

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME DU PROJET :

**ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DU
PERIMETRE RECHA- OUMZEBODJ DE RECHAIGUA
(W. TIARET)**

PRESENTE PAR :

DJOUAB MAROUA HADJER

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
Mr MEDDI MOHAMED	Professeur	Président
Mr YAHIAOUI SAMIR	M.A.A	Membre
Mme SAIL NADHIRA	M.A.A	Membre
Mr AZIB MAKHLOUF	M.C.A	Promoteur

- novembre 2020-

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes parents .

A tous mes frères et mes sœurs .

A tous mes proches et mes amis .

A Mr Saad Abderrahmane (que dieu ait pitié de son âme)

Djouab maroua

Remerciements

Mes Remerciements vont, tout d'abord, à Mon Promoteur Mr : AZIB.M , qui a accepté de diriger mon travail . Qu'il trouve, ici, l'Expression Sincère de ma vive gratitude.

Je suis également reconnaissante aux membres de Jury qui, malgré leurs occupations, ont bien voulu examiner et évaluer mon travail ; je les en Remercie vivement.

Je tiens à remercier du fond de cœur toute l'équipe de l'INSID de Ksar chellala pour l'accueil chaleureux et pour leurs précieuses aides et leurs conseils , et de cela je cite Mr BOUDAOU.D.H le directeur de l'INSID pour son contribution tant morale que matérielle .

Je Remercie mes Enseignants et tout le personnel de l'ENSH pour leurs contributions à ma formation d'Ingénieur d'état en hydraulique.

Enfin, que tous ceux qui n'ont pas été cité tout en ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de cette œuvre trouvent à travers celle-ci que j' en suis très reconnaissante .

Je les remercie encore une fois.

MERCI

ملخص

أدى النقص الكبير في الموارد المائية إلى البحث عن تقنيات جديدة وفعالة للاستخدام العقلاني للمياه وخاصة في مجال الري الزراعي .
الهدف الأساسي من هذه الأطروحة يتعلق بالتخطيط و استصلاح المحيط الفلاحي " رشا و أم زبوج " الذي يمتد على مساحة قدرها 8916 هكتارًا في ولايت تيارت ، وإيجاد حلول للمشاكل التي تواجه المنطقة.
بعد تحليل الظروف الطبيعية قمنا بإمداد المحيط بالمياه الجوفية عن طريق الآبار المنجزة في المحيط مع إدخال تقنيات الري الحديثة التي تعتمد على الخصائص المناخية والتربة للمحيط مثل الري بالتنقيط والري بالرش للتحكم في كمية المياه التي يستخدمها النبات وتحسينها وتقليل الفاقد من المياه.

Résumé

La grande carence des ressources en eau a conduit à la recherche des techniques nouvelles et efficaces pour l'usage rationnelle de l'eau en particulier dans le domaine de l'irrigation .

L'objectif essentiel de ce mémoire concerne la planification et la gestion hydro-agricole et l'aménagement du périmètre Racha-Oumzeboudj de 8 916 hectares dans la wilaya du Tiaret , et de trouver des solutions aux problèmes rencontrés dans la zone.

Après avoir analysé les conditions naturelles de la zone , nous avons projeté un système d'adduction à partir des eaux souterraines des forages réalisés . Les techniques d'irrigation retenues sont le goutte à goutte et l'aspersion pour contrôler et optimiser la quantité d'eau utilisée par la plante et réduire les pertes d'eau .

Abstract :

The big deficiency in the aquatic resources led to the searching about new and effective technicalities for the intellectual usage of water especially in the domain of agricultural irrigation .

The essential goal of this thesis concerns planning and hydro-agricultural management and development of the Recha-oumzeboudj perimeter of 8916 hectares in the province of Tiaret , and to find solutions to the problems encountered in the area . This implies the introduction of modern irrigation techniques which depends on the climatic and soil characteristics of the perimeter such as irrigation by dropping , sprinkler irrigation to control and optimize the amount of water used by plant and to reduce the losses of water .

Key words : irrigation , irrigation by dropping , sprinkler irrigation , hydro-agricultural management

Liste des figures

Chapitre I : Présentation générale de la zone d'étude

Figure I.1: Localisation du périmètre sur une image satellitaire .	4
Figure I.2: L'occupation de la SAU dans la commune de Rechaigua	7
Figure I.3: Régime mensuelle des minimas et maximas	10
Figure I.4: Diagramme bioclimatique d'Emberger	15
Figure I.5: Figure ombrothermique de Gaussen	16

Chapitre II : Etude agro-pédologique

Figure II.1 : Carte d'implantation des profil pédologiques.....	19
Figure II.2 : Aspects de surface profil 17.....	21
Figure II.3: Aspects de surface profil 29.....	24

Chapitre III : Ressources en eau , Hydrologie

Figure III.1: Diagramme de classification des eaux d'irrigation	37
Figure III.2: Ajustement des pluies annuelles à la loi normale	44
Figure III.3: Ajustement des pluies annuelles à la loi log normale	44

Chapitre IV : Les besoins en eau des cultures

Figure IV.1 : Réserve utile (WIKIPEDIA)	51
--	----

Chapitre V : Aménagement du périmètre

Figure V.1 : Courbe caractéristiques de la pompe	72
---	----

Chapitre VI : Les techniques d'irrigation

FigureVI.1: Irrigation par aspersion	83
FigureVI.2: Irrigation par pivot	84
Figure VI .3 : Irrigation par goutte à goutte	85

Chapitre VII: Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

FigureVII.1: Schéma explicatif d'un réseau goutte à goutte	93
FigureVII.2: Schéma de l'emplacement et nombre des gouteurs par arbre	92

Chapitre VIII : Evaluation du cout du projet

FigureVIII.8: Shéma simplifié pour place la conduite d'adduction.	102
---	-----

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation générale de la zone d'étude

Tableau I.1: Les pluies moyennes mensuelles station de Ksar Chellala (1990-2015)	9
Tableau I.2: Répartition des temperatures moyennes interannuelles station K Chellala.....	10
Tableau I.3: Humudité relative station K Chellala	11
Tableau I.4: vitesse du vent (m/s) de la zone	11
Tableau I.5: Nombre de jours moyens des vents de sable mensuellement	12
Tableau I.6: Fréquence des gelées (1990-2016).....	12
Tableau I.7: Nombre de jours moyens d'orage par mois	12
Tableau I.8: Insolation moyenne journalière en h/j	13
Tableau I.9: Classification de climat selon MARTONE	14

Chapitre II : Etude agro-pédologique

Tableau II.1: Résultats des analyses physico_chimiques profil 17	21
Tableau II.2: Résultats des analyses physico_chimiques profil 29	24
Tableau II.3: Résultats des analyses physico_chimiques profil 7	27
Tableau II.4: Propriétés hydrodynamiques des sols	29
Tableau II.5: Aptitudes culturale selon les sols	29

Chapitre III : Ressources en eau , Hydrologie

Tableau III.1: Caractéristiques des forages	33
Tableau III.2. Resultats des analyses de l'eau (laboratoire BNEDER)	34
Tableau III.3 .Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique	35
Tableau III-4: Classification des eaux en fonction du S.A.R	35
Tableau III-5: Série de précipitations moyennes fournies par la station météorologique	38
Tableau III-6: Test d'homogénéité Wilcoxon	40
Tableau III-7: Test de validité des deux ajustements	43
Tableau III-8: Les données d'ajustement à la loi de Gauss	45
Tableau III-9: Calcul les pluies mensuelles pour l'année sèche	45

Chapitre IV : Les besoins en eau des cultures

Tableau IV.1: Les résultats de L'Evapotranspiration de référence du CROPWAT	49
Tableau IV.2: Précipitation efficace dans la zone d'étude	52
Tableau IV.3: Occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre.....	53
Tableau IV.4: Les cultures proposées à la zone d'étude	53
Tableau IV.5: La rotation des assolements proposée pour notre périmètre	55
Tableau IV.6 : Calcul des besoins en eau d'irrigation de l'olivier	55
Tableau IV.7: Calcul des besoins en eau d'irrigation blé / Avoine	56
Tableau IV.8: Calcul des besoins en eau d'irrigation de l'orge grain	56
Tableau IV.9: Calcul des besoins en eau d'irrigation de pomme de terre	57
Tableau IV.10: Calcul des besoins en eau d'irrigation de carotte	57
Tableau IV.11: Calcul des besoins en eau d'irrigation de concombre	58
Tableau IV.12: Calcul des besoins en eau d'irrigation Tomate	58
Tableau IV.13: Calcul des besoins en eau d'irrigation oignon	59
Tableau IV.14: Calcul des besoins en eau d'irrigation de l'Haricot	59
Tableau IV.15: Calcul des besoins en eau d'irrigation de Luzerne	60
Tableau IV.16: Calcul des besoins en eau d'irrigation de maïs	60
Tableau IV.17: Calcul des besoins en eau d'irrigation de l'orge vert	61
Tableau IV.18: Les besoins en eau d'irrigation pour l'assolement 1.....	62
Tableau IV.19: Les besoins en eau d'irrigation pour l'assolement 2.....	62

Chapitre V : Aménagement du périmètre

Tableau V.1: Caractéristiques des forages	68
Tableau V.2: les pertes de charges de refoulement (forage 01).....	71
Tableau V.3: Caractéristiques de la pompe choisi (forage 01).....	72
Tableau V.4: Les pertes de charges de refoulement (forage 02)	72
Tableau V.5: Caractéristiques de la pompe choisi (forage 02)	73
Tableau V.6: Diamètre de la borne d'irrigation	74
Tableau V.7: Les débits de chaque ilot et diamètre des bornes	75
Tableau V.8: Débits et les diamètres des conduites	78
Tableau V.9: Résultats du calculs (pressions , vitesse , perte de charge)	79

Chapitre VI : Les techniques d'irrigation

Tableau VI .1: Analyse multicritère de choix de technique d'arrosage.....	86
--	----

Chapitre VII :Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

Tableau VII.1: Caractéristique de la conduite de la rampe du poste 01	98
--	----

Tableau VII.2: Caractéristique de la conduite de la rampe du poste 02	98
--	----

Tableau VII.3: Caractéristiques de la conduite de la porte rampe 01	98
--	----

Tableau VII.4: Caractéristiques de la conduite de la porte rampe 02	98
--	----

Tableau VII.5: Caractéristique de la conduite secondaire	99
---	----

Tableau VII.6: Caractéristiques des conduites (Q , D , DH).....	99
--	----

Chapitre VIII : Evaluation du cout du projet

Tableau VIII.1: Evaluation du cout de projet	103
---	-----

Liste des Abréviations

ANAT : Agence Nationale d'Aménagement du Territoire .

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques .

APC : Assemblée Populaire Communale .

APFA : Accession à la Propriété Foncière Agricole .

CPCS : Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols .

BNEDER : Bureau national d'Etudes pour le Développement Rurale .

DRE : Direction des Ressources en Eau .

ETP : l'Evapotranspiration Potentielle .

ETM : l'Evapotranspiration Maximale .

FAO : Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture .

HT : Hors Taxe .

INSID : Institut National des Sols , de l'Irrigation et Drainage .

ONM : Office National de Météorologique .

PE : Pluies Efficaces .

PEBD : Polyéthylène à Basse Densité .

PEHD : Polyéthylène à Haute Densité .

PVC : Chlorure de Polyvinyle Rigide .

RFU : Réserve Facilement Utilisable .

RGPH : Recensement Général de la Population et l'Habitat .

RU : Réserve Utile .

SAR : Rapport d'Absorption du Sodium .

SAU : Surface Agricole Utile .

TTC : Tout Taxes Comprises .

TVA : Taxe sur Valeur Ajouté .

Liste des planches

Planche N°1: Plan de délimitation du périmètre RECHA-OUMZEBOUDJ , W. TIARET .

Planche N°2: Plan de d'adduction et distribution du périmètre RECHA-OUMZEBOUDJ , W. TIARET .

Planche N°3: plan d'un réseau goutte à goutte (ilot N°2 parcelle A) .

Planche N°4: Profil en long du conduite principale (secteur 60) .

