

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR
HYDRAULICS
"The MujahidAbdellah ARBAOUI"



المدرسة الوطنية العليا للري
"المجاهد عبد الله عرباوي"

ⴰⵎⵓⵔⴰⵏ ⴰⵎⵓⵔⴰⵏ ⴰⵎⵓⵔⴰⵏ ⴰⵎⵓⵔⴰⵏ ⴰⵎⵓⵔⴰⵏ

MEMOIRE D'INGENIORAT

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur en Hydraulique

Option : irrigation et drainage

**THEME : AMENAGEMENT HYDROAGRICOLE DU
PERIMETRE EL REMTHA 10, COMMUNE ROUISSAT
W. OUARGLA**

Présenté par :

HAMZA Ab d'el ha fi d h

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
MEDDI Mohamed	Professeur	Président
YAHIAOUI Samir	M.A.A	Examineur
SAIL Na d h ira	M.A.A	Examineur
BOURELAF Abdellatif	Ingénieur d'état	Promoteur

Session 2020

Dédicace

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

A MA MÈRE

A MON PÈRE

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

A Mon frère Ay man

A Ma sœur, Na bi ha

A tous Mes amis : Mou el oued Mohamed, Nabi Mouloud.

Autres qui sont nombreux

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin

Pour l'élaboration de ce travail

A tout ce que porte mon cœur.

Et ceux que j'ai omis de citer

Remerciement

A l'issu de cette étude, Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à toutes les

Personnes qui m'ont aidé tout au long de mon travail.

Ma reconnaissance va plus particulièrement à :

Mon promoteur Mr BOURELAF Abdellatif pour sa contribution à

L'élaboration de ce mémoire.

L'ensemble des enseignants qui m'ont suivi durant mon cycle d'étude.

Je tiens à remercier aussi :

Les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail

Le corps enseignant et les étudiants de l'ENSH

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de mon

Merci à BERANI Adel.

Mémoire.

ملخص:

الهدف من إنجاز مذكرة نهاية الدراسة هذه، يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات الزراعية المسقية، وتحديد أبعاد شبكة تزويد وتوزيع المياه لمنطقة " روي س ا ت "، الواقعة بإقليم ولاية ورقلة، التي تقدر مساحتها بـ 250 هكتارا. وهذا بعد القيام بدراسة خصائص المنطقة كالمناخ، نوعية التربة والموارد المائية.

الغرض من هذه الدراسة هو رفع المردودية الفلاحية وذلك باستخدام تقنيات الري الاقتصادية والفعالة والتسيير الأمثل للموارد المائية.

Résumé :

L'objectif de ce mémoire est l'aménagement d'un périmètre irrigué et l'étude des réseaux d'irrigation dans la commune de R o u i s s a t, située dans la wilaya d'Ouargla qui s'étend sur une superficie de 250 ha. Cette étude a été basée sur une analyse des caractéristiques climatiques, pédologiques, et des ressources en eau.

Le but de cette étude est d'augmenter le rendement agricole par l'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation et une meilleure gestion des ressources en eau.

Abstract:

The aim of our thesis is a part of the actual policy of the irrigated areas management in a way to dimension the agricultural perimeter of Rou is s a t, extending over an area of 250 ha, this after, elaborating a study of climate characteristics, soil nature, and water resources.

The study targets to increase agricultural yield by applying the optimal irrigation systems and the ideal management of water resources.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	6
LISTE DES TABLEAUX	10
LISTE DES FIGURES	11
INTRODUCTION GENERALE	13
CHAPITRE I PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	14
INTRODUCTION	14
SITUATION GEOGRAPHIQUE	14
<i>Situation géographique de la wilaya de Ouargla</i>	14
<i>Situation géographique de la zone d'étude</i>	15
LA CLIMATOLOGIE	16
<i>Choix de la station météorologique</i>	16
PRECIPITATIONS	17
TEMPERATURE DE L' AIR	18
<i>Interprétation</i>	19
HUMIDITE RELATIVE	19
LE VENT	20
INSOLATION	21
CLASSIFICATION DU CLIMAT	21
<i>Indice de Martonne</i>	22
<i>Classification du climat selon le diagramme d'E m berger</i>	23
<i>Classification du climat selon l'indice de Bagnols et Gaussen</i>	24
CADRE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE :	26
<i>La qualité des eaux vis-à-vis à l'usage agricole du CT :</i>	27
HYDROLOGIE DE SURFACE	28
<i>Oued M'ZAB</i>	28
<i>Oued N'sa</i>	28
<i>Oued M'YA</i>	28
<i>La qualité de l'eau :</i>	29
CONCLUSION	29
CHAPITRE II ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE	30
INTRODUCTION	30
CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES ET ANALYTIQUES DES SOLS	30
<i>Données générales :</i>	30
<i>Description morphologique du profil :</i>	31
<i>Résultats analytiques :</i>	31
<i>Interprétation des résultats et valeur agronomique :</i>	32
ETUDE DES APTITUDES CULTURALES	33
APTITUDES CULTURALES :	33
CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES DES SOLS DU PERIMETRE	35
<i>Perméabilité</i>	35
<i>Densité apparente, densité réelle et porosité des sols</i>	35
<i>Valeur agricole des sols et mise en valeur</i>	35
<i>Propriétés hydrodynamiques des sols</i>	35
CHOIX DES CULTURES A INTRODUIRE	36
<i>Les facteurs économiques</i>	36
CONCLUSION	37

CHAPITRE III RESSOURCES EN EAU	38
INTRODUCTION	38
RESSOURCES EN EAU :	38
<i>Complexe Terminal (CT)</i>	39
ANALYSE DE LA QUALITE DE L'EAU D'IRRIGATION	41
CLASSIFICATION DES EAUX D'IRRIGATION	42
<i>Conductivité électrique (CE) :</i>	42
<i>Pour le coefficient d'adsorption du Sodium (Sodium Absorption Ration S.A.R)</i>	42
<i>Interprétation des résultats des analyses :</i>	43
CONCLUSION	44
CHAPITRE IV CALCUL DES BESOINS EN EAUX DES CULTURES	45
INTRODUCTION	45
ETUDE DES PLUIES ANNUELLES	45
<i>Interprétation :</i>	46
<i>Test de Wilcoxon-Mann-Whitney</i>	46
AJUSTEMENT STATISTIQUE DES PLUIES ANNUELLE	47
<i>Statistiques de base :</i>	47
AJUSTEMENT DES PLUIES ANNUELLES A LA LOI DE GAUSS OU LOI NORMALE	48
AJUSTEMENT A LA LOI LOG-NORMALE (GALTON)	49
TEST DE VALIDITE D'AJUSTEMENT	50
DÉTERMINATION DE L'ANNÉE DE CALCUL	54
<i>L'estimation de l'année sèche de fréquence 80% ; on utilise la formule suivante :</i>	54
BESOIN EN EAU DU PERIMETRE :	55
CALCUL DES BESOINS EN EAU	55
<i>L'évapotranspiration (ET)</i>	55
<i>Calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP)</i>	56
<i>Calcul de l'évapotranspiration de référence</i>	57
<i>L'évapotranspiration maximale (ETM)</i>	58
<i>Calcul de la pluie efficace</i>	58
CALCUL DE LA RESERVE EN EAU DU SOL :	59
CHOIX DES CULTURES : CONTEXTE PEDOCLIMATIQUE	59
OCCUPATION DES SOLS	59
CULTURES PROPOSEES :	60
ASSOLEMENTS DES CULTURES	60
<i>Avantages de la rotation des cultures</i>	60
<i>Cycle végétatif des cultures</i>	61
ESTIMATION DES COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc) :	62
ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES CULTURES	62
<i>Besoins de lessivage :</i>	62
CALCUL DES BESOINS NETS EN EAU D'IRRIGATION	63
<i>La réserve facilement utilisable (RFU) :</i>	63
CALCUL DU DEBIT SPECIFIQUE	68
CHAPITRE V DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION	70
INTRODUCTION :	70
DECOUPAGE DES ILOTS D'IRRIGATION :	70
TAILLE DES ILOTS D'IRRIGATION :	72
CALCUL DES DEBITS DES ILOTS :	72
DONNEES DE BASE DU DIMENSIONNEMENT	72
BORNES D'IRRIGATION	76
<i>Choix du type de borne</i>	76
<i>Choix de diamètre de la borne</i>	77
CALCUL HYDRAULIQUE DES CANALISATIONS :	79
<i>Calcul des diamètres des conduites :</i>	80
<i>Calcul de la vitesse réelle :</i>	80

<i>Calcul de la perte de charge linéaire :</i>	81
<i>Calcul de la perte de charge totale :</i>	82
<i>Calcul de la pression :</i>	82
<i>Calcul de la cote piézométrique :</i>	82
DIMENSIONNEMENT DU RESERVOIR DE DISTRIBUTION :	85
<i>Le rôle du réservoir :</i>	85
<i>L'emplacement des réservoirs :</i>	85
<i>La Forme du réservoir :</i>	85
<i>Le diamètre de la cuve :</i>	85
CALCUL DE LA HAUTEUR MANOMETRIQUE TOTALE :	86
<i>Calcul des pertes de charge et de la HMT (forage 01) :</i>	86
<i>Puissance absorbée par la pompe :</i>	86
<i>Energie consommée par la pompe :</i>	87
DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE POMPAGE	87
<i>Choix de la variante d'adduction par pompage et l'emplacement de la station :</i>	87
<i>Détermination de la hauteur d'élévation calculée bassin 1 Born 6 :</i>	87
DETERMINATION DU NOMBRE DE POMPES :	88
DETERMINATION DE LA HAUTEUR ADMISSIBLE D'ASPIRATION :	90
CONCLUSION :	91
CHAPITRES VI ETUDES DES TECHNIQUES D'IRRIGATION 2	92
INTRODUCTION	92
L'IRRIGATION DE SURFACE	92
<i>L'irrigation par ruissellement</i>	92
<i>L'irrigation par submersion</i>	92
<i>Les avantages de l'irrigation de surface</i>	92
<i>Les inconvénients</i>	92
L'EAU EST ACHEMINÉE AUX CULTURES PAR POMPAGE ARTIFICIEL.	93
<i>Les avantages</i>	93
<i>Les inconvénients</i>	93
<i>Point de fourniture d'eau :</i>	94
<i>L'unité de tête :</i>	94
CONDUITES ET RAMPES	95
<i>La porte rampe</i>	95
<i>Les rampes</i>	95
<i>Les distributeurs</i>	96
DIFFERENTS TYPES DE DISTRIBUTEURS	96
LES FACTEURS ESSENTIELS POUR L'UTILISATIONS DE SYSTEME GOUTTE A GOUTTE	97
<i>Qualité de l'eau</i>	97
<i>Nature du sol</i>	97
<i>Nature des cultures</i>	97
<i>Les Avantages de la technique de la goutte à goutte</i>	98
<i>Les inconvénients de la goutte à goutte</i>	98
CHOIX DE LA TECHNIQUE D'ARROSAGE	99
CONCLUSION	100
CHAPITRE VII DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE	101
INTRODUCTION	101
DONNEES DE BASE POUR LE DIMENSIONNEMENT	101
CALCUL DE LA DOSE PRATIQUE :	101
DIMENSIONNEMENT THEORIQUE :	102
<i>Calcul du diamètre de l'ajutage :</i>	102
<i>calcul de la porté du jet (L) :</i>	102
<i>Ecartement entre les rampes et les arroseurs :</i>	103
<i>Calcul du debit de l'asperseur :</i>	103

<i>Verification de la pluviometrie de la buse :</i>	103
<i>Calcul du tour d'eau :</i>	103
<i>Calcul de l'unité d'arrosage Su :</i>	104
<i>Nombre d'asperseurs requis :</i>	104
<i>Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :</i>	104
DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES RAMPES / PORTES RAMPES :	104
<i>La longueur de la rampe / porte rampe :</i>	105
<i>Le nombre d'asperseurs par rampe :</i>	105
NOMBRE DE RAMPES :	105
<i>Débit des rampes :</i>	105
<i>Débit de la porte rampe :</i>	105
<i>Dimensionnement de la rampe et du porte-rampe :</i>	105
<i>Calcul des pertes de charge :</i>	106
<i>Calcul de la pression en tête du réseau :</i>	106
CONCLUSION	107
CHAPITRE VIII : CALCUL TECHNICO-ECONOMIQUE	108
INTRODUCTION :	108
EXECUTION DES TRAVAUX DE POSE DES CANALISATIONS :	108
<i>Exécution des tranchées :</i>	108
<i>Pose du lit de sable :</i>	108
<i>Mise en place des canalisations :</i>	109
<i>Assemblage des conduites en PEHD :</i>	109
<i>Contrôle du compactage des tranchées :</i>	109
<i>Choix des engins du chantier :</i>	110
FACTURE DES DIFFERENTS TYPES DE CONDUITES DU RESEAU DE DISTRIBUTION :	111
FRAIS DES TRAVAUX SUR RESEAU D'IRRIGATION :	113
<i>Calcul des volumes de remblai et de déblai :</i>	113
<i>Volume de déblai :</i>	113
<i>Volume de lait du sable :</i>	113
CONCLUSION :	115
CONCLUSION GENERALE	116
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	117

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1	COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DU PERIMETRE.	15
TABLEAU 2	SITUATION DE LA STATION METEOROLOGIQUE.	16
TABLEAU 3	PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES (MM).	17
TABLEAU 4	TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES (°C).....	18
TABLEAU 5	HUMIDITE RELATIVE DE L' AIR (%) EN ANNEE.....	19
TABLEAU 6	VITESSE MOYENNE ET MAXI DES VENTS (M/S).....	20
TABLEAU 7	CLASSIFICATION DU CLIMAT SELON DE MARTONNE.....	22
TABLEAU 8	PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DE CT.	26
TABLEAU 9	RESULTATS DES ANALYSES DES ECHANTILLONS DE SOL.	31
TABLEAU 10	RISQUE DE SALINITE.....	33
TABLEAU 11	REPRESENTATION DES APTITUDES CULTURALES.	34
TABLEAU 12	PROPRIETES HYDRODYNAMIQUES DES SOLS.	36
TABLEAU 13	CULTURES CHOISIS	36
TABLEAU 14	PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA NAPPE DU CT REGION NORD DE L'OUED RIGH.....	39
TABLEAU 15	POIDS FACTORIEL DES PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES DES EAUX DES FORAGES DANS LA NAPPE DU COMPLEXE TERMINAL DANS LA REGION D'OUED RIGH.	40
TABLEAU 16	COORDONNEES ET CARACTERISTIQUES DES QUATRE FORAGES. (BNEDER)	40
TABLEAU 17	ANALYSE PHYSIQUE DES EAUX DES FORAGES.	41
TABLEAU 18	CLASSIFICATION DES EAUX EN FONCTION DE LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE.	42
TABLEAU 19	CLASSIFICATION DES EAUX EN FONCTION DU S.A.R.	43
TABLEAU 20	SERIE DES PLUIES ANNUELLES DE 1989 A 2019. (SOURCE ANRH ALGER)	45
TABLEAU 21	PLUIES MENSUELLES POUR L'ANNEE SECHE (F R E Q = 80%).....	54
TABLEAU 22	RESULTAT DE CALCUL DE L'EVAPOTRANSPIRATION DE REFERENCE (E To)	57
TABLEAU 23	PLUIES MOYENNES ET PLUIES EFFICACES.	58
TABLEAU 24	SCENARIO D'OCCUPATION DU SOL PAR L'ENSEMBLE DE L'EXPLOITATION DU PERIMETRE.....	59
TABLEAU 25	OCCUPATION DE SOL EN FONCTION DES CULTURES.	60

TABLEAU 26 ASSOLEMENT DES CULTURES.....	61
TABLEAU 27CYCLE VEGETATIF DES CULTURES.....	61
TABLEAU 28COEFFICIENTS CULTURAUX DES CULTURES.	62
TABLEAU 29HCC ET H PF EN FONCTION DE TEXTURE	63
TABLEAU 30BESOIN EN EAU DE CULTURE « BLE ».	64
TABLEAU 31BESOIN EN EAU DE CULTURE « VESCE AVOINE ».	64
TABLEAU 32BESOIN EN EAU DE CULTURE « AIL/OGNI ON.	65
TABLEAU 33BESOIN EN EAU DE CULTURE « TOMATE SOUS SERRE».	65
TABLEAU 34BESOIN EN EAU DE CULTURE « POMME DE TERRE ».	66
TABLEAU 35BESOIN EN EAU DE CULTURE « OLIVIER ».	66
TABLEAU 36BESOIN EN EAU DE CULTURE « PALMIER ».	67
TABLEAU 37 RECAPITULATIF DES BESOINS EN EAU POUR LES CULTURES CHOISIES.	67
TABLEAU 38LES DIFFERENTES PARCELLES DU PERIMETRE.....	71
TABLEAU 39LES DEBITS AU NIVEAU DE CHAQUE ILOT.....	75
TABLEAU 40EXEMPLE BORNE D’IRRIGATION.	77
TABLEAU 41DEBIT ET DIAMETRE	77
TABLEAU 42DEBIT ET DIAMETRES DES PRISES AVEC LE TYPE DE BORNE.	79
TABLEAU 43DIAMETRES NORMALISES.	80
TABLEAU 44 LES PARAMETRES DE PERTE DE CHARGE	81
TABLEAU 45 CALCUL DES PARAMETRES HYDRAULIQUE DU RESEAU DE DISTRIBUTION.	84
TABLEAU 46LES CARACTERISTIQUES DE LA POMPE CHOISIE.	89
TABLEAU 47ANALYSE MULTICRITERES DE CHOIX DE TECHNIQUE D’ARROSAGE.	99
TABLEAU 48RESULTAT DU CALCUL PRATIQUE D’ASPERSION.	106
TABLEAU 49LES ENGINS UTILISES POUR LA MISE EN PLACE DES CONDUITES ET LEURS ROLES.	110
TABLEAU 50FACTURE DES DIFFERENTS TYPES DE CONDUITES DU RESEAU DE DISTRIBUTION.	112
TABLEAU 51COUT DES EQUIPEMENTS DE PROTECTION DU RESEAU DE DISTRIBUTION.	112
TABLEAU 52CALCUL DES DIFFERENTS VOLUMES.	114
TABLEAU 53COUT DES TRAVAUX DE TERRASSEMENT.	114

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA WILAYA D’OUARGLA.	14
FIGURE 2PERIMETRE D’EL REMTHA 10, IMAGE SATELLITE, CARTE MICHELIN ECHELLE1/20000. 15	
FIGURE 3REPRESENTATION DE LA PLUIE EN FONCTION DU MOI 17	
FIGURE 4REPRESENTATION DE LA TEMPERATURE EN FONCTION DU MOIS.	18
FIGURE 5REPRESENTATION DE L’HUMIDITE EN FONCTION DU MOIS.	20
FIGURE 6REPRESENTATION DE LA VITESSE DU VENT EN FONCTION DU MOIS.	21
FIGURE 7REPRESENTATION DE L’INSOLATION MOYENNE EN FONCTION DU MOIS.	22
FIGURE 8 DIAGRAMME D’EMBERGER.	24
FIGURE 9DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE.....	25
FIGURE 10DIAGRAMME DE RICHARD DES EAUX DE CT.	27
FIGURE 11LIMITES DES NAPPES DU CT ET DU CI.	38
FIGURE 12DIAGRAMME DE CLASSIFICATION DES EAUX D’IRRIGATION.	44
FIGURE 13AJUSTEMENT DES PLUIES ANNUELLES A LA LOI DE NORMALE.	51
FIGURE 14 AJUSTEMENT DES PLUIES ANNUELLES A LA LOI DE LOG-NORMALE.....	51

FIGURE 15	RESULTAT D'AJUSTEMENT LOI LOG-NORMALE.	52
FIGURE 16	RESULTAT D'AJUSTEMENT DE LA LOI NORMAL.	52
FIGURE 17	RESULTAT TEST DE KHI2 LOI LOG-NORMALE.	53
FIGURE 18	RESULTATS TEST DE KHI2 LOI NORMALE.	53
FIGURE 19	COURBE CARACTERISTIQUE DE LA POMPE CHOISIE.	90
FIGURE 20	L'IRRIGATION PAR ASPERSION.	93
FIGURE 21	SYSTEME D'IRRIGATION LOCALISEE.	94
FIGURE 22	DILUEUR D'ENGRAIS ET FILTRE A GRAVIER .	95
FIGURE 23	GOUTTEUR	96
FIGURE 24	SCHEMA TYPE D'UN RESEAU D'IRRIGATION EN GOUTE A GOUTE.	98
FIGURE 25	UNE PELLE MECANIQUE.	111
FIGURE 26	POSE DE CANALISATION.	111
FIGURE 27	DISPOSITION DE LA CONDUITE DANS UNE TRANCHEE.	113

Introduction Générale

Dans le domaine agricole objet de notre étude, l'eau est indispensable pour garantir une sécurité socio-économique à moyen et long terme. En Algérie, l'agriculture consomme entre 60 et 70 % des ressources en eau. Compte tenu de ce qui précède, nous sommes obligés aujourd'hui à gérer cette ressource de manière intégrée et efficace, dans une perspective de long terme, et ainsi trouver des solutions pour répondre à la demande.

En effet plus le climat est aride, plus la ressource en eau est limitée alors que les besoins en irrigation sont importants pour la production agricole. Dans le domaine de l'irrigation la solution consiste à identifier les futurs projets en adoptant les techniques et les procédés d'arrosage qui utilisent d'une façon rationnelle et efficace les volumes d'eau réservés. Donc c'est de faire tout un Plan de gestion environnemental qui s'occupera de l'analyse des sols et des eaux superficielles et souterraines. Pour cette étude d'aménagement hydroagricole, le réseau d'irrigation sera alimenté à partir des eaux de forages.

Notre étude consiste à faire monter un projet d'aménagement hydro agricole d'un périmètre situé à la commune de Rouis sa t Ouargla.

Le périmètre d'el Remtha 10 se situe au nord-ouest du chef-lieu de la wilaya de Ouargla sa superficie est de 250Ha.

La topographie est quasi plane légèrement ondulée avec une pente d'exposition générale S-NO.

Les principales cultures pratiquées sont l'arboriculture et les céréales jusqu'à l'heure actuelle.

La région d'étude présente un faciès pluviométrique insuffisant (climat semi-aride), avec un complément en irrigation peu important. Les productions de l'ensemble des cultures pratiquées actuellement sont d'une rentabilité très faible par rapport aux normes. Dans la réalité, les doses d'eau restent le facteur limitant de la productivité agricole. Certes, le complément d'eau a été dans la plupart du temps assuré par le système d'irrigation.

Notre travail s'inscrit dans cette perspective, il s'agit de dimensionner un réseau de distribution et de la station pompage permettant, l'approvisionnement du périmètre d'EL Remtha 10. Le réseau hydraulique est composé de conduites PEHD enterrées, où le transport de l'eau est assuré par des pompes monobloc.

Chapitre I Présentation de la zone d'étude

Introduction

Avant tout projet d'irrigation, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du milieu notamment le périmètre irrigué, et les facteurs qui influent sur la conception du projet, parmi eux, nous citons : les données climatiques, ainsi que les paramètres agronomiques de la zone d'étude qui vont nous permettre de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation du réseau d'irrigation. Le site d'étude est situé dans la commune de Rouis sa t wilaya d'Ouargla qui est l'une des principales oasis du Sahara algérien.

