques et les rendements agricoles très faibles, l'intensification des cultures passe par la mise en œuvre et l'installation de réseaux d'irrigation modernes et efficaces.

En se basant sur le tableau multicritère du choix de la technique d'irrigation, ainsi que l'étude socio-économique et l'étude morphologique du sol, nous somme arrivé à choisir l'irrigation localisée et l'irrigation par aspersion comme une techniques d'irrigation.

Chapitre VII

Dimensionnement à la parcelle

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

VII.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous allons dimensionner le réseau collectif de la distribution d'eau est essentiellement constitué par la conduite enterrée gravitaire qui livrant l'eau aux différentes exploitations agricoles par l'intermédiaire des bornes (prises) d'arrosages.

Le développement de ce réseau par la conduite gravitaire est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement à la généralisation des modernes méthodes d'irrigation.

C'est dans ce contexte que notre attention dans ce chapitre s'est accentuer sur l'optimisation du réseau de desserte d'irrigation sous pression.

Deux techniques d'irrigation ont été choisies dans le cadre de cette étude :

- irrigation localisée par goutte à goutte.
- irrigation par aspersion.

VII.2 Organisation du périmètre :

VII.2.1 Ilots et bornes d'irrigation :

L'ilot d'irrigation est par définition décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une seule prise d'irrigation (borne) , qui comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément.

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

- 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.

VII.2.2 Taille des îlots d'irrigation :

En matière de superficie et nombre de parcelles, les critères établis sont décrits ensuite :

- La taille maximale des îlots sera comprise entre 5 et 11 ha.
- L'îlot présentera un maximum de 2 parcelles (pour un même îlot).

La limitation de taille maximale des îlots répond aux critères hydrauliques et d'équipement. La limitation du nombre de parcelles par îlot répond, en outre, à critères de gestion. La plupart du périmètre est représentée par îlots de 1 ou 2 parcelles ce qui facilite la distribution des tours d'irrigation et le comptage de consommations.

VII.2.3 Rôle et fonction de la borne d'irrigation :

La borne d'irrigation constitue un appareil compact, plus particulièrement étudié pour les réseaux fonctionnant à la demande, et cumulant les fonctions suivantes :

- ✓ Le vannage : desserte de l'eau à un ou plusieurs usagers disposant chacun d'une prise individuelle.
- ✓ Régulation de la pression avale
- ✓ Limitation du débit prélevé
- ✓ comptage des volumes débités par chaque prise.

VII.3 Modalités de desserte de l'eau :

Le module est l'unité de débit susceptible d'être délivrée en tête des réseaux des parcelles à irrigué. La distribution de l'eau d'irrigation est dans certains cas problématique en particulier dans les mois de pointe, car la demande ne peut dépasser la main d'eau. On distingue :

- **Distribution d'eau à la demande :**

Dans ce mode chaque irrigant étant libre d'utiliser le débit qu'il a souscrit. Dans certains cas, le débit affecté à une prise sera supérieur au débit fictif continu (le débit qui serait nécessaire si l'irrigation s'effectuait 24h sur 24 pendant la période de pointe).

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

- **Distribution au tour d'arrosage :**

Elle est inspirée du mode de desserte spécifique des réseaux d'irrigation de surface avec réseau collectif constitué de canaux à ciel ouvert dont le débit transité par chaque tertiaire correspond au module.

VII.3 Calcul hydraulique des bornes :

Le débit de chaque borne pouvant desservir un ilot est donné par la formule suivante :

$$Q_b = q_s \times S \quad \dots\dots\dots \text{(VII.1)}$$

Tel que :

Q_b : Débit de chaque ilot en l/s

q_s : Débit spécifique en l/s/ha

S : Superficie de l'ilot en h

VII.3.1 Choix du diamètre de la borne :

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

Tableau VII.1: Choix du diamètre de la borne

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

Le calcul des débits des prises et des bornes est présenté dans le tableau suivant :

Tableau VII.2: Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes

N° des bornes	Nombre de parcelles	Surface planimétrique (ha)	Débit spécifique (l/s/ha)	Débit brut (l/s)	Débit de la borne (l/s)	Diamètre de la borne (mm)
B1	P34	5.00	1.46	7.30	7.30	65
B2	P35	5.00	1.46	7.30	14.60	100

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

	P36	5.00	1.46	7.30		
B3	P37	5.00	1.46	7.30	7.30	65
B4	P38	5.00	1.46	7.30	14.35	100
	P39	4.83	1.46	7.05		
B5	P40	5.00	1.46	7.30	7.30	65
B6	P41	5.00	1.46	7.30	7.30	65
B7	P42	5.00	1.46	7.30	14.89	100
	P43	5.2	1.46	7.59		
B8	P44	5.00	1.46	7.30	7.30	65
B9	P46	5.00	1.46	7.30	17.13	100
	P47	6.73	1.46	9.83		
B10	P45	5.00	1.46	7.30	7.30	65
B11	P50	5.00	1.46	7.30	15.36	100
	P51	5.52	1.46	8.06		
B12	P48	5.00	1.46	7.30	14.60	100
	P49	5.00	1.46	7.30		
B13	P52	5.00	1.46	7.30	14.60	100
	P53	5.00	1.46	7.30		
B14	P56	5.00	1.46	7.30	15.72	100
	P57	5.77	1.46	8.42		
B15	P54	5.00	1.46	7.30	14.60	100
	P55	5.00	1.46	7.30		
B16	P59	5.00	1.46	7.30	14.83	100
	P60	5.95	1.46	8.69		
B17	P58	5.00	1.46	7.30	7.30	65
B18	P61	5.00	1.46	7.30	14.60	100
	P62	5.00	1.46	7.30		
B19	P63	5.00	1.46	7.30	7.30	65
B20	P64	5.00	1.46	7.30	14.53	100
	P65	4.95	1.46	7.23		
B21	P66	5.00	1.46	7.30	7.30	65
B22	P67	5.00	1.46	7.30	7.30	65
B23	P1	5.00	1.46	7.30	7.30	65
B24	P2	5.00	1.46	7.30	14.60	100
	P3	5.00	1.46	7.30		
B25	P6	5.00	1.46	7.30	14.60	100
	P7	5.00	1.46	7.30		
B26	P5	5.02	1.46	7.33	15.04	100
	P4	5.28	1.46	7.71		
B27	P10	5.00	1.46	7.30	14.60	100
	P11	5.00	1.46	7.30		
B28	P9	5.00	1.46	7.30	14.47	100
	P8	4.91	1.46	7.17		
B29	P12	5.00	1.46	7.30	14.60	100
	P13	5.00	1.46	7.30		
B30	P15	5.00	1.46	7.30	14.60	100
	P14	5.00	1.46	7.30		
B31	P16	5.37	1.46	7.84	15.14	100
	P17	5.00	1.46	7.30		
B32	P21	5.02	1.46	7.33	14.60	100