Sommaire

Introduction générale

Chapitre I : Présentation générale de la zone d'étude

I.1	Introduction :	3
I.2	Situation géographique :	3
I.3	Hydrographie :	5
I.4	Monographie de la région de Rechaiga :	5
I.5	Situation socio-économique :	5
I.6	Les potentialités et les contraintes physique et socio-économique :	7
I.7	Situation projetée :	8
I.8	climatologie :	8
I.8.1	les précipitations :	9
I.8.2	les températures :	9
I.8.3	humidité :	10
I.8.4	les vents :	11
I.8.5	Gelée , sirocco , orage :	12
I.8.6	Insolation :	12
I.9	les indicateurs bioclimatiques :	13
I.9.1	L'indice d'aridité de MARTONE :	13
I.9.2	Quotient pluviométrique d'EMBERGER :	14
I.9.3	Le diagramme ombrothermique de Gaussen :	15
I.10	Conclusion :	17

Chapitre II : Etude agro-pédologique

II.1	Introduction :	18
II.2	Ressources en sols :	18
II.2.1	Démarche méthodologique :	18
II.2.2	Classification des sols :	19
II.3	Caractéristiques hydrodynamiques des sols :	29
II.4	Aptitudes culturales des sols en irrigué :	29
II.5	conclusion :	30

Chapitre III : Ressources en eau , Hydrologie

III.1 Introduction	31
III.2 Géologie :	31
III.3 Hydrogéologie et hydrologie :	31
III.4 Ressources en eaux :	32
III.4.1 Les eaux superficielles :	32
III.4.2 Les eaux souterraines :	32
III.5 qualité de l'eau d'irrigation :	34
III.5.1 la conductivité électrique :	34
III.5.2 Le SAR (Sodium Absorption Ration) :	35
III.5.3 Classification des eaux d'irrigation :	36
III.6 Etude hydrologie :	38
III.6.1 Réseau pluviométrique :	38
III.6.2 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique :	39
III.6.3 Ajustement statique des pluies :	41
III.6.4 Test de validité d'un ajustement	42
III.6.5 Les caractéristique statistiques de base :	44
III.6.6 Détermination de l'année de calcul.....	45
III.7 Conclusion :	46

Chapitre IV : Les besoins en eau des cultures

IV.1 Introduction	47
IV.2 Besoins en eau des cultures.....	47
IV.3 Concept de L'évapotranspiration de référence :	47
IV.3.1 Estimation de l'évapotranspiration de référence :	47
IV.3.2 Méthode de FAO-penman-monteith :	48
IV.3.3 L'évapotranspiration maximale :	49
IV.3.4 Le coefficient cultural Kc :	49
IV.3.5 Estimation des besoins d'irrigation :	50
IV.3.6 Besoin d'irrigation nette :	50
IV.4 La Pluie efficace :	51
IV.5 Besoins brutes en eau d'irrigation :	52
IV.6 Besoins de lessivage :	52
IV.7 Choix des cultures	52

IV.7.1	l'occupation du sol :	53
IV.7.2	les cultures proposées :	53
IV.7.3	Assolements des cultures.....	54
IV.8	Estimation des besoins en eau des cultures :	55
IV.8.1	Les besoins en eau de l'arboriculture :	55
IV.8.2	Les besoins en eau des céréales :	55
IV.8.3	Les besoins en eau des cultures maraîchères :	57
IV.8.4	Les besoins en eau des cultures fourragères :	60
IV.9	Calcul des besoins en eau pour les assolements 1 et 2 :	62
IV.10	Calcul du débit spécifique.....	63
IV.11	Conclusion.....	63

Chapitre V : Aménagement du périmètre

V.1	Introduction :	64
V.2	Consistance du programme :	64
V.3	Unité d'exploitation (la concession) :	65
V.4	Aménagements d'accompagnement :	65
V.4.1	Aménagement de pistes :	65
V.4.2	Brise – vents :	65
V.4.3	Défoncement - Épierrage :	65
V.5	Composante hydraulique :	65
V.5.1	Mobilisation des eaux souterraines :	66
V.5.2	Moyens de stockage et équipements hydrauliques :	67
V.5.3	Équipements hydrauliques :	67
V.6	La variante d'aménagement hydro-agricole :	67
V.6.1	Réalisation et équipement de forages.....	68
V.7	Etude de pompage :	69
V.7.1	Les pompes immergées	69
V.7.2	Les pompes horizontales :	73
V.8	le réseau de distribution :	73
V.8.1	Dimensionnement du réseau de distribution :	73
V.8.2	Calcul les débits aux bornes (des ilots) :	74
V.8.3	Choix de diamètre et le type de la borne :	74
V.8.4	Matériaux de construction des canalisations :	76

V.8.5	Normes appliquées pour le dimensionnement des canalisations :	77
V.8.6	Calcul des diamètres des conduites :.....	77
V.8.7	Estimation des pertes de charge :	78
V.9	Appareillage d'équipement du réseau :	79
V.9.1	Robinets , Vannes de sectionnement :	79
V.9.2	Venteuses :.....	79
V.9.3	Vidange :.....	79
V.10	Conclusion :.....	80

Chapitre VI : Les techniques d'irrigation

VI.1	Introduction	81
VI.2	Différentes techniques d'arrosages	81
VI.2.1	L'irrigation de surface	81
VI.2.2	L'irrigation par aspersion	82
VI.2.3	l'irrigation localisée (goutte à goutte).....	85
VI.3	Choix des techniques d'arrosage :.....	86
VI.4	Conclusion.....	87

Chapitre VII: Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

VII.1	Introduction	88
VII.2	Composition d'une installation goutte à goutte :.....	88
VII.2.1	Composition L'unité de tête :	88
VII.2.2	module de filtration :.....	88
VII.2.3	La conduite principale :.....	89
VII.2.4	Le porte-rampes :.....	89
VII.2.5	Les rampe :.....	89
VII.2.6	Les gouteurs :.....	89
VII.3	Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte.....	91
VII.3.1	Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	91
VII.3.2	La dose d'irrigation nettepratique :	92
VII.3.3	Fréquence des arrosages :.....	93
VII.3.4	Durée d'arrosage par mois :	93
VII.3.5	Durée d'arrosage journalier :.....	94
VII.3.6	Nombre de poste :.....	94

VII.3.7	Surface de la parcelle :	94
VII.3.8	Condition hydraulique :	94
VII.3.9	Le débit des porte rampe et la rampe :	95
VII.3.10	Débit de la conduite secondaire :	96
VII.4	Dimensionnement des différentes parties du réseau :	96
VII.4.1	Vérification des pertes de charges :	97
VII.4.2	Calcul des diamètres de la conduite secondaire :	98
VII.5	La pression d'eau à la borne de distribution :	99
VII.6	L'option de pilotage automatique de l'irrigation :	100
VII.7	Conclusion	101

Chapitre VIII : Evaluation du cout du projet

VIII.1	Introduction	101
VIII.2	Différents travaux à entreprendre :	101
VIII.2.1	Travaux concernant les actions préalables :	101
VIII.2.2	Travaux concernant les forages et les conduites de refoulement :	101
VIII.2.3	Travaux concernant la réalisation de bassin de stockage avec la mise en charge de réseau :	103
VIII.3	Evaluation du coût pour les différents actions sur la totalité de périmètre.	103
VIII.4	Conclusion	104

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

Introduction générale

La sécurité alimentaire est l'un des soucis majeurs des responsables du pays . Depuis les années 1960 , les gouvernements successifs n'ont cessés d'entreprendre les mesures nécessaires pour garantir la sécurité alimentaire . Aujourd'hui , l'agriculture algérienne est toujours en développement pour augmenter les rendements de ses cultures afin de satisfaire sa population qui a été multipliée par quatre et par conséquence c'est une véritable explosion démographique .

L'agriculture reste un secteur très important dans le processus du développement du pays . mais , elle fait face à des nombreux problèmes qui empêchent une relance effective de la production , notamment les problèmes d'infrastructures hydro agricoles , l'absence de moyens techniques de mise en valeur des terres et le manque de maîtrise et d'utilisation efficace et efficiente de l'eau .

Pour avoir une production agricole beaucoup plus importante, dans les conditions climatiques arides , il faut pratiquer l'irrigation , car l'objectif principal de l'irrigation est d'apporter artificiellement l'eau à un couvert végétal, lorsqu'on estime que les précipitations naturelles éventuelles sont insuffisantes pour parvenir à l'objectif de production recherché.

Actuellement la gestion moderne de l'irrigation tend vers l'approche par la demande . En admet que les pays souffrant du manque d'eau, comme ceux affectés par la surabondance de cette ressource, ont besoin d'informations sur l'eau plus complètes, plus précises et mieux intégrées aux fins de la planification, de la mise en œuvre et de la gestion d'une agriculture plus productive et durable. Ainsi la connaissance des besoins en eau des cultures et le comportement physique du sol sont certainement des paramètres qui sont à la base de toute réflexion sur la gestion rationnelle et efficace de l'eau dans le domaine de la production agricole .

Notre travail s'inscrit dans cette optique, qui vise à faire une étude d'aménagement du périmètre " RECHA ET OUMZEBOUDJ" situé dans la wilaya de Tiaret . Pour se faire , on va établir un bilan de consommation en eau des cultures et faire les aménagements nécessaires pour le développement de l'agriculture et la gestion rationnelle de l'eau .

Le plan suivi pour réaliser ce travail repose sur une étude générale et technique afin de dimensionner et déterminer les équipements nécessaires du projet .

Chapitre I :
Présentation générale de la zone d'étude

I.1 Introduction :

Ce chapitre est consacré à une présentation détaillée de notre zone d'étude , du point de vue géographique ,hydrographique , les caractéristiques climatiques et socio-économique , les caractéristiques du périmètre ,afin de déterminer les paramètres qui vont nous permettre de connaitre la nature du sol et du climat , la situation hydrique , qui sont indispensables dans un projet d'irrigation pour les calculs des besoins en eaux d'irrigation et le choix des cultures .

I.2 Situation géographique

Le périmètre est situé à environ 15 Km du Chef-lieu de la commune de Rechaigua, dans la wilaya de Tiaret, et à environ 260 Km au Nord-Ouest d'Alger, dont les coordonnées géographiques sont :

$$X = 002^{\circ} 7' 47'' \quad , \quad X = 002^{\circ} 44' 9'' \quad ;$$

$$Y = 35^{\circ} 21' 11'' \quad , \quad Y = 36^{\circ} 06' 24'' \quad ;$$

L'accès à cette zone est facilité par d'anciennes pistes, le reliant à Ksar Chellala à L'Est, Rechaigua au Nord et la commune de Nadhora à l'Ouest, Jbel beni hammad au Sud , l'assiette foncière est constituée par des terres du domaine privé de l'état. L'altitude moyenne est de 835 mètres. La zone s'étale en pente douce du Sud au Nord et de l'Ouest à l'Est avec une valeur largement inférieure à 2 % .



Figure I.1 : localisation du périmètre sur une image satellitaire (Google earth) .

I.3 Hydrographie :

C'est une zone d'épandage caractérisée par une vaste plaine où se déversent les eaux de ruissellement provenant des monts, qui contournent le périmètre du Nord et de l'Ouest. C'est une plaine alluviale très riche en sols.

Il s'agit d'une partie du bassin versant d'Oued Touil qui couvre une surface de 16338 km² dont le démarrage commence dans l'Atlas Saharien près d'Aflou (Wilaya Al Laghouat) au point de rencontre leurs deux principaux affluents oueds Sebgag et Chellal et qui couvre une superficie d'environ deux millions d'hectares répartis sur les Wilayas de Al Laghouat, Djelfa, Tiaret et El Media. La densité de drainage permanent dans l'ensemble du bassin reste faible.

Dans son parcours l'Oued Touil traverse les hauts plateaux qui présentent une zone semi désertique.

Le bassin est asymétrique, de l'aval vers l'amont on rencontre les affluents suivants : oued Sakni, Zalech, Bouchouat, Ermetts et Ouerk.

La zone est marécageuse et couverte d'herbe. La plaine inondable est assez large et décrite par des endroits de nombreux méandres en formant ici et là plusieurs bras et petits cours d'eau.

I.4 Monographie de la région de Rechaiga :

Le périmètre de « Racha et Oum Zeboudj » est situé sur le territoire de la commune de Rechaiga à 20 km au Sud-ouest du chef-lieu de commune et à 20 km au nord-ouest de Ksar Chellala.

L'identification in situ des limites et de l'étendue du périmètre a été effectuée sur la base du plan établi par le cadastre depuis décembre 2013, en concertation avec les représentants de l'APC et de la subdivision de l'agriculture.

La superficie initiale de 21 914 ha a été réduite à 8916 ha après la soustraction d'une partie du périmètre où il a été constaté la présence d'une agglomération dont la population, constituée de plusieurs ménages, exploite les terres alentours.

I.5 Situation socio-économique :

Les terres agricoles du périmètre Recha_oumzeboudj sont de propriétés privées de l'état.

La région compte près de 16 000 habitants dont 20 % vivent dans des localités très dispersées (RGPH, 1998). La majorité des habitants est résidente et tend à se stabiliser dans cette région . En dépit de cette tendance vers la stabilisation de la population, l'activité agricole demeure centrée sur l'élevage principalement ovin et à moindre degré caprin et bovin.

Au niveau de cette région, la céréaliculture occupe une place importante dans les assolements en effet 30 à 50 % de la SAU sont constitués de céréales, 41% de jachère et les prairies naturelles.

Les autres spéculations sont de faible importance et dominées par le maraîchage, les cultures fourragères et l'arboriculture avec moins de 10 % de la SAU.

Les cultures en irriguées dans les environs de la zone d'étude sont pratiquées à une échelle réduite , l'idée de projet d'investissement en irrigué est très opportune.

Il s'agit de changement de mentalité des personnes ayant mené des habitudes liées à l'agro- pastoralisme et au nomadisme .

L'économie clé de l'agriculture de la région est l'élevage ovin avec un estimé à plus de 200 000 têtes. Dans l'état actuel, les terres des environs de la zone de RECHA (CHELIGUE) sont labourées superficiellement chaque année, pour la mise en cultures des céréales dont la récolte dépend des apports pluviométriques. Si la saison est sèche, les champs seront pâturés.

En plus du pastoralisme, d'autres activités tendent à se développer suite à l'attribution des terres à des privés dans le cadre de la loi APFA, notamment la céréaliculture en pluvial, l'arboriculture dont l'olivier en irrigué et les cultures maraîchères.

Basée sur l'irrigation, l'occupation agricole de périmètre offre un nombre d'emplois à l'hectare élevé par rapport au système agricole extensif. Le travail humain est toujours maintenu au sein des exploitations. A l'exclusion des labours faits au début de la campagne agricole qui sont mécanisés (faible effectif employé), l'ensemencement, l'irrigation, le désherbage et la récolte se font toujours manuellement et demandent une main d'œuvre tant saisonnière que permanente.