Situation géographique

Situation géographique de la wilaya de Ouargla

Ouargla est située dans le Nord-Est de l'Algérie, plus précisément dans la partie septentrionale du Sahara algérien. Elle se situe à 190 km à l'est de Ghardaïa, 160 km au sud-ouest de Touggourt, 388 km au sud de Biskra. Ouargla est limitée par :

- ❖ Au Nord, par les wilayas de Djelfa, Biskra et El Oued ;
- ❖ Au Sud, par les wilayas d'Illizi et Tamanrasset ;
- ❖ À l'Est, par la Tunisie ;
- ❖ À l'Ouest, par la wilaya de Ghardaïa.

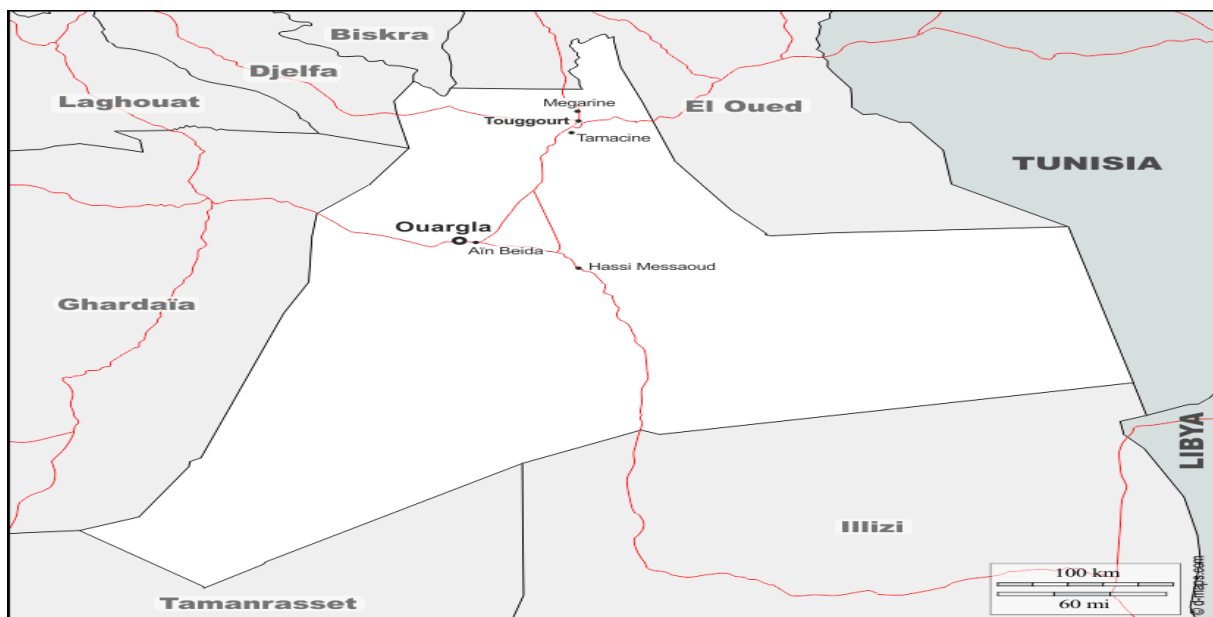


Figure 1 Situation géographique de la wilaya d'Ouargla.

Situation géographique de la zone d'étude

Le périmètre d'El Remtha 10 se situe géographiquement dans la partie sud - ouest de la wilaya d'Ouargla, et relève administrativement du territoire de la commune de Rouis sa t, Daïra de Rouis sa t, Wilaya d'Ouargla. Il s'étale sur une superficie totale de **240.9** ha.

Tableau 1 Coordonnées géographiques du périmètre.

Lieu-dit	Commune	Daïra	Wilaya	Surface (ha)	Coordonnées	
					X1	Y1
El Remtha 10	Rouis sa t	Ouargla	Ouargla	240.9	4° 48' 48,654" E	31° 58' 43,104" N

Source (BNEDR)



Figure 2 Périmètre d'El Remtha 10, Image satellite, carte Michelin echelle1/20000.

La climatologie

L'étude du climat, est une étape primordiale dans les projets hydro-agricoles, puisqu'elle permet de quantifier les paramètres intervenant dans le choix des cultures et le dimensionnement des réseaux d'irrigation. Les différents éléments caractérisant le climat, sont principalement :

- Les précipitations,
- La température,
- Le vent,
- L'humidité relative de l'air,
- L'insolation.

Choix de la station météorologique

Les données du climat qui sévit dans la région sont déterminées à travers les observations effectuées par la station météorologique d'Ouargla. L'analyse climatique est faite sur la base de données les plus récentes, allant de 1989 à 2019 couvrant ainsi une période s'étalant sur une trentaine d'années. Les caractéristiques de la station d'Ouargla sont détaillées ci-dessous.

Tableau 2 Situation de la station météorologique.

Station	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Période D'observations	Durée des Observations
Ouargla	5°40E	31°92N	141	1989-2019	31 ans

(Source ANRH d'Alger)

Précipitations

La pluviométrie dans la région est extrêmement faible sinon insignifiante, puisque la moyenne annuelle enregistrée est à peine égale à 37.8 mm, avec un nombre de jours de pluies également faible (14,4 jours).

Tableau 3 Précipitations Moyennes Mensuelles (mm).

Station	Pluviométrie	J	F	M	A	M	J	Juillet	A	S	O	N	D	Année
Ouargla	P (mm)	7	1.4	5.4	1.7	2.9	0.5	0.2	0.9	4.2	6.0	4.9	2.7	37.8
	Jours pluies	1.9	1	1.7	1.3	0.7	0.4	0.4	0.5	1.6	1.9	1.5	1.5	14.4
	Pluies max	28	6	15.7	6	16	3	1	13	10	20	25	21.8	-

(Source ANRH d'Alger)

La répartition mensuelle des précipitations est propre aux zones climatiques sahariennes, caractérisées par une certaine régularité, puisqu'à l'exception de la période la plus sèche dans l'année et qui concerne les mois de mai, juin, juillet, août, les mois les plus arrosés sont janvier, avril et octobre. Cela signifie exige un apport d'eau supplémentaire aux cultures durant toute l'année (irrigation).

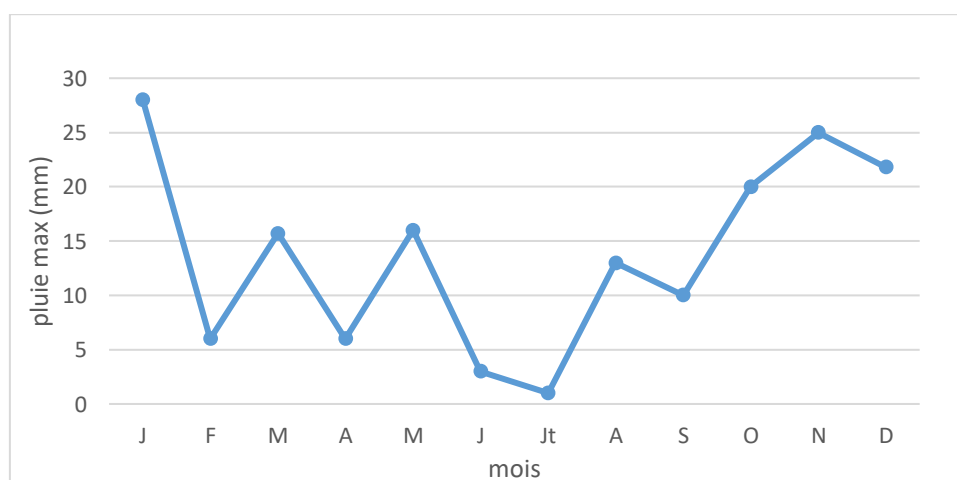


Figure 3 Représentation de la pluie en fonction du moi .

Température de l'air

Les températures constituent un des facteurs majeurs caractéristiques du climat saharien. Le tableau ci-dessous illustre les variations de la température moyenne, minimale et maximale des stations.

Tableau 4 Températures moyennes mensuelles (°C).

Station	T °C	J	F	M	A	M	J	Juillet	A	S	O	N	D	Année
Ouar gla	Min	4.7	6.4	10.6	14.5	19.7	24.8	27.6	27.2	23.2	17.2	10.2	5.9	14.5
	Max	18.4	20.8	25.2	29.5	34.9	40.1	43.4	42.8	37.2	31.3	24.2	19.5	30.6
	Moy	11.1	13.3	18	22.3	27.8	33	36	35.3	30.3	24.1	17	12.1	20.6
	Min abs	-1.6	-1.8	2.5	6	9.5	14.7	20.5	20.8	13.6	7.9	-1.5	-3	-
	Max abs	28.3	37.2	40	41.3	47	48.6	49.7	48.9	47.7	42.3	34.5	31	-

(Source ANRH d'Alger)

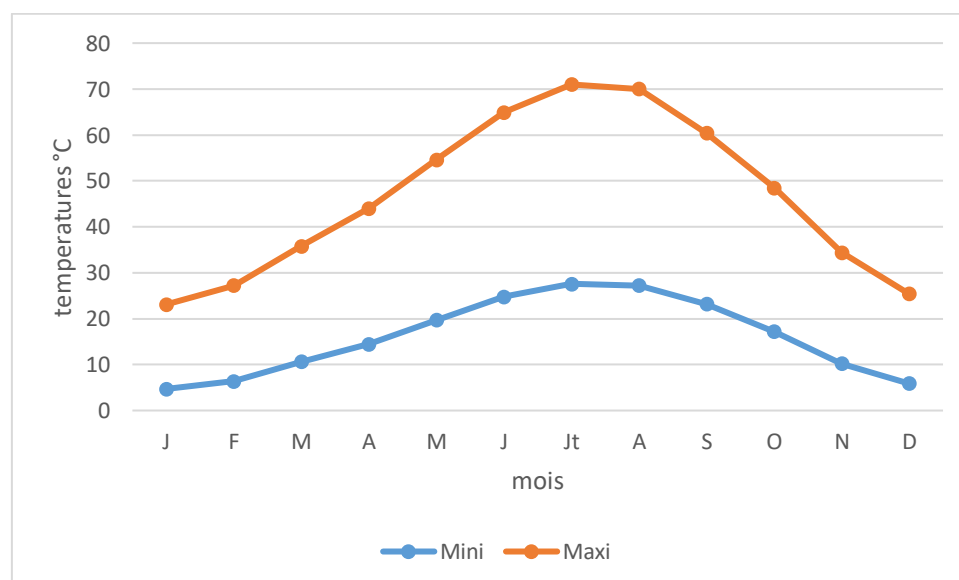


Figure 4 Représentation de la température en fonction du mois.

Interprétation

On constate que :

- La température moyenne annuelle est de 20,6 °C.

-Les températures sont variables, Le minimum étant enregistré au mois de janvier avec 4,7°C, et le maximum pendant le mois de juillet avec 43,4°C.

-L'été est chaud, les températures moyennes sont de 33 à 36°C. Certaines années les températures extrêmement hautes peuvent dépasser 43°C.

-L'hiver est relativement doux, les températures moyennes sont de 11 à 13°C

Certaines années la température de l'air tombe jusqu'à -3 °C.

A ces températures extrêmes, il faut connaître en plus l'amplitude thermique journalière car de nombreuses espèces végétales y sont sensibles. En effet dans les régions du sud, elle est très importante durant toute l'année.

Humidité relative

Il faut noter que l'humidité relative est un élément climatique très important dans le cycle hydrologique contrôlant entre autres l'évaporation du sol et le couvert végétal. L'humidité relative mensuelle moyenne est présentée au tableau 5 :

Tableau 5 Humidité relative de l'air (%) en année.

Station	Mois	J	F	M	A	M	J	Juillet	A	S	O	N	D	An
Ouargla	H%	61	52	44	37	32	27	24	26	36	47	55	61	-

(Source ANRH d'Alger)

On constate que l'humidité relative dans la région atteint 61% aux mois de décembre et de janvier, elle décroît au mois de juillet jusqu'à 24%.

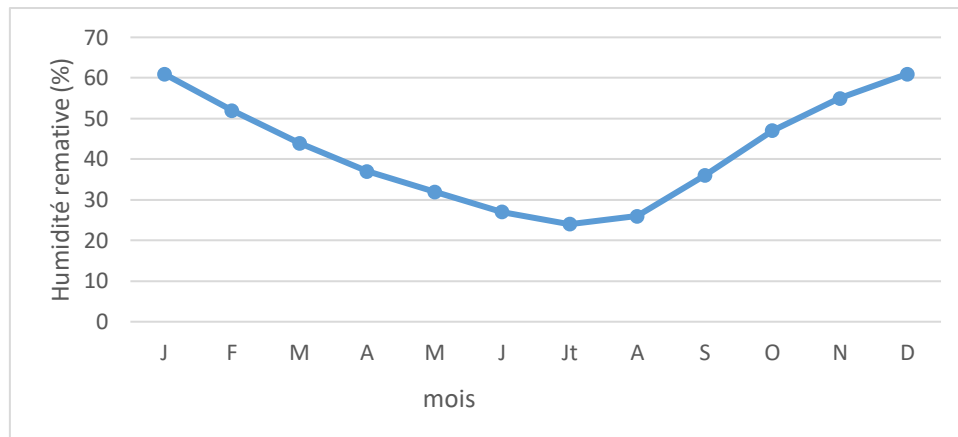


Figure 5 Représentation de l'humidité en fonction du mois.

Le vent

Leur fréquence est grande durant toute l'année, car tous les mois enregistrent une vitesse du vent supérieure à 2,5 m/s. La saison du printemps et le début de l'été correspondent à la période où la vitesse des vents est élevée.

Tableau 6 Vitesse moyenne et Maxi des vents (m/s).

Station	Mois	J	F	M	A	M	J	Juillet	A	S	O	N	D
Ouargla	Moyen	2.7	3.3	4	4.5	4.7	4.8	4.2	3.8	4.1	3.3	2.8	2.7
	Max	20	33	25	30	27	24	29	25	26	27	22	17

(Source ANRH d'Alger)

L'Analyse du tableau montre des vitesses relativement homogènes tout le long de l'année avec une moyenne annuelle oscillant autour de 3,7 m/s, cette valeur est relativement faible.

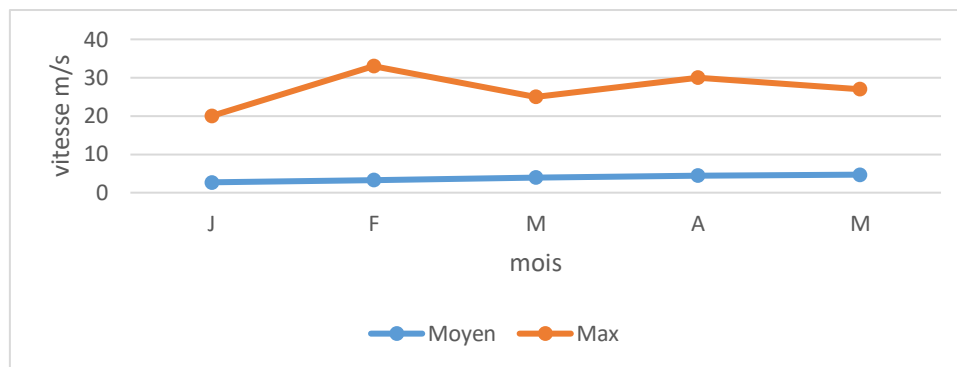


Figure 6 Représentation de la vitesse du vent en fonction du mois.

Insolation

L'insolation est un paramètre climatique que l'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle. Ce paramètre, associé à la température, influe énormément sur le cycle végétatif des plantes. Le tableau ci-dessous illustre l'insolation moyenne journalière en heures.

Tableau I.1. Durée moyenne d'insolation (heures/jour).

Station	Mois	J	F	M	A	M	J	Juillet	A	S	O	N	D
Ouargla	h/j	7.7	11.7	8.5	9.5	9.5	9.9	10.9	10.6	8.6	8.2	8	6.7

(Source ANRH d'Alger)

Classification du climat

Pour la classification du climat, on utilise généralement les paramètres agro-météorologiques, qui se basent essentiellement sur la température et la pluviométrie de la zone.

Indice de Martonne

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

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

Avec : I_A : indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

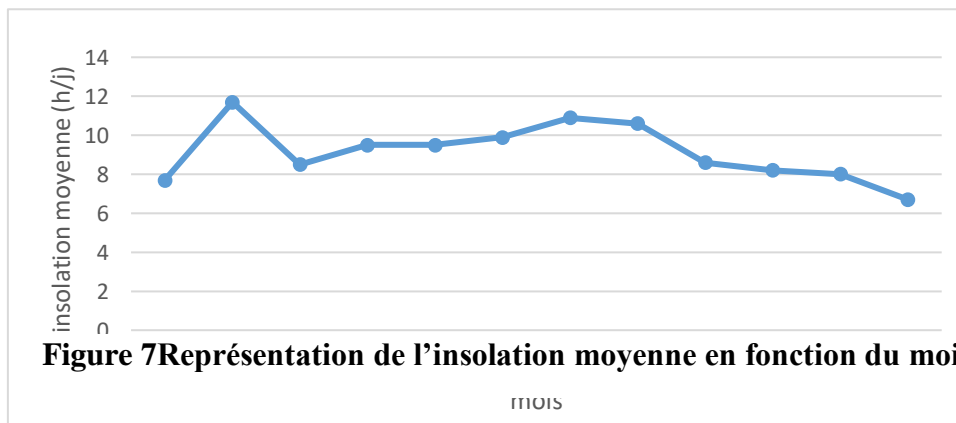


Figure 7 Représentation de l'insolation moyenne en fonction du mois.

Tableau 7 Classification du climat selon de Martonne.

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

Dans notre cas, nous avons :

37,8

$$I_A = \frac{37,8}{20,6 + 10} \approx 1,23$$

On a $I^A = 1,23$ donc : $5 \gg I^A$ D'où notre climat est Très sec,

On conclue que l'irrigation est indispensable.

Classification du climat selon le diagramme d'E m berger

Le quotient pluviométrique d'E m berger s'exprime par la formule suivante

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

Avec : **Q** : coefficient d'E m berger.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : maximum des températures maximales (Kelvin).

Minimum des températures minimales ; m (Kelvin).

Pour : $P = 37,8$, $M = 316,4$ K et $m = 277,7$ K

$$Q = \frac{2 \cdot 1000 \cdot 37,8}{(316,4)^2 - (277,7)^2} = 3,28 \quad \text{On trouve : } Q = 3,28$$

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (voir Figure 8), on peut dire que le climat de notre région est un climat hyper aride. Selon le diagramme bioclimatique d'Emberger, la zone d'étude est la quatrième Hiver Chaud.

Classification du climat selon l'indice de Bagnols et Gaussen

Dans cet indice, on considère qu'un mois est sec quand le cumul des précipitations exprimées en millimètre est inférieur au double de la température, c'est-à-dire quand le rapport $P/T > 2$, ce diagramme ombrothermique permet la détermination de la période sèche.

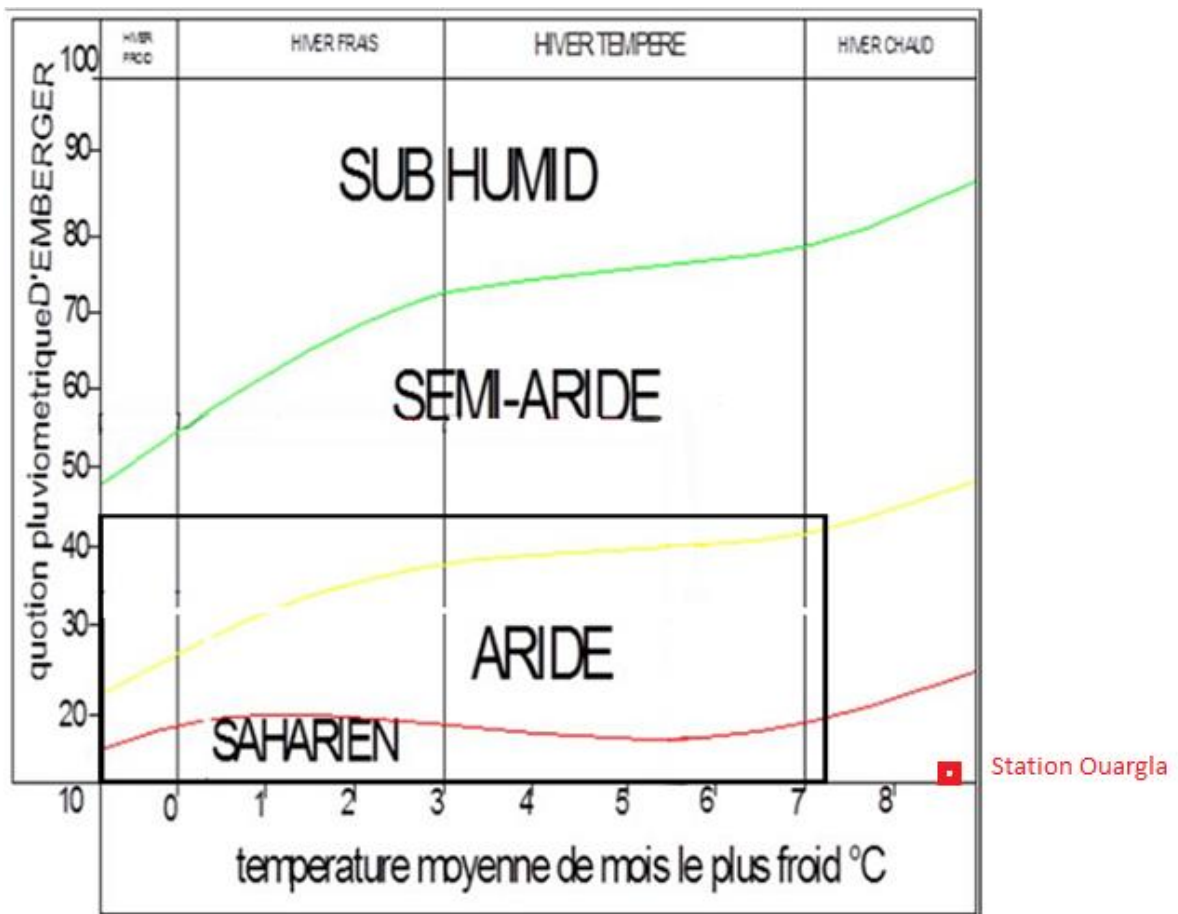


Figure 8 Diagramme d'Emberger.

Lorsque la courbe des précipitations passe au-dessous de la courbe des températures, la période qui s'étale entre les points d'interactions des deux courbes correspond à la durée de la période sèche.