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

	P20	4.98	1.46	7.27		
B33	P18	5.27	1.46	7.69	14.98	100
	P19	4.99	1.46	7.29		
B34	P23	5.00	1.46	7.30	14.60	100
	P22	5.00	1.46	7.30		
B35	P24	5.63	1.46	8.22	15.52	100
	P25	5.00	1.46	7.30		
B36	P26	5.00	1.46	7.30	14.53	100
	P27	4.95	1.46	7.23		
B37	P28	5.25	1.46	7.67	7.67	65
P38	P29	5.00	1.46	7.30	14.8	100
	P30	5.14	1.46	7.50		
B39	P31	5.11	1.46	7.46	7.46	65
B40	P32	5.00	1.46	7.30	14.72	100
	P33	5.08	1.46	7.42		

VII.4 Variantes d'aménagement hydro-agricole :

Notre secteur s'étend sur une superficie totale équipée de 335 ha. La distribution de l'eau se fait à partir des réservoirs de stockage surélevés qui sont alimentés par deux forages réalisés pour notre secteur et par la suite alimentés gravitairement le périmètre par le réseau d'irrigation.

VII.5 Choix des matériaux des canalisations :

De nombreux types de matériaux sont disponibles pour constituer une conduite. On peut classer en fonction des matériaux avec lesquels ils sont fabriqués : fonte, PEHD, PRV, ...etc. Le choix des tuyaux utilisés est fonction de la pression et de la nature du terrain (l'agressivité du sol), l'ordre économique (coûts de fourniture et de mise en œuvre), mais aussi de la facilité à réaliser les raccordements, les prises de branchement et les réparations en cas de fuite.

➤ Fonte

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

➤ PEHD (polyéthylène)

Il présente les avantages suivants :

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

➤ Conduit en PVC (Polyvinyle de chlorure)

- Bonne résistance à la corrosion.
- Disponible sur le marché.
- Une pose de canalisation facile.

Leur inconvénient est le risque de rupture.

➤ 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.

VII.6 Dimensionnement hydraulique des canalisations :

- **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 :

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

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

Avec :

Q : débit, exprimé en m³/s ;

D : diamètre exprimé en mm

V : vitesse d'écoulement dans les conduites.

- **Vitesse admissible**

La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s, comme vitesse inférieure, et 2.5 m/s comme vitesse maximum. Dans notre étude, on prend une vitesse moyenne dans la conduite égale à 1.5 m/s.

- **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 :

$$h_{Pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \quad (\text{VII.3})$$

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 :

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

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

Tableau VII.3 : 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

La rugosité équivalente : $K=0.1$ mm, donc : $L=1.15$ $M=1.89$ $N=5.01$.

Dans notre cas, les conduites seront en fonte si leur diamètre est supérieur ou égal à 315mm et en PEHD dans le cas contraire. Pour une conduite en fonte/PEHD, nous a les caractéristiques suivantes :

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

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

$$Z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + h_{21} + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta H \quad (\text{VII.4})$$

Où h_1 et h_2 sont les hauteurs de pressions

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

Z_1 et Z_2 sont les côtes du terrain naturel.

ΔH : sont les pertes de charge entre A et B.

Les calculs sont détaillés dans le tableau IV.4

Tableau VII.4 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	Surface (Ha)	débit Q(l/s)	débit Q(m ³ /S)	Diamètre calculé(mm)	Diamètre Normalisé(mm)	Vitesse réelle (m/s)	Perte de charge Totale(m/m)	Cote terrain aval Z(m)	Cote piézométrique (m)	Pression (m)	Pression (bars)
R-ST	617.56	0.618	342	499.32	0.499	651.0	700	1.30	1.14	125.50	153.9	28.4	2.8
ST-R1	45.32	0.045	163.1	238.13	0.238	449.6	500	1.21	0.11	124.60	153.7	29.1	2.9
R1-B1	53.21	0.053	5	7.30	0.007	78.7	90	1.15	0.97	124.9	152.8	27.9	2.8
R1-R3	183.96	0.184	158.1	230.83	0.231	442.8	500	1.18	0.43	121.62	153.3	31.7	3.2
R3-B3	44.79	0.045	5	7.30	0.007	78.7	90	1.15	0.82	122.32	152.5	30.2	3.0
R3-R4	84.07	0.084	153.1	223.53	0.224	435.7	500	1.14	0.18	120.45	153.1	32.7	3.3
R4-B4	166.11	0.166	9.83	14.35	0.014	110.4	125	1.17	2.10	119.8	151.0	31.2	3.1
R4-R5	116.4	0.116	143.27	209.17	0.209	421.5	500	1.07	0.22	118.5	152.9	34.4	3.4
R5-B5	41.82	0.042	5	7.30	0.007	78.7	90	1.15	0.76	118.9	152.2	33.3	3.3
R5-R7	196.95	0.197	138.27	201.87	0.202	414.1	500	1.03	0.35	115.92	152.6	36.6	3.7
R7-B7	116.11	0.116	10.2	14.89	0.015	112.5	125	1.21	1.57	113.8	151.0	37.2	3.7
R7-R6	40.18	0.040	128.07	186.98	0.187	398.5	400	1.49	0.19	115.84	152.4	36.5	3.7
R6-B6	49.36	0.049	5	7.30	0.007	78.7	90	1.15	0.90	116.5	151.5	35.0	3.5
R6-R8	177.55	0.178	123.07	179.68	0.180	390.6	400	1.43	0.78	114.4	151.6	37.2	3.7