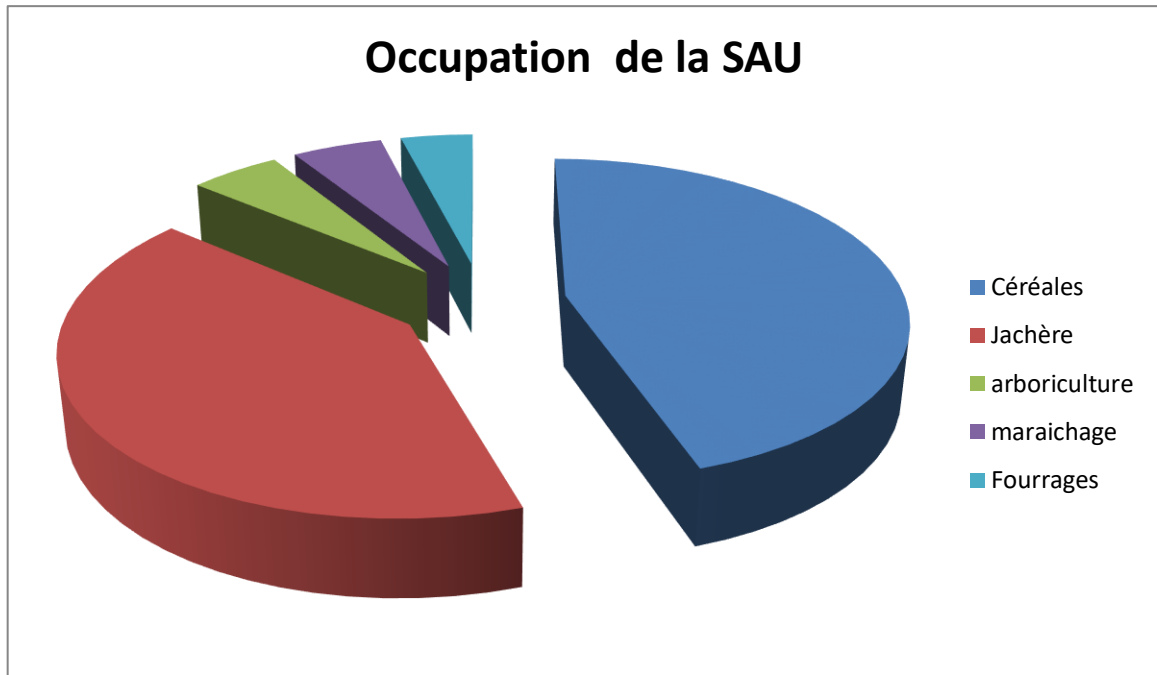


Figure I.2 : L'occupation de la SAU dans la commune de Rechaigua

I.6 Les potentialités et les contraintes physique et socio-économique :

Le diagnostic établi fait ressortir les potentialités et les contraintes suivantes :

a) potentialités :

- Ressources en sol modérément convenables ;
- Ressources en eau souterraines avérées ;
- Relief plat approprié à la mécanisation et à l'irrigation ;
- Facilité d'accès au périmètre par la route goudronnée ;
- Adhésion des acteurs locaux au projet de mise en valeur par la concession (création d'emplois, revenu, diversification de la production agricole, augmentation de la SAU, préservation de l'environnement...).

b) Contraintes :

- Climat rigoureux en termes d'amplitude thermique et d'ETP, et en termes de pluviométrie qui est insuffisante ;
- Intensité des phénomènes d'érosion éolienne .

I.7 Situation projetée :

Le but de la mise en irrigation est de transformer à moyen terme l'actuel système agraire biennal (céréales – jachère) en association avec l'élevage ovin en un système de polyculture – élevage , en encourageant les cultures intensives (maraichères et arboriculture) et les cultures fourragères afin d'augmenter le taux d'occupation du sol . ceci a comme principal objectif de dynamiser la croissance économique du secteur agricole qui se traduira par une élévation des revenus des agriculteurs .

L'introduction de l'agriculture irriguée dans ces milieux dénote la mutation d'une agriculture traditionnelle à une autre moderne, coûteuse et contraignante à la fois, mais rentable.

Le transfert des techniques de l'agriculture par irrigation pratiquée et leur adaptation aux particularités du milieu semi-aride, est en lui-même un acquis du savoir-faire que l'on trouve dans le maintien de l'activité jusqu'à nos jours.

La prédominance des cultures céréalières dans les milieux étudiés engendre des mois sans activité en dehors des périodes de pointe (début et fin de campagne agricole) et ne procure pas plus de trois mois de travail durant toute l'année ; le reste du temps est réservé généralement à l'élevage. Par contre l'activité agricole par irrigation a changé cette règle, la présence assidue de l'agriculteur sur l'exploitation est exigée, du début jusqu'à la fin de la campagne agricole et il y en a deux en une année.

I.8 climatologie :

L'étude du climat a pour but l'identification des facteurs ayant une incidence sur l'activité agricole.

Pour les besoins de ce travail les données climatiques et météorologiques de la station de Ksar Chellala ont été utilisées en raison de l'absence d'autres stations et du fait que cette dernière est la plus proche station de la zone d'étude .

Les données de la station Ksar Chellala nous ont permis de faire cette analyse climatique basée sur les facteurs tels que les précipitations, les températures ,l'humidité relative , les vents, les gelées, le sirocco .

Données fournies par la station météorologique ksar chellala : 605131

Latitude: 35.16 | Longitude: 2.1 | Altitude: 800 .

les précipitations :

Le climat de la région est du type méditerranéen classique influencé par le caractère steppique typique de la zone. D'après la cartographie agro climatique établie par l'INSID, la région est classée parmi les zones dont la pluviométrie oscille entre 200 et 300 millimètres par an et appartient par conséquent à l'étage aride supérieur. L'analyse des pluies mensuelles permet de connaître la répartition de la pluviométrie à l'échelle de l'année , ce qui permet de déduire les déficits d'écoulements saisonniers .

Tableau I.1: les pluies moyennes mensuelles station de ksar chellala en (mm) (1990-2015).

Mois	sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Tot
Pluie	35,8	29,5	21,8	19,7	18,82	22,5	23,9	23,1	29,2	13,7	8,9	10,9	257,8

Source : ONM

Les données indiquent une pluie moyenne annuelle faible atteignant **257.8 mm** . On remarque aussi qu'en plus de la faiblesse des précipitations , leur répartition est irrégulière durant l'année .

les températures :

Sur le plan thermique, il se caractérise par des étés très chauds avec des températures maximales moyennes qui dépassent les 35 °C durant les mois de juillet et août et par des hivers relativement froids avec des températures minimales moyennes proches de 3°C, étant donné le caractère continental de la zone.

Les relevés mensuels moyens des températures sur une période de 22 ans sont données par le tableau suivant :

Tableau I.2 : Répartition des températures moyennes interannuelles (°c) station Ksar Chellala (1990-2016).

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Tmin	2,5	3,2	6,1	8,2	12,4	17,7	21	20,8	16,6	12,3	6,9	3,6
Tmax	12,6	14,3	18,2	21,1	26,6	33,2	37,4	36,6	30,3	24,1	17,5	12,9

Tmoy	7,55	8,75	12,2	14,7	19,5	25,5	29,2	28,7	23,5	18,2	12,2	8,25
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Source : ONM

Le maxima moyen est observé au mois de Juillet (37,4°C) . Ces moyennes sont généralement inférieures à 20°C durant les mois de Novembre à Mai.

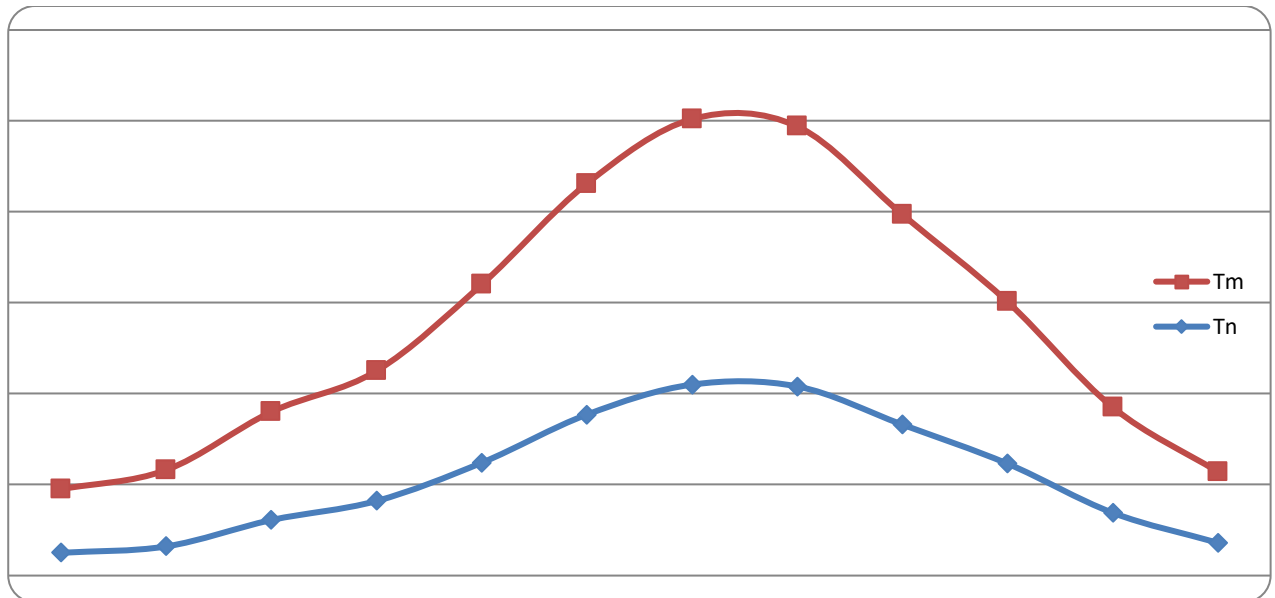


Figure I.3 :Régime mensuelle des minimas et maximas

Lorsqu'on analyse les données du tableau ci-dessus, on constate l'importante différence qu'accuse les températures moyennes des minimas et maximas au cours de l'année.

Étant donné que le déroulement de la vie végétale s'opère entre ces minimas et maximas thermiques , ceci implique une prise en considération sérieuse de ces fluctuations de températures qui constituent dans la plupart des cas des contraintes au développement agricole.

humidité :

L'humidité relative ou l'état hygrométrique de l'air exprimé en % est le rapport de la pression partielle de la vapeur d'eau contenue dans l'air sur sa tension maximale (la pression de la vapeur saturante) à la même température . elle est mesurée à l'aide d'un hygromètre .

Moyennement , l'humidité de l'air est de 54 % . au cours de l'année , elle varie entre 31 et 77 % .

Tableau I.3 : Répartition de l'humidité relative (%) à la station de ksar chellala

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Humidité	69	57	63	53	42	37	31	32	45	77	68	75

Source : ONM

les vents :

le vent est l'un des composants du climat , il influe directement sur le rendement végétatif par l'augmentation ou la diminution de l'évapotranspiration du couvert végétal .

Tableau I.4: Vitesse du vent (m/s) de la zone

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Vitesse	3,75	3,66	3,96	4,46	4,02	3,50	3,17	2,88	3,00	3,31	3,71	3,78

Source : ONM

Selon l'ANAT , la fréquence et la direction des vents varient en fonction des saisons en hiver se sont les vents pluvieux du Nord –ouest qui dominant, parfois du Nord . Quant à l'influence des vents, la région est fortement exposée à l'érosion éolienne particulièrement à partir du début du printemps jusqu'à la fin de l'automne, période correspondant aux saisons d'insuffisance des pluies et à l'élévation des températures, aidée en cela par l'effet du pâturage.

En effet les données recueillies durant les années (1990-2016) dans la région d'Oued Touil, relatives à la répartition mensuelle des journées de vents de sable (vitesse supérieure à 18 Km / heure), permettent de remarquer que les vents de sable sont pratiquement présents durant toute l'année, mais accusent une variabilité selon les mois : les mois les plus ventés étant ceux d'août, de septembre, d'octobre et de décembre avec une moyenne de 2.3 à 3 jours par mois, viennent par la suite les mois de mars, avril, mai, juin, juillet et novembre avec 1.2 à 1.7 jours par mois, tandis que les mois de janvier et février sont les moins ventés (0.8 jour par mois) ;

la fréquence des vents de sable est plus importante durant les périodes sèches (fin de printemps, été et automne) ; la période hivernale, plus humide, étant relativement moins exposée.

Tableau I.5: nombre de jours moyens des vents de sable mensuellement .

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Jours	0,8	0,8	1,3	1,5	1,7	1,7	1,2	3	2,3	2,5	1,4	2,4

Source :ONM

Gelée , sirocco , orage :

Durant la saison d'hiver et le début de printemps , des gelées blanches sont observées dans la quasi-totalité du territoire de la wilaya et variant entre 40 et 60 jours suivant les régions les exposées à ce phénomène .

Ainsi les gelées sont surtout observées durant les mois de décembre, janvier et février et à moindre degré en novembre et mars .

Les données enregistrées par la station de ksar Chellala font état d'une occurrence importante du phénomène des gelées de l'ordre de 43 jours /an .

Tableau I.6 : Fréquence des gelées (1990-2016).

Mois	J	Fv	Ma	Av	Mai	Jn	Jl	At	S	Ot	Nv	Dc
Jours	12.2	9.6	4.6	0.4	0	0	0	0	0	0.2	1	14.6

Source : ONM

La fréquence des orages est de 28.4 jours par an en moyenne .

Tableau I.7: Nombre des jours moyens d'orage par mois .

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
jours	0,3	0,6	2,6	1,6	4,3	4.4	3.2	2,6	4,3	2,3	0.6	0

Source : ONM

Pour le sirocco , le nombre de jours moyen est de 12,8 jours par an , et il est plus fréquent pendant le mois Juillet selon l'ONM .

Pour la grêle , le nombre de jours moyen est 0.3 jours par an . celle-ci se manifeste exclusivement entre janvier et février .

Insolation :

L'insolation dépend de la latitude , du mois de l'année , de l'exposition solaire et de la nébulosité . le tableau ci-joint nous donne la durée d'insolation journalière en heures par jour au cours de l'année .