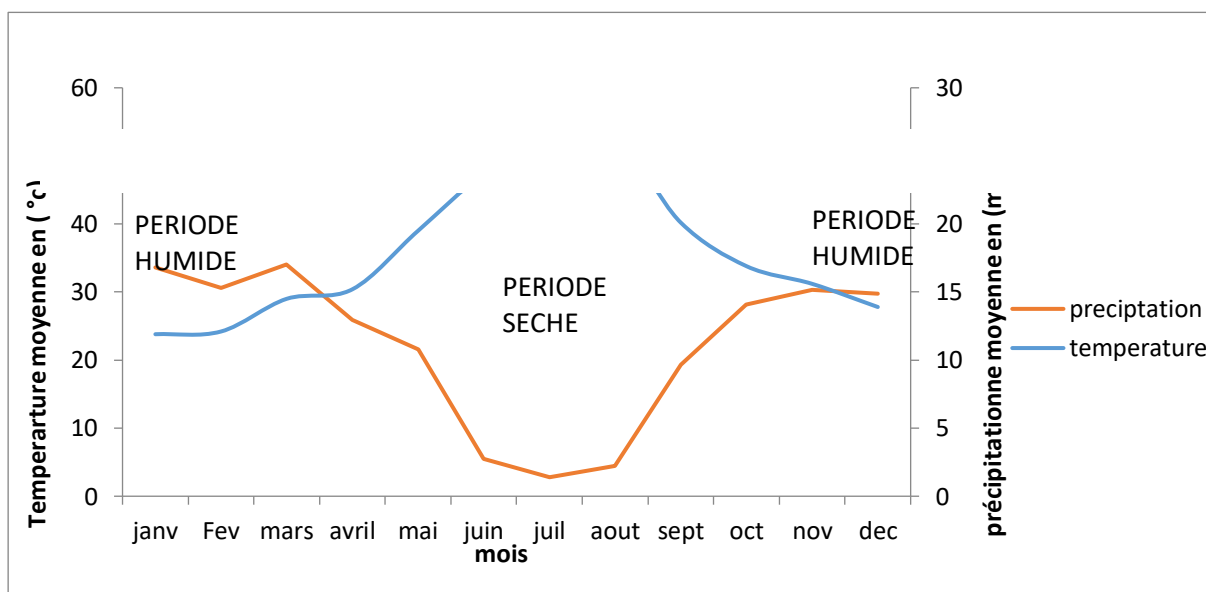


Figure 9 Diagramme Om b r o thermique

Cadre géologique et hydrogéologique :

La zone d'étude fait partie de plate-forme saharienne. Géo structurellement, cette plateforme est constituée d'un bouclier précambrien, n'émergeant des sédiments qu'ils surmontent que dans le Sahara Central et le Sahara Occidental (UNESCO, 1972).

Dans la région de Ouargla seuls les terrains du Mi o-Pliocène affleurent, ils sont recouverts par une faible épaisseur de dépôt quaternaire (ergs, dunes). La cuvette est creusée dans les formations continentales du Mi o-Pliocène. Il s'agit de sable rouge et de grés tendres

Il s'agit de sables rouges et de grés tendres à Stratifications entrecroisées, avec nodules calcaire, entrecoupés de niveaux calcaires ou gypseux que l'on voit affleurer sur ses bords est et ouest.

(Source BNEDER)

De point de vu hydrogéologique, le système d'aquifère de la cuvette d'Ouargla est caractérisé par la superposition de trois aquifères, il s'agit de bas en haut :

- ❖ L'aquifère continental intercalaire constitue de sables est de grés argileux d'âge albien et barrémien.
- ❖ L'aquifère du complexe terminal constitué de deux nappes ; la nappe de calcaire d'âge sénonien carbonatée et la nappe de sable d'âge Mi o-Pliocène.
- ❖ L'aquifère superficiel est libre et constitué de formations détritiques d'âge Quaternaire représentées par de sables, degrés et de graviers avec présence de gypse et des niveaux des concrétions calcaires.

Les eaux de la nappe phréatique sont quant à elles beaucoup trop minéralisées et leur très mauvaise qualité s'oppose à tout usage. Leur conductivité électrique dépasse 7000mS.m-1 dans certains endroits de la cuvette.¹

La nappe superficielle de mauvaise qualité, eau saline donc déconseillé pour l'irrigation. On utilise l'aquifère CT ; la nappe de calcaire d'âge sénonien carbonatée.

Tableau 8parametres physico-chimiques des eaux de CT.

Paramètres	Ca	Mg	K	Na	Cl	SO4	HCO3	NO3	PH	CE
Moyenne	212.4	145	26.7	376	686	872.8	155.1	31.1	7.76	3348
Max	366.1	297	133.3	735	1140	1525	1732.4	77	8.87	5440
Min	70	37	12	200	359	405	10	0	7	1563
Ecart type	68.7	61.4	19.96	160	213	265.2	229.28	15.46	0.4	936
N-OMS	200	150	12	200	250	250	240	50	6.5-8	1000

¹ Tahar I dd er et al., « Les oasis du Sahara algérien, entre excédents hydriques et salinité. L'exemple de l'oasis de Ouargla », *Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science* 27, n° 2 (2014): 155-64.

La qualité des eaux vis-à-vis à l'usage agricole du CT : Le Riverside (Richard, 1954) c'est un diagramme qui compose deux paramètres : (Sodium Adsorption Ratio) et la conductivité électrique, il permet d'interpréter la qualité des eaux du CT pour l'usage agricole.

La représentation des échantillons sur le diagramme de richard montre quel s'arrangent selon trois classes (figure10).²

Eaux admissible (C4S1 et C3S2) : les eaux sont admissibles pour l'irrigation des cultures tolérantes aux sels sur des sols bien drainés ou de bonne perméabilité, l'évolution de la salinité doit être contrôlée.

Eaux médiocre (C4 S2) : Les eaux sont médiocres et fortement chargées en sels. Elles sont susceptibles de convenir à l'irrigation des plantes tolérantes aux sels et sur des sols bien drainés et lessivés.

Eaux mauvaises (C4 S3) : Les eaux sont mauvaises pour l'irrigation, elles ne convient pas à l'irrigation, leur utilisation en irrigation doit être fait en sols très perméables avec un bon lessivage pour des plantes tolérantes au sel.

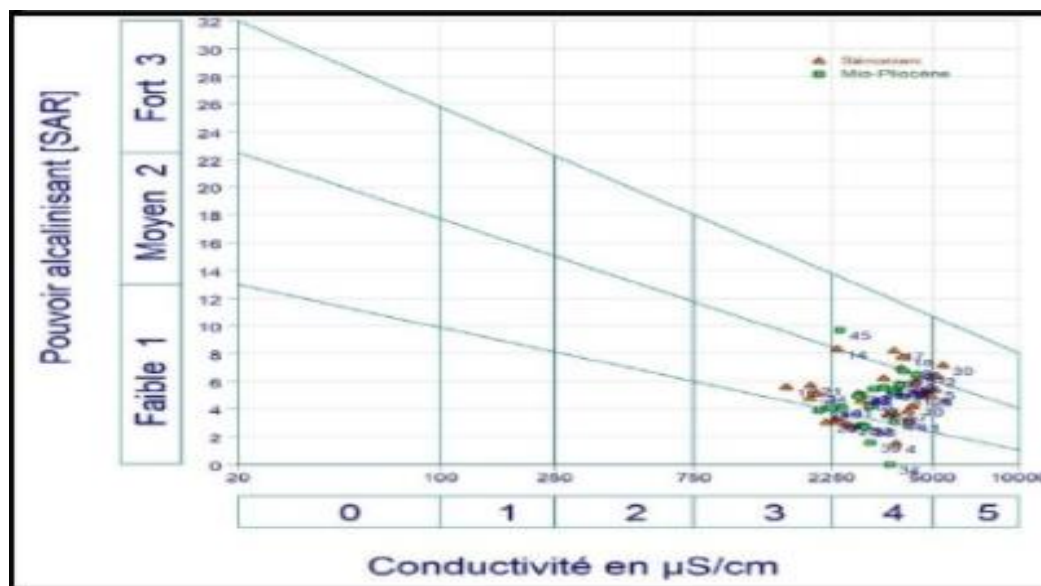


Figure 10Diagramme de Richard des eaux de CT.

² K h a r o u b i Maha, Bous els al B ou al e m, et Samia Hadj-Sai d, « Contribution à l'étude hydrogéologique de l'aquifère du Complexe Terminal de la cuvette d'Ouargla. »

Hydrologie de surface

Malgré les faibles précipitations et le faible nombre de jours de pluies dans la région du Sahara 14 jours en moyenne, les écoulements sur les versants occidentaux peuvent alimenter les réseaux hydrographiques pendant quelques temps et parfois peuvent même causer des inondations très importantes. Le réseau hydrographique traversant la région est composé des oueds suivants :

Oued M'ZAB

L'oued M'Zab coule d'ouest en est sur environ 320 kilomètres de la région de Bostma à Rouila à 750 mètres d'altitude jusqu'à la Sebkhassa fioune à 102 mètres située au nord de la cuvette de Ouargla. La surface du bassin versant est de 5 000 km². Il n'y a pas d'écoulement pérenne.

Les crues sont exceptionnelles, les dernières observées datent de 1901, 1951, 1991 et septembre 1994. Et la dernière crue 2008.

Le débit mesuré en 1994 a atteint 13,5 m³/seconde. Lors de la crue de 1991, la circulation de la route Fran-el Hadjira à été interrompue, cependant l'eau n'a pas franchi la route vers Hassi Debiche.³

Oued N'sa

Le bassin versant d'oued N'sa couvre une superficie de 7 800 km². Il coule selon une direction ouest-est dans son cours supérieur, en direction Nord Nord-ouest / Sud Est dans son cours moyen sur une longueur d'environ 100 kilomètres et de nouveau vers l'est en son cours inférieur pour se déverser dans la sebkha safioune. Les crues sont également exceptionnelles.

La dernière date de 1994, où le débit enregistré a été de 35 m³/seconde.

Oued M'YA

Le bassin de l'oued M'Ya couvre une superficie de 19 800 Km². Les écoulements sont plus fréquents en novembre, octobre, mai et juin.

Les crues de l'oued M'Ya se perdent à 200 kilomètres en amont de la ville de Ouargla.

Il est signalé que les oueds de la région sont des oueds saisonniers, est très souvent à sec.⁴

³ Jean-Louis Ballais, « Des oueds mythiques aux rivières artificielles : l'hydrographie du Bas-Sahara algérien », *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, n° Volume 4 (1 janvier 2010): 107-27, <https://doi.org/10.4000/physio-geo.1173>.

⁴ Ballais.

La qualité de l'eau :

En général, l'eau de ces oueds est potable, autant qu'on puisse le savoir par les trop rares analyses disponibles. Dans l'eau de l'oued El Abiod (pH = 7,8 dans le lac de Foumel Gerza), il a été mesuré des teneurs en sels comprises entre 800 mg/l (M. DUQUESNOY, 1949 ; H. NADJI et B. GALI, 1992) et 1450 mg/l (M. DALLONI, 1939, p. 413). Pour les seuls sulfates, B. MERARHEMI (1995) donne une valeur de 1242 mg/l. Mais la concentration des sulfates peut être encore plus forte en étiage et atteindre 1700 mg/l (M. DUQUESNOY, 1949).

Conclusion

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

De l'examen des données, il ressort que la région d'étude jouit d'un climat **Saharien** hyper aride. L'été est torride, long ou très long dans l'ensemble du territoire saharien mais la chaleur annuelle moyenne augmente généralement en allant de plus en plus au sud ; en hiver, la région la plus chaude est située loin dans le sud, où pendant les journées hivernales, la température maximale reste autour de 25 °C - 28 °C

Description morphologique du profil :

(0 – 22) cm : sec, couleur 7,5YR 6/8, texture équilibrée, structure particulaire, 1% de cailloux, pas de racines, activité biologique nulle, poreux, friable, matière organique non décelable, effervescence à (H+, Cl-) moyenne, transition nette.

(22– 63) cm : sec, couleur 7,5YR 7/6, texture équilibrée, structure polyédrique fine, présence de nodules de calcaire, pas de racines, activité biologique nulle, non poreux, très compact, matière organique non décelable, effervescence à (H+, Cl-) forte.

(>63 cm) : encroutement calcaire.

(Source BNEDER)

Résultats analytiques :

Numéro du profil		P49	
Coordonnées		X = 4° 48' 48,654" E	Y = 31° 58' 43,104" N
Code laboratoire numéro		27	28
Horizons		H1	H2
Profondeur en cm		0-27	27-63
Granulométrie (En %)	A	22,7	21,5
	LF	17,8	20,7
	LG	21,6	19,6
	SF	27,8	25,7
	SG	10,1	12,5
Caco ₃ Total (en %)		4,13	11,88
Caco ₃ Actif (en %)		/	4,69
CEC (en m é q /100 g)		13,49	18,23
PH (au 1/5)		9,6	9,23
C.E mm ho s/cm. (1/5)		0,09	0,09
C %		0,01	0,01
MO %		0,02	0,02

Tableau 9 Résultats des analyses des échantillons de sol.

Interprétation des résultats et valeur agronomique :

D'après le profil, le sol est de texture sablo-limoneuse, et faibles en matières organiques et en éléments nutritifs, il est indispensable d'effectuer des amendements et des travaux d'améliorations. La salinité des sols est moyenne, le taux de calcaire est moyen.

Ces sols présentent des potentialités favorables à leur utilisation et des Contraintes qui nécessitent des aménagements au préalable par utilisation de certaines techniques appropriées.

Parmi les potentialités on cite principalement :

- Une texture équilibrée très favorable au drainage interne de ces sols.
- Des teneurs en calcaire actif à l'état de traces à faibles mais sans aucune incidence sur les rendements des cultures,

Les Contraintes légères qui nécessitent des corrections s'articulent autour de :

- Un aspect de surface moyennement caillouteux.
- Des pH très fortement alcalins, limitent le choix des cultures.
- Une structure peu développée.
- Une fertilité chimique moyenne exprimée par des teneurs en capacité d'échange cationique (entre 10 et 25 me q/100g de sol) et des teneurs en matière organique inférieurs à 0,5% dans tous les profils analysés.

La mise en valeur de ces sols nécessite quelques aménagements au préalable tels que :

- Épierrage systématique par endroit où la végétation et la charge caillouteuse sont importantes.
- Amendements organiques (fumier d'ovins, de bovins) et fertilisation minérale pour améliorer la structure et la fertilité chimique, la structure et le pouvoir de rétention de ces sols.

Etude des aptitudes culturales

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

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

Tableau 10 Risque de salinité

Risque	TDS (ppm or mg/L)	DS/m or mhos/cm
Nul	<500	<0.75
Légers	500-1000	0.75-1.5
Modéré	1000-2000	1.5-3.00
Sévère	>2000	>3.0

(Source www.lenteh.fr)

Aptitudes culturales :

Les aptitudes culturales qui sont obtenues à partir des normes utilisées par l'ANRH, ont été identifiées en tenant compte des caractéristiques physico-chimiques telles que : la granulométrie, la profondeur du sol, la texture, la structure, le pH (alcalinité), le calcaire actif, la salinité (conductivité électrique), la matière organique et la fertilité chimique.

Ces sols, présentent de bonnes aptitudes après correction des contraintes, mais compte tenu de la fragilité du milieu et des contraintes liées au climat, le choix doit être orienté vers des cultures maraîchères en irrigué telles que : la pomme de terre, les tomates, la carotte, l'oignon, ail, melon, pastèque, avec l'intégration des cultures céréalières et fourragères et d'espèces arboricoles rustiques comme l'olivier et le palmier dattier. Ces aptitudes culturales sont représentées dans le tableau ci-après.

		Aptitude culturale		
Type de sol	Contrainte	Bonne	Moyenne	Mauvaise
Les sols minéraux bruts xériques organisés d'ablation (éolidés en reg)	Charge caillouteuse importante, Profondeur faible, Fertilité médiocre, pH élevé.		Oignon, pomme de terre, carotte, navet, choux fleur, épinard, laitue, ail, pastèque, melon, haricot, concombre, pois, arachides, bersim, sorgho, maïs, fétuque, vesce-avoine, Ray-grass, blé dur, blé tendre, orge.	Cultures arboricoles
Les sols peu évolués xériques gris subdésertiques à encroutement calcaire :	Charge caillouteuse importante, Profondeur moyenne, PH élevé.	Bersim, sorgho, maïs, fétuque, vesce-avoine, ray-grass, blé dur, blé tendre, orge	Cultures maraichères, Palmier dattier olivier, arachides et la luzerne.	

Tableau 11 Représentation des aptitudes culturales.

(Source BNEDER)

Caractéristiques hydrodynamiques des sols du périmètre

Perméabilité

La perméabilité est principalement influencée par les propriétés physiques des sols, tels que la texture, la porosité, la structure et la compacité. Dans notre périmètre, les valeurs enregistrées montrent que la majorité des sols présentent des perméabilités comprises entre 6-10 mm/h, faisant partie de la gamme moyenne.

Densité apparente, densité réelle et porosité des sols

La porosité qui présente le volume des vides par rapport au volume totale du sol ; des essais faits indiquent que la densité apparente des profils est comprise entre 1,7-1,9 et la densité réelle est comprise entre 2,9-3,9 d'où une porosité de 40-52%.

Valeur agricole des sols et mise en valeur

L'étude morpho-analytique a permis de dévoiler les potentialités des sols, qu'on peut résumer ainsi :

- Pour ce qui est des sols de la partie aval du périmètre, sont caractérisés par une profondeur appréciable dépasse fréquemment les 100 cm sans aucun niveau limitant existant, donnant ainsi au sol la propriété d'être apte à une gamme de cultures notamment à la céréaliculture, aux cultures maraichères et à l'arboriculture (olivier).
- Une composition granulométrique à dominance sableuse à sablo-limoneuse donnant ainsi au sol des propriétés hydriques favorables à l'irrigation (bonne perméabilité et bon drainage interne).

Les contraintes décelées par cette analyse doivent être remédiées par des apports en matière organique et en éléments fertilisants.

Propriétés hydrodynamiques des sols

Un sol se caractérise par un certain nombre de paramètres physiques mesurables. Les valeurs de ces paramètres sont généralement fonctions à la fois de la structure et de la texture du sol. Les paramètres hydrodynamiques, qui interviennent entre autres dans le calcul de la dose d'irrigation sont résumés dans le tableau 11.

Texture	Sableux
Capacité au champ (%)	20
Point de flétrissement (%)	08
Vitesse de perméabilité (mm/h)	20
Densité apparente	1.4

(Source BNEDER)

Tableau 12 Propriétés hydrodynamiques des sols.

Choix des cultures à introduire

Le choix des cultures est basé sur des facteurs économiques et d'ordre physique.

Les facteurs économiques : les céréales (blé et avoine) représentent la base essentielle de l'alimentation de la population locale (zone saharienne de la wilaya d'Ouargla), et qui est conditionnée par une rentabilité économique.

Les facteurs physiques : sont rattachés principalement au degré de l'adaptabilité et la représentativité des cultures dans le milieu saharien, qui se caractérise par un climat sec et chaud et par des sols sableux très pauvre en éléments nutritifs :

Les cultures maraichères (Pomme de terre, tomates, Ail et oignon) et dans un degré moindre certaines cultures arboricoles (oliviers et Palmier dattier) peuvent faire l'objet d'investissement dans le périmètre et qui ont déjà fait l'objet d'une expérimentation auparavant et/ou qui sont déjà pratiqués dans la région (Exemple zone de).

CULTURES	
Céréaliculture	Blé
	Vesce avoine
Maraîchage	Pomme de terre saison
	Tomate sous serre
	Oignon
	Ail
Cultures arboricoles	Palmier dattier
	Olivier

Tableau 13 Cultures Choisis

Conclusion

Le présent chapitre a été consacré à l'étude pédologique dans laquelle nous avons présent ées principales caractéristiques du sol, les unités pédologiques recensées et les contraintes de mise en valeur définies.

Les sols présentent généralement une texture Sableux-limoneuse avec une profondeur moyenne (0.63-1 m), et ont relativement une faible teneur en matières organiques, ce qui nécessite des travaux de mise en valeur et des amendements avant l'exploitation des terres. avec une perméabilité adéquate à l'irrigation .

Chapitre III ressources en eau

Introduction

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

Ressources en eau :

Les ressources en eau regroupent l'ensemble des eaux disponibles. Le développement hydro-agricole passe inévitablement par le processus d'intensification dont l'outil principal qui l'actionne est l'irrigation, car elle permet la diversification des cultures et l'augmentation de leur rendement, si bien sûr les autres conditions, notamment édaphiques, sont réunies. Les caractéristiques climatiques de l'air d'étude se répercutent forcément sur l'hydrographie saharienne. Il n'existe en effet pas de cours d'eau permanents. L'écoulement des oueds est temporaire. Il se perd le plus souvent dans des dépressions fermées (réseau endoréique). Les eaux de dépressions résultent de l'ascension de la nappe phréatique du complexe terminal (C.T) et du continental intercalaire (C.I).

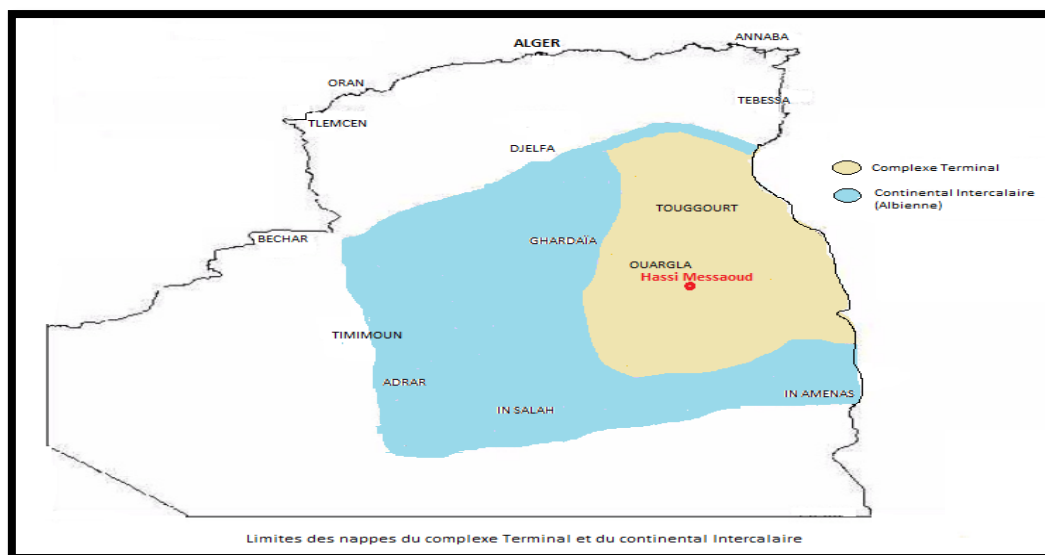


Figure 11 Limites des nappes du CT et du CI.

(Source BNEDER).

Cadre hydrogéologique de la zone d' étude

La lithologie du complexe terminal (C.T) est composée de couches carbonatées sableuses du sénonien supérieur de l'écène inférieur et du Mi o pliocène sableux. Celle du continental intercalaire (C.I) est constituée de séries monotones de bancs gréseux, de sables fins et de niveaux argileux.

En hydrogéologie, la nappe du C.I plus souvent nommée « nappe albienne », est définie par les formations continentales du crétacé inférieurs compris entre le néocomien et le cénomaniens qui sont constitués de sables et de grés avec des intercalations d'argiles. La base est constituée par les terrains primaires du paléozoïque, le toit est formé le plus souvent par des dépôts du crétacé supérieur et le turonien et parfois des terrains tertiaires ou quaternaires.

Pour les besoins de notre périmètre, le captage de la nappe C.T ; la nappe de calcaire d'âge sénonien carbonatée.