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

R8-B8	46.69	0.047	5	7.30	0.007	78.7	90	1.15	0.85	115.2	150.7	35.5	3.6
R8-R9	95.1	0.095	118.07	172.38	0.172	382.6	400	1.37	0.39	112.64	151.2	38.6	3.9
R9-B9	166.12	0.166	11.73	17.13	0.017	120.6	125	1.40	2.93	111.54	148.3	36.7	3.7
R9-R10	93.11	0.093	106.34	155.26	0.155	363.1	400	1.24	0.31	112	150.9	38.9	3.9
R10-B10	41.08	0.041	5	7.30	0.007	78.7	90	1.15	0.75	112.55	150.1	37.6	3.8
R10-R12	181.75	0.182	101.34	147.96	0.148	354.5	400	1.18	0.56	110.42	150.3	39.9	4.0
R12-B12	250.76	0.251	10	14.60	0.015	111.4	125	1.19	3.27	112.71	147.1	34.3	3.4
R12-R11	38	0.038	91.34	133.36	0.133	336.5	400	1.06	0.10	109.85	150.2	40.4	4.0
R11-B11	205.36	0.205	10.52	15.36	0.015	114.2	125	1.25	2.95	108.27	147.3	39.0	3.9
R11-R13	164.48	0.164	80.82	118.00	0.118	316.6	400	0.94	0.33	107.68	149.9	42.2	4.2
R13-B13	250.76	0.251	10	14.60	0.015	111.4	125	1.19	3.27	111.05	146.6	35.6	3.6
R13-R14	88.08	0.088	70.82	103.40	0.103	296.3	315	1.33	0.45	107	149.4	42.4	4.2
R14-B14	205.36	0.205	10.77	15.72	0.016	115.6	125	1.28	3.08	104.9	149.0	44.1	4.4
R14-R15	114.24	0.114	60.05	87.67	0.088	272.9	315	1.13	0.43	106.13	149.0	42.9	4.3
R15-B15	250.76	0.251	10	14.60	0.015	111.4	125	1.19	3.27	108.12	145.7	37.6	3.8
R15-R16	138.32	0.138	50.05	73.07	0.073	249.1	250	1.49	1.18	104.77	147.8	43.1	4.3
R16-B16	268	0.268	9.94	14.51	0.015	111.0	125	1.18	3.46	110.84	142.3	31.4	3.1

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

R16-R17	108.58	0.109	40.11	58.56	0.059	223.0	250	1.19	0.61	102.88	147.2	44.4	4.4
R17-B17	42.24	0.042	5	7.30	0.007	78.7	90	1.15	0.77	102.88	141.5	38.6	3.9
R17-R18	84.54	0.085	35.11	51.26	0.051	208.6	250	1.04	0.37	100.52	146.9	46.3	4.6
R18-B18	275	0.275	10.16	14.83	0.015	112.2	125	1.21	3.70	99.05	143.2	44.1	4.4
R18-R19	113.69	0.114	24.95	36.43	0.036	175.9	200	1.16	0.79	100.2	146.1	45.9	4.6
R19-B19	54.03	0.054	5	7.30	0.007	78.7	90	1.15	0.99	100.07	145.1	45.0	4.5
R19-R20	74.53	0.075	19.95	29.13	0.029	157.3	160	1.45	1.04	99.25	145.0	45.8	4.6
R20-B20	294.3	0.294	10.95	15.99	0.016	116.5	125	1.30	4.56	97.2	140.5	43.3	4.3
R20-R21	121.55	0.122	10	14.60	0.015	111.4	125	1.19	1.59	96.93	143.4	46.5	4.7
R21-B21	41.04	0.041	5	7.30	0.007	78.7	90	1.15	0.75	97.5	142.7	45.2	4.5
R21-R22	80.11	0.080	5	7.30	0.007	78.7	90	1.15	1.46	95.9	142.0	46.1	4.6
R22-B22	36.57	0.037	5	7.30	0.007	78.7	90	1.15	0.67	95.8	141.3	45.5	4.6
ST-R2	161.11	0.161	178.67	260.86	0.261	470.7	500	1.33	0.47	123.22	153.4	30.2	3.0
R2-B2	33.03	0.033	10	14.60	0.015	111.4	125	1.19	0.43	123	153.0	30.0	3.0
R2-R23	232.39	0.232	168.67	246.26	0.246	457.3	500	1.25	0.61	119.6	152.8	33.2	3.3
R23-B23	33.11	0.033	5.18	7.56	0.008	80.1	90	1.19	0.65	119.75	152.1	32.4	3.2
R23-N1	359.99	0.360	163.49	238.70	0.239	450.2	500	1.22	0.89	123	151.9	28.9	2.9