Tableau I.8: Insolation moyenne journalière en h/j .

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Insolation	5,5	7,1	7,4	8,5	9,3	11	11,3	9,8	8,8	7,5	6,1	5,5

Source : ONM

Il est appaait clairement que les mois de l'été sont les plus ensoleillés avec une valeur maximale de **11,3 h/j** en juillet .

I.9 les indicateurs bioclimatiques :

Par des indices , nous entendons une classification du climat par des formules basées sur deux facteurs essentiels : la pluviométrie et la température .

Les indices les plus connus sont ceux de E.MARTONE et E.EMBERGER .

L'indice d'aridité de MARTONE :

L'indice d'aridité de Martone permet de préciser le degré de sécheresse de la région et par conséquent de renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation .il se calcule par :

$$I_A = P / (T + 10)$$

Avec :

P: précipitation moyenne annuelle (mm) .

T : température moyenne annuelle (°C) .

Les limites de climat d'après l'indice climatique de MARTONE sont données dans le tableau ci-dessous :

Tableau I.9 : Classification de climat selon MARTONE .

Valeur de l'indice	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 :

$$I_A = 257,8 / (17,4 + 10) = 9,4$$

Donc on constate d'après la classification ci-dessus , que la région est soumise à un régime de climat très sec , et que l'irrigation est indispensable .

Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Cet indice à pour but de la détermination de l'étage bioclimatique :

$$Q = 2000P / (M+m)(M-m)$$

D'où :

Q: coefficient d'EMBERGER .

P : précipitation moyenne annuelle (mm) .

M: moyenne des maximas du mois le plus chaud (°K) .

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

Dans notre cas , on a :

$$M = 37,4^{\circ}\text{C} \quad ; \quad m = 2,5^{\circ}\text{C} \quad ; \quad P = 257,8 \text{ mm} \quad ;$$

$$\text{D'où : } \quad \mathbf{Q = 25,56}$$

D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER , en portant la valeur de Q dans le diagramme et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid , on peut dire que le climat de notre région est un climat aride avec un Hiver frais .

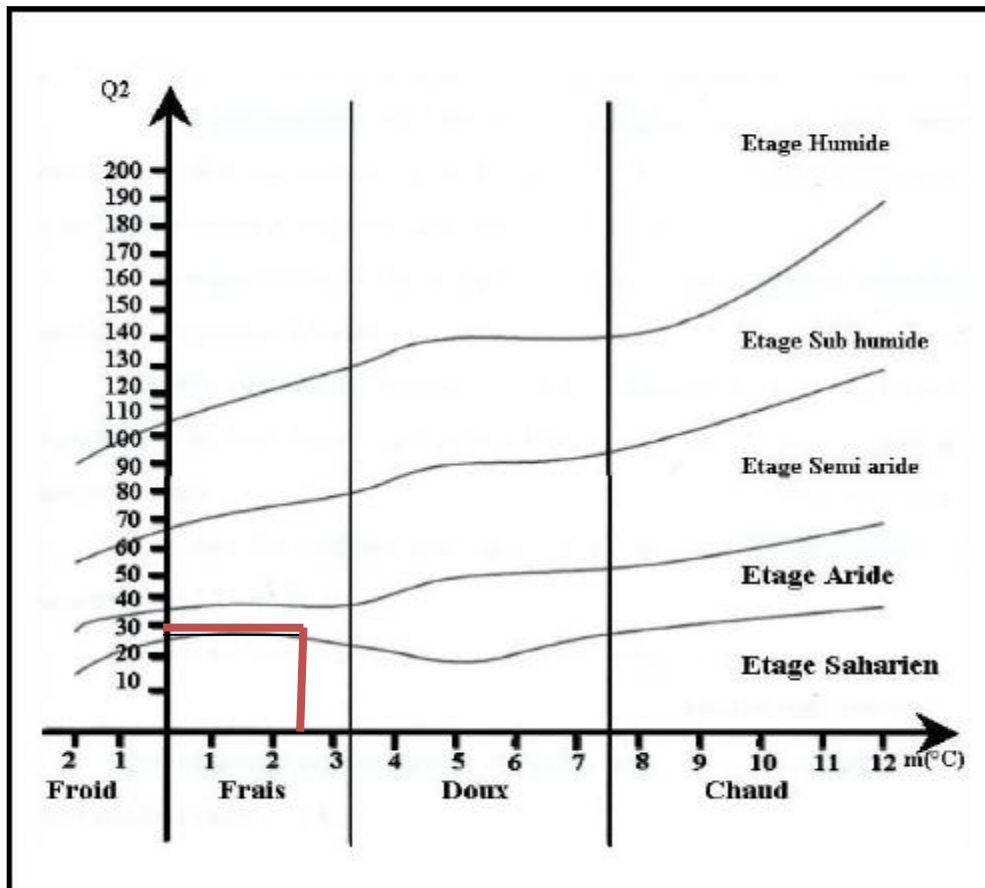


Figure I.4 : Diagramme bioclimatique d'Emberger

Le diagramme ombrothermique de Gausсен :

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

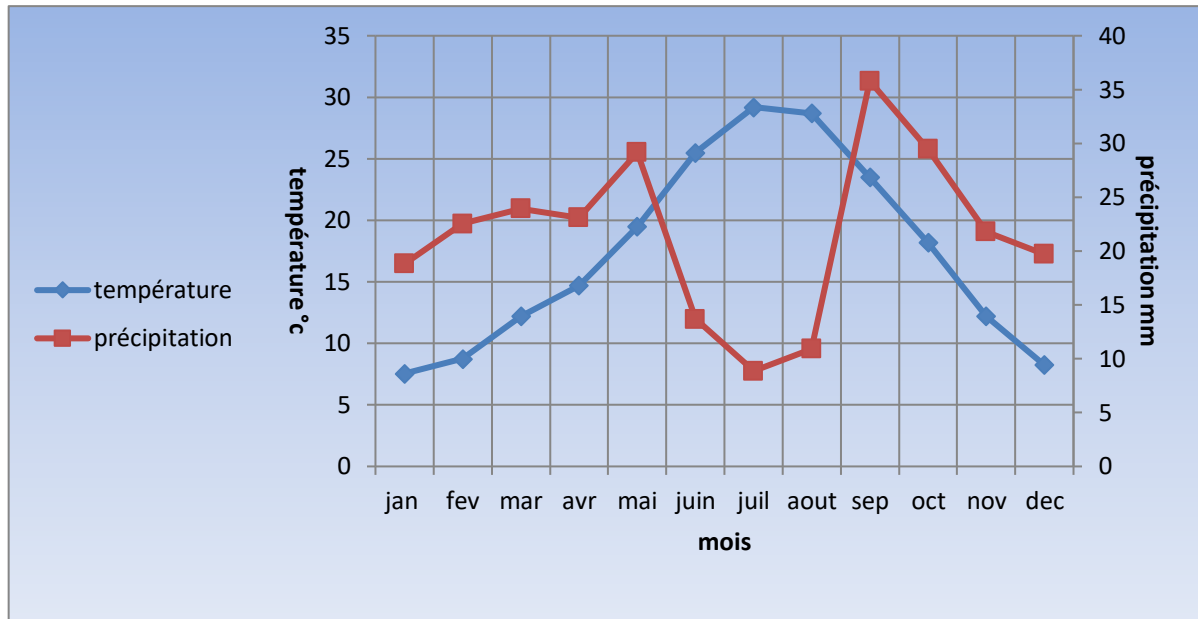


Figure I.5 : diagramme Ombrothermique de Gaussen

Description du graphe

D'après le diagramme ombrothermique de Gaussen , on remarque qu'il existe deux périodes ; la période humide où l'irrigation n'est pas indispensable , et la période sèche qui exige l'irrigation . cette période commence du mois de mai jusqu'à septembre .

I.10 Conclusion

La zone d'étude est de type continental à caractère désertique, caractérisée par des écoulements temporaires formant de simples drainages endoréiques. Les précipitations présentent généralement un caractère torrentiel et dans de nombreux évènements pluvieux un caractère orageux qui accentue les risques d'érosion sur les terrains vulnérables.

Les risques de gelées sont relativement importants notamment lorsqu'elles persistent en février et mars ce qui nécessite certaines précautions dans le choix des cultures et leur conduite.

Le climat de la zone est classé aride , avec une pluviométrie moyenne annuelle de 257.8 mm avec un hiver frais , et un été sec chaud .

Les faibles précipitations mensuelles sont loin de répondre à la demande climatique (ETP) des plantes.

Avec un déficit pluviométrique , il est important de s'assurer de la disponibilité d'une ressource en eau pour tout projet de mise en valeur, en favorisant l'utilisation des systèmes économiseurs de l'eau telle que l'irrigation par aspersion. L'installation de brises vents est forte recommandée pour minimiser les effets des vents .

Chapitre II :
Étude agro-pédologique

II.1 Introduction :

Toutes mise en valeur des terres ou investissement agricoles ne serait possible et n'aboutit à des résultats satisfaisants sans qu'on prenne en compte les caractéristiques pédologiques des sols .

Le sol est la base essentielle de toute production agricole , il est un support pour la plante , une réserve d'eau et des éléments nutritifs . la connaissance parfaite de sa formation et de son évolution est nécessaire .

L'objectif de notre étude pédologique du périmètre est d'identifier et de dégager les meilleures potentialités en terres irrigables de la région .

II.2 Ressources en sols :**II.2.1 Démarche méthodologique :**

S'appuyant sur les termes de références de l'étude, et pour s'assurer de la faisabilité pédologique, l'étude des ressources en sols du présent périmètre, s'est basée essentiellement sur des résultats d'une prospection pédologique fine, afin de déterminer leurs répartition spatiale, leurs contraintes et leur degré d'aptitude culturale .

L'approche adoptée a consisté à caractériser les sols au moyen de profils implantés selon une maille prédéfinie destinée à restituer la réalité des sols et des formations superficielles . Cette technique permet à réaliser trente-huit (38) profils .

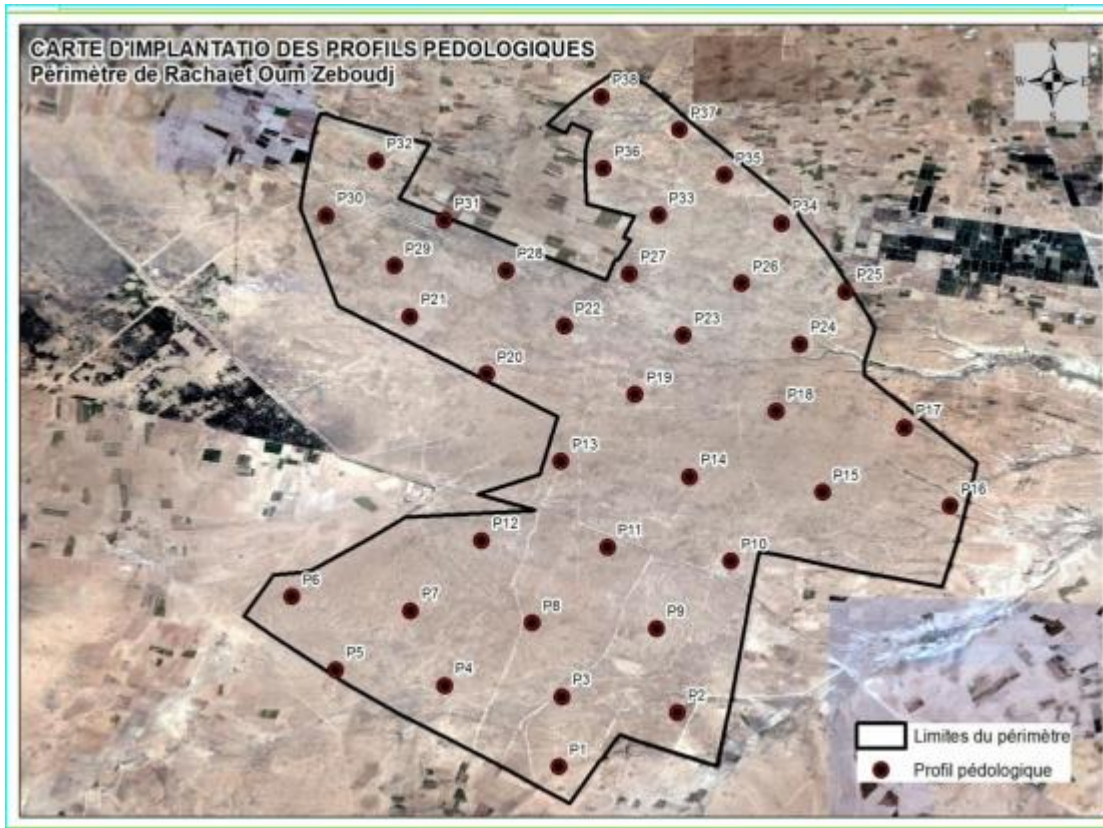


Figure II.1 : Carte d'implantation des profils pédologiques (BNEDER)

II.2.2 Classification des sols :

Deux substrats géologiques sont rencontrés au niveau de la wilaya de Tiaret. Marnes : piémonts de l'Ouarsenis et collines de Freneda. Conglomérats calcaires, et encroûtement calcaires dans les collines de Freneda et les plateaux du Sersou et Ain Dehab.