Complexe Terminal (CT) Statistiques élémentaires Le tableau statistique est établi sur la base des données issues des analyses physico-chimiques des eaux du Complexe Terminal. Les données des zones Nord et Sud ont été interprétées N 64 séparément (Tableaux 9 et 10). La comparaison entre les deux zones a montré que cette nappe se caractérise par une conductivité moyenne de 4207,14 $\mu\text{s}/\text{cm}$ au Nord et 5492,33 $\mu\text{s}/\text{cm}$ au Sud, Ces valeurs dépassent les normes algériennes de la potabilité des eaux. Les concentrations moyennes de Sodium (Na^+), Sulfates (SO_4^{--}), Calcium (Ca^{++}) sont aussi plus élevées au Sud qu'au Nord, mais dépassent les normes algériennes dans les deux cas. ⁵

Tableau 14 paramètres physico-chimiques de la nappe du CT région Nord de l'Oued Righ.

Elément chimique	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	Ce	PH
Nombre d'observation	7	7	7	7	7	7	7	7	6
Min	127	101	20	234	500	640	67	2910	7,5
Max	230	591	40	825	1413	2450	192	6800	8,17
Médiane	150	220,5	29	478	750	1100	119	3760	7,59
Moyenne	175,86	259,11	29,57	480,9	818,4	1278,7	126,83	4207	7,71
Variance (unité) ²	1579,6	22311	63,67	30354	78796	305707	1521,3	2E+06	0,05
Ecart-type (unité)	39,74	149,37	7,98	174,2	280,7	552,91	39	1247	0,23
COEF de variation	0,23	0,58	0,27	0,36	0,34	0,43	0,31	0,3	0,03

⁵ BELKSIER Mohamed Salah, « Caractéristiques hydrogéologiques de la nappe superficielle dans la région de l'Oued Righ et évaluation de l'impact de la pollution et de la salinité sur la qualité de ses eaux. », s. d.

Caractéristiques des forages

Le périmètre El Remtha 10 sera donc alimenté par une série de forages, les différentes caractéristiques des forages et l'eau d'irrigation sont détaillées comme suit :

Tableau 15 Poids factoriel des paramètres physicochimiques des eaux des forages dans la nappe du complexe terminal dans la région d'Oued Righ. ⁶

Axe	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	Ce	Valeurs propres	Variabilité (%)	% cumulé
F1	0,38	0,01	-0,1	0,47	0,48	0,34	-0,2	0,49	6	47,47	47,47
F2	127	101	20	234	500	640	67	2910	7,5	28,18	75,65
F3	230	591	40	825	1413	2450	192	6800	8,17	12,58	88,24
F4	150	220,5	29	478	750	1100	119	3760	7,59	5,99	94,22

Tableau 16 Coordonnées et caractéristiques des quatre forages. (BNEDER)

Forages captant la nappe du sénonien.	Coordonnées.	NS (m)	ND (m)	Débits (l/s)	Profondeur (m)
F01	X = 04° 49' 4,2'' Y = 32° 00' 7,2'' Z = 227.5 m	80	85	70	200
F02	X = 04° 48' 06,3'' Y = 31° 59' 32,7'' Z = 230 m	80	85	70	200
F03	X = 04° 48' 06,3'' Y = 31° 59' 15,4'' Z = 231 m	80	85	70	200
F04	X = 04° 47' 53,4'' Y = 31° 59' 02,4'' Z = 230.5 m	80	85	70	200

⁶ Salah.

Analyse de la qualité de l'eau d'irrigation

L'analyse de la qualité de l'eau d'irrigation est un paramètre important. En effet, le respect des normes de qualité des eaux d'irrigation :

- Permet de préserver la santé du consommateur.
- Préserver les ressources en eau souterraines, superficielles.
- Préserver l'environnement contre certains risques en particulier la salinisation de sol.

La qualité de L'eau d'irrigation

L'échantillonnage a été effectué sur 20 puits dans la région de Ouargla (nappe C.I ou C.T), parmi les paramètres physico-chimiques étudiés ;

Paramètres chimiques

1. -Les cations : Ca^{2+} , Mg^{2+} , k^+ , Na^+ .
2. -Les anions: HCO_3^- , SO_4^{--} , Cl^- .

Les résultats des analyses physiques des eaux des forages sont indiqués dans le tableau suivant :

Paramètres	Valeurs min	Valeurs max
Température (°C)	13	25
PH	6,67	8,6
Conductivité électrique (us/cm)	352,44	2910

Tableau 17 Analyse physique des eaux des forages.

(Source BNEDER)

Classification des eaux d'irrigation

Pour la classification des eaux d'irrigation on a utilisé la classification américaine, cette classification est basée sur les valeurs du rapport d'absorption en sodium (SAR) et de la conductivité électrique (CE) des ions contenus dans l'eau. L'objectif était de représenter les échantillons sur le diagramme Riverside afin de faciliter la caractérisation des eaux souterraines sur leur aptitude à l'irrigation.

Conductivité électrique (CE) :

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm. On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique :

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

Tableau 18 Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.

(Source cours Mme Aziz)

Pour le coefficient d'adsorption du Sodium (Sodium Absorption Ratio S.A.R)

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

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

D'où : $S.A.R = \frac{655}{\sqrt{\frac{272.5+176.7}{2}}}$ S.A.R = 2.9 tolérance très sensible.

Classe	SAR	Danger d'alcalinisation
S₁	$SAR \leq 10$	Risque faible
S₂	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S₃	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S₄	$SAR > 26$	Risque très élevé

Tableau 19 Classification des eaux en fonction du S.A.R.

(Source cours Mme A z i e z)

Interprétation des résultats des analyses :

Dans notre cas, les forages qui alimentent le périmètre, les eaux présentent des valeurs de conductivité électrique variant entre 3348 et 5440 (us/cm) c'est la (classe C4), et des valeurs de SAR est de 2.9 (classe S1).

Pour déterminer la classe des eaux d'irrigation de notre forage on se base sur le diagramme de Riverside, d'après l'US Staff (1954).

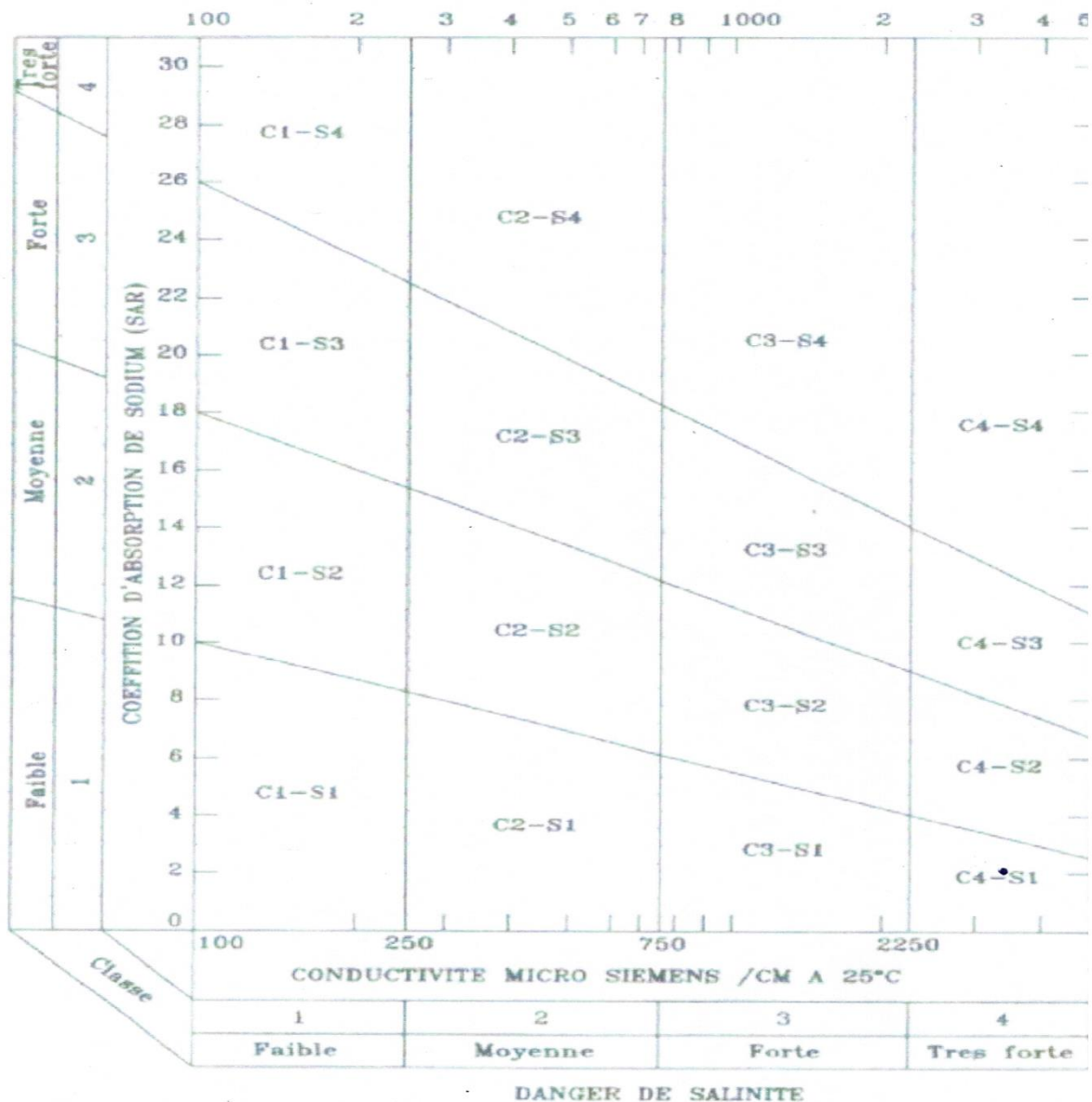


Figure 12 Diagramme de classification des eaux d'irrigation.

Donc la classification des eaux d'irrigation est de groupe C4S1, nous avons donc un risque de salinisation très élevé et d'alcalisation faible.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié les ressources en eau disponibles qui sont indispensables dans tout projet d'irrigation. Le périmètre d'El Remtha 10 sera alimenté exclusivement par des ressources en eaux Souterraines (04 forages), avec des profondeurs allant jusqu'à 200 m et des débits avoisinants les 70 l/s, les eaux appartiennent à la classe C4S1 avec un risque de salinisation très élevé on propose un réseau de drainage.

Chapitre IV Calcul des besoins en eaux des cultures

Introduction

L'étude hydrologique a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies annuelles de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole.

Etude des pluies annuelles

Pour l'étude des pluies, nous avons exploré un échantillon de données pluviométriques de la station de Ouargla, cette station est caractérisée par le code : 020306.

Année	Janv.	fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel
1989	04	00	00	01	00	03	00	02	00	02	03	27	42
1990	10	00	03	10	08	00	00	01	01	00	16	11	60
1991	02	02	08	01	04	00	00	00	06	05	04	03	35
1992	10	01	12	06	04	00	00	00	02	03	13	06	57
1993	00	12	03	00	00	00	00	00	01	05	04	03	28
1994	10	01	17	02	01	01	00	00	10	21	05	03	71
1995	03	00	04	01	00	00	00	00	11	09	04	10	42
1996	12	11	19	01	01	02	00	00	04	01	00	03	54
1997	01	01	02	09	01	00	00	00	09	04	08	12	47
1998	01	02	01	02	00	01	00	00	07	08	00	00	22
1999	36	01	01	00	01	00	00	00	02	01	23	20	85
2000	03	00	06	01	05	00	00	00	03	08	00	01	27
2001	06	00	00	03	00	00	00	00	04	01	21	01	36
2002	00	01	01	00	02	00	00	01	02	14	08	01	30
2003	21	02	10	03	01	00	00	00	11	07	03	07	65
2004	29	00	04	10	01	01	00	00	01	04	20	10	80
2005	01	03	01	01	00	01	00	01	10	03	04	05	30
2006	16	02	00	04	03	01	00	01	10	06	03	13	59
2007	00	01	05	07	01	00	00	01	06	01	00	12	34
2008	01	03	00	00	01	01	00	00	02	12	03	11	34
2009	22	02	12	03	01	00	00	00	08	00	00	01	49
2010	07	02	02	02	01	04	00	00	04	08	03	01	34
2011	00	02	12	07	02	03	00	00	02	10	00	00	38
2012	14	00	04	04	00	01	00	00	05	04	03	00	35
2013	04	01	03	05	00	00	00	00	03	03	07	19	45
2014	03	04	02	00	04	02	00	00	02	00	04	03	24
2015	02	10	02	00	00	00	00	01	11	05	02	00	33
2016	01	01	02	02	02	00	00	01	11	01	03	12	36
2017	06	00	11	05	01	00	00	00	13	06	12	07	61
2018	06	10	03	01	02	00	00	03	12	05	03	01	46
2019	01	02	16	01	04	00	00	03	07	00	02	00	36

Tableau 20 Série des Pluies annuelles de 1989 à 2019. (Source ANRH Alger)

Interprétation :

D'après les données enregistrées dans ce tableau, pendant la période (1989 –2019), On remarque une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour toute l'année.

Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique

Test de Wilcoxon-Mann-Whitney

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilson. La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé suivant :

On divise la série complète en deux sous séries : X et Y tel que : N_1 et N_2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_1 > N_2$:

On constitue par la suite, la série X union Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle. Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95% (Touiba, 2004), si la relation ci-dessous est vérifiée.

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

Avec :

$$W_x = \sum \text{Rang}_x \quad W_x : \text{Somme des rangs de sous-séries.}$$

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

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

En se basant sur le test de Wilson, on obtient :

$$W_x = 433 \quad W_{\min} = 338,09 \quad W_{\max} = 453,91.$$

$$\text{Donc :} \quad 338,09 < W_x < 453,91$$

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

Ajustement statistique des pluies annuelle

Les données des pluies annuelles sont souvent ajustables à des lois statistiques nombreuses, ceci est dû à la faible variabilité interannuelle pour certaines stations. Dans notre cas, on utilise pour celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées dans le cas de pluies annuelles sont les suivantes :

- ❖ Loi de Gauss ou loi normale.
- ❖ Loi de Galton ou loi log–normale.

Statistiques de base :

- ❖ Pluies annuelles ; moyenne : 44.4mm.
- ❖ Max : 85 mm
- ❖ Min : 22 mm
- ❖ Ecart type :16.2
- ❖ Médiane : 38
- ❖ Coefficient de variation (Cv) : 0.365
- ❖ Coefficient d'asymétrie (Cs) : 0.934
- ❖ Coefficient d'aplatissement (C k) : 2.82

Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

On dit qu'une variable appartient à la distribution normale lorsque sa fonction de répartition est de la forme : $F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du$ (Fréquence au non dépassement) u Est la variable réduite de Gauss. Elle est donnée par $u = \frac{x-\bar{x}}{\sigma}$

Le procédé d'ajustement consiste à :

- ❖ Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- ❖ Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- ❖ Calculer la fréquence expérimentale
- ❖ Variable réduite de gauss u
- ❖ Calcul des caractéristiques empiriques de loi $\bar{x}, \sigma ; Cv ; Cs$
- ❖ Tracer la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien.

Avec :

- ❖ L'équation de la droite de Henry est : $x_{p\%} = \bar{x} + \sigma \cdot u_{p\%}$
- ❖ \bar{x} : Moyenne arithmétique ;
- ❖ $x_{p\%}$: Précipitation de probabilité P% ;
- ❖ σ : Écart type ;
- ❖ Cv : Coefficient de variation ;
- ❖ Cs : Coefficient d'asymétrie ;

Ajustement à la loi log-normale (Galton)

On dit qu'une Variable aléatoire X a une distribution log normal lorsque : $Y = \ln X$ est normal. La loi de Galton résulte de la loi normale mais rendue dissymétrique par un changement de variable. Sa fonction de répartition est donnée par : $F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du$ (Fréquence au non dépassement) Avec la valeur réduite u est donnée par : $u = \frac{\ln x - \overline{\ln x}}{\sigma_{\ln x}}$

L'équation de la variable réduite présente sous forme de : $\ln x = \overline{\ln x} + u\sigma_{\ln x}$ est l'équation d'une droite sur un papier Gauss-logarithmique en abscisse l'échelle gaussienne et en ordonnée l'échelle logarithmique.

Procédé de l'ajustement :

- ❖ Classement des valeurs par ordre croissant.
- ❖ Calcul de la fréquence expérimentale.
- ❖ Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale : \bar{x} et σ ;
- ❖ Calcul des caractéristiques empiriques de la série transformée en logarithmique $\overline{\ln x}$ et $\sigma_{\ln x}$;
- ❖ Report des valeurs sur papier Gauss-logarithmique ;
- ❖ Détermination de la droite de Galton $\ln xp\% = \overline{\ln x} + u\sigma_{\ln x}$.

Avec $xp\%$: précipitation probable à P%.

$\overline{\ln x}$: Moyenne arithmétique du log des précipitations observées.

$\sigma_{\ln x}$: Ecart type calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

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

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

Test de validité d'ajustement

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

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 :

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

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

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

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i} \quad \text{Avec :} \quad \gamma : \gamma = k - 1 - m$$

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

On calcule χ^2 , on calcule le nombre de degré de liberté $\gamma : \gamma = k - 1 - m$. On détermine χ^2 théorique sur la table de Pearson Avec : χ^2 théorique = $g(\gamma, \alpha)$

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

Pour les calculs nous avons utilisé le logiciel HYFRAN.

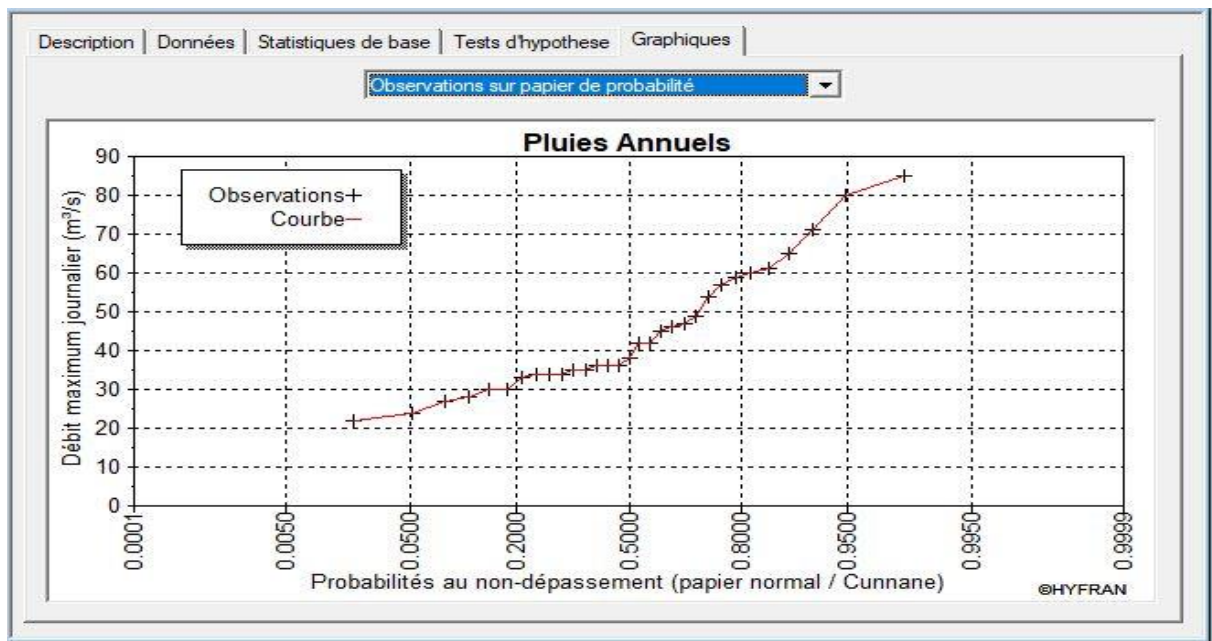


Figure 13 Ajustement des pluies annuelles à la loi de Normale.

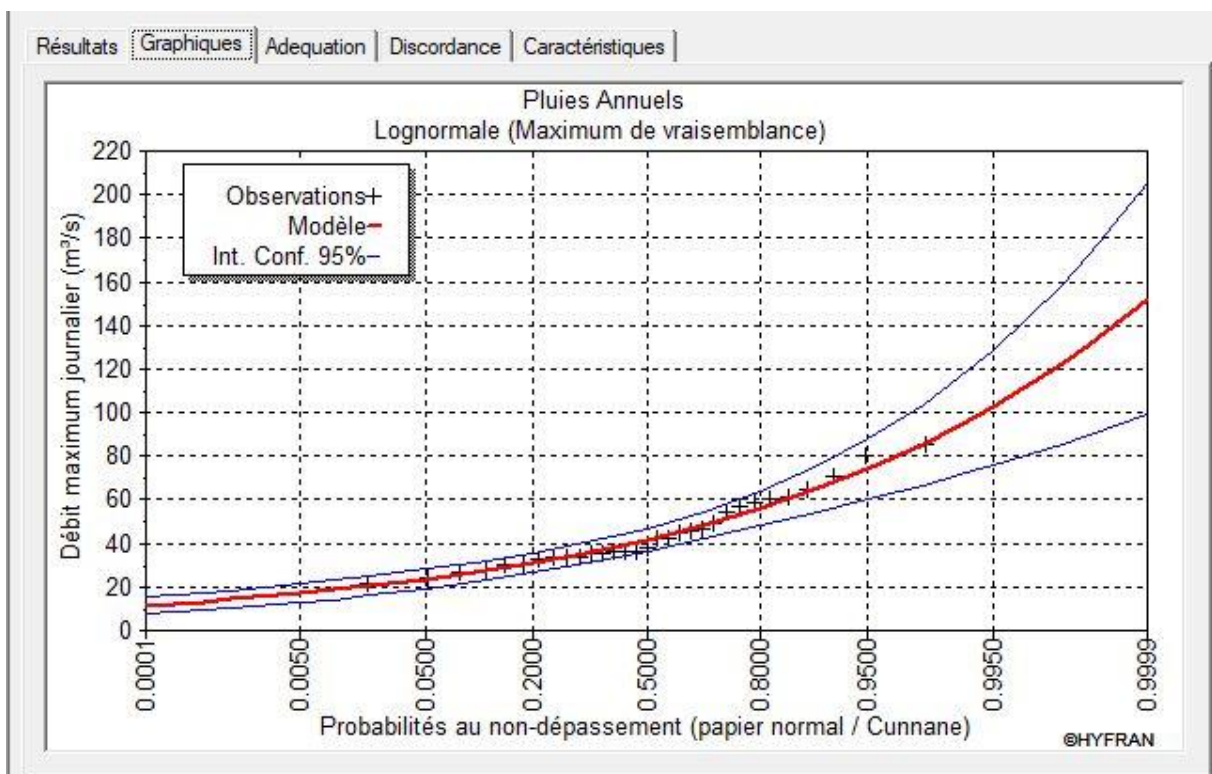


Figure 14 Ajustement des pluies annuelles à la loi de log-Normale

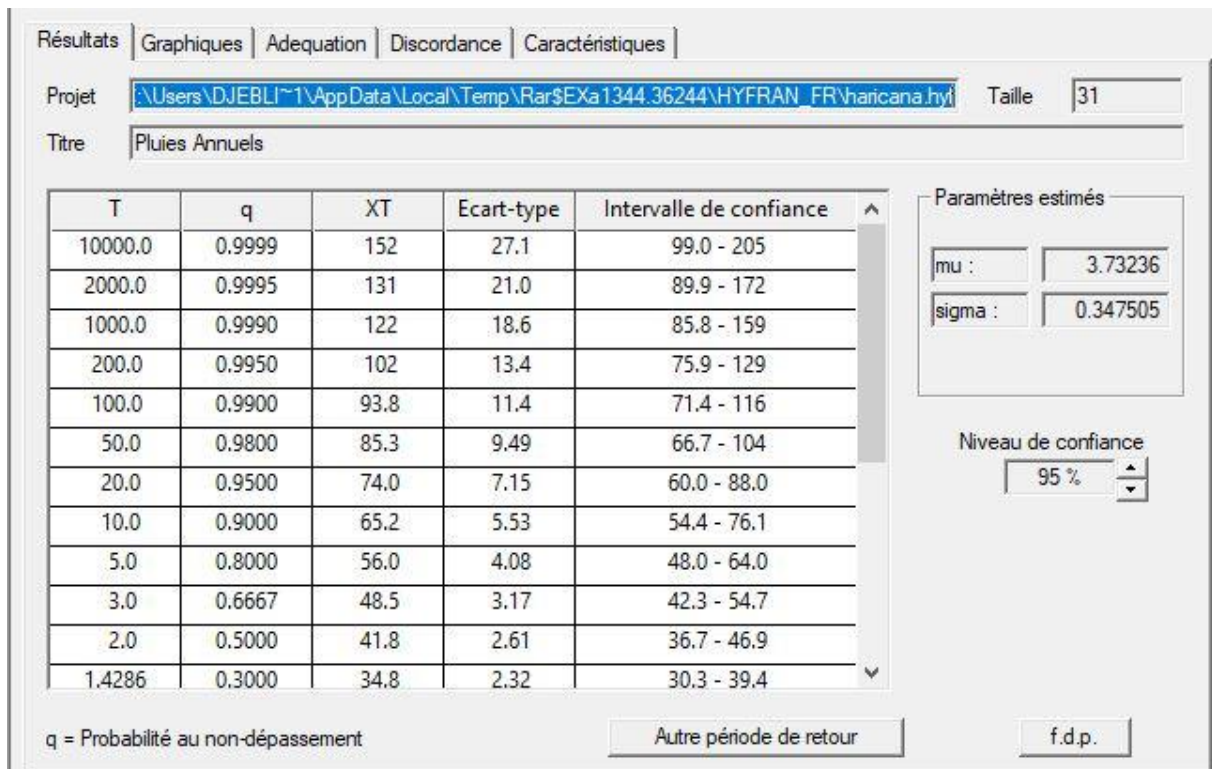


Figure 15 Résultats d'ajustement à la log-Normale.