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

N1-R24	148.28	0.148	163.49	238.70	0.239	450.2	500	1.22	0.37	121	151.5	30.5	3.1
R24-B24	234.61	0.235	10.09	14.73	0.015	111.9	125	1.20	3.12	120.13	148.4	28.3	2.8
R24--R25	119.36	0.119	153.4	223.96	0.224	436.1	500	1.14	0.26	119.7	151.3	31.6	3.2
R25-B25	169.11	0.169	10.2	14.89	0.015	112.5	125	1.21	2.29	120.4	149.0	28.6	2.9
R25-R26	96.16	0.096	143.2	209.07	0.209	421.4	500	1.07	0.19	116.4	151.1	34.7	3.5
R26-B26	240.26	0.240	10.29	15.02	0.015	113.0	125	1.22	3.31	118.04	147.8	29.7	3.0
R26-R27	211.73	0.212	132.92	194.06	0.194	406.0	500	0.99	0.35	116	150.7	34.7	3.5
R27-B27	180.02	0.180	10	14.60	0.015	111.4	125	1.19	2.35	116.14	148.4	32.2	3.2
R27-R28	19.76	0.020	122.91	179.45	0.179	390.4	400	1.43	0.09	115.9	150.6	34.7	3.5
R28-B28	251.8	0.252	10.91	15.93	0.016	116.3	125	1.30	3.88	114.72	146.8	32.0	3.2
R28-R29	181.69	0.182	112	163.52	0.164	372.7	400	1.30	0.67	112.47	150.0	37.5	3.7
R29-B29	208.88	0.209	10	14.60	0.015	111.4	125	1.19	2.73	112	147.2	35.2	3.5
R29-R30	86.55	0.087	102	148.92	0.149	355.6	400	1.19	0.27	111.66	149.7	38.0	3.8
R30-B30	187.41	0.187	10.26	14.98	0.015	112.8	125	1.22	2.57	112	147.1	35.1	3.5
R30-R31	155.84	0.156	91.74	133.94	0.134	337.3	400	1.07	0.40	109.55	149.3	39.8	4.0
R31-B31	208.71	0.209	10.37	15.14	0.015	113.4	125	1.23	2.92	109.5	146.4	36.9	3.7
R31-R32	239.57	0.240	81.37	118.80	0.119	317.6	400	0.95	0.48	107.47	148.8	41.3	4.1

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

R32-B32	196.56	0.197	9.99	14.59	0.015	111.3	125	1.19	2.56	108.69	146.3	37.6	3.8
R32-R33	239.57	0.240	71.38	104.21	0.104	297.5	315	1.34	1.25	106.2	147.6	41.4	4.1
R33-B33	182	0.182	10.26	14.98	0.015	112.8	125	1.22	2.49	106.55	145.1	38.5	3.9
R33-R34	142.69	0.143	61.12	89.24	0.089	275.3	315	1.15	0.56	104.08	147.0	42.9	4.3
R34-B34	203.32	0.203	10.04	14.66	0.015	111.6	125	1.20	2.67	104.68	144.3	39.7	4.0
R34-R35	134.75	0.135	51.08	74.58	0.075	251.7	315	0.96	0.37	102.8	146.6	43.8	4.4
R35-B35	148.16	0.148	10.63	15.52	0.016	114.8	125	1.27	2.17	102	144.5	42.5	4.2
R35-R36	120.11	0.120	40.45	59.06	0.059	224.0	250	1.20	0.68	101.27	146.0	44.7	4.5
R36-B36	211.75	0.212	9.95	14.53	0.015	111.1	125	1.18	2.74	101.5	143.2	41.7	4.2
R36-R37	239.08	0.239	30.5	44.53	0.045	194.5	200	1.42	2.44	97.7	143.5	45.8	4.6
R37-B37	53.03	0.053	5.25	7.67	0.008	80.7	90	1.21	1.06	97.8	142.5	44.7	4.5
R37-R38	5.49	0.005	25.25	36.87	0.037	176.9	200	1.17	0.04	97.7	143.5	45.8	4.6
R38-B38	214.26	0.214	10.14	14.80	0.015	112.1	125	1.21	2.87	98.75	140.6	41.9	4.2
R38-R39	213.56	0.214	15.11	22.06	0.022	136.9	160	1.10	1.77	96.14	141.7	45.6	4.6
R39-B39	28	0.028	5.11	7.46	0.007	79.6	90	1.17	0.53	96.16	141.2	45.0	4.5
R39-R40	27	0.027	10	14.60	0.015	111.4	125	1.19	0.35	96	141.4	45.4	4.5
R40-B40	224.31	0.224	10	14.60	0.015	111.4	125	1.19	2.93	97.2	138.4	41.2	4.1

VII.7 Dimensionnement des réservoirs de distribution :

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

L'irrigation se fera après remplissage du réservoir, donc à chaque fois une tranche est irriguée, on pompe l'eau du forage pour remplir le réservoir, puis on irrigue la tranche suivante.

On sait que :

$$V=Q \times T \quad (\text{VII.5})$$

Avec :

V : volume de la bêche.

Q : Débit caractéristique.

T : Temps de remplissage du réservoir : 2 H

$$Q \text{ caractéristique} = Q_{sp} \times \text{surface} \quad (\text{VII.6})$$

Nous avons comme :

Surface du périmètre = 335 ha

Q caractéristique = 489.1 l/s

Donc :

$$V = 489.1 \times 0.001 \times 2 \times 3600 = 3521.52 \text{ m}^3$$

On prend $V = 3000 \text{ m}^3$

$$V = S \times H \quad (\text{VII.7})$$

VII.8 Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte :

VII.8.1 Données générales :

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

Le réseau d'irrigation sera installé au niveau de la parcelle N°38 qui a une surface de 5h, cette parcelle est alimenté par la borne N°4 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 3.1 bars, ce qui est largement suffisant.

L'irrigation localisée représente 70% de la surface totale de la parcelle ce qui est équivalent à 3.5 ha, ainsi la culture d'olivier fait une partie de 10% de la surface de cette parcelle.