La prospection pédologique confrontée aux analyses des sols a permis de mettre en évidence 02 classes de sols (classification française : CPCS , France 1967)

réparties comme suit :

- Classe des sols peu évolués ;
- Classe des sols isohumiques ;

D'après les études qui ont faites par BNEDER sur le périmètre , il est rencontré trois unités pédologique :

➤ **Sols xériques de steppe non profonds sur roche mère dure :**

(les profils : 16 ,17,18 ,24 , 25)

Sols non profonds et sans valeur agronomique, caractérisés par de très sévères contraintes physiques. De profil pédologique de type A/R et sans jamais l'horizon (B), Situés dans la limite sud-est du périmètre, d'aspect de surface caillouteux et très contraignant pour les travaux du sol avec localement des dépôts de sables sous forme de voile sableux de 03 à 05 cm d'épaisseur, et très faiblement occupés par une végétation steppique dans un état dégradé représentée par l'armoise blanche (« Chih ») et « methnane ».

Cette dernière qui constitue une sérieuse contrainte pour la mise en valeur affleure localement, surtout au niveau des espaces dégradés et fragiles exposées sans cesse à l'action de l'érosion.

Données générales :

- Géomorphologie : haute plaine
- Pente : 0-30 %
- Occupation du sol : Methnane
- Taux de recouvrement : 10 %
- Aspect de la surface : forte charge caillouteuse + dépôt de sable

a) Description morphologique :

Profil 17 :

0-10 cm : frais , couleur (5 YR 4/6) ; texture limoneuse , structure polyédrique fine , charge caillouteuse de 10 à 20 % , quelques racines fines , activité biologique très faible matière organique peu à non décelable , poreux , friable , faible effervescence à HCl , transition nette.

10-15 cm : sec , mince horizon fragmenté composé de cailloux estimé à 60 % , pas de racines, activité biologique nulle , matière organique non décelable , poreux , moyenne effervescence à HCL , calcaire sous forme de nodules , transition très nette .

>15 cm : roche mère calcaire dur .



Figure II.2 :Aspects de surface profil 17 (BNEDER)

b) Description analytique :

Tableau II.1: Résultats des analyses physico-chimiques profil 17

Horizon (cm)	00-10	
Argile (%)	24.30	
Limon (%)	20.80	
Limon grossier (%)	24.30	
Sable fin (%)	6.60	
Sable grossier (%)	23.00	
PH	8.60	
C.E (mmhos/cm) (1/5)	0.08	
Calcaire total (%)	5.63	
Calcaire actif (%)	-	
Matière organique (%)	0.55	
Phosphore assimilable ppm	186.67	
C.E.C (en méq/100 g)	13.02	

c) Interprétation des résultats et valeur agronomique :

Ce profil est très caillouteux, non profond ; il présente, de ce fait, une très sévère contrainte en matière de profondeur utile pour les racines des cultures. Sur le plan analytique, il se caractérise par :

- Une texture limoneuse et un régime hydrique très défavorable, dû à la présence d'un niveau limitant (dalle) de forme endurcie et très proche de la surface. Sur le

plan physique, cette dernière confère à ces sols une mauvaise infiltration de l'eau et, de ce fait, elle limite :

- Un pH alcalin (8,60), non favorable pour la nutrition des cultures. Cette forte alcalinité revient à l'aridité du climat. Par contre, ce mince horizon présente une teneur globale en sels faible qui se traduit par une conductivité électrique de moins de 0,6 mmhos/cm au (1/5). Donc, il est non salin .

- Une fertilité organique insatisfaisante, caractérisée par une contenance très faible en matière organique confirmée par l'analyse au laboratoire par une valeur de moins de 0,6%, suite à une minéralisation très rapide.

Alors , ces sols présentent de très sévères contraintes qui excluent sur le plan agronomique l'utilisation de ces sols à des fins agricoles . il est recommandé de réserver ces sols pour des plantations pastorales (ressources fourragères pérennes) moins exigeantes en profondeur .

➤ **Les siérozems de steppe :**

Sols de formation encroutés et développés sur des matériaux composés de dépôts alluvionnaires du quaternaire et sur des matériaux calcaires à rarement argilo-calcaire, caractérisés par un degré de décarbonatation progressif du haut vers le bas du profil suite au test réalisé in situ (travaux de prospection) par l'acide chlorhydrique. De ce fait, ils se subdivisent en deux unités :

- Des sols iso humiques , groupe des siérozems de steppe à encroustement calcaire ;
- Des sols iso humiques , groupe des siérozems de steppe à croute calcaire ;

Les sols iso humiques , groupe des siérozems de steppe à encroustement calcaire :

Les profils (1 ,2,5,6,22,23,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36, 37 ,38)

Sols de couleur bruns à la surface (Gamme 5YR à 7,5 YR dans la charte de Munsell), de pédogenèse évoluée à profil moyennement ou peu différencié, repartis sur la plus grande surface du périmètre et occupant les terrains à faible pente de cette vaste haute plaine.

Situés au niveau de la partie nord du périmètre . Moyennement à faiblement décarbonatés en surface, ils ne présentent qu'une teneur limitée en matière

organique, caractérisés par la présence en profondeur d'un encroûtement calcaire et un aspect non caillouteux et non contraignant pour les travaux du sol ;

De texture fine à rarement moyenne (limoneuse) . La capacité de rétention en eau est élevée à travers le profil et la perméabilité est moyenne à faible du haut vers le bas.

D'une profondeur moyenne et satisfaisante sur le plan agronomique, occupées faiblement par une végétation steppique dégradée de 5 à 10% essentiellement composée d'armoise blanche (*Artemisia herba – alba*) . Pour ces sols en situation de repos, la structure est généralement favorable sur au moins 30 cm, et la compacité est élevée en profondeur. De ce fait, il est nécessaire de procéder à des labours profonds pour ameublir ces sols.

Données générales :

- Géomorphologie : haute plaine
- Pente : 0-3 %
- Occupation du sol : armoise blanche
- Taux de recouvrement : 5 %
- Aspect de la surface : //

a) Description morphologique

Profil 29 :

0-26 cm : frais , couleur (7.5 YR 4/4) ; texture limono argileuse , structure finement polyédrique , pas de charge caillouteuse , présence de nombreuses racines fines , matière organique décelable , bonne activité biologique , poreux , friable , faible effervescence à HCl , calcaire sous forme diffus , transition diffuse .

26-54 cm : sec , couleur (7.5 YR 5/3) , texture limono argileuse , structure polyédrique grossière avec angles vifs , pas de charge caillouteuse , pas de racines , matière organique peu décelable , activité biologique faible , porosité moyenne , compacte , forte effervescence à HCl , calcaire sous forme de fins mycélium , transition nette .

54-70 cm : Encroûtement calcaire associé à une terre de texture limono argileuse , sans structure apparente , pas de racines , matière organique non décelable , poreux , très forte effervescence à HCl , transition nette .

> 70 cm : Roche mère calcaire .

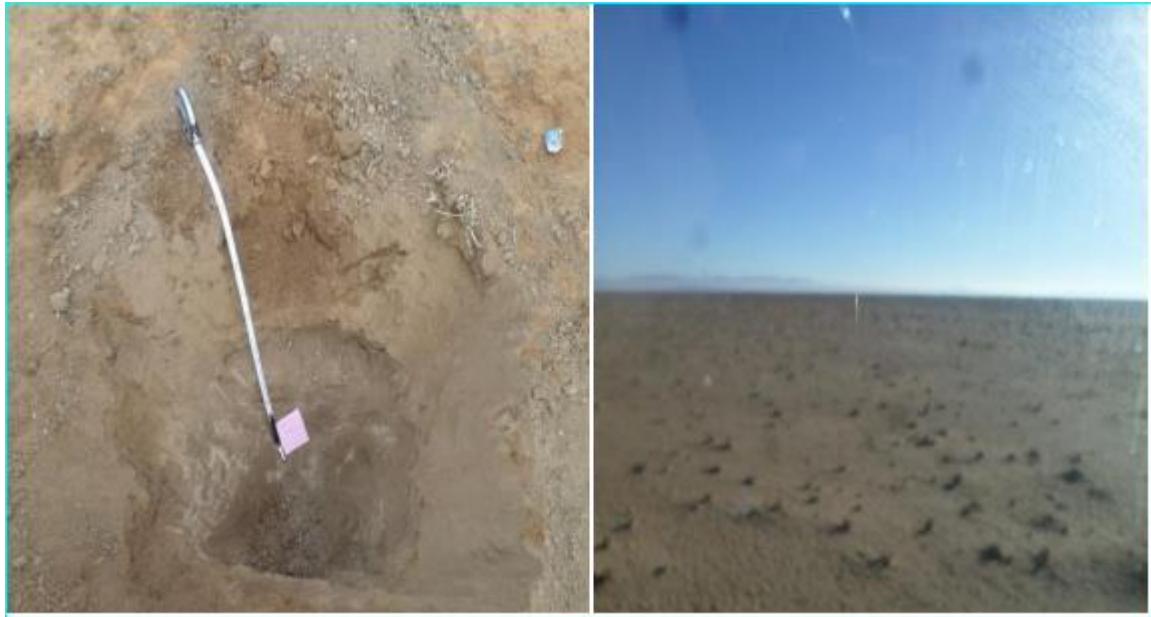


Figure II.3: Aspect de surface profil 29 (BNEDER)

b) Description analytique

Tableau II.2 : Résultats des analyses physico-chimiques profil 29

Profondeur (cm)	0-26	26-54
Argile (%)	28.60	35.20
Limons (%)	20.30	22.40
Limons grossiers (%)	19.10	20.40
Sable fin (%)	11.20	7.80
Sable grossier (%)	20.80	14.20
PH	8.71	8.82
C.E (mmhos/cm) 1/5	0.16	0.22
Calcaire total (%)	7.50	11.25
Calcaire actif (%)	6.18	8.97
Matière organique (%)	1.69	1.29
Phosphore assimilable ppm	216.67	-
C.E.C(en méq/100 g)	13.88	16.77

c) Interprétation des résultats et valeur agronomique :

Ce profil est non caillouteux, d'une profondeur satisfaisante. La texture est limono argileuse du haut vers le bas avec un taux d'argile qui augmente de 28,60 à 35,60%. Cette composition granulométrique fine a l'inconvénient de donner une mauvaise perméabilité au sol surtout en profondeur.

La conductivité électrique : La teneur globale des sels dissous se présentent en proportions très faibles pour ce profil et pour la quasi-totalité des profils. Mesurée de moins de 0,6 mmhos/cm au (1/5) , et range ces sols dans la catégorie des sols à caractère non salin.

Le calcaire total et actif : Pour ce profil n°29, le calcaire total varie en moyenne de 7,50 à 11,25% en surface et augmente en profondeur au niveau de l'encroûtement calcaire qui caractérise la quasi- totalité des profils de ces sols.

Pour ces sols, le calcaire actif se présente en des teneurs qui vont de 6% en Horizon 1 jusqu'à 16% en H2, soit une moyenne inférieure à 12 %, et ces teneurs sont moyennement tolérées par une très large gamme de cultures mais peuvent produire la chlorose en empêchant l'absorption de certains oligoéléments. De ce fait, il est recommandé avant tout d'introduire des cultures qui tolèrent le calcaire mais aussi de majorer les doses d'engrais phosphatés lorsque le taux de calcaire actif dépasse 15%. Pour le profil n°29, le calcaire actif est de moins de 09%, et le problème ne se pose pas.

La solution du sol : Le pH du profil oscille entre 8,71 et 8,82 ce qui présente une certaine contrainte pour la nutrition des plantes. Pour ces sols, la quasi-totalité des profils a un pH > à 8,5 qui caractérise un sol alcalin. L'alcalinité de ces sols revient surtout à l'aridification du climat, et aussi à la teneur en calcaire élevée en profondeur .

Avec un pH alcalin à très alcalin qui caractérise plusieurs profils de ces sols, il y a moins de solubilité et une faible capacité d'infiltration et ces deux facteurs affectent négativement la croissance des cultures. De plus, les microorganismes du sol, responsables de la dégradation des matières organiques, restent à l'état dormant dans des pH s élevés, ce qui réduit la fertilité des sols et limite leur utilisation.

De ce fait, l'incorporation de sources et des composés d'acidité introduits de différentes manières dans l'eau d'irrigation est fortement recommandée dans les premières années pour la mise en valeur de ces sols. Par ailleurs, il est également

recommandé de contrôler rigoureusement l'évolution du pH sur un échantillon de chaque parcelle par les concessionnaires.

Malgré le taux d'argile donné par l'analyse, la fertilité organique de ce profil est considérée non satisfaisante, elle se caractérise par une contenance faible en matière organique confirmé au laboratoire par une valeur de moins de 1,7%. Pour les autres profils, la matière organique oscille entre 0,74% et 1,36%.

La mise en valeur de ces sols est tributaire d'un aménagement préalable qui consiste à réaliser :

Des labours profonds afin d'ameublir les sols et d'améliorer la perméabilité en profondeur et d'assurer une bonne circulation de l'eau et l'air .

- L'incorporation des amendements organique à base de fumier et paille des céréales .
- L'apport des amendements minéraux en fonction des besoins des cultures suivant leur cycle végétatif (fumure d'entretien).
- L'incorporation des composés d'acidité introduits dans l'eau d'irrigation les premiers années pour diminuer l'alcalinité des sols .
- Un choix judicieux des cultures en respectant les rotations des assolements.

Les sols iso humiques , groupe de siérozems de steppe à croute calcaire :

Les profils (3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,19,20,21)

Sols peu profonds, non cultivés portant faiblement une végétation steppique dégradée (5 à 10%) et composée essentiellement de Armoise blanche, et localisés dans la partie centrale et sud (localité Oum Zeboudj) du périmètre en limite avec les sols à encroûtement calcaire.

D'aspect de surface faiblement caillouteux et non contraignants, ils appartiennent à la même classe des sols précédents, sauf qu'ils se caractérisent morphologiquement par un seul horizon, celui de surface (horizon A). Cet horizon avoisine 30 cm d'épaisseur, de granulométrie fine à rarement moyenne (limoneuse), moins humifère et, en dessous de ce horizon, apparait une croûte calcaire de 03 à 04 cm, non indurée, en forme de feuillets, puis un mince encroûtement calcaire (en début de formation), puis passage à un substrat carrément calcaire (Roche mère).