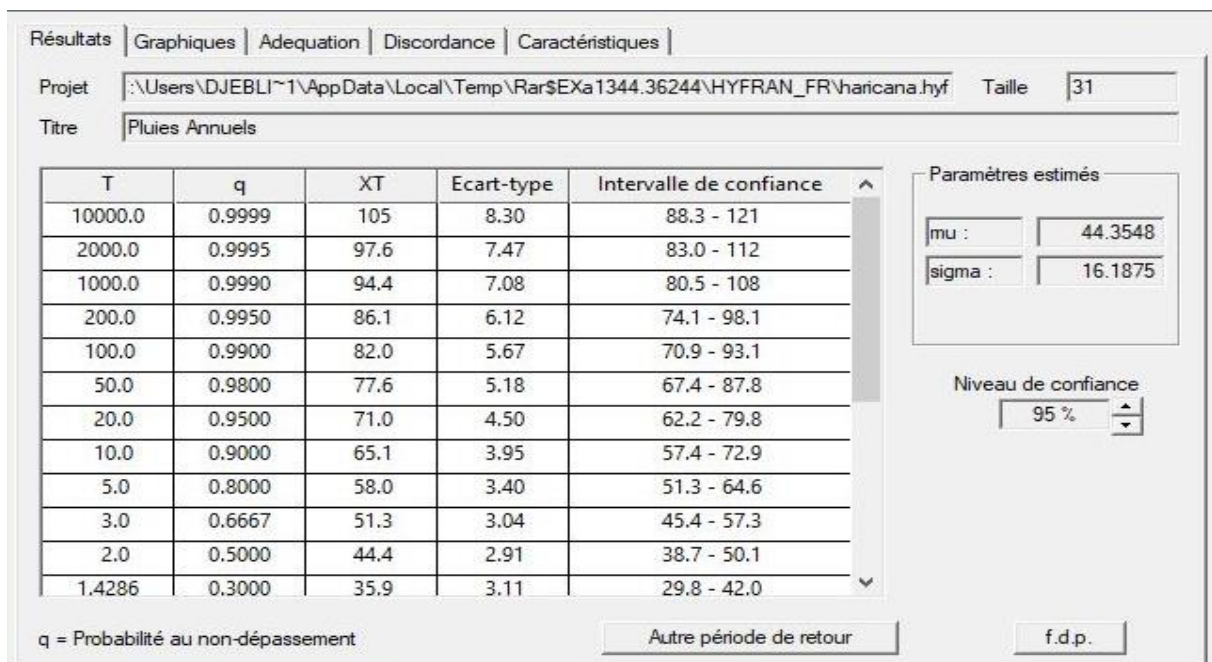


Figure 16 Résultats d'ajustement de la loi normal.

Résultats | Graphiques | Adequation | Discordance | Caractéristiques

Nom du test : Test du Khi carré

Projet : C:\Users\DJEBLI~1\AppData\Local\Temp\Rar\$EXa1344.36244\HYFRAN_FR\haricana.hyf

Titre : Pluies Annuels

Hypothèses

H0 : L'échantillon provient d'une loi Lognormale

H1 : L'échantillon ne provient pas d'une loi Lognormale

Résultats

Résultat de la statistique :	X ² = 2.65
p-value	p = 0.6188
Degrés de liberté :	4
Nombre de classes :	7

Conclusion

Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %

Figure 17 Résultat test de khi2 Loi log-Normale.

Résultats | Graphiques | Adequation | Discordance | Caractéristiques

Nom du test : Test du Khi carré

Projet : C:\Users\DJEBLI~1\AppData\Local\Temp\Rar\$EXa1344.36244\HYFRAN_FR\haricana.hyf

Titre : Pluies Annuels

Hypothèses

H0 : L'échantillon provient d'une loi Normale

H1 : L'échantillon ne provient pas d'une loi Normale

Résultats

Résultat de la statistique :	X ² = 8.06
p-value	p = 0.0892
Degrés de liberté :	4
Nombre de classes :	7

Conclusion

Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %

Figure 18 Résultats test de khi2 loi Normale.

Détermination de l'année de calcul

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

$$P_{80\%}^{sec} = P_{moy.i} \times \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}}$$

Avec :

$P_{80\%}^{sec}$: Précipitation mensuelle de l'année de calcul ;

$P_{moy.i}$: La précipitation moyenne mensuelle ;

$P_{80\%}$: La précipitation théorique annuelle de fréquence 80% ;

$P_{50\%}$: La précipitation théorique annuelle de fréquence 50%

On déduit les valeurs de $P_{80\%}$ et $P_{50\%}$ selon la loi normale :

$$P_{80\%}=190,4 \text{ mm}; P_{50\%}=249,51 \text{ mm}$$

$$\text{On déduit : } P_{moy80\%}=0.763 * P_{moy-mensuelle}$$

Les résultats se trouvent dans le tableau ci-dessous :

Mois	Sep	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mar	Avril	Mai	Juin
$P_{moyenne}$ (mm)	19,3	28,1	30,3	29,7	33,6	25,6	34	21,9	21,6	5,5
$P_{moy80\%}$ (mm)	14,73	21,4	23,1	22,66	25,64	19,5	25,9	16,71	16,48	4,2

Tableau 21 Pluies mensuelles pour l'année sèche (f r e q = 80%)

Besoin en eau du périmètre :

L'irrigation consiste à apporter l'eau au sol de façon à créer un milieu favorable à la croissance et au développement des cultures, et de pallier ainsi aux insuffisances de l'approvisionnement naturel assuré généralement par les précipitations. Les besoins en eau dépendent essentiellement de la nature des cultures et des conditions climatiques (pluviométrie, vent, température, luminosité, humidité atmosphérique).

Les besoins en eau des cultures sont définis comme étant la quantité d'eau totale utilisée par cette culture (par une plante au cours de son cycle végétatif). Cette quantité comprend aussi les apports naturels (pluie, réserve du sol).

Calcul des besoins en eau

Par définition les besoins en eau d'une culture donnée sont la différence entre l'évapotranspiration maximale telle que déterminés par le climat et les caractéristiques végétales (ETM) et d'autre part la somme des apports effectifs des précipitations.

Le calcul des volumes d'eau à apporter par irrigation est réalisé en effectuant période pour chaque stade végétatif le bilan hydrique suivant :

- $B_i = ETM - (P_{\text{efficace}} + RFU_i - 1)$.

Où :

- ETM : est la valeur de l'évapotranspiration maximale en mm, elle est égale à : $ET_0 * K_c$
- K_c : le coefficient culturel de la culture considérée.
- P_{efficace} : est la pluie efficace.
- RU : La réserve utile.

L'évapotranspiration (ET)

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

- Utilisés par les plantes (eau en construction, eau de végétation). Le phénomène biologique par lequel les plantes absorbent une quantité d'eau du sol qui est restituée partiellement sous forme de vapeur par la surface des feuilles, s'appelle transpiration.

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

L'évapotranspiration potentielle (ETP)

Qui correspond à double hypothèse du maintien du taux d'humidité du sol à une valeur très voisine de sa capacité de rétention et d'un développement végétatif optimum.

ETP est l'évaporation maximale que nous pouvons avoir avec des conditions optimales en admettant que le sol reste constamment humide.

Calcul de l'évapotranspiration potentielle (E T P)

Le calcul de l'évapotranspiration potentielle se fait soit à partir de stations (méthodes directes), soit à partir des données climatiques disponibles, à partir des méthodes empiriques.

Formule de Turc 1960, basée sur la température et le rayonnement

Pour le calcul de ETP mensuelles nous pouvons utiliser la formule de Turc donnée par :

$$ETP = 0.013 j \times (I_g + 50) \times \frac{t}{t+15} \times k$$

Avec :

- ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).
- T : Température moyenne mensuelle (°C).
- I_g : Radiation globale mensuelle (cal/cm²/jour).

Formule de Blaney- Criddle 1959

Elle utilise des paramètres facilement accessibles et introduit des coefficients culturels susceptibles d'ajustement aux données locales éventuelles. Le facteur f (en mm) de cette formule s'exprime comme suit :

$$f = (0,46 \times T + 8,13) \times P(IV-2)$$

Où :

- T : (° C) est la température moyenne.
- P : le pourcentage de la durée d'éclairement pendant la période considérée.

Formule de Thornthwaite 1948

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

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

Où :

- t : est la température moyenne mensuelle (° C),
- a : est fonction de l'indice thermique mensuel et K : coefficient d'ajustement mensuel.

Formule de Penman 1948

La méthode utilisée pour calculer les valeurs de l'évapotranspiration de référence ET₀ est celle qui est exposée dans les bulletins FAO série « d'irrigation et drainage n° 24 des besoins en eau des cultures ».

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

- ET0 : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm/jour.
- W : facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différentes températures et altitude.
- Rn : rayonnement net évaporation équivalente exprimé en mm/j.
- F (u) : fonction liée au vent.
- Ea : tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.
- Ed : tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.
- (ea-ed) : constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Calcul de l'évapotranspiration de référence

La détermination de l'évapotranspiration de référence a été faite en se basant sur la formule de Penman-Monteith modifiée, avec le logiciel CROPWAT.

Pour le calcul, nous avons introduit les données mensuelles, suivantes, enregistrées à la station d'Achouat :

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

Le tableau suivant représente l'évapotranspiration de référence ET0, calculée à l'aide du logiciel CROPWAT.

Mois	Températures Min °C	Températures Max °C	Humidité	Wind	Heures d'ensoleillement	Radiation MJ/m2 /Day	ET0 mm/mois
			%	M/s			
Janvier	4.7	18.4	61	2.7	7.7	12.6	80.33
Février	6.4	20.8	52	3.3	11.7	19.4	111.18
Mars	10.6	25.2	44	4	8.5	18.8	175.73
Avril	15.4	29.5	37	4.5	9.5	22.7	233.16
May	19.7	34.9	32	4.7	9.5	24	302.88
Juin	24.8	40.1	27	4.8	9.9	24.9	350.38
July	27.6	43.4	24	4.2	10.9	26.1	371.71
August	27.2	42.8	26	3.8	10.6	24.7	336.61
Septembre	23.2	37.2	36	4.1	8.6	19.9	260.61
Octobre	17.2	31.3	47	3.3	8.6	16.4	175.51
Novembre	10.2	24.2	55	2.8	8	13.4	105.45
Décembre	5.9	19.5	61	2.7	6.7	10.9	79.29
Moyenne	16.1	30.6	42	3.7	9.2	19.5	2582.36

Tableau 22 Résultat de calcul de L'Evapotranspiration de référence (E To)

L'évapotranspiration maximale (ETM)

Elle exprime les besoins en eau des cultures suivant leur stade végétatif, elle est donnée par la formule suivante : $ETM = Kc \times ET0$

Avec :

- Kc : coefficient cultural
- Et0 : évapotranspiration de référence

Calcul de la pluie efficace

Elle est définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur. C'est la pluie effectivement retenue dans la zone racinaire. Pour l'estimation de la pluie efficace, nous avons pris en considération la méthode basée sur une fraction de la pluie totale (pourcentage), elle est détaillée comme suit :

$$P_{eff} = 0,8 \times P_{sec80\%}$$

Avec :

- Peff : pluie annuelle efficace en (mm/mois).
- Psec80% : Pluie sec de probabilité de dépassement de 80%, en (mm)

Les calculs sont donnés dans le tableau suivant :

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
P moyenne	4.69	0.94	3.62	1.14	1.94	0.34	0.13	0.6	2.8	4.02	3.28	1.8
P efficace	3.75	0.75	2.9	0.91	1.55	0.27	0.1	0.48	2.24	3.22	2.62	1.44

Tableau 23 pluies moyennes et pluies efficaces.

Calcul de la réserve en eau du sol :

C'est la quantité d'eau contenue dans la tranche du sol explorée par les racines, entre le point de ressuyage et le point de flétrissement. Dans notre cas, vu la texture sablo-limoneuse, et les pluies efficaces faibles ou nulle, la contribution en eau du sol est nulle.

Choix des cultures : contexte pédoclimatique

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

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

Occupation des sols

La culture des céréales représente un secteur économique important. En effet, c'est un aliment de base d'une très grande partie de la population mondiale. En Algérie la céréaliculture constitue la principale activité, notamment dans les zones arides et semi-arides.

Les grandes cultures, notamment les céréales, les cultures maraichères s'adaptent relativement aux conditions pédoclimatiques de la zone d'étude.

On propose d'élaborer un modèle d'occupation qui repose principalement sur les céréales, l'arboriculture rustique et les cultures maraichères, présenté comme suit :

Culture	Céréales	Maraichage	Arboriculture	Fourragères	total
Pourcentage %	75	10	10	5	100

Tableau 24 Scénario d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre.

Cultures proposées :

L'objectif de ce projet est de développer la production céréalière, en premier lieu, pour cela, les cultures proposées sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

CULTURES	
Céréaliculture	Blé
Fourragères	Vesce avoine
Maraîchage	Pomme de terre saison
	Tomate sous serre
	Oignon
	Ail
Cultures arboricoles	Palmier dattier
	Olivier

Tableau 25 Occupation de sol en fonction des cultures.

On propose d'élaborer un modèle d'occupation selon le scénario n°2 et cela vu les modèles d'exploitation et les vocations agricoles de la région.

Assolements des cultures

L'assolement est la division des terres d'une exploitation agricole en parties distinctes, appelées soles consacrées chacune à une culture donnée pendant une saison culturale. Dans chaque sole, les cultures peuvent varier d'une année à l'autre.

La rotation est la succession culturale ou rotation, qui est une notion différente. Donc L'assolement est la diversité géographique des cultures à un moment donné.

La rotation culturale est un élément important du maintien ou de l'amélioration de la fertilité des sols et donc un atout pour l'augmentation des rendements. On peut ainsi avoir des rotations biennales, triennales, quadriennale.

Avantages de la rotation des cultures

- Elle contribue à rompre le cycle vital des organismes nuisibles aux cultures, en particulier la succession de plantes de familles différentes (par exemple alternance de graminées et de plantes oléifères, type blé) permet de rompre avec le cycle de certaines adventices ;
- L'emploi de légumineuses permet l'ajout d'azote symbiotique dans le sol. D'une façon générale, la composition des différents résidus de cultures participe à la qualité de la matière organique du sol.
- La rotation culturale a donc un effet important sur la vie du sol et la nutrition des plantes.

Assolement 1	Assolement 2
Blé	Blé
Vesce avoine	Vesce avoine
Pomme de terre	Oignon
Ail	Pomme de terre
Oignon	Ail
Olivier +Palmier	Olivier + Palmier

Tableau 26 assolement des cultures.

Cycle végétatif des cultures

Le cycle végétatif des différentes cultures sont présentés dans le tableau dessous:

Culture	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	Juil	Aout
Blé												
Ail +Oignon												
Pomme de terre (s)												
Pomme de terre (as)												
Tomate												
Oignon												
Oliviers												
Palmier												

Tableau 27 Cycle végétatif des cultures.

Estimation des coefficients culturaux (K_c) :

Les valeurs du coefficient cultural (K_c) de chaque culture ont été ressorties selon les valeurs établies par Doorenbos (**FAO, 2003**), en fonction du stade végétatif de la plante, et du climat considéré : ils sont représentés dans le tableau 27.

	Blé/Avoine	Pomme de terre	Tomate sous serre	Oignon /Ail	Palmier	Olive
Mois	K_c	K_c	K_c	K_c	K_c	K_c
Septembre					0,80	0,85
Octobre		0,5		0,5	0,80	0,85
Novembre	0,4	0,7		0,75	0,80	0,75
Décembre	0,7	1		0,95	0,80	0,65
Janvier	0,85	0,75		0,95	0,80	0,65
Février	0,95			0,75	0,80	0,65
Mars	1,05				0,80	0,65
Avril	1,03		0,5		0,80	0,65
Mai	0,45		0,85		0,80	0,65
Juin			1,15		0,80	0,8
Juillet			0,95		0,80	0,85
Aout					0,80	0,85

Tableau 28 Coefficients culturaux des cultures.

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

Estimation des besoins en eau des cultures

Besoins de lessivage :

Vu la qualité d'eau d'irrigation qui appartient à la classe C3S1, nous avons estimé nécessaire de majorer les besoins en eau des cultures par une fraction de lessivage dit d'entretien. En se basant sur la formule de Rhodes qui permet l'appréciation de la fraction de lessivage d'entretien :

$$L_r = \frac{EC_w}{5 CE_e - CE_w} \quad (V.12)$$

Où :

L_r : La fraction de lessivage minimum (%) ;

EC_w : Conductivité électrique moyenne de l'eau d'irrigation en $mmhos.cm^{-1}$, $CE_w = 2.21 mmhos.cm^{-1}$ (cf. Chapitre 03) ;

CE_e : Salinité du sol moyenne tolérée par la culture qui provoque une chute de rendement de 10% ($mmhos.cm^{-1}$).

$$L_r = \frac{2.21}{5 \times 3.52 - 1.01} = 0.144$$

Pour chaque culture on calcule les besoins suivant le stade végétatif :

Calcul des besoins nets en eau d'irrigation

Lorsqu'on établit les besoins périodiques en eau d'irrigation pour une culture ou un plan de culture donnés, il faut tenir compte de façon préférentielle de trois variables (ETP, $E_{efficace}$ et RFU). La relation qui existe entre les besoins nets B_{net} et ces variables peut être exprimée comme suit :

$$B_{net} = ETP - P_{eff} - RFU$$

❖ RFU : c'est la réserve facilement utilisable par les cultures.

La réserve facilement utilisable (RFU) :

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

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

Avec :

- ❖ **Y** : degré de tarissement égale à 2/3
- ❖ **Da** : densité apparente. On prend 1.4 car la texture du sol est sablo-limoneuse.
- ❖ **Z** : profondeur d'enracinement mm
- ❖ **H_{cc}** : humidité à la capacité au champ, dans notre cas, on prend (27).
- ❖ **H_{pf}** : humidité au point de flétrissement,

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

Tableau 29 h_{cc} et h_{pf} en fonction de texture

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

Mois	P 80%(mm)	Efficace (mm)	ET0 (mm/mois)	Z (m)	RFU_TH	RFU_RE	KC	ETM	B net (mm)
Septembre	2,80	2,24	260,61						
Octobre	4,02	3,22	175,51	0,30					
Novembre	3,28	2,62	105,45	0,30	4,39	0,00	0,4	42,18	39,56
Décembre	1,80	1,44	79,29	0,40	5,85	0,00	0,7	55,50	54,06
Janvier	4,69	3,75	80,33	0,50	7,31	0,00	0,85	68,28	64,53
Février	0,94	0,75	111,18	0,60	8,77	0,00	0,95	105,62	104,87
Mars	3,62	2,90	175,73	0,60	8,77	0,00	1,05	184,52	181,62
Avril	1,14	0,91	233,15	0,70	10,24	0,00	1,03	240,14	239,23
Mai	1,94	1,55	302,88	0,30	4,39	0,00	0,45	136,30	134,74
Juin	0,34	0,27	350,38						
Juillet	0,13	0,10	371,71						
Août	0,60	0,48	336,14						

Tableau 30 Besoin en eau de culture « Blé ».

Mois	P 80%(mm)	P efficace (mm)	ET0 (mm/mois)	Z (m)	RFU_TH	RFU_RE	KC	ETM	B net (mm)
Septembre	2,80	2,24	260,61						
Octobre	4,02	3,22	175,51						
Novembre	3,28	2,62	105,45	0,4	5,85	0,00	0,60	63,27	60,65
Décembre	1,80	1,44	79,29	0,7	10,24	0,00	0,65	51,5385	50,10
Janvier	4,69	3,75	80,33	0,85	12,43	0,00	0,90	72,297	68,55
Février	0,94	0,75	111,18	0,95	13,89	0,00	0,90	100,062	99,31
Mars	3,62	2,90	175,73	1,05	15,36	0,00	0,70	123,011	120,12
Avril	1,14	0,91	233,15	1,03	15,06	0,00	0,40	93,26	92,35
Mai	1,94	1,55	302,88	0,45	6,581	0,00	0,40	121,152	119,60
Juin	0,34	0,27	350,38					0	
Juillet	0,13	0,10	371,71					0	
Août	0,60	0,48	336,14					0	

Tableau 31 Besoin en eau de culture « vesce avoine ».