Culture : Olivier

- ✚ Espacement entre arbres : 4 m
- ✚ Espacements entre rangs : 4 m

Caractéristique du goutteur :

- ✚ Débit nominal : 4 l/h
- ✚ Pression nominale : 10 m.c.e
- ✚ Espacement des goutteurs : 2 m.
- ✚ Le nombre de goutteur par arbre : 2.

Caractéristiques des conditions climatiques :

- ✚ Besoins en eau de pointe= 283.65 mm/mois.

Détermination des données de bases :

- ✚ Surface totale a irriguée : $S = 3.5$ ha.

VII.8.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :

VII.8.2.1 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 :

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

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

❖ **KELLER et KARMELI (1974) :**

$$K_r = \frac{C_s}{0.85} \quad (\text{VII.8})$$

❖ **La formule de Freeman et Garzoli :**

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) \quad (\text{VII.9})$$

❖ **La formule de Decroix (CTGREF) :**

$$K_r = 0.1 + C_s \quad (\text{VII.10})$$

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

$K_r = 0.71$ selon Keller et Karmeli.

$K_r = 0.80$ selon Freeman et Garzoli.

$K_r = 0.70$ selon Decroix (CTGREF).

☞ On prendra un coefficient $K_r = 0.80$

Irrigation traditionnelle demanderait pour le mois de pointe $ETM_{\text{pointe}} = 9.15$ mm/jour (tableau des besoins en eau). En irrigation localisée les besoins se réduisent à

$$ETM_r = ETM_{\text{pointe}} * K_r .$$

$$ETM_r = 9.15 * 0.8 = 7.32 \text{ mm}$$

VII.8.2.2 Dose nette pratique :

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire. La différence par rapport aux autres systèmes (gravitaire ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur h (Ollier & Poirée, 1981).

La dose (RFU) étant définie comme suit :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot P\% = RFU \cdot P\% \quad (\text{VII.11})$$

Tel que : H_{cc} : humidité à la capacité au champ (27%)
 H_{pf} : humidité au point de flétrissement (16%)
 Y : degré d'extraction de l'eau du sol (2/3)
 Z : profondeur d'enracinement en (1200 mm)
 P : Pourcentage du sol humidifié.

$$P\% = \frac{n \cdot Spd \cdot Sh}{Sa \cdot Sr} \quad (\text{VII.12})$$

P : Volume du sol humidifié

N : Nombre de point de distribution par arbre : 2 goutteurs.

Spd : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre : 2m.

Sh : Largeur de la bande humidifiée d'après le catalogue elle est de 1m.

Sr : Ecartement entre rangs d'arbre 4m

Sa : espacement des arbres sur les rangs 4m

$P = 25\%$

Donc :

$RFU = (0.27 - 0.16) \cdot 1200 \cdot 2/3 \cdot 1,35 = 118.8 \text{ mm}$

$D_p = RFU \cdot P\% = 29.7 \text{ mm}$.

VII.8.2.3 Calcul de la dose brute :

$$D_{brute} = \frac{D_p}{C_u \cdot \text{eff}} = \frac{29.7}{0.9 \cdot 0.9} = 36.67 \text{ mm / mois}$$

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%

Eff : efficacité du réseau d'irrigation Eff=90%

VII.8.2.4 Fréquence des arrosages :

La fréquence d'arrosage est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{B_{jl}} = \frac{29.7}{7.32} = 4 \text{ jours}$$

Donc on prend : Fr = 4 jours.

VII.8.2.5 Durée d'arrosage par mois :

$$\theta = \frac{D_p * S_r * S_d}{n * q_g} \quad (\text{VII.13})$$

Sr et Sd représentent respectivement l'espacement entre rang et distributeurs, n et q_g nombre et débit du goutteur (2 goutteurs et 4l/h).

$$\theta = \frac{29.7 * 4 * 2}{2 * 4} = 29.7 \text{ heures/mois}$$

On prend 30 heures.

VII.8.2.6 Durée d'arrosage journalier :

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} = \frac{30}{4} = 7.5 \text{ heures/jour}$$

VII.8.2.7 Nombre de poste :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{22}{7.5} = 2.93 \text{ postes}$$

On prend 3 postes

VII.8.2.8 Surface du poste :

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = \frac{3.5}{3} = 1.17 \text{ ha}$$

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

VII.8.3 Calculs hydrauliques :

Conditions hydrauliques de base :

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

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

La variation maximale de la pression :

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

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = \frac{\Delta H}{H(n)} \quad (\text{VII.14})$$

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

$H(n)$ pression nominal

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

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

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

$$P_{dcs} = 2 * 0.1 = 0.2 \text{ mce}$$

$$P_{dcl} = 2 - 0.2 = 1.8 \text{ mce}$$

La répartition de la perte de charge est :

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

1/3 sur les porte- rampes $P_{dc} (pr) = 1.8 * 1/3 = 0,6 \text{ m c e}$

2/3 sur les rampes $P_{dc} (r) = 1.8 * 2/3 = 1,2 \text{ m c e}$

1) Le débit :

$$Q_r = Q_g * N_r$$

$$Q_{pr} = Q_r * N_r$$

Avec:

- Q_r : Débit de rampe.
- Q_g : Débit du goutteur
- $N_{g/r}$: Nombre des goutteurs par rampe
- N_r : Nombre des rampes
- Q_{pr} : Débit de porte rampe
- ✓ La longueur de la rampe : 50m.
- ✓ La longueur de la porte rampe : 91m.
- ✓ La longueur de la conduite secondaire : 60m.