Données générales :

- Géomorphologie : haute plaine
- Pente : 0-3 %
- Occupation du sol : Harmel et L'armoise blanche
- Taux de couverture : 5 %
- Aspect de la surface : //

a) Description morphologique

Profil 07 :

0-30 cm : frais , couleur (5 YR 5/6) ; sans taches ; texture limono-sableuse , structure polyédrique fine , friable , compact , poreux , nombreux racines fines et moyennes , charge caillouteuse faible environ 5 % , activité biologique moyenne , moyenne effervescence à HCL , matière organique décelable , calcaire sous forme diffus , transition nette .

30-33 cm : croute calcaire de forme non indurée (localement appelée " Tifkert ").

33-40 cm : Encroutement calcaire peu développé de couleur blanchâtre , sans structure apparente , pas de racines des cultures , matière organique non décelable , présence de cailloux , très forte effervescence à HCl .

>40 cm : calcaire .

b) Description analytique :

Tableau II.3 : Résultats des analyses physico-chimiques profil 7

Profondeur (cm)	0-30	
Argile (%)	31.30	
Limon (%)	20.50	
Limon grossier (%)	18.80	
Sable fin (%)	9.00	
Sable grossier (%)	20.40	
PH	8.60	
C.E (mmhos/cm) 1/5	0.12	
Calcaire total (%)	12.75	
Calcaire actif (%)	8.38	
Matière organique (%)	1.05	
C.E.C(meq /100g de sol)	14.98	

Phosphore assimilable ppm	200.00	
---------------------------	--------	--

c) Interprétation des résultats et valeur agronomique :

Ce profil est peu profond, de charge caillouteuse peu importante et non contraignante pour les travaux du sol. Sur le plan analytique, il se caractérise par : La texture est limono argileuse sur l'unique horizon qui existe, caractérisé par un régime hydrique très défavorable, dû à la présence d'une croûte calcaire, mais qui reste non indurée et facilement cassable. De ce fait, avec un brisement de la croûte calcaire existante, permettra une légère augmentation de la profondeur qui conditionne l'affectation de ces sols pour les cultures, en particulier aux cultures à enracinement non profonds (cultures céréalières, fourragères, et maraichères adaptés aux textures fines).

Pour la conductivité électrique, ce profil est non salin et la teneur globale des sels dissous se présentent en proportions très faibles. De plus, tous les profils à croûte calcaire sont aussi non salins.

Par ailleurs, le pH est alcalin et cette alcalinité revient à l'aridité du climat, et à la teneur en calcaire qui caractérise ces sols dont l'évolution est liée au matériau parental de formation calcaire. Avec ce pH qui est au-dessous de 8,5, il y'a des difficultés et échecs d'une grande gamme de cultures agricoles.

La fertilité chimique : Considérée comme moyennement satisfaisante, elle se caractérise par une capacité d'échange cationique (CEC < 14 meq/ 100g. Par ailleurs, ce profil se caractérise par une contenance très faible en matière organique.

Le calcaire actif : Pour ce profil, ce paramètre se présente en des teneurs légèrement supérieures à 07 %, considérées comme faibles et tolérées par une très large gamme de cultures. De ce fait, la mise en valeur de cette unité est conditionné par l'exécution des travaux du sol :

- Défoncement pour détruite avec précaution la croûte existante et espérer une légère augmentation de la profondeur.
- Epierrage de surface (ramassage des fragments et débris de croûte calcaire);
- Correction de la fertilité par des amendements organiques (fumier ..) ;
- Amendements minéraux adaptés aux besoins des cultures ;

- Contrôle du ph et abaissement de l'alcalinité par l'incorporation de composés d'acidité introduits dans l'eau ;
- Choix des cultures à enracinement peu profond avec le respect des rotations des assolements ;

II.3 Caractéristiques hydrodynamiques des sols :

Les propriétés hydrodynamiques des sols sont résumés dans le tableau suivant:

Tableau II.4 : propriétés hydrodynamiques des sols

Texture	Limono-argileuse
Capacité au champ (%)	27
Point de flétrissement (%)	14
Vitesse de perméabilité (mm/h)	5-10
Densité apparente	1.30-1.40

II.4 Aptitudes culturales des sols en irrigué :

l'évaluation de l'aptitude culturale des sols est faite selon les normes proposée par la FAO (1975) , elle met en relief les coefficients d'aptitudes suivants : la sodicité (sodium échangeable) , la salinité (conductivité en ds/m) , la texture , la profondeur utile du sol , le pourcentage du calcaire actif , la charge caillouteuse et le drainage . le choix des cultures à introduire sera fait en fonction des caractéristiques physico chimiques des sols vis-à-vis les exigences de chaque culture , tout en tenant compte de la qualité des eaux d'irrigation et éventuellement des considérations économiques qui pourraient aussi orienter ce choix .

Les cultures dégagées ne peuvent être projetées qu'après des aménagements préalables déjà cités au niveau du périmètre .

les aptitudes culturales en irrigué par unité pédologique sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.6 : aptitudes culturales selon les sols

Type des sols	Bonne	Moyenne	A exclura
Sols xérique à dalle	Aucune culture	Aucune culture	Sols impropres à l'agriculture

Sols à encroutement calcaire	Artichaut , oignon, navel , choux fleur Choux pommé , laitue , pomme de terre Vesce avoine , ray gras ,blé dur ,blé dur et orge .	Luzerne , bersim , sorgho tomate , mais ,ail , aubergine , pastèque , melon , piment ,poivron haricot , concombre, pois Olivier et figuier	Le reste des cultures
Sols à croute calcaire	---	Toutes les cultures céréalières et fourragères Les cultures maraichères Oignon ,pomme de terre, carotte, Choux fleur, épinard Pois ,laitue , Ail, melon Haricot , pastèque , , concombre , pois	Le reste des cultures (arboriculture est à exclure en raison du facteur profondeur)

II.5 conclusion :

Les sols de la zone sont des sols lourds à texture fine avec une charge caillouteuse faible. Leur taux en matière organique ne dépasse les 2 %, la texture peut être limono- argileuse . Ceci voudra dire que le pouvoir de rétention en eau est élevé . Ces types de sols ne pose guère de problème majeur pour la mise en valeur, ils sont aptes à une large gamme de cultures, avec un pré référence pour la céréaliculture, mais la texture lourde peut être une contrainte, qu’il faut corriger par des amendements humifères et un drainage.

Les sols de la zone sont de type alluviale, et ne présentent pas de contraintes majeures à la mise en valeur en irrigué. Selon l’étude Australienne (carte d’aptitude des terres : 1983), ces sols irrigables se caractérisent par une profondeur moyenne et une humidité disponible moyenne oscille entre 408 et 461mm. Ces sols se trouve à une altitude d’environ 900 mètres, étendue plate et à infiltration moyenne .

Chapitre III :
Ressources en eau, Hydrologie

III.1 Introduction

Dans les conditions pédoclimatiques de la zone qui accueille le projet de mise en valeur agricole le recours à l'irrigation est incontournable dans le processus de production végétale .Aussi , la connaissance de la ressource disponible est-elle indispensable afin de pouvoir déterminer dans quelle mesure le projet est faisable . Pour cela , la prospection de cet élément vital est réalisé à travers une recherche géologique , hydrologique au niveau de la zone . Pour cela on va présenter dans ce chapitre les ressources en eau qui peuvent alimenter notre zone d'étude et d'analyser les pluies , qui conditionnent l'étude d'aménagement hydro-agricole . l'étude porte sur la qualité d'eau , l'homogénéisation des séries pluviométriques , et l'étude fréquentielle des séries pluviométriques par des lois statistiques , et la détermination de l'année de calcul .

III.2 Géologie :

Les principales formations géologiques caractérisant le Sud-Est de Tiaret sont essentiellement représentées par **l'albien , le kimméridgien et le Turonien .**

L'albien : constitué par de sable albien .

Turonien : constitué par le calcaire Turonien .

Le kimméridgien : constitué par le calcaire dolomitique du kimméridgien .

III.3 Hydrogéologie et hydrologie :

L'analyse des données climatiques et bioclimatiques a permis de conclure à l'aridité du climat de la zone qui se répercute au niveau du sol par des écoulements intermittents à la faveur des faibles épisodes pluvieux. Le réseau hydrographique, en raison des faibles précipitations et de l'absence de relief, n'est pas exploitable. Aussi, ce sont les eaux souterraines qui font l'objet d'exploitation notamment les nappes de l'albien, du kimméridgien et du Turonien. La réalimentation de ces nappes se fait par infiltration des eaux des pluies et de ruissellement des oueds, ce qui implique que la disponibilité en eau souterraine est liée à la recharge de la nappe.

Au terme de cet aperçu de la géologie et de l'hydrogéologie locale, on retient que la mobilisation des eaux superficielles pour une utilisation en agriculture n'est pas

envisageable et le recours à la mobilisation des eaux souterraines devient obligatoire.

III.4 Ressources en eaux :

D'après l'étude Australienne, les ressources en eau de la zone d'Oued Touil s'élèvent à environ 3600 litres/s, pouvant irriguer 10 000 hectares.

Les crues de l'Oued Touil qui se jettent dans la mer sont estimées à environ 17 000m³/s , ce qui suppose d'importantes possibilités de recharge de la nappe et de collecte des eaux de ruissellement.

Il existe un certain nombre de forages (près d'une trentaine) dans la zone dont la profondeur varie de 100 à 200 mètres, avec un débit variable de 20 à 70 litres/s et une eau douce proche de 1 gramme par litre de résidus secs . Le nombre de puits s'élève à 320.

D'une façon générale, les ressources en eau de la zone d'Oued Touil sont importantes, mais malheureusement mal prospectées.

III.4.1 Les eaux superficielles :

Le ruissellement de l'Oued Touil est estimé annuellement à environ 26 millions de m³, répartis selon les zones comme suit :

- Ben Jbila : 12 millions de m³ ;
- Z'malet Amir Abdelkader : 10 millions de m³ ;
- Bel Khir (Sidi Ladjel) : 4 millions de m³.

Le périmètre est situé dans une zone caractérisée par une pluviométrie insuffisante et des écoulements insignifiants ce qui se traduit par des ressources en eau superficielle inexploitable , ce qui impose la nécessité de recourir aux eaux souterraines pour satisfaire les besoins en irrigation du périmètre .

III.4.2 Les eaux souterraines :

Le périmètre RECHA ET OUM ZEBOU DJ est situé dans un champ captant (Sersou). Les données de la direction des ressources en eau de wilaya de Tiaret montrent que ce champ captant concerne les communes de Naima ,Sougueur ,

Nadhora , Ain Dzarit , Si Abdelghani , Rechaiga , Mahdia , Hamadia , Ksar Chellala , Tiaret , Dahmouni , Sebain , Bougara et Faidja Ouest.

Elles sont estimées à environ 10 millions de m³ dont seulement 3.5 millions exploitables pour l'irrigation en agriculture. Sept localités ont été délimitées pour l'exploitation des eaux souterraines, dont les débits varient de 20 à 100 litres /s. Ainsi pour la pérennité du projet et pour assurer un développement durable de la région, il est recommandé d'être prudent au niveau de l'utilisation des ressources hydriques mobilisables et de procéder à une recharge de la nappe par des ouvrages appropriés.

a. Les nappes superficielles :

Les ressources en eau des nappes superficielles dépendent des précipitations pour leur recharge. Le périmètre d'étude est situé dans une zone relativement faible en ressource météorique, avec comme corollaire une faiblesse et une irrégularité des précipitations, ce qui rend indispensable le recours aux nappes profondes pour un développement agricole durable.

b. Les nappes profondes :

Dans la zone d'étude, le réservoir aquifère existant le plus exploité est celui du Sersou. Les forages réalisés dans la zone du périmètre sont aux débits varient entre 12 et 45 l/s. L'ANRH a été sollicitée dans la perspective de l'exploitation de cette nappe pour les besoins de la mise en valeur du périmètre. Certaines forages réalisées dans la zone du périmètre sont répertoriés dans le tableau suivant :

TableauIII.1 :caractéristiques des forages

Forage	Profondeur (m)	Débit (l/s)	Le champ captant	Nature de la nappe
Forage RE4	70	15	SERSOU	Sable Albien
Forage RE'	80	40	SERSOU	
Touilla f1 bis	80	20	SERSOU	
Touilla f2	80	12	SERSOU	
Touilla f3	80	10	SERSOU	
FE 15 bis	170	30	SERSOU	Argile Albien
IFPH chelala	250	35	SERSOU	Calcaire dolomitique
FE 15	200	45	SERSOU	

FE 5	300	35	SERSOU	de Kiméridgien
-------------	-----	----	--------	---------------------------

Source : DRE W TIARET .

III.5 qualité de l'eau d'irrigation :

En ce qui concerne la qualité physico-chimique, un échantillon d'eau a été prélevé à partir du forage privé (120 m) dont les coordonnées géographiques :

X= 35° 15' 06.33"

Y =02° 07' 13.63"

indiqué dans le tableau ci-après .Les analyses été effectuées au niveau du laboratoire du BNEDER ont donné lieu aux résultats suivants :

Tableau III.2 : Résultats des analyses de l'eau (laboratoire BNEDER)

Elément	mg/l	méq/l
Ca	98.63	4.92
Mg	28.7	2.36
Na	122.6	5.33
Conductivité mmhos/cm	0.897	
PH	7.55	
Résidu sec (g/l)	0.83	

Avec un pH de 7.55 l'eau de la zone ne présente aucun risque d'acidité ou d'alcalinité sur le sol. En ce qui concerne le résidu sec, l'échantillon d'eau prélevé à partir de ce forage présente un résidu sec de 0.83 g/l. Le risque salin est corrigeable .