Mois	P 80%(mm)	Efficace (mm)	ET0 (mm/mois)	Z (m)	RFU_TH	RFU_RE	KC	ETM	B net (mm)
Septembre	2,80	2,24	260,61						
Octobre	4,02	3,22	175,51	0,30	4,3872		0,5	87,755	84.539
Novembre	3,28	2,62	105,45	0,30	4,3872		0,75	79,0875	76.4635
Décembre	1,80	1,44	79,29	0,30	4,3872		0,95	75,3255	73.8855
Janvier	4,69	3,75	80,33	0,30	4,3872		0,95	76,3135	72.5615
Février	0,94	0,75	111,18	0,30	4,3872		0,75	83,385	82.633
Mars	3,62	2,90	175,73						
Avril	1,14	0,91	233,15						
Mai	1,94	1,55	302,88						
Juin	0,34	0,27	350,38						
Juillet	0,13	0,10	371,71						
Août	0,60	0,48	336,14						

Tableau 32Besoin en eau de culture « Ail/Ogni on.

Mois	P 80%(mm)	P Efficace (mm)	ET0 (mm/mois)	Z (m)	RFU_TH	RFU_RE	KC	ETM	B net(mm)
Septembre	2,80	2,24	260,61						
Octobre	4,02	3,22	175,51						
Novembre	3,28	2,62	105,45						
Décembre	1,80	1,44	79,29						
Janvier	4,69	3,75	80,33						
Février	0,94	0,75	111,18						
Mars	3,62	2,90	175,73	0,40	5,8496	0,00	0,50	87,865	84,97
Avril	1,14	0,91	233,15	0,80	11,699	0,00	0,5	116,575	115,66
Mai	1,94	1,55	302,88	1,00	14,624	0,00	0,85	257,448	255,90
Juin	0,34	0,27	350,38	1,00	14,624	0,00	1,15	402,937	402,67
Juillet	0,13	0,10	371,71	1,00	14,624		0,95	353,1245	353,02
Août	0,60	0,48	336,14						

Tableau 33Besoin en eau de culture « Tomate sous serre».

Mois	P _{80%} (mm)	P Efficace (mm)	ET0 (mm/mois)	Z (m)	RFU_TH	RFU_REEL	KC	ETM	B net (mm)
Septembre	2,80	2,24	260,61						
Octobre	4,02	3,22	175,51	0,40	5,8496	0,00	0,5	87,755	84,539
Novembre	3,28	2,62	105,45	0,50	7,312	0,00	0,7	73,815	71,191
Décembre	1,80	1,44	79,29	0,50	7,312	0,00	1	79,29	77,85
Janvier	4,69	3,75	80,33	0,50	7,312	0,00	0,75	60,2475	56,4955
Février	0,94	0,75	111,18						
Mars	3,62	2,90	175,73						
Avril	1,14	0,91	233,15						
Mai	1,94	1,55	302,88						
Juin	0,34	0,27	350,38						
Juillet	0,13	0,10	371,71						
Août	0,60	0,48	336,14						

Tableau 34Besoin en eau de culture « pomme de terre ».

Mois	P _{80%} (mm)	P Efficace (m m)	ET0 (mm/mois)	Z (m)	RFU_TH	RFU_RE	KC	ETM	B net (mm)
Septembre	2,80	2,24	260,61	1,50	21,936	0,00	0,60	156,366	154,126
Octobre	4,02	3,22	175,51	1,50	21,936	0,00	0,60	105,306	102,09
Novembre	3,28	2,62	105,45	1,50	21,936	0,00	0,65	68,5425	65,9185
Décembre	1,80	1,44	79,29	1,50	21,936	0,00	0,65	51,5385	50,0985
Janvier	4,69	3,75	80,33	1,50	21,936	0,00	0,70	56,231	52,479
Février	0,94	0,75	111,18	1,50	21,936	0,00	0,70	77,826	77,074
Mars	3,62	2,90	175,73	1,50	21,936	0,00	0,80	140,584	137,688
Avril	1,14	0,91	233,15	1,50	21,936	0,00	0,80	186,52	185,608
Mai	1,94	1,55	302,88	1,50	21,936	0,00	0,50	151,44	149,888
Juin	0,34	0,27	350,38	1,50	21,936	0,00	0,50	175,19	174,918
Juillet	0,13	0,10	371,71	1,50	21,936	0,00	0,50	185,855	185,751
Août	0,60	0,48	336,14	1,50	21,936	0,00	0,60	201,684	201,204

Tableau 35Besoin en eau de culture « Olivier ».

Mois	P 80%(mm)	P Efficace (mm)	ETO (mm/mois)	Z (m)	RFU_TH	RFU_RE	KC	ETM	B _{net} (mm)
Septembre	2,80	2,24	260,61	3,00	43,87	0,00	0,80	208,49	206,25
Octobre	4,02	3,22	175,51	3,00	43,87	0,00	0,80	140,41	137,19
Novembre	3,28	2,62	105,45	3,00	43,87	0,00	0,80	84,36	81,74
Décembre	1,80	1,44	79,29	3,00	43,87	0,00	0,80	63,43	61,99
Janvier	4,69	3,75	80,33	3,00	43,87	0,00	0,80	64,26	60,51
Février	0,94	0,75	111,18	3,00	43,87	0,00	0,80	88,94	88,19
Mars	3,62	2,90	175,73	3,00	43,87	0,00	0,80	140,58	137,69
Avril	1,14	0,91	233,15	3,00	43,87	0,00	0,80	186,52	185,61
Mai	1,94	1,55	302,88	3,00	43,87	0,00	0,80	242,30	240,75
Juin	0,34	0,27	350,38	3,00	43,87	0,00	0,80	280,30	280,03
Juillet	0,13	0,10	371,71	3,00	43,87	0,00	0,80	297,37	297,26
Août	0,60	0,48	336,14	3,00	43,87	0,00	0,80	268,91	268,43

Tableau 36 Besoin en eau de culture « Palmier ».

Cultures / mois	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Olivier	154,1	102	65,9	50,1	52,5	77,1	138	186	150	174	186	201
Palmier	206,3	137	81,7	61,99	60,5	88,2	138	186	241	280	297	268
Blé		49,4	39,6	54,06	64,5	105	173	197				
Vesce avoine		49,4	60,7	50,1	68,6	99,3	120	92				
Pomme de terre	128,1	120	103	58,03								
Tomate sous serre							85	197	347	298		
Ogni on/Ail		102	81,7	77,85	84,6	54,8						
Besoin max (mm)	206,3	137	103	61,99	68,6	105	173	197	241	280	297	268
Total des besoins	488,4	560	432	352,1	331	424	653	858	737	752	483	470

Tableau 37 Récapitulatif des besoins en eau pour les cultures choisies.

Calcul du débit spécifique

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture évaluée précédemment à partir de la répartition culturale. La dose d'arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 24 heures sur 24 afin d'assurer les besoins de la consommation mensuelle.

$$q_s = \frac{B_{net} * 10 * 1000}{N_j * N_i * 3600 * E_i} \text{ l/s/ha}$$

Avec :

- B net : besoin net du mois de pointe en mm/mois ;
- N_i : nombre des heures d'irrigation=22h ;
- N_j : nombre de jours du mois de pointe =30 jours ;
- E_i : Efficience d'irrigation
- La formule utilisée pour l'estimation de l'efficience d'un réseau d'irrigation est
- Donnée par l'expression suivante :

Avec :

- E_i : Efficience d'irrigation en (%)
- E_d : Efficacité de type de distribution en (%)

Dans notre cas, on a une irrigation par aspersion : on prend E_i = 75 %

Les besoins de pointe correspondent au mois d'Avril.

B net = **858** mm/mois.

Q_s = 4.51 l/s/ha > 1.5 l/s/ha

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5. Il y'a un risque de surdimensionnement

Pour y remédier, on prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante pour le Mois de pointe.

Le débit spécifique de la culture la plus exigeante (Palmier 297mm). Donc le débit spécifique pris en considération pour notre périmètre est de :

Q_s = 1.11 l/s /ha ; ce débit est largement inférieur à 1.5 l/s/ha donc le choix de ce débit reste valable.

V.14.Conclusion

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

Chapitre V Dimensionnement du réseau de distribution

Introduction :

Dans ce chapitre nous allons dimensionner Le réseau de distribution d'eau, est essentiellement composé par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression aux différents exploitants, par l'intermédiaire des bornes.

Le développement de ces réseaux des cultures, par les conduites gravitaire (si possible car on a terrain plat 4m de dénivelé), est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement la généralisation des méthodes d'irrigation modernes à la demande. C'est dans ce contexte, que notre attention dans ce chapitre s'est accentuée à la mise au point de la méthodologie d'optimisation du réseau de distribution d'irrigation sous pression, présentée ci-après.

Découpage des îlots d'irrigation :

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

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

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

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

Donc le découpage des îlots sera basé sur l'emplacement des forages .il sera comme suit :

- La délimitation du périmètre de 240 ha a se trouve sur le territoire de la commune de Rouissat .

- La structure foncière du périmètre est représentée par le secteur privé et comprend plusieurs Propriétaires identifiés.

Tableau 38 Les différentes Parcelles du périmètre.

N° parcelle	Surface (ha)
01	13.27
02	9.82
03	10.45
04	10.11
05	10.09
06	10
07	9.2
08	7.6
09	10.98
10	9.0
11	8.3
12	5.9
13	6.3
14	9.0
15	8.0
16	06
17	4.5
18	5.5
19	8.0
20	8.9
21	9.6
22	9.6
23	9.7
24	05
25	9.4
26	5.3
27	7.5
28	05

29	05
30	3.5

Taille des îlots d'irrigation :

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

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

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

Calcul des débits des îlots :

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. Ce débit c'est évalué (chapitre 6) à : $q_s = 1.1 \text{ l/s/ha}$

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

$$Q_b = q_s \cdot S$$

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

Q_s = Débit spécifique moyen (l/s/ha).

S = Superficie de l'îlot (ha)

Les résultats du calcul du débit de chaque îlot d'irrigation sont présentés dans le tableau.

Données de base du dimensionnement

Le débit spécifique est évalué **1.1 l/s/ha**.

La surface du périmètre est égale à **240.9ha**

N° de la Bornes	La superficie irriguée par prise (ha)	Débit de la prise (l/s)	Débit de la borne (l/s)
1	13.27	14.597	14.597
2	9.82	10.802	10.802
3	10.45	11.495	11.495
4	10.11	11.121	11.121
5	10.09	11.099	11.099
6	10	11	11
7	9.28	10.208	10.208
8	7.61	8.371	8.371
9	10.98	12.078	12.078
10	9.08	9.988	9.988
11	8.3	9.13	9.13
12	5.94	6.534	6.534
13	6.3	6.93	6.93
14	9.01	9.911	9.911
15	8.003	8.8033	8.8033
16	6	6.6	6.6

17	4.53	4.983	4.983
18	5.54	6.094	6.094
19	8.06	8.866	8.866
20	8.97	9.867	9.867
21	9.6	10.56	10.56
22	9.6	10.56	10.56
23	9.7	10.67	10.67
24	05	5.5	5.5
25	9.4	10.34	10.34
26	5.3	5.83	5.83
27	7.5	8.25	8.25
28	05	5.5	5.5
29	05	5.5	5.5
30	3.5	3.85	3.85
total	240.943	332.34	332.34

Tableau 39 Les débits au niveau de chaque îlot.

Bornes d'irrigation

Le réseau de distribution arrive à chaque îlot où, à travers de la borne d'irrigation, distribue l'eau aux différentes parcelles regroupées dans l'îlot.

La demande d'eau d'irrigation sera distribuée à chaque îlot à débit moyen durant 18 h journalières au long des 6 jours ouvrables par semaine, bien que la distribution aux parcelles doive être négociée parmi tous les agriculteurs des parcelles regroupées, en pouvant être programmée l'irrigation de chaque parcelle au moyen de la vanne hydraulique de sa prise parcellaire. En conséquence, la borne d'irrigation projetée est l'élément base pour réaliser le système d'irrigation proposé (chapitre 6).

En ce qui concerne la distribution de l'eau, selon la taille des îlots et les cultures prévues, la borne d'irrigation est capable de fournir tous les propriétaires d'un îlot, étant donné que chaque borne d'irrigation sera dimensionnée en tenant en compte le nombre et la taille des parcelles, Cependant, ces dits propriétaires devront se mettre d'accord, afin de pouvoir irriguer. De cette façon, les besoins eau d'irrigation des cultures pourraient être satisfaits, en respectant les jours assignés à chaque agriculteur (tours d'irrigation).

Choix du type de borne

Le choix de la borne dépend de la surface :

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

Pour notre étude on a dû choisir que des bornes a une seule prise selon l'acte de concession.



Tableau 40 Exemple Borne d'irrigation.

Choix de diamètre de la borne

Les diamètres des bornes en fonction des débits seront comme suivis :

Débit fourni	Diamètre de la prise
$Q < 11,11 \text{ l/s}$	DN = 65 mm
$11,11 < Q < 22,22 \text{ l/s}$	DN = 100 mm
$22,22 < Q < 33,33 \text{ l/s}$	DN = 150 mm
$Q > 33,33 \text{ l/s}$	DN = 200 mm

Tableau 41 Débit et diamètre

N° de la Bornes	Débit de la prise (l/s)	Diamètre des prises (mm)	Type de borne et bec de sortie	N° de la Bornes	Débit de la prise (l/s)	Diamètre des prises (mm)	Type de borne et bec de sortie
1	13.27	100	Borne type A à 1 bec de sortie	16	23.013	150	Borne type A à 1 bec de sortie
2	23.09	150	Borne type A à 1 bec de sortie	17	27.543	150	Borne type A à 1 bec de sortie
3	33.54	200	Borne type A à 1 bec de sortie	18	33.083	150	Borne type A à 1 bec de sortie
4	43.65	200	Borne type A à 1 bec de sortie	19	41.143	200	Borne type A à 1 bec de sortie
5	53.74	200	Borne type A à 1 bec de sortie	20	50.113	200	Borne type A à 1 bec de sortie
6	63.74	200	Borne type A à 1 bec de sortie	21	59.713	200	Borne type A à 1 bec de sortie
7	9.28	65	Borne type A à 1 bec de sortie	22	9.6	65	Borne type A à 1 bec de sortie
8	16.89	100	Borne type A à 1 bec de sortie	23	19.3	100	Borne type A à 1 bec de sortie

9	27.87	150	Borne type A à 1 bec de sortie	24	24.3	150	Borne type A à 1 bec de sortie
10	36.95	200	Borne type A à 1 bec de sortie	25	33.7	200	Borne type A à 1 bec de sortie
11	45.25	200	Borne type A à 1 bec de sortie	26	39	200	Borne type A à 1 bec de sortie
12	51.19	200	Borne type A à 1 bec de sortie	27	46.5	200	Borne type A à 1 bec de sortie
13	57.49	200	Borne type A à 1 bec de sortie	28	51.5	200	Borne type A à 1 bec de sortie
14	9.01	65	Borne type A à 1 bec de sortie	29	56.5	200	Borne type A à 1 bec de sortie
15	17.013	100	Borne type A à 1 bec de sortie	30	60	200	Borne type A à 1 bec de sortie

Tableau 42 Débit et diamètres des prises avec le type de borne.

Calcul hydraulique des canalisations :

Caractéristiques de la conduite principale (CP) et le réseau de distribution :

Choix du type de matériau :

- Conduite en PEHD :
- Ils supportent des pressions élevées.
- Une résistance aux contraintes (choc, écrasement, déplacement du terrain).
- Ils offrent une bonne flexibilité.

- Disponible sur le marché.

Dans notre étude, Nous utiliserons les conduites en PEHD pour les conduites dont le diamètre est inférieur à 400 mm, et la fonte pour les conduites dont le diamètre est supérieur ou égal à 500 mm

Calcul des diamètres des conduites :

Le diamètre de la conduite principal et du réseau de distribution sera en premier lieu calculer grâce à la formule générale $Q = V \cdot S$ (section fixe pour chaque tronçon)

Avec :

$V = 1 : 2$ dans une conduite de distribution du réseau extérieur, on prend $V = 1.2 \text{ m/s}$

$$S = \frac{3.14 * D^2}{4}$$

D'où $D_{calculé} = \sqrt{\frac{4*Q*0.001}{3.14*1.2}} * 0.001 \text{ mm}$

D : Diamètre de la conduite calculée (m)

Q : Débit dans la conduite (m3/s).

Le choix du diamètre normalisé : on choisit un diamètre supérieur que celui calculé du diamètre proposé dans le tableau suivant :

Diamètre normalisé
75
90
110
160
200
250
315
400

Tableau 43Diamètres normalisés.

Calcul de la vitesse réelle :

Grace a la même formule générale $Q=V*S$ on a calculé la vitesse réelle cette fois en remplaçant avec le diamètre normalisé, on aura :

$$V_{réelle} = \frac{4 \cdot Q \cdot 0.001}{3.14 \cdot Dn^2} \text{ M/s}$$

Calcul de la perte de charge linéaire :

Pour la détermination des pertes de charge dans les conduites de distribution du réservoir vers les ilots d'irrigation, nous avons utilisé la formule de Lechat et Calmon, les pertes de charge sont détaillées comme suit ;

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

Avec : h_{Pu} : perte de charge unitaire en mm/ml.

Q : débit en m³/s.

D : diamètre de la conduite considérée.

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

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

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

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

Tableau 44 Les paramètres de perte de charge .

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

On aura :

$$\Delta H \text{ linéaire} = 1.1 * 0.001 * (Q * 0.001)^{1.89} * (Dn * 0.001)^{-5.01} * L$$

Calcul de la perte de charge totale :

$$\Delta H \text{ tot} = \Delta H \text{ linéaire} + \Delta H \text{ singulière}$$

$$\Delta H \text{ singulière} = 0.1 * \Delta H \text{ linéaire}$$

$$\Delta H \text{ tot} = 1.1 * \Delta H \text{ linéaire}$$

Calcul de la pression :

$$P = CTP_{\text{amont}} + \Delta H \text{ trancon} - CTN_{\text{aval}}$$

Avec :

$$CTP \text{ point défavorable} = CTN + \Delta H \text{ tot} + P \text{ demandé}$$

Tel que :

$$P \text{ demandé} = 4 \text{ bars} = 40 \text{ m}$$

Calcul de la cote piézométrique :

$$CTP_{\text{amont}} = CTP_{\text{aval}} + \Delta H \text{ trancon}$$

Les résultats du calcul dans le tableau dans la page ci-après :

Tronçon	L (m)	Q (l/s)	D calculé	D normalisé	V réelle (m/s)	P dc linéaire	P dc total	Cote aval z	Cote Pi é z o	Pression (m)	Pression (Bars)
B6-N6	180	10.1	103.55	125.00	0.82	1.12	1.23	229.50	269.23	39.73	3.97
N6-N5	216	10.68	106.48	125.00	0.87	1.49	1.64	229.50	270.88	41.38	4.14
N5-B5	156	11.1	108.55	125.00	0.90	1.16	1.28	228.00	272.15	44.15	4.42
N5-N4	384	21.67	151.67	160.00	1.08	2.94	3.23	230.50	274.11	37.15	3.71
N4-B4	186	11.12	108.65	125.00	0.91	1.39	1.53	230.00	275.63	45.63	4.56
N4-N3	258	32.79	186.57	200.00	1.04	1.41	1.55	230.00	275.66	45.66	4.57
N3-B3	156	11.5	110.49	125.00	0.94	1.24	1.36	229.00	277.02	48.02	4.80
N3-N2	324	43.9	215.88	250.00	0.89	1.01	1.11	230.00	276.76	46.76	4.68
N2-B2	186	10.8	107.07	125.00	0.88	1.31	1.45	230.00	278.21	48.21	4.82
N2-N1	264	55.4	242.51	250.00	1.13	1.27	1.40	231.50	278.16	46.66	4.67

N1-B1	186	14.6	124.49	160.00	0.73	0.67	0.74	230.00	278.91	48.91	4.89
N1-F1	396	70	272.60	315.00	0.90	0.93	1.03	227.50	279.19	51.69	5.17
B13-N13	24	6.93	85.77	100.00	0.88	0.22	0.25	231.00	271.25	40.25	4.02
N13-N12	210	13.73	120.73	125.00	1.12	2.34	2.57	230.00	273.82	43.82	4.38
N12-B12	24	6.53	83.26	110.00	0.69	0.12	0.14	230.00	273.95	43.95	4.40
N12-N11	180	20.27	146.69	160.00	1.01	1.21	1.33	232.00	275.15	43.15	4.31
N11-B11	24	9.13	98.45	125.00	0.74	0.12	0.14	231.00	275.29	44.29	4.43
N11-N10	516	29.4	176.66	200.00	0.94	2.30	2.53	231.70	277.68	45.98	4.60
N10-B10	60	9.94	102.72	110.00	1.05	0.69	0.76	232.00	278.43	46.43	4.64
N10-N9	324	39.34	204.36	250.00	0.80	0.82	0.90	231.50	278.58	47.08	4.71
N9-B9	160	12.08	113.24	125.00	0.98	1.40	1.54	231.50	280.11	48.61	4.86
N9-N8	252	51.42	233.64	315.00	0.66	0.33	0.36	230.50	278.58	48.44	4.84
N8-B8	120	8.37	94.26	100.00	1.07	1.60	1.76	230.00	280.34	50.34	5.03
N8-N7	468	59.79	251.94	315.00	0.77	0.82	0.90	230.00	279.48	49.48	4.95
N7-B7	160	10.2	104.06	110.00	1.07	1.92	2.12	229.50	281.59	52.09	5.21
N7-F2	324	70	272.60	315.00	0.90	0.76	0.84	230.00	280.31	50.31	5.03
B21-N21	12	10.56	105.88	110.00	1.11	0.15	0.17	233.00	270.83	37.83	3.78
N21-N20	276	10.56	105.88	110.00	1.11	3.55	3.90	233.00	274.73	33.93	3.39
N20-B20	24	9.87	102.36	110.00	1.04	0.27	0.30	233.00	275.03	41.43	4.14
N20-N19	236	10.43	105.22	110.00	1.10	2.96	3.26	231.50	277.99	39.97	4.00
N19-B19	24	8.87	97.04	100.00	1.13	0.36	0.39	231.50	278.38	46.09	4.61
N19-N18	315	13.18	118.29	125.00	1.07	3.24	3.57	232.00	281.55	42.42	4.24
N18-B18	24	6.09	80.41	100.00	0.78	0.18	0.19	231.00	281.75	50.36	5.04
N18-N17	252	19.28	143.06	150.00	1.09	2.14	2.35	234.00	284.10	45.21	4.52
N17-B17	24	4.98	72.71	100.00	0.63	0.12	0.13	234.00	281.88	49.96	5.00
N17-N16	492	24.26	160.48	200.00	0.77	1.52	1.68	231.50	283.55	50.92	5.09
N16-B16	24	6.6	83.70	100.00	0.84	0.20	0.22	232.00	283.78	51.33	5.13
N16-N15	324	51.29	233.34	250.00	1.05	1.35	1.48	231.50	285.04	50.57	5.06

N15-B15	24	8.8	96.65	100.00	1.12	0.35	0.39	231.00	285.43	53.65	5.37
N15-N14	156	60.09	252.57	315.00	0.77	0.28	0.30	231.00	285.34	53.74	5.37
N14-B14	32	9.91	102.57	110.00	1.04	0.36	0.40	231.00	285.74	53.94	5.39
N14-F3	192	70	272.60	315.00	0.90	0.45	0.50	231.00	285.84	53.84	5.38
B30-N30	24	3.85	63.93	100.00	0.49	0.07	0.08	232.00	272.08	40.08	4.01
N30-N29	180	7.85	91.29	100.00	1.00	2.13	2.34	232.50	269.74	41.92	4.19
N29-B29	24	5.5	76.41	100.00	0.70	0.14	0.16	232.00	269.58	37.90	3.79
N29-N28	180	13.35	119.05	125.00	1.09	1.90	2.09	233.00	267.65	34.65	3.47
N28-B28	24	5.5	76.41	100.00	0.70	0.14	0.16	233.00	267.49	34.49	3.45
N28-N27	252	18.85	141.46	150.00	1.07	2.05	2.25	230.00	265.40	35.40	3.54
N27-B27	24	8.25	93.58	100.00	1.05	0.31	0.34	230.00	265.06	35.06	3.51
N27-N26	450	27.1	169.61	200.00	0.86	1.72	1.89	234.00	263.51	29.51	2.95
N26-B26	24	5.83	78.67	100.00	0.74	0.16	0.18	234.00	263.34	29.34	2.93
N26-N25	162	32.93	186.97	200.00	1.05	0.89	0.98	233.50	262.53	29.03	2.90
N25-B25	24	10.34	104.77	110.00	1.09	0.30	0.33	233.50	262.20	28.70	2.87
N25-N24	136	43.27	214.32	250.00	0.88	0.41	0.45	234.00	262.08	28.08	2.81
N24-B24	24	5.5	76.41	100.00	0.70	0.14	0.16	233.50	261.92	28.42	2.84
N24-N23	432	48.77	227.54	250.00	0.99	1.64	1.80	233.50	260.28	26.78	2.68
N23-B23	24	10.67	106.43	110.00	1.12	0.31	0.35	233.50	259.93	26.43	2.64
N23-N22	252	59.44	251.20	315.00	0.76	0.44	0.48	233.00	259.80	26.80	2.68
N22-B22	24	10.56	105.88	110.00	1.11	0.31	0.34	233.00	259.46	23.57	2.36
N22-F4	160	70	272.60	315.00	0.90	0.38	0.41	230.50	259.39	28.89	2.89

Tableau 45 Calcul des paramètres hydraulique du réseau de distribution.