2) Le nombre d'arbres par rampe

$$N_{\text{arbres}} = \frac{L_r}{E_r} = \frac{50}{4} = 12 \text{ arbres}$$

$$N_{\text{arbres}} = 12 \text{ arbres}$$

3) Nombre des goutteurs par rampe

$$N_g = N_{\text{arbres}} * n = 12 * 2 = 24 \text{ goutteurs}$$

$$N_g = 24 \text{ goutteurs}$$

4) Le nombre des rampes

$$N_{\text{rampe}} = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{91}{4} = 22 \text{ rampes}$$

$$N_{\text{rampe}} = 22 \text{ rampes}$$

5) Débit de la rampe

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 24 * 4 = 96 \text{ l/h}$$

$$Q_r = 96 \text{ l/h}$$

6) Débit de la porte rampe

$$Q_{Pr} = Q_r * N_r = 96 * 22 = 2112 \text{ l/h}$$

$$Q_{Pr} = 2112 \text{ l/h}$$

7) Nombre de porte Rampe

Nombre de porte rampe = 1 (1 seul porte rampe).

8) Débit de la conduite secondaire

$$QC_{s1} = Q_{Pr} * N_{Pr} = 2112 * 1 = 2112 \text{ l/h}$$

$$QC_{s1} = 2112 \text{ l/h}$$

VII.8.4 Dimensionnement des canalisations du réseau :

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

1) La conduite tertiaire (conduite d'approche)

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

2) 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).

3) Les rampes

Qui sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité), à l'exception de quelques installations où l'on a utilisé du PVC rigide de petit diamètre.

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

$$\varnothing_{r(\text{cal})} = \left[\frac{P.d.c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \quad (\text{VII.15})$$

$$\varnothing_{pr(\text{cal})} = \left[\frac{P.d.c(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \quad (\text{VII.16})$$

Avec :

- Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe
- Q(r) : le débit de la rampe en l/h

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

- L(r) : la longueur de la rampe en m
- Ør (cal) : le diamètre de rampes
- Pdc(pr) : la perte de charge dans la porte rampe
- Øpr (cal) : le diamètre de porte rampe

$D_{rampe} = 11.89$ mm, on prend un diamètre normalisé : DN = 16 mm

$D_{porte-rampe} = 33.42$ mm, on prend un diamètre normalisé : DN = 50 mm

VII.8.5 Vérification des pertes de charges :

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour un D = 16 mm.

Perte de charge selon Hazen-williams :

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \quad (\text{VII.17})$$

Ou : L : la longueur de la conduite.

Q : débit (l/h).

D : diamètre intérieur de la canalisation.

$C_w = 140$ PEHD, $L = 50$ m, $D = 0.016$ m, $Q = 4 \cdot 10^{-5}$ m³/s.

$\Delta H_{Rampe} = 0.22$ m < 1.2m

VII.8.5.1 Calcul du diamètre de la rampe :

Tableau VII.5 : Diamètre de la rampe

Culture	Surface (m ²)	Lr (m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m) P. charge	Dcal (mm)	Dn (mm)	ΔHcal (m)
Olivier	5000	50	24	96	1.2	11.89	16	0.22

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

VII.8.5.2 Calcul de Diamètre de la porte rampe :

On applique le même procédé que les rampes, et on trouve :

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

Tableau VII.6 : Diamètre de la porte rampe

Culture	Surface m ²	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	hcal(m)
Olivier	5000	91	22	2112	0.6	50.41	75	0.25

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

D'après les deux tableaux précédents, on constate que les pertes de charges totales (0.47m) n'ont pas dépassé la limite imposée par la règle de Christiansen.

VII.8.5.3 Calcul des diamètres des conduites tertiaire :

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} \quad (\text{VII.18})$$

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

V : vitesse d'écoulement (m/s).

Tableau VII.7 : Diamètre des conduites tertiaires

Culture	Surface m ²	L(m)	Q (m ³ /s)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	5000	30	0.0006	1.05	26.67	50	0.31	0.81

VII.9 Conclusion :

Après avoir abordé les variantes d'aménagement du système de distribution ainsi que les calculs relatifs aux bornes d'irrigation, nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du système de distribution du périmètre d'étude.

Afin d'étudier le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte, toute en assurant la pression nominale de 10 m.c.e dans le goutteur le plus éloigné.

Chapitre VII

Calcul technico- économique

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

VIII.1 Introduction :

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

L'étude du devis estimatif nous permet d'avoir une idée sur la rentabilité et le coût de réalisation de notre projet, ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations à effectuer sur le terrain, on multiplie le volume des travaux par le prix unitaire.

Donc, à travers ce chapitre, on doit faire une étude économique détaillée afin de connaître l'aspect financier (gain et pertes) de ce projet, en fonction des différentes charges intervenant, à savoir les charges d'investissement et d'exploitation.

Pour se faire il est important de quantifier l'ensemble des travaux à entreprendre et qui sont :

- Réseau de distribution.
- Travaux divers.

VIII.2 Différents travaux à entreprendre :

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

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

- Implantation des tracés des tranchées sur le terrain ;
- Excavation des tranchées.
- Pose du lit de sable (épaisseur de 20cm).
- Pose des conduites.
- Epreuve de joint et de canalisation.
- Remblaiement des tranchées.
- Nivellement et compactage.