III.5.1 la conductivité électrique :

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

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

Classe	Conductivité e (mmhos/cm)	Qualité des eaux
C ₁	CE ≤ 0.25	Risque faible de salinité
C ₂	0.25 < CE ≤ 0.75	Risque moyen de salinité
C ₃	0.75 < CE ≤ 2.25	Risque élevée de salinité
C ₄	CE > 2.25	Risque très élevée

C1 : convient pour toutes les cultures.

C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes.

C3 : ne convient qu'a des sols bien drainés et des plantes tolérantes.

C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé.

III.5.2 Le SAR (Sodium Absorption Ration) :

si l'eau est riche en sodium , celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculation . pour apprécier le risque alcalin , on compare donc la concentration en ions Na⁺ est celle en ions Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ . quatre classe de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin .

le SAR est défini par l'équation suivante :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Na : Sodium en méq/l ;

Ca : Calcium en méq/l ;

Mg : Magnésium en méq/l ;

Dans notre cas , on trouve un SAR (méq/l) = 2.79

Tableau III.4 : classification des eaux en fonction de SAR

Classe	SAR	Danger d'alcalinisation
S ₁	SAR ≤ 10	Risque faible
S ₂	10 < SAR ≤ 18	Risque moyen
S ₃	18 < SAR ≤ 26	Risque élevé

S ₄	SAR > 26	Risque très élevé
----------------	----------	-------------------

Classe S1 : l'eau peut être utilisée sur pratiquement n'importe quel type de sol avec un risque minimal d'accumuler du sodium à un niveau dommageable.

Classe S2 : l'eau présente un danger appréciable d'accumuler du sodium à un niveau dommageable pour les sols ayant une texture fine et une capacité d'échange cationique (CEC) élevée.

Classe S3 : peut produire des niveaux dommageables de sodium dans pratiquement tous les types de sols.

Classe S4 : cette eau est généralement inadéquate pour l'irrigation.

III.5.3 Classification des eaux d'irrigation :

Pour déterminer la classe des eaux d'irrigation de notre forage ; on se base sur le diagramme de Riverside , d'après l'US Salinitylaboratory Staff (Richards , 1954) . D'après les valeurs de la conductivité électrique et le rapport d'absorption du sodium SAR , les eaux appartiennent à la classe (C3 . S1) cela implique un risque de salinité .

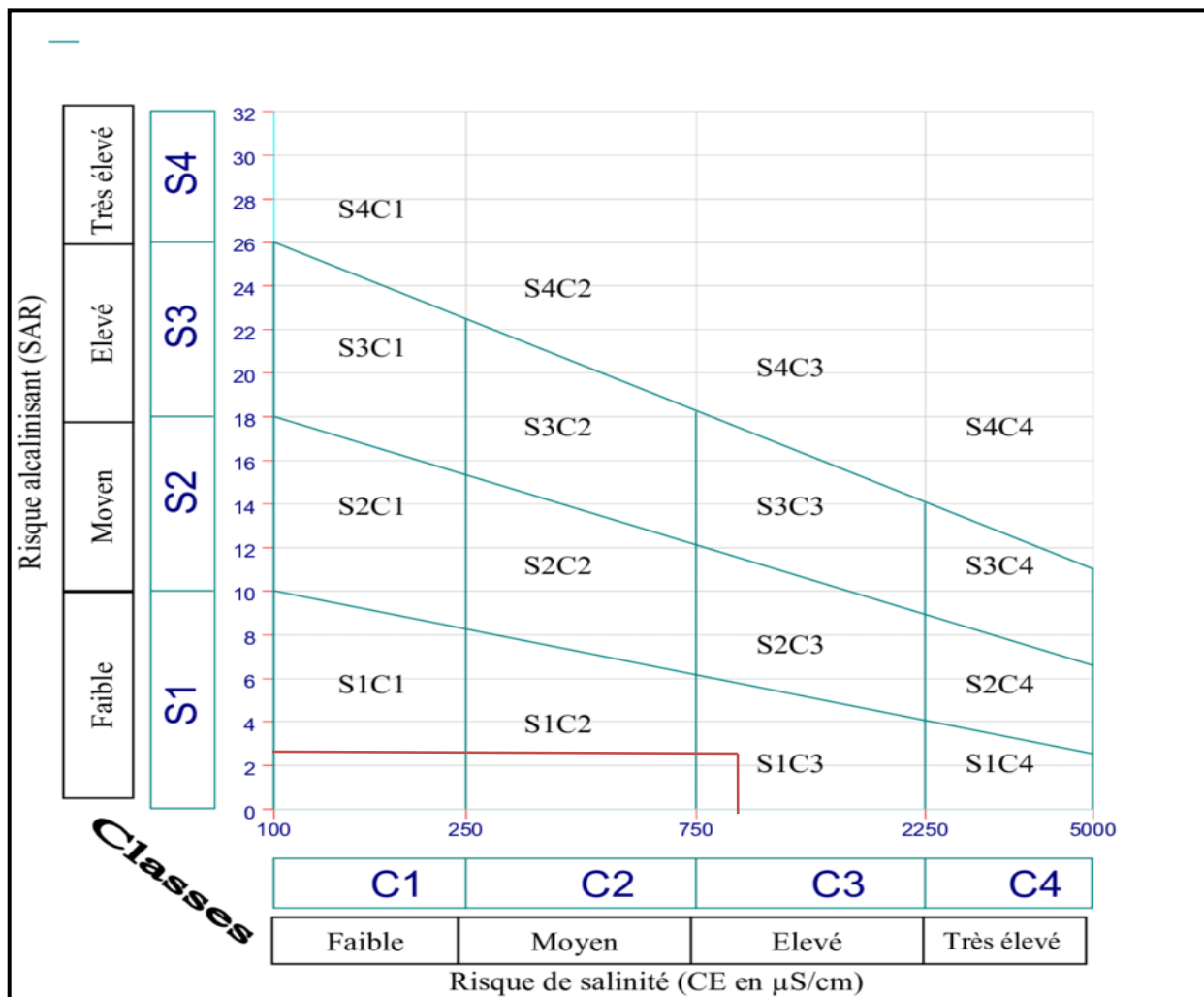


Figure III.1 :Diagramme de classification des eaux d'irrigation

Le report des résultats sur le diagramme de la classification des eaux d'irrigation montre que les eaux du périmètre appartiennent à la classe (C3 , S1) dont la qualité est moyenne à médiocre .

III.6 Etude hydrologie :

L'étude hydrologique a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données , qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro agricole , tels que le calcul des besoins des cultures et le dimensionnement de réseau de distribution .

III.6.1 Réseau pluviométrique :

Pour l'étude hydrologique , nous avons pris en considération les données fournies par la station de Ksar Chellala qui est la plus proche du site .

Les pluies mensuelles de la station pluviométrique de ksar chellala sont données dans le tableau ci-dessous :

Tableau III.5 : Série de précipitations moyennes fournies par la station météorologique .

ans Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Annuel
1990	31,2	9,60	11,6	19,0	62,8	1,10	40,10	26,60	63,00	18,4	39,7	2,00	325,1
1991	6,00	10,70	1,50	11,40	6,10	24,20	74,00	8,80	15,60	11,90	12,00	15,30	197,50
1992	5,50	12,40	12,00	12,00	17,50	6,50	29,80	19,70	85,00	12,30	24,20	3,00	239,90
1993	45,00	1,00	15,00	6,00	0,00	65,00	4,70	25,00	32,20	0,40	6,00	25,00	225,30
1994	31,00	35,00	11,70	79,00	5,00	78,00	15,30	6,00	5,00	0,00	8,00	34,00	308,00
1995	34,00	27,40	2,10	11,80	9,40	4,10	28,80	13,80	3,20	15,70	3,50	9,30	163,10
1996	43,20	7,90	11,10	4,50	19,50	38,10	39,80	29,00	31,00	55,20	25,10	7,00	311,40
1997	44,90	24,30	37,10	13,50	52,00	9,40	0,00	55,30	23,90	0,00	3,60	40,30	304,30
1998	44,90	19,60	6,60	5,30	5,90	19,50	8,80	31,40	48,10	5,60	0,00	1,00	196,70
1999	35,70	61,50	32,00	71,30	50,00	28,20	63,10	0,00	17,10	2,10	2,00	7,90	370,90
2000	13,60	10,00	52,6	27,7	0,00	0,60	4,70	11,60	9,80	3,70	3,00	11,70	68,70
2001	80,20	7,40	8,00	19,40	35,00	18,00	1,20	21,00	4,10	0,00	0,90	1,20	196,40
2002	6,60	13,40	27,20	12,90	6,60	1,80	2,90	12,00	5,70	0,30	8,00	17,60	115,00
2003	52,20	92,20	54,00	53,20	40,10	31,80	3,80	11,80	2,40	5,60	4,40	11,20	362,70
2004	8,60	17,80	8,80	34,00	5,80	9,20	19,20	37,00	104,40	11,00	7,40	10,80	274,00
2005	34,60	65,20	20,60	7,60	6,20	19,00	22,80	5,20	2,60	26,20	11,20	1,40	222,60
2006	55,20	5,20	3,80	29,20	56,40	34,00	2,00	28,00	72,00	13,40	7,00	9,20	315,40
2007	38,80	79,80	21,80	3,80	6,40	28,80	20,20	41,60	46,80	11,40	4,80	17,80	322,00
2008	78,4	96,2	34,3	3,40	15,0	16,0	44,60	2,00	45,00	14,0	14,0	7,00	369,9
2009	92,40	7,80	28,80	16,60	28,00	11,40	38,80	53,00	12,60	4,80	5,20	1,20	300,60

2010	38,30	35,30	5,30	43,00	3,10	32,9	21,20	11,70	34,20	65,00	18,30	33,70	342,00
2011	4,60	49,20	58,00	16,40	9,00	24,20	11,40	51,40	51,40	22,40	9,20	5,00	312,20
2012	10,40	31,40	70,00	3,20	2,40	2,00	63,00	43,60	4,80	8,40	5,80	3,60	248,60
2013	10,20	2,00	24,80	0,60	18,20	11,80	24,20	48,60	20,00	0,20	6,20	4,00	170,80
2014	45,40	4,40	31,80	15,00	23,80	33,80	31,70	0,60	4,80	24,40	1,00	0,60	217,30
2015	39,80	39,60	7,40	1,00	5,00	36,60	6,40	5,80	14,00	23,00	0,00	3,00	181,60
Moy	35,80	29,47	21,81	19,72	18,82	22,54	23,94	23,10	29,18	13,67	8,87	10,92	257,83

D'après les résultats du tableau ci-dessus , on remarque une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle . ces pluies sont nettement insuffisantes .

III.6.2 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique :

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

- On divise la série complète en deux sous séries : X et Y tel que : N1et N2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement N1> N2
- 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% (Touaibia, 2004), si la relation ci-dessous est vérifiée.

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

Avec :

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

Wx : Somme des rangs de sous-séries.

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

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

Les résultats du test de wilcoxon sont détaillés comme suit :

Tableau III.6 : Test d'homogénéité de Wilcoxon

Rang	Série d'origine	Série X(mm)	Série Y(mm)	TRI (mm)	X union Y
1	325,1	325,1	222,60	68,70	X
2	197,50	197,50	315,40	115,00	X
3	239,90	239,90	322,00	163,10	X
4	225,30	225,30	369,9	170,80	Y
5	308,00	308,00	300,60	181,60	Y
6	163,10	163,10	342,00	196,40	X
7	311,40	311,40	312,20	196,70	X
8	304,30	304,30	248,60	197,50	X
9	196,70	196,70	170,80	217,30	Y
10	370,90	370,90	217,30	222,60	Y
11	68,70	68,70	181,60	225,30	X
12	196,40	196,40		239,90	X
13	115,00	115,00		248,60	Y
14	362,70	362,70		274,00	X
15	274,00	274,00		300,60	Y
16	222,60			304,30	X
17	315,40			308,00	X
18	322,00			311,40	X
19	369,9			312,20	Y
20	300,60			315,40	Y
21	342,00			322,00	Y
22	312,20			325,10	X
23	248,60			342,00	X
24	170,80			362,70	X
25	217,30			369,90	Y
26	181,60			370,90	X

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

$$W_x = 210 ; W_{\min} = 164,23 ; W_{\max} = 240,77$$

Donc : **164,23 < W_x < 240,77**

La condition de Wilcoxon est vérifié , alors la série des précipitations moyennes annuelle est homogène .

III.6.3 Ajustement statique des pluies :

Les données de 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 .

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

On dit qu'une variable appartient à la distribution normale lorsque sa fonction de répartition est de la forme :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad (\text{Fréquence au non dépassement})$$

u Est la variable réduite de Gauss .Elle est donnée par :

$$u = u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

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} ; σ ; ; ; C_s
- Tracer la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien.

Avec :

L'équation de la droite Henry est : $x_{p\%} = \bar{x} + \sigma \cdot u_{p\%}$

- \bar{x} : Moyenne arithmétique ;
- $x_{p\%}$: précipitation de probabilité ;
- σ : Ecart type ;
- C_v : coefficient de variation ;
- C_s : 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 :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad (\text{Fréquence au non dépassement})$$

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 Gausso-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 Gausso-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.
- $\sigma_{\ln x}$: La variance calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique .

III.6.4 Test de validité d'un ajustement

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

$$x^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$$

$\gamma = k-1-m$.

Avec :

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

On calcule x^2 , on calcule le nombre de degré de liberté $\gamma = k-1-m$.