Dimensionnement du réservoir de distribution :

Le rôle du réservoir :

Les réservoirs constituent une réserve qui permet d'assurer aux heures de pointe (le débit maximal demandé), de plus il peut aussi :

- Régulariser le fonctionnement de la pompe.
- Régulariser la pression dans le réseau de distribution.
- Coordonner le régime d'adduction au régime distribution.

L'emplacement des réservoirs :

L'emplacement du réservoir pose souvent un problème délicat à résoudre ; pour cela nous somme à tenir compte des certaines considération techniques et économique suivantes :

L'implantation doit se faire aussi de préférence ; aux extrémités de périmètre

La nature du sol joue un rôle important dans le choix de l'emplacement d'un réservoir. Il est indispensable, en effet, d'établir un réservoir enterré.

La Forme du réservoir :

La section circulaire est généralement adoptée pour les réservoirs de capacité inférieure à **10000 m³**, ce qui permet de choisir cette forme pour tous les réservoirs terminaux.

La hauteur utile est entre 3 et 8 mètre

Le volume du réservoir sera égal :

$$V = Q_{car} * T$$

Q car : débit caractéristique

T : temps de remplissage = 2 h

$$V = 66 * 2 * 3600 = 475200 \text{ l} = 475.2 \text{ m}^3$$

Donc la capacité normalisée e notre réservoir c'est **500m³**.

Le diamètre de la cuve :

On calcule le diamètre de la cuve moyennant la formule

$$S = \frac{V_n}{h} \Rightarrow \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{V_n}{h} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 * V_n}{\pi * h}}$$

V_n : capacité normalisée du réservoir (m³) ;

S : section du réservoir (m²) ;

D : diamètre de la cuve (m) ;

, h : hauteur utile optimale d'eau (m), 3 < h < 8 m

D'où la capacité normalisée du réservoir (m³) sera : $V_n = 500 \text{ m}^3$.

Les dimensions du réservoir sont de 5m de hauteur.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 500}{\pi \cdot 5}} = 11.26 \text{ m} \quad D = 11.3 \text{ m}$$

Calcul de la hauteur manométrique totale :

Calcul des pertes de charge et de la HMT (forage 01) :

Le calcul de la HMT indispensable pour le choix des pompes est fonction des pertes de charges et du débit d'exploitation et assurer la pression demandée dans le point le plus défavorable.

$$HMT = Hg + \Delta H_a + \Delta H_r = Hg + \Delta H_t$$

- H g : la hauteur géométrique
- ΔH_a : pertes de charge à l'aspiration
- ΔH_r : pertes de charge au refoulement

Puissance absorbée par la pompe :

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

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

- Rendement de la pompe en (%) ($\eta = 77.5\%$)
- Q : débit refoulé par la pompe en (m³/s)
- G : pesanteur (9.81 m/s²)

Energie consommée par la pompe :

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

- Le temps de pompage par jour en (heure) ; dans notre cas $t = 4 \text{ h}$
- P : puissance de la pompe en (kW)

Dimensionnement de la station de pompage

Choix de la variante d'adduction par pompage et l'emplacement de la station :

Un projet d'alimentation en eau d'irrigation de la 1ère élévation est constitué d'un forage, une station de pompage et un bassin d'irrigation.

On prend en considération certains paramètres essentiels.

- Il ne faut jamais construire la station de pompage, dans les zones sismiques et les zones non stables ;
- Les lignes d'électricité doivent être placés le long de champs d'isolement des routes et des quartiers d'habitations ;
- Il faut prendre en considération la distance entre la station de pompage et les différents ouvrages urbains, une distance qui assure l'élimination des dangers provoqués par l'un ou l'autre ;
- Choisir le cheminement le plus court pour la conduite de refoulement pour réduire les pertes de charges ainsi que les travaux de terrassement ;
- Construire la station de pompage en prenant en considération les normes internationales dans ce domaine.

La station de pompage doit être équipée de :

- L'accès à tous les ouvrages
- Plateforme avec une très bonne qualité de béton
- Prévoir des moyens de dérivation des eaux pluviales, drainage par des caniveaux

Détermination de la hauteur d'élévation calculée bassin 1 Born 6 :

A partir du calcul paramètres hydraulique de réseau de conduite de distribution

$$\text{HMT} = \text{CTN borne} - \text{CTN bassin} + \text{perte de charge} + P$$

$HMT = 51.69\text{m}$

$$Q_{eq} = 70\text{l/s} = 0,07\text{m}^3/\text{s}$$

Détermination du nombre de pompes :

Notre station de pompage est dimensionnée à partir d'un débit max journalier, donc il faudra choisir un nombre de pompes qui assure un débit total égal à ce débit maximum.

Les critères à respecter dans le choix sont :

- Nombre minimal de pompes
- Rendement plus important.
- NPSH requis minimum.
- Puissance absorbée minimale
- Le nombre de tours par min plus important.

Pour le choix des pompes on a, les pompes centrifuges à axe horizontal

Pompe à axe horizontale : On choisit $n=2p+1$

Avec n : nombre de pompes.

Pour $p=0$ ($n=1$) \Rightarrow (pas de pompe).

Tableau 46 les caractéristiques de la pompe choisie.

n	$Q_{cal} = Q_f/n$ (L/s)	H_{cal} (M ce)	Type de pompe	η (%)	Nombre de tours (tr/min)	P_{abs} (K w)	(NPSH) _r (m)	Da (m)	Dr (mm)
2	70.9	53.3	MEC-AZ3/100D	76.1	2920	50.4	6.1	125	100
2	72.7	56.1	MEC-AZRBH 2/125E	75.9	2900	53.7	3.64	150	125
2	70.75	53.2	MEC-A4/125A	75.9	1460	49	2.99	150	125
2	66.09	46.4	MEC-A1/125A	69.8	2920	43.5	3.04	150	125

Pompe choisie : c'est celle sélectionnée en bleu,

Nome de pompe MEC-A 4/125A

Les résultats donnés par le logiciel **CAPRARI**

Choix des pompes de secours :0

On a : Si $n < 4$ donc $n' = 1$

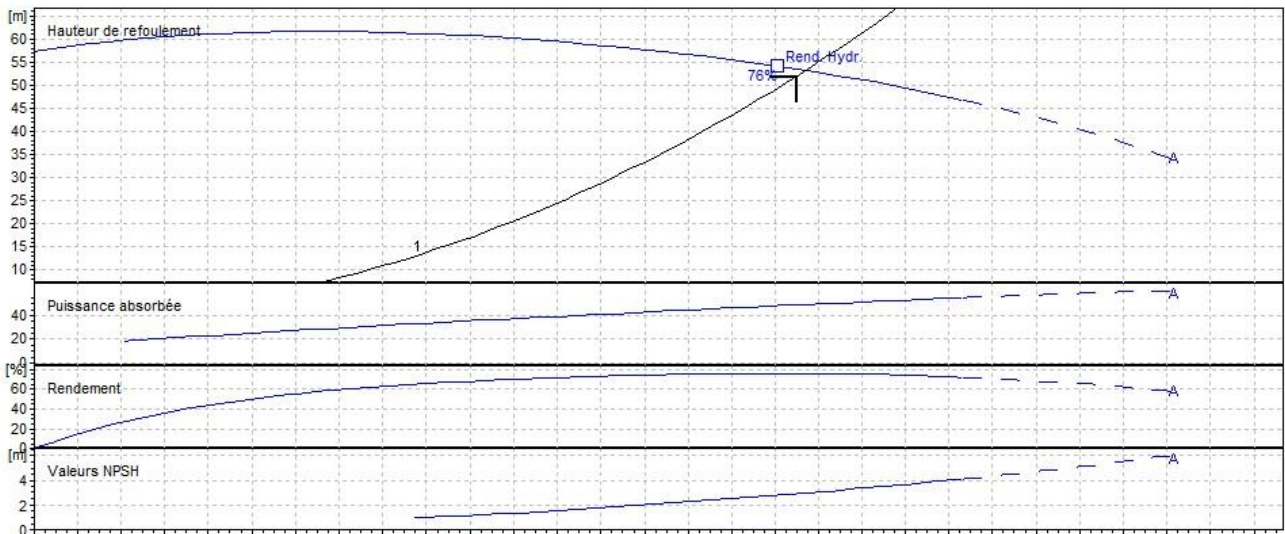


Figure 19 Courbe caractéristique de la pompe choisie.

Si $4 < n < 6$ donc $n' = 2$ \hookrightarrow Donc : $n' = 1$

Si $n > 6$ donc $n' = 3$

Pour les Trois autres pompes on a les mêmes HMT entre 51 et 52 mètres.

Et le même débit 70 l/s, on aura les étapes pareilles pour le choix de la pompe et même pompes choisies.

Détermination de la hauteur admissible d'aspiration :

La pompe est installée en aspiration :

Pour que la pompe soit bien calée vis-à-vis de la cavitation

Nous avons :

$$(NPSH)_d = (NPSH)_r + 0,5.$$

$$(NPSH)_d = \frac{P_{at}}{\rho} - \frac{P_v}{\rho} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}^2}{2g} - h_{adm}^{asp} = (NPSH)_r + 0,5$$

$$\Rightarrow h_{adm}^{asp} = \frac{P_{at}}{\rho} - \frac{P_v}{\rho} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}^2}{2g} - (NPSH)_r - 0,5$$

-La longueur d'aspiration $L'_{\text{Aspiration.}} = 5 \text{ m}$

$$\sum h_{asp}^{lin} = \frac{5 * 4}{1000} = 0,02 \text{ m}$$

Et : $\sum h_p^{sing} = (0,10 \div 0,15) \cdot \sum h_p^{lin}$

$$\sum h_p^{sing} = 0,15 \cdot 0,02 = 0,003 \text{ m}$$

$V_a = 1,16 \text{ m/s}$.

Da = (1,2 ÷ 1,5) da = 300 mm.

Da : Diamètre de la tulipe d'aspiration.

$$\frac{V_{asp}^2}{2 \cdot g} = \frac{1,4^2}{2 \cdot 9,81} = 0,07 \text{ m}$$

$$\frac{Pv}{\omega} = 0,183 \text{ \AA } 18^\circ \text{ c}$$

$$h_{adm}^{asp} = 10,33 - 0,183 - 0,07 - 0,023 - 3,64 - 0,5 = 5,914 \text{ m}$$

Donc : $(NPSH)_d = 5,914 \text{ m} > 3,64 = (NPSH)_r$

Notre pompe est loin au risque de cavitation.

La cote de l'axe de la pompe donc est de :

$$\nabla_{\text{Axe}} = \nabla_{\text{min}} + h_{asp. \text{ \AA } dm} - 0,5$$

Conclusion :

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

Dans le cadre de la réalisation du projet, la ferme est découpée en 30 îlots d'irrigation, avec 30 bornes et une superficie totale de 229 ha.

En deuxième phase, nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du réseau de distribution du périmètre d'étude.

En dernier lieu on a fait les calculs du réservoir de distribution le choix de la pompe.

CHAPITRES VI Etudes des techniques d'irrigation 2

Introduction

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

L'irrigation de surface

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

L'irrigation par ruissellement

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

L'irrigation par submersion

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

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

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

Les avantages de l'irrigation de surface

- Les investissements pour l'équipement sont peu élevés ;
- Pas de dépense pour la mise sous pression de l'eau ;
- Possibilité de lessivage sans risques d'érosion ;

Les inconvénients

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

L'irrigation par surpression :

L'eau est acheminée aux cultures par pompage artificiel.

L'irrigation par aspersion

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



Figure 20L'irrigation par aspersion.

Les avantages

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

Les inconvénients

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

L'irrigation localisée (goutte à goutte)

L'irrigation localisée apporte l'eau nécessaire directement au pied des végétaux. Ce sont des systèmes très utilisés en maraichage, en arboriculture et en horticulture. Le plus connu de ces principes est sans doute le « goutte à goutte », d'autres systèmes existent également tels que les tubes poreux alignés sur le sol ou mini-asperseurs. Ces derniers sont utilisés notamment en arboriculture (Mkki, 1988). L'eau est acheminée aux cultures au moyen de tuyaux munis de goutteurs et s'écoule par ceux-ci sous forme de gouttes avec un faible débit.



Figure 21 Système d'irrigation localisée.

Composition d'une installation goutte à goutte

Point de fourniture d'eau :

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

L'unité de tête :

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

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

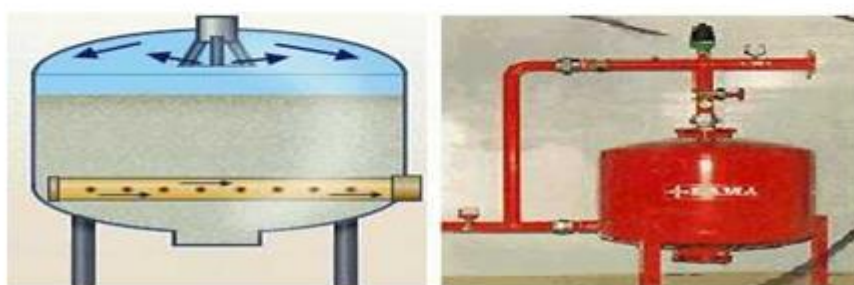
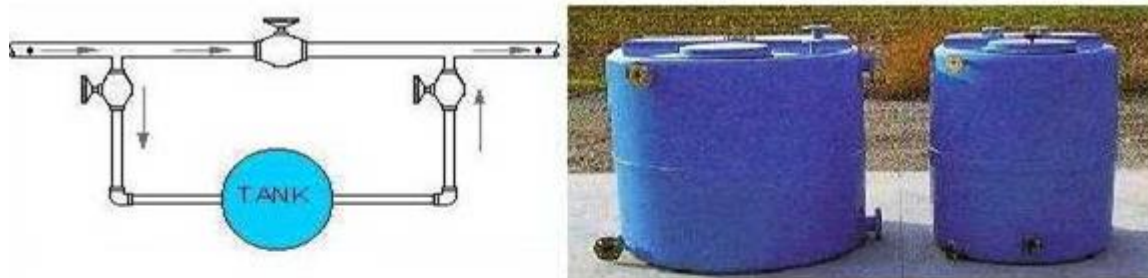


Figure 22 Dilueur d'engrais et filtre a gravier .

Conduites et rampes

La conduite principale

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

La porte rampe

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

Les rampes

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

Les distributeurs

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



Figure 23 Goutteur

Différents types de distributeurs

- Goutteurs : les plus utilisés ont des débits de 2 l/h pour les cultures maraîchères et de 4 l/h pour les cultures pérennes. Ils sont placés en dérivation, en ligne ou intégrés dans les rampes.
- Gaines : destinée aux cultures maraîchères, peut être utilisée pour les vergers ; elles assurent conjointement un rôle de transport et de distributeur.
- Tubes poreux : la paroi à structure poreuse laisse passer l'eau, ils sont généralement enterrés.
- Mini diffuseurs : ils sont toujours placés en dérivation, fixés directement sur la rampe, fonctionnent comme de petits asperseurs statiques ne couvrant qu'une partie de la surface du sol au voisinage des cultures.

Les facteurs essentiels pour l'utilisations de système goutte à goutte

Qualité de l'eau

C'est un élément essentiel dont vont dépendre les risques de colmatage des distributeurs. Les eaux de mauvaise qualité (trop chargées) sont généralement des eaux de surface (rivière, canaux lacs, bassins) riches en impuretés sous forme minérale ou organique. Si les éléments les plus gros sont retenus par une filtration efficace, les éléments très fins par contre traversent les filtres et se déposent à l'intérieur des distributeurs entraînant peu à peu une diminution de leur débit.

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

Nature du sol

La nature du sol permet de choisir entre mini diffuseurs et goutteurs. Dans certains sols très filtrants, sableux ou caillouteux comportant une nature grossière, pour lesquels la diffusion latérale de l'eau est faible, ainsi que dans certains sols argileux comportant des argiles gonflantes dont la dessiccation entraîne la formation de fentes retraites.

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

Nature des cultures

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

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

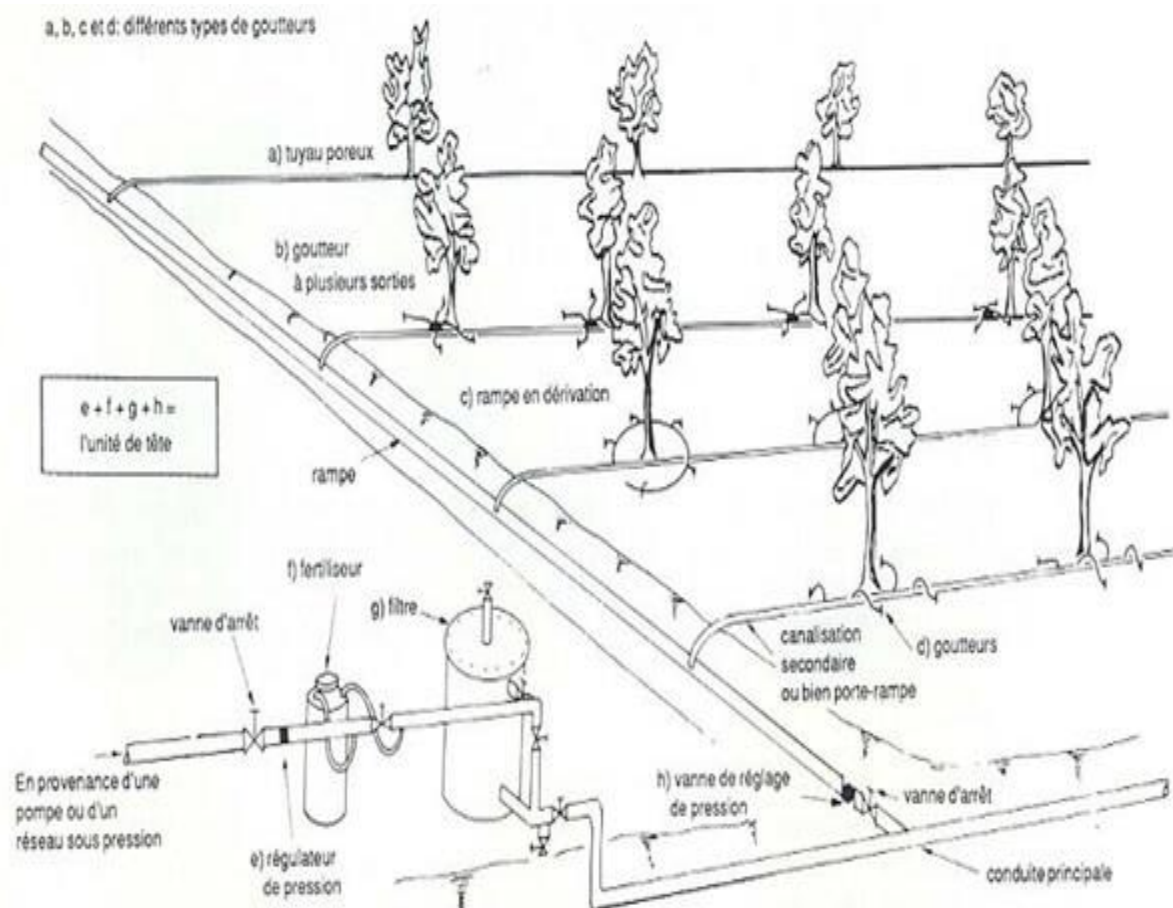


Figure 24 Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte.

Les Avantages de la technique de la goutte à goutte

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

Les inconvénients de la goutte à goutte

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

Apte seulement pour les cultures en ligne (arboricoles et maraîchères).

Choix de la technique d'arrosage

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

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

Contraintes	Irrigation de surface		Irrigation par Aspersion	Irrigation Localisée
	Par Rigole	Par Planche		
• Contraintes Naturelle				
▪ Évaporation	+	+	++	++
▪ Vent	+++	+++	++	+++
▪ Texture (Limono-argileuse)	++	++	++	+++
▪ Perméabilité (moy)	++	++	+++	++
▪ Pente (<0.5%)	+++	+++	+++	+++
▪ Qualité d'eau d'irrigation (Bonne)	+++	+++	+++	+++
• Contraintes agronomiques				
▪ Maraîchage	+++	++	++	+++
▪ Céréales	x	x	+++	x
▪ Arbres	+++	+	x	+++
• C. technique				
▪ Personnel qualifié	+++	+++	+++	+++
• Économie d'eau	x	x	++	+++

Tableau 47 Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.

Remarque :

X : Déconseillé ; + : Adapté avec réserve ; ++ : Adapté ; +++ : Très Adapté

Conclusion

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

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

Chapitre VII dimensionnement à la parcelle

Introduction

Un réseau d'irrigation est l'ensemble d'organes, d'ouvrages et d'appareils qui assurent le transport, la répartition et la distribution de l'eau à l'exploitation agricole ; dans chaque parcelle concernée par l'irrigation

Le présent chapitre concerne le dimensionnement du réseau d'asperseur, dont les principales caractéristiques ont été définies précédemment. Pour ce projet, nous avons choisi d'étudier la culture de blé.

Données de base pour le dimensionnement

- Numéro de la parcelle : n°1 alimentée par la borne n°1 (borne à une prise)
- La pression calculée : 4.56 bars.
- La surface : 13.27 ha.
- Culture : blé
- Choix du mode de couverture : pour des raisons économiques, on adopte pour la couverture totale.
 - Temps de travail : 20 heures par jour, et 26 jours par mois
 - Besoins en eau de pointes : 197.27 mm pour le mois d'Avril.
 - Perméabilité du sol : le sol est de type limoneux-argileux avec une perméabilité estimée de : $K = 7 \text{ mm/h}$.

Calcul de la Dose pratique :

La RFU est calculée comme suit :

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

Y : degré de tarissement : égal à $\frac{2}{3}$

D_a : densité apparente : égale à 1.4

Z : profondeur d'enracinement mm (0,60 m pour Le blé)

H_{cc} : humidité à la capacité au champ (14%)

H_{pf} : humidité au point de flétrissement (06%).

$$RFU = \frac{(14-06)}{100} \times 0.6 \times 1.4 \times \frac{2}{3} \times 1000 = \mathbf{44.8 \text{ mm}}$$

Dimensionnement théorique :

Calcul du diamètre de l'ajutage :

La perméabilité du sol $K = 7 \text{ mm/h}$

On pose $p \leq k$ tel que p est la pluviométrie de la buse.

Le diamètre de la buse se calcul, par la relation suivante :

$$P = \frac{1.5 \times d}{1.04}$$

D'où :
$$d = \frac{1.04 \times 7}{1.5} = \mathbf{4.85 \text{ mm}}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type (caractéristique de l'asperseur circulaire **PERROT ZF 30**), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de **4.8 mm**.

calcul de la portée du jet (L) :

La portée du jet se calcule par l'équation suivante :

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25}$$

Tel que :

d : diamètre de la buse en (mm)

h : pression de la buse en (m), dans notre cas $h = 3.0 \text{ bars} = 30 \text{ m}$.

$$L = 3 \times 4.8^{0,5} \times 30^{0,25} = \mathbf{15.38 \text{ m}}$$

- Théoriquement, cette formule est valable, mais demande encore plus de précision en fonction du diamètre choisi et recommandé par le fournisseur. D'après le catalogue du fournisseur **PERROT** pour le diamètre de la buse de **4,80 mm** à une pression de service minimale de **03 bars** la portée calculée est de **16,0 m**.

Ecartement entre les rampes et les arroseurs :

En fonction de la vitesse du vent, les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

1. L'écartement E_l entre les lignes d'arrosage est égal à 1,25 L pour un vent faible et à 1,02 L pour un vent fort.

2. L'écartement E_a entre les arroseurs sur la rampe est égal à 0,8 L pour un vent faible et à 0,5 L pour un vent fort.

Notre zone d'étude présente des vitesses de vents oscillant entre 4.0 et 7.28 m/s, qui correspondent à des conditions de vent peu violents, donc on prend les valeurs suivantes :

$$E_l = 1.25 \times 16 = 20 \text{ m}$$

$$E_a = 0.8 \times 16 = 12.8 \text{ m}$$

On prend les valeurs normalisées des écartements, d'où :

$$E_l = 18 \text{ m}$$

$$E_a = 12 \text{ m}$$

Calcul du débit de l'asperseur :

Le débit d'un asperseur se calcule, par la relation suivante :

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \cdot d^2}{4} \times \sqrt{2gh}$$

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \times (4.8)^2}{4} \times \sqrt{2 \times (9.81) \times 30} = 4.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 1.50 \text{ m}^3/\text{h}$$

Vérification de la pluviométrie de la buse :

Si on admet que l'écartement est proportionnel à L, la pluviométrie horaire p en (mm/h) peut être appréciée via la relation :

$$p = \frac{q}{E_a \times E_l}$$

$$p = \frac{1.50 \times 1000}{12 \times 18} = 6.95 \text{ mm/h}$$

Donc le diamètre de la buse choisi va assurer une pluviométrie $P \leq K = 7 \text{ mm/h}$.

Calcul du tour d'eau :

$$T_{eau} = \frac{\text{Dose}_{RFU} \times NJ}{B_{pointe}}$$

Avec :

$$\text{Dose}_{RFU} = 44.8 \text{ mm}$$

$$NJ = 26 \text{ jours/mois}$$

$$B_{pointe} = 197.27 \text{ mm}$$

$$T_{eau} = \frac{44.8 \times 26}{197.27} = 5.9 \text{ jours}$$

Donc le nombre d'irrigation sera égal à 5 irrigations par mois, soit chaque 5 jours.

Efficienc e d'irrigation = **0.75**

Besoin journalier = $44.8/30 = 1.49$ mm

La nouvelle dose reelle = $5 \times 1.49 = 5.96$ mm

La nouvelle dose brute = $5.96/0.75 = 7.94$ mm

Le temps d'arrosage par position sans dépasser la capacité d'infiltration :

$$T_a = \frac{\text{dose brute}}{P}$$

Pour $P = 7$ mm/h on aura :

$T_a = 7.94/7$ le temps d'arrosage est de $7,13 = 2$ heures.

Donc on pourra adopter deux positions par jour pour chaque asperseur.

Calcul de l'unité d'arrosage S_u :

La surface unitaire arrosée ou unité de surface se calcule comme suit :

$$S_u = \frac{S}{T \times n}$$

$$S_u = \frac{13.27}{5 \times 2} = 1.327 \text{ Ha}$$

Nombre d'asperseurs requis :

$$N_{asp} = \frac{\text{Surface a arroser (m}^2\text{)}}{\text{Implantation}}$$

$$N_{asp} = \frac{1.327 \times 10000}{18 \times 12} = 62 \text{ asperseurs}$$

Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :

$$V = \text{Nbre de position par jour} \times \text{Nbre d'irrigation par mois} \times \text{dose} \times E_l \times E_a$$

$$V = \frac{2 \times 5 \times 44.8 \times 18 \times 12}{1000} = 96.76 \text{ m}^3$$

Dimensionnement hydraulique des rampes / portes rampes :

Cette étape de dimensionnement diffère d'une parcelle à une autre car elle basée sur les dimensions de la parcelle ainsi que la façon dont on projette le réseau d'aspersion, dans notre cas nous avons : la longueur du terrain est de **375m**, la largeur du terrain est de **350 m**.

La longueur de la rampe / porte rampe :

$$L_r = \frac{\text{Largeur du terrain}}{2} - \frac{E_a}{2} \quad \text{Et} \quad L_{pr} = \frac{\text{Longueur du terrain}}{2} - \frac{E_l}{2}$$

$$L_r = \frac{350}{2} - \frac{12}{2} = 169 \text{ m}$$

On prend : $L_r = 269 \text{ m}$

$$L_{pr} = \frac{375}{2} - \frac{18}{2} = 178.5 \text{ m}$$

On prend : $L_{pr} = 426 \text{ m}$

Le nombre d'asperseurs par rampe :

$$N_{asp/rampe} = \frac{L_r}{E_a}$$

$$N_{asp/r} = \frac{169}{12} = 14.08 = 14 \text{ asperseurs}$$

Nombre de rampes :

$$N_{rampes} = \frac{N_{asp}}{N_{asp/r}} = \frac{62}{14} = 4.42 = 5 \text{ rampes}$$

Donc on travaille avec 5 rampes !

Débit des rampes :

$$Q_{rampe} = Q_{asp} \times \text{nbre d'asperseur par rampe}$$

$$Q_{rampe} = 1.50 \times 14 = 21 \text{ m}^3/\text{h}$$

Débit de la porte rampe :

$$Q_{porte rampe} = Q_{rampe} \times N_{rampes}$$

$$Q_{porte rampe} = 21 \times 5 = 105 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dimensionnement de la rampe et du porte-rampe :

Pour l'estimation du diamètre des canalisations on prend une vitesse où : $V \leq V_{ADM}$,

$$V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] \text{ m/s}$$

On suppose que $V = 1.5 \text{ m/s}$ et on calcule le diamètre des canalisations :

$$D_{pr} = D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times v}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.04}{\pi \times 1.5}} = 0.18 \text{ m} = 180 \text{ mm}$$

Calcul des pertes de charge :

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les conduites est calculée généralement par une formule de type Hazen Williams :

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{Q^{1.852}}{D^{4.87}}$$

Avec :

ΔH : Perte de charge unitaires (m/m)

Q : Débit de la conduite en m³/s

C_H : coefficient équivalent à 130.

Pour **la rampe** on a : $L_r = 269$ m, $D_r = 0.18$ m, $Q_r = 0.009$ m³/s

Pour **la porte rampe** on a : $L = 426$ m, $D = 0.18$ m, $Q = 0.036$ m³/s

L'application de la règle de **Christiansen** conduit à imposer une perte de charge maximale de 20% de la pression de fonctionnement ($P = 3$ bars, $= 30$ m) entre le premier asperseur et l'asperseur le plus défavorisé, soit $\Delta H = 6$ m.

Pour une perte de charge totale de 0.12 m, la règle de Christiansen est donc respectée.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Paramètres	Porte Rampe	Rampe
Longueur (m)	426	269
Diamètre (mm)	180	180
Débit (m ³ /h)	132	33
Vitesse (m/s)	1.5	1.5

Tableau 48 Résultat du calcul pratique d'aspersion.

Calcul de la pression en tête du réseau :

C'est la pression nécessaire pour le bon fonctionnement du dernier asperseur.

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

H : pression à la tête de la parcelle.

H_1 : Pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).

H_2 : Perte de charge totale de la rampe

H_3 : La dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H = 30 + 0 = 30.011 \text{ m.}$$

$H = 3.0011$ bars, ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de plus de 4.0 bars. Et c'est le cas pour notre borne n 01 avec une pression de 4.56 bars.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement d'une aspersion, pour un type de culture (blé).

En irrigation gravitaire, cette culture consomma des volumes d'eau importants, de plus les rendements sont généralement faibles. Avec l'irrigation par aspersion, non seulement nous avons une efficacité de l'eau d'irrigation, mais aussi des rendements des cultures très élevés, ce qui permettra d'intensifier les cultures maraichères dans cette région.

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Introduction :

Le but de ce chapitre est l'évaluation du cout estimatif pour une meilleure réalisation et l'exécution des travaux de notre projet d'irrigation.

Ces travaux constituent :

- ✓ Le réseau de distribution ;
- ✓ La station de pompage ;
- ✓ Travaux divers ;

Exécution des travaux de pose des canalisations :

Exécution des tranchées :

C'est une opération de terrassement dépend des caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement (pelle mécanique). La profondeur minimale de la tranchée à excaver est de 1 m, la largeur de la tranchée doit être telle qu'un homme puisse travailler sans difficulté et elle augmente avec les diamètres des conduites à mettre en place. L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive.

Pose du lit de sable :

Le lit de pose a pour fonction première d'assurer une répartition uniforme des charges sur la zone d'appui, il y a donc lieu de poser les tuyaux de manière à ce qu'il n'y ait ni appui linéaire, ni appui ponctuel. Avant la pose des conduites on procède aux opérations suivantes :

- Eliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée ;
- Respecter les côtes du profil en long ;
- Nivelier soigneusement le fond de la tranchée ;
- Etablir une suite le fond de la fouille en confectionnant un lit de pose (Sable).

Dans notre cas on a une épaisseur de 20 cm.

Mise en place des canalisations :

La mise en place des conduites répond aux opérations suivantes :

- Les éléments sont posés à partir de l'aval et l'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont ;
- Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé ;
- Réaliser un fond de fouille bien rectiligne pour que les tuyaux y reposent sur toute leur longueur et éliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée ;
- Creuser le fond de fouille à côté de l'emboîtement de façon à éviter que celui-ci ne se pose pas sur le sol ;
- Réaliser si possible un appui de manière à ce que le tuyau repose sur un arc égal au moins au quart de sa circonférence extérieure.

Assemblage des conduites en PEHD :

Les conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) peuvent être livrées en barres de 6 à 12 m ou en couronnes par longueurs de 50 à 100 m. Pour le raccordement de ces conduites, deux procédés sont employés :

1-Jusqu'au diamètre 63, le raccordement est mécanique à emboîtement.

2-Raccord électro soudables : les raccords électro soudables en PEHD à emboîtement femelle sont munis sur leur diamètre intérieur d'une résistance chauffante.

Les deux extrémités de cette résistance sont reliées à des plots situés à l'entrée de chaque emboîtement. Le temps de soudage est de l'ordre d'une minute et celui du refroidissement est d'environ une heure. Pendant les cycles de chauffage et de refroidissement, le serrage, l'alignement et le maintien des tuyaux et accessoires en polyéthylène doivent être assurés par des positionneurs.

Ce procédé d'assemblage des tuyaux présente l'avantage d'éviter la mise en place des butées, d'où une économie d'exécution, à laquelle s'ajoute celle d'encombrement du sous-sol.

Contrôle du compactage des tranchées :

Le compactage de la zone d'enrobage et de remblaiement influe directement sur la répartition des charges à la périphérie du tuyau donc sur la stabilité de celui-ci.

Il est nécessaire de vérifier la qualité de réalisation de cette opération. Le contrôle peut utilement être réalisable à l'aide d'un outil peu coûteux, pratique et très rapide à mettre en œuvre que l'on appelle « Sonde battus ». Cet appareil permet :

- Une approche relativement faible de la densité du sol.
- De déceler rapidement les défauts de compactage d'une tranchée.

Choix des engins du chantier :

Il est important de choisir pour chaque type de travail, l'engin et le matériel le mieux adapté, de manière à obtenir un meilleur rendement. Pour notre cas on a envisagé de choisir les engins classiques de chantier qui sont présentés dans le tableau 46.

Tableau 49 Les engins utilisés pour la mise en place des conduites et leurs rôles.

Nom de l'engin	Rôle de l'engin
Un chargeur	Charger les déblais excédentaires dans les camions.
Une pelle mécanique	Extraire les déblais, et les charger directement si c'est possible dans le camion, poser le lit de sable et le remblai.
Un compacteur à rouleau lisse	Compacter la couche de sable de 20 cm.
Un camion	Evacuer les déblais.
Appareil de soudure	Assurer l'assemblage des conduites.
Sonde battu	Contrôler le compactage des tranchées.
Une dame sauteuse	Le compactage du remblai au tour de la conduite et avoir un bon support.



Figure 25 Une pelle mécanique.



Figure 26 pose de canalisation.

Facture des différents types de conduites du réseau de distribution :

Les prix des conduites sont présentés comme suite :

Conduites	Type de conduite	Unités de mesure	Quantité (m)	Prix unitaire (DA/m)	Montant (DA)
Ø 75	PEHD	ml	44	193.61	8518.84
Ø 90	PEHD	ml	2982	278.35	830039.7
Ø 110	PEHD	ml	1651	416.1	686981.1
Ø 125	PEHD	ml	1635	530.1	866713.5
Ø160	PEHD	ml	4014	868.3	3485356.2
Ø 200	PEHD	ml	1033	1 358.50	1403330.5
Ø 250	PEHD	ml	419	2 109.00	883671
Ø700	Fonte	ml	9743	18500	180245500
Total (HT)					188410110.8
TVA (19%)					35797921.06

Total (TTC)	152612189.8
--------------------	--------------------

Tableau 50Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.

	unité de mesure	Quantité	prix unitaire(DA)	Montant(DA)
Les bornes d'irrigation	U	31	50 000	1550000
Ventouses Ø80	U	1	3800	3800
Vidange Ø100	U	1	2500	2500
Vanne Ø350	U	6	14000	84000
Vanne Ø160	U	7	12000	84000
Vanne Ø110	U	7	100000	700000
matériaux d'irrigation localisée				
Les goutteurs	u	2125	31	65875
Les rampes Ø16	ml	2880	30.64	88243.2
Les portes rampes Ø63	ml	80	450.62	36049.6
Conduite tertiaire Ø63	ml	535	200	107000
Vanne	u	1	14000	14000
matériaux d'irrigation aspersion				
Les asperseurs		5	600	3000
Les rampes Ø16	ml	960	30.64	29414.4
Les portes rampes Ø63	ml	143	450.62	64438.66
Conduite tertiaire Ø63	ml	205	200	41000
Vanne	u	1	1400	1400
Total				2874720.86
TVA 19%				546956.963
TCC				3425677.82

Tableau 51Cout des équipements de protection du réseau de distribution.

Frais des travaux sur réseau d'irrigation :

Il s'agit des frais des travaux exécutés pour la réalisation des tranchées et autres emplacements pour la pose de canalisations :

Calcul des volumes de remblai et de déblai :

La longueur du fond de tranchée :

La longueur d'ouverture de tranchée est donnée par la formule suivante :

$$B=D+(2\times 0,3) ;$$

Avec : D : le diamètre de la conduite en (m).

Profondeur de la tranchée :

La profondeur de la conduite doit être correctement installée.

$$H=D+0,8+e ;$$

E=hauteurs du lit de pose (m).

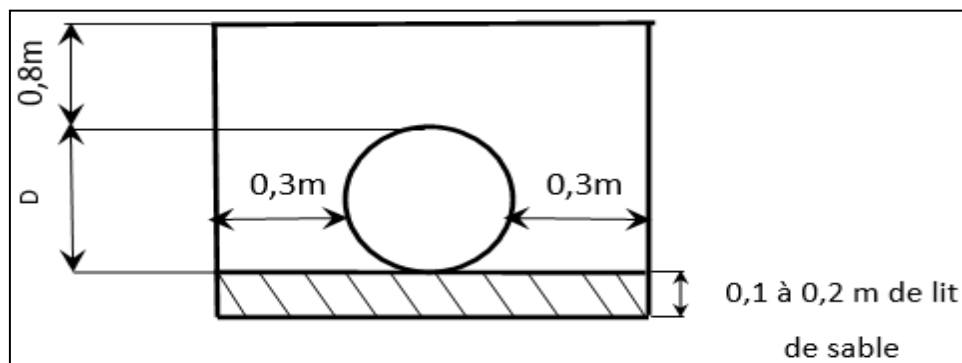


Figure 27 Disposition de la conduite dans une tranchée.

Volume de **déblai** :

On s'intéresse à une surface rectangulaire :

$$S=B\times H.$$

$$V_{\text{déblai}} = V_d - V_c - V_s;$$

V_d : volume de déblai (m^3) ;

V_s : volume du sable (m^3) ;

V_c : volume occupé par la conduite (m^3). $V_c = L \times \left(\frac{\pi \times D^2}{4} \right)$.

Volume de **lit** du sable :

Ce lit correspond à une couche de sable de 12 cm sur le fond de la tranchée.

$$V_s = e \times B \times L ;$$

Conduite	La longueur	La largeur	La hauteur	V déblai	V sable	V conduite	V remblai
Conduite de refoulement							
Ø700 Fonte	2331	7.6	8	5151.5	606.1	897.1	3648.4
Conduite de distribution							
Ø 75 PEHD	44	1.35	1.75	31.93	5.94	0.19	25.79
Ø 90 PEHD	2982	1.5	1.9	2242.76	411.52	18.97	1812.28
Ø 110 PEHD	1651	1.7	2.1	1301.15	234.44	15.69	1051.02
Ø 125 PEHD	1635	1.85	2.25	1333.55	237.08	20.06	1076.41
Ø160 PEHD	4014	2.2	2.6	3538.74	610.13	80.71	2847.91
Ø 200 PEHD	1033	2.6	3	991.68	165.28	32.45	793.95
Ø 250 PEHD	419	3.1	3.5	445.19	71.23	20.57	353.39
Ø700 Fonte	9743	7.6	8	21532.03	1266.59	3749.55	16515.89
la somme				36568.54	3608.26	4835.27	28125.01

Tableau 52 Calcul des différents volumes.

Volumes	Unité de mesure	Quantités	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Déblai	m3	36568.53958	1000	36568539.58
Pose du lit de sable	m4	3608.261	1100	3969087.1
Remblai de la tranchée	m5	28125.01281	600	16875007.69
Evacuation de terres	m6	8443.52676	500	4221763.38
			total	61634397.74
			TTC	73344933.32

Tableau 53 Coût des travaux de terrassement.

Le cout total du projet en prenant en compte toutes les opérations financières est de l'ordre de :
CT = 109689811 DA

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons défini les étapes nécessaires de pose des canalisations d'un réseau d'irrigation, puis on a calculé les volumes de terrassement et déterminé les engins nécessaires pour faciliter l'opération de pose. Une pose bien faite influe positivement sur la canalisation qui va devenir un excellent outil de transport, sûr, économique et durable.

En définitive, la mise en œuvre de ce projet repose sur une étude minutieuse ayant pris en compte toutes les phases d'exécution du projet avec une recherche approfondie des prix du marché des matériaux recueillis auprès des fournisseurs. Le cout total du projet (TTC) est de l'ordre de : cent-neuf million six-cent quatre-vingt-neuf mille huit-cent-onze dinars Algérien

Conclusion générale

Ce mémoire, sans être exhaustif, présente une récapitulation détaillée et raisonnée de l'ensemble des données pratiques pour conduire au mieux l'aménagement hydro agricole du périmètre d'El Remtha 10 (Wilaya de Ouargla) qui s'étend sur une superficie nette de 250 ha irrigué à partir des cartes forages, a fait l'objet de ce mémoire de fin d'études qui comporte huit chapitres.

En premier lieu, une étude détaillée de la région et sous différents angles a permis de classer son climat comme étant semi-aride avec une période sèche d'environ six mois.

Deuxièmement on a quantifié les ressources en sol et en eau disponibles au niveau de la région Ouargla afin de les exploiter au mieux dans la réalisation du projet.

Puis vient alors le dimensionnement du système distribution qui est indispensable pour l'optimisation de l'eau lors de son acheminement jusqu'aux bornes des ilots.

En outre, pour notre périmètre est caractérisé par des terrains plats avec une pente irrégulière de 1.7 % dirigée parfois vers le nord et d'autres fois vers l'est et une altitude varie entre 227 m et 234 m, son alimentation se fera par des pompes monobloc Placés aux points des forages

Après d'avoir opté pour le système l'aspersion étant donné les multiples avantages qu'elle offre, on est passé au dimensionnement à la parcelle.

En fin pour compléter notre travail on a estimé le cout total du projet qui est primordial car l'ingénieur doit avoir la notion de la faisabilité technique mais aussi de la rentabilité économique, dans notre cas l'aménagement demande un montant d'environ cent-neuf million six-cent quatre-vingt-neuf mille huit-cent-onze dinars Algérien.

Références bibliographiques

- Ballais, Jean-Louis. « Des oueds mythiques aux rivières artificielles : l'hydrographie du Bas-Sahara algérien ». *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, n° Volume 4 (1 janvier 2010): 107-27. <https://doi.org/10.4000/physio-geo.1173>.
- Idder, Tahar, Abdelhak Idder, Abdourahamane Tankari Dan-Badjo, Amina Benzida, Soumia Merabet, Hamza Negais, et Aïcha Serraye. « Les oasis du Sahara algérien, entre excédents hydriques et salinité. L'exemple de l'oasis de Ouargla ». *Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science* 27, n° 2 (2014): 155-64.
- Maha, Kharroubi, Bouselsal Boualem, et Samia Hadj-Said. « Contribution à l'étude hydrogéologique de l'aquifère du Complexe Terminal de la cuvette d'Ouargla. » 16 octobre 2019.
- Salah, BELKSIER Mohamed. « Caractéristiques hydrogéologiques de la nappe superficielle dans la région de l'Oued Righ et évaluation de l'impact de la pollution et de la salinité sur la qualité de ses eaux. », s. d.