VIII.3 Calcul du volume de terrassement :

- **Largeur du fond de la tranchée :**

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

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

$$B = d + (0.5-1.2) \text{ (m)} \quad \text{(VIII.1)}$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

on prend $B=d+0.6$ (m)

- **profondeur de la tranchée :**

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

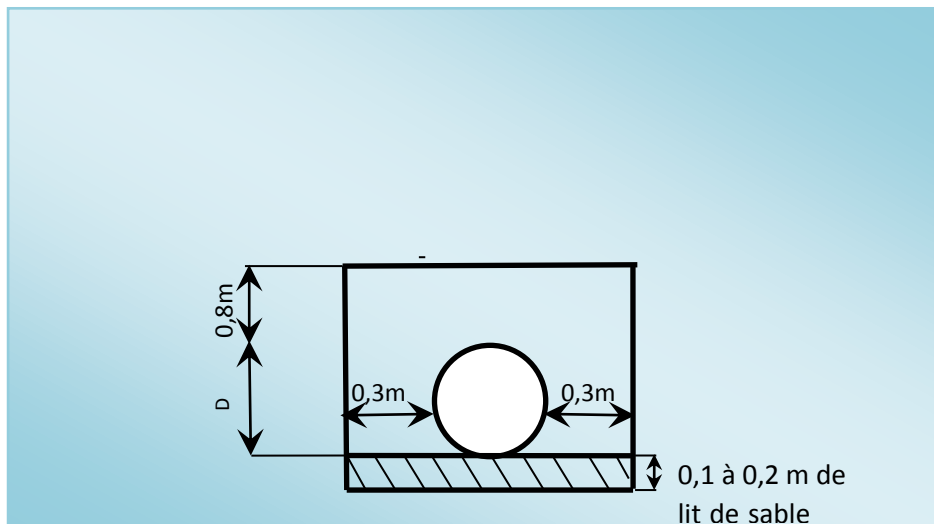


Figure VIII.1: Schéma d'une tranchée

$$H_{tr} = e + d + h \text{ (m)} \quad \dots \quad \text{(VIII.2)}$$

Avec :

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

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

e : hauteur du lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

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

- **Section de la tranchée:**

Les sections des tranchées sont :

$$S_{tr} = B \times H_{tr} \quad (\text{VIII.3})$$

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

b : Largeur du fond de la tranchée (m)

- **Volume à excaver :**

Le volume d'excavation est :

$$V_d = S_{tr} \times L = (B \times H_{tr}) \times L \quad (\text{VIII.4})$$

V_d : Volume du déblai (m³)

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

L : Longueur de la tranchée (m).

B : Largeur de la tranchée (m).

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

VIII.4 Frais des travaux sur réseau d'irrigation :

Les frais de terrassement sont est égal à :

a-Pour les déblais :

$$F_{deb} = V_{deb} \times K_{deb} \quad (\text{VIII.5})$$

K_{deb} : Prix de 1 m³ de déblai=200 DA

V_{deb} : Volume total de déblai

b-Calcul du volume du lit de sable :

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

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

$$V_{\text{sable}} = e \times b \times L \text{ (m}^3\text{)}$$

c-Pour les remblais:

$$F_{\text{rem}} = V_{\text{rem}} \times K_{\text{rem}} \quad \text{(VIII.6)}$$

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

V_{rem} : Volume total du remblai

VIII.5 Calcul du volume de déblai et remblai :

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

$$B = D + (2 \times 0,3) \quad \text{(VIII.7)}$$

D : diamètre de la conduite (m)

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

$$H \geq D + 0,8$$

$$\text{Déblai} = L \times H \times B \quad \text{(VIII.8)}$$

$$\text{Remblai} = \text{déblai} - \left(\pi \times \frac{D^2}{4}\right) \times L \quad \text{(VIII.9)}$$

VIII.6 Calcul des différents volumes :

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau VIII.1 : Quantité des travaux de terrassement

Conduites	l (m)	h (m)	L (m)	V _{deb} (m ³)	V _{cond} (m ³)	V _{sable} (m ³)	V _{remb} (m ³)	V _{excédentair} (m ³)
Ø 90	0,7	1,0	645.08	445.105	4.102	90.311	441.003	4.102
Ø 125	0,8	1,0	4873.45	3533.251	59.776	779.752	3473.475	59.776
Ø160	0,8	1,1	288.09	240.843	5.789	46.094	235.054	5.789
Ø 200	1	1,1	239.08	210.390	7.507	47.816	202.883	7.507

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Ø 250	1	1,2	313.23	319.495	15.368	62.646	304.127	15.368
Ø 315	1	1,2	719.33	789.824	56.030	143.866	733.795	56.030
Ø 400	1	1,3	1089.41	1416.233	136.830	217.882	1279.403	136.830
Ø 500	1.1	1.45	1955.72	3119.373	383.810	430.258	2735.563	383.810
Ø 700	1.3	1.65	617.56	1324.666	237.544	160.566	1087.122	237.544
Total				11399.182	906.756	1979.192	10492.425	906.756

Tableau VIII.2 : Coût des travaux de terrassement

Conduites	Unités de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Déblai	M3	11399.182	1000	11399182
Pose du lit de sable	M3	1979.192	1100	2177111.2
Remblai de la tranchée	M3	10492.425	600	6295455
Evacuation de terres excédentaires à la décharge	M3	906.756	500	453378
TOTAL (DA)				20325126.2

VIII.6 Facture des différents types de conduites du réseau de distribution :

Les prix des conduites sont détaillés comme suit :

Tableau VIII.3 : Facture des différents types de conduites du réseau de distribution

Conduites	Type de conduite	Unités de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA/m)	Montant (DA)
			(m)		
Ø 90	PEHD	m	645.08	278,35	179558.018
Ø 125	PEHD	m	4873.45	530,1	2583415.85
Ø160	PEHD	m	288.09	868,3	250148.547

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Ø 200	PEHD	ml	239.08	1 358,50	324790.18
Ø 250	PEHD	ml	313.23	2 109	660602.07
Ø 315	Fonte	ml	719.33	9.656,23	6946015.93
Ø 400	Fonte	ml	653.89	14.644,37	9575807.1
Ø 500	Fonte	ml	1089.41	19.734,66	21499136
Ø 700	Fonte	ml	1955.72	22513.76	44030610.7
Total (HT)					86050084.4 ml
TVA (19%)					16349516
Total (TTC)					102399600