On détermine x^2 théorique sur la table de Pearson

Avec : x^2 théorique = g(γ, α) La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0.05$ si et seulement si : x^2 calculé < x^2 théorique Pour les calculs nous avons utilisé le logiciel HYFRAN.

Tableau III.7: Test de validité des deux ajustements .

Loi normale	Loi log-normale
x^2 calculé = 6.31	x^2 calculé = 10.62
Degré de liberté = 4	Degré de liberté = 4

Après examen des ajustements obtenus , il ressort que la **loi normale** ajuste mieux la série des pluies annuelles à la station de Ksar Chellala .

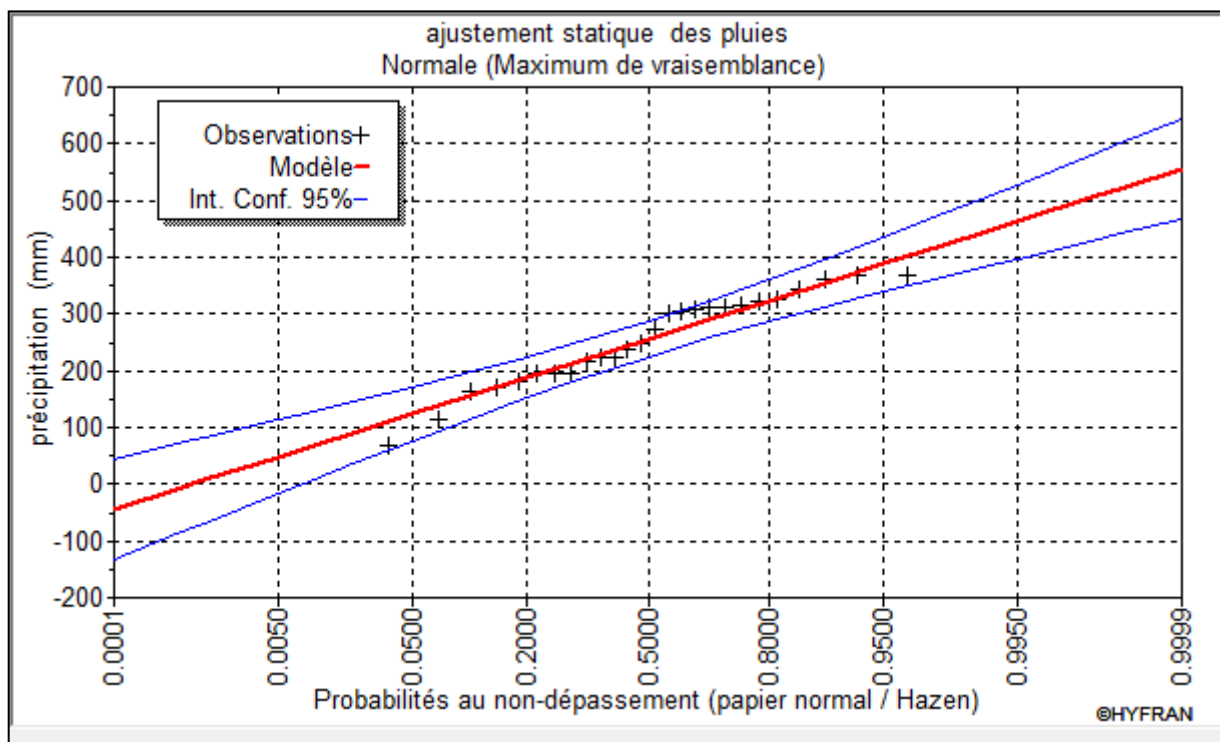


Figure III.2 : Ajustement des pluies annuelles à la loi normale .

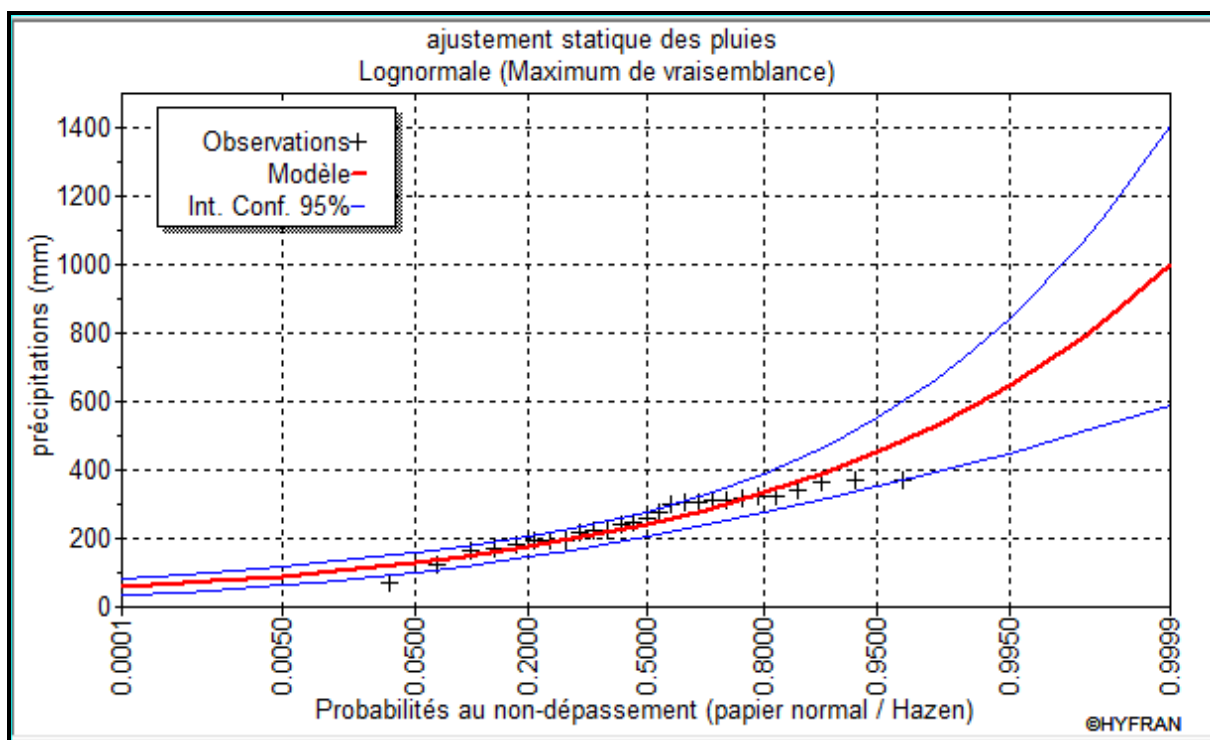


Figure III.3 : Ajustement des pluies annuelles à la loi log-normale .

III.6.5 Les caractéristique statistiques de base :

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

- Nombre d'observations : 26
- Minimum : 68.0
- Maximum : 370
- Moyenne : 256
- Ecart-type : 80.50
- Médiane : 261
- Coefficient de variation : 0.315
- Coefficient d'asymétrie : -0.476

III.6.6 Détermination de l'année de calcul

Puisque la loi normale est la plus adéquate , alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle (fréquence 80 %) représentative de la région .

Tableau III.8: les données d'ajustement à la loi de Gauss .

T = 1/(1-q , q= F(X) (probabilité au non dépassement)				
T	Fréquence	Quantile	Ecart-type	Intervalle de confiance 95%
10	0.9	359	21.5	317-401
5	0.8	324	18.5	287-360
2	0.5	256	15.8	225-287
1.25	0.2	188	18.5	152-224

La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée souvent pour la fréquence 80% .

$$P_{moy\ 80\% \text{ de chaque mois}} = P_{moy \text{ de chaque mois}} * \frac{P_{théorique (20\%)\text{annuelle}}}{P_{théorique (50\%)\text{annuelle}}}$$

Alors :

$$P_{moy\ 80\%} = P_{moy\text{-mensuelle}} * 0.734$$

Tableau III.9 : Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Pmoy	18,82	22,54	23,94	23,10	29,18	13,67	8,87	10,92	35,80	29,47	21,81	19,72
Pmoy 80%	13,81	16,54	17,57	16,96	21,42	10,03	6,51	8,02	26,28	21,63	16,01	14,47

III.7 Conclusion :

Au terme de ce travail , nous avons essayer d'évaluer la quantité et la qualité des ressources en eau disponible dans la région . L'évaluation de la qualité des eaux souterraines utilisées en irrigation a révélé que ces eaux sont de classe C3-S1 , avec une faible alcalinité et une salinité élevée . Pour cela , il est recommandé de majorer les besoins en eau d'irrigation en prenant en compte des doses de lessivage , afin de lutter contre la salinisation de ces sols .

Pour déterminer l'année de calcul on a effectué une étude hydrologique de série pluviométrie de plusieurs années au niveau de notre périmètre .

Chapitre IV:
Les besoins en eau des cultures

IV.1 Introduction

L'estimation des besoins en eau des cultures et l'estimation des volumes d'eau nécessaire à l'irrigation pour un assolement donné représente un élément essentiel de la planification et de la conception d'un réseau d'irrigation. Une connaissance précise de besoin d'irrigation est indispensable pour pouvoir évaluer le volume requis de ressources en eau, le dimensionnement des réservoirs de stockage et la capacité des réseaux d'irrigation .

Une estimation incorrecte des besoins peut entraîner de sérieuses défaillances dans la performance d'un réseau ou le gaspillage de précieuses ressources en eau et peut aussi provoquer l'engorgement , ou le lessivage des éléments nutritifs du sol .

IV.2 Besoins en eau des cultures

Pour atteindre des objectifs de production satisfaisants, il convient de mettre les cultures dans des conditions hydriques optimales. Ces conditions peuvent être assurées grâce à une bonne connaissance des besoins en eau de la culture (Evapotranspiration), des stocks d'eau dans le sol, et des apports d'eau extérieurs .

IV.3 Concept de L'évapotranspiration de référence :

L'évapotranspiration à partir d'une surface de référence suffisamment alimentée en eau est appelée «évapotranspiration de référence d'une culture», désignée par le symbole ETo . Le concept d' ETo a été introduit pour étudier la demande évaporative de l'atmosphère à un endroit et à un moment précis , sans tenir en compte les facteurs cultureux et pédologiques .

IV.3.1 Estimation de l'évapotranspiration de référence :

Plusieurs méthodes empiriques et semi-empiriques ont été mises au point pour évaluer l'évapotranspiration de référence d'une culture sur la base de variables climatiques, notamment celles de Blaney-Criddle, du rayonnement, de Penman (modifiée) et du bac d'évaporation . L' ETo est exprimée en mm/jour .

IV.3.2 Méthode de FAO-penman-monteith :

L'équation de PenmanMonteith s'établit comme suit :

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{cste}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

Avec :

ET_0 = Évapotranspiration de référence (mm/jour);

Rn = Rayonnement net à la surface de la culture (MJ/m² par jour) ;

G = Densité du flux de chaleur dans le sol (MJ/m² par jour) ;

T = Température quotidienne moyenne de l'air à 2 m de hauteur (°C) ;

u_2 = Vitesse du vent à 2 m de hauteur (m/sec) ;

e_s = Pression de vapeur saturante (kPa) ;

e_a = Pression de vapeur réelle (kPa) ;

$e_s - e_a$ = Déficit de pression de vapeur saturante (kPa) ;

Δ = Pente de la courbe de pression de vapeur saturante à température T (kPa/°C) ;

γ = Constante psychométrique (kPa/°C) ;

pour l'exécution et la facilité des calculs ,on a travaillé avec un logiciel d'aide à la gestion de l'irrigation "**Cropwat** " qu'il a été mis au point par la FAO en 1992, basé sur la formule de Penman - Monteith modifiée.

nous avons entré les données suivantes :

- précipitation moyenne mensuelle (mm),
- humidité relative moyenne mensuelle (%),
- vitesse de vent moyenne mensuelle (m/s),
- durée d'insolation moyenne mensuelle (heure/j).

les résultats de l'évapotranspiration de référence calculés à l'aide du logiciel Cropwat sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau IV.1: les résultats de l'évapotranspiration de référence du logiciel Cropwat

Pays : Algérie		Station : ksar chellala					
Altitude : 800 m		Latitude : 35.16 °N			Longitude : 2.10 °W		
Mois	Tmin	Tmax	humidité	vents	ensol	Rad	ET0
Unité	°C	°C	%	m/s	h/j	Mj/m ² .jour	mm/mois
Jan	2.5	12.6	76	4	5.5	9.6	35
Fév	3.2	14.3	72	4	7.1	13.4	58
Mar	6.1	18.2	64	4	7.4	16.7	96
Avr	8.2	21.1	63	4	8.5	20.8	126
Mai	12.4	26.6	57	4	9.3	23.4	171
Juin	17.7	33.2	43	4	11.0	26.3	200
Juil	21.0	37.4	34	3	11.3	26.4	219
Aout	20.8	36.6	37	3	9.8	23.0	195
Sep	16.6	30.3	52	3	8.8	19.3	138
Oct	12.3	24.1	63	3	7.5	14.6	86
Nov	6.9	17.5	69	4	6.1	10.6	48
Déc	3.6	12.9	79	4	5.5	8.9	28
Moy	10.9	23.7	59	4	8.2	17.7	116.66

IV.3.3 L'évapotranspiration maximale :

Elle est définie à différents stades de développement d'une culture donnée sous des conditions agronomiques optimales; c'est à dire sans maladie et sans stress ni hydrique ni nutritionnel . elle est reliée à ET₀ par l'intermédiaire d'un coefficient K_c appelé coefficient cultural qui tient compte de la différence physique et physiologique entre la surface de référence et la culture . l'ETM est donnée par :

$$ETM = ET_0 * K_c$$

IV.3.4 Le coefficient cultural Kc :

Le coefficient caractérise les différents stades végétatifs de la plante.