VIII.7 Devis estimatif et quantitatif des pièces spéciales :

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

Tableau VIII.4 : Devis estimatif et quantitatif des bornes d'irrigation

Désignation	Unité	Quantité	prix unitaire DA	prix total DA
Borne type A (2 prise)	U	27	18500	499500
Borne type A (1 prise)	U	13	16000	208000
Brise de vent	km	8.33	212121	1766967.93
Forages	U	1	33333.5	33333.5
Abris de forages	U	1	600000	600000
Equipment forage	U	1	3000000	3000000
Total				6107801.43

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Le cout total du projet en prenant en compte toutes les opérations financières est de l'ordre de :

$$CT = 20325126.2 + 102399600 + 6107801.43 = \mathbf{128832527.6 \text{ DA}}$$

Donc cout total du projet à égale 128832527.6 DA, écrit en lettre : cent vingt-huit millions huit cent trente-deux mille cinq cent vingt-sept virgule six dinars algérien

Donc pour un hectare on a :

$$128832527.6 / 335 = 384574.71 \text{ DA/ha.}$$

VIII.8 Conclusion :

A travers ce chapitre, nous avons calculé le devis estimatif et quantitatif de notre projet d'irrigation pour le périmètre de M'ziraa, avec un coût total d'environ **128832527.6 DA** (cent vingt-huit millions huit cent trente-deux mille cinq cent vingt-sept virgule six dinars algériens).

Conclusion générale

Conclusion générale

Au cours de ce travail, nous avons étudié les différentes composantes du projet d'irrigation du périmètre de M'ziraa , et nous avons réalisé l'étude nécessaire du système d'irrigation pour la mise en valeur de 335 ha de surface du périmètre à partir de l'eau provenant du forage cité .

L'étude réalisée sur notre périmètre, nous a permis de conclure :

- L'étude du climat de notre région, a montré que la région appartient à un climat aride, et que la période sèche s'étend sur le long de l'année ce qui confirme le caractère aride de cette zone, d'où l'irrigation est importante pour l'intensification des cultures.
- L'analyse des échantillons du sol a montré l'existence d'une texture sableuse dans l'ensemble du périmètre, ce qui nous a permis de choisir les cultures, les plus appropriées.
- Nous avons choisi l'irrigation localisée, puisque les avantages sont assez significatifs, surtout en termes des économies d'eau possibles.

Références bibliographiques

ANDRE, H., (1976). Hydrométrie pratique des cours d'eau. Paris : Eyrolles, p 259.

BULLTIN DE FAO N° 36, L'irrigation localisée (Calcul, mise en place exploitation, contrôle du fonctionnement).FAO 1983.p33

DANIEL VESCHAMBRE et PIERRE VAYSSE, 1980 : Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA ;

MESSAHEL MEKKI, 1988 : Irrigation au goutte à goutte (Régime –d'irrigation) Edition O.P.U.Alger .p89

FAO 1975. Les besoins en eau des cultures. Bull Fao n° 24.

QUALITE DES EAUX D'IRRIGATION (Bulletin FAO d'irrigation et drainage (N29°)).

Annexe :

Tableau des diamètres normalisés et le prix pour les conduites en PEHD selon CHIALI

TUBE PEHD EAU POTABLE PN10

Référence	Désignation	Diamètre	Epaisseur	Qualité	Pression	Prix HT	Prix TTC
		Ext en MM	en MM	Produit	Service	le M/L	le M/L
11 003 0161	Tube PEHD	16	-----	PE80	10 Bars	-----	-----
11 003 0201	Tube PEHD	20	2,0	PE80	10 Bars	31,48	36,83
11 003 0251	Tube PEHD	25	2,0	PE80	10 Bars	39,80	46,57
11 003 0321	Tube PEHD	32	2,4	PE80	10 Bars	61,83	72,34
11 003 0401	Tube PEHD	40	3,0	PE80	10 Bars	96,79	113,24
11 003 0501	Tube PEHD	50	3,7	PE80	10 Bars	147,86	173,00
11 003 0631	Tube PEHD	63	4,7	PE80	10 Bars	233,89	273,65
11 003 0751	Tube PEHD	75	5,6	PE80	10 Bars	330,68	386,90
11 007 0901	Tube PEHD	90	5,4	PE100	10 Bars	387,50	453,38
11 007 1101	Tube PEHD	110	6,6	PE100	10 Bars	577,28	675,42
11 007 1251	Tube PEHD	125	7,4	PE100	10 Bars	735,44	860,46
11 007 1601	Tube PEHD	160	9,5	PE100	10 Bars	1 204,65	1 409,44
11 007 2001	Tube PEHD	200	11,9	PE100	10 Bars	1 829,83	2 140,90
11 007 2501	Tube PEHD	250	14,8	PE100	10 Bars	2 890,41	3 381,78
11 007 3151	Tube PEHD	315	18,7	PE100	10 Bars	4 479,51	5 241,03
11 007 4001	Tube PEHD	400	23,7	PE100	10 Bars	7 374,35	8 627,99
11 007 5001	Tube PEHD	500	29,7	PE100	10 Bars	11 312,40	13 235,51
11 003 6301	Tube PEHD	630	37,4	PE 100	10 Bars	17 101,74	20 009,04



TYPE A2



TYPE C



TYPE B2



TYPE A2



TYPE A4



TYPE B2



TYPE C

TYPES		
TYPES	DN (mm) entrée	DN (mm) sortie
A2	80 - 100 - 150	2 * DN 65
A4	80 - 100 - 150	4 * DN 65
B2	80 - 100 - 150	2 * DN 100
C	80 - 100 - 150	1 * DN 100/150

Connexion bride : DIN 2501
 Pression de service : 16 bar
 Test de pression : 25 bar
 Peinture : Electrostatique 200 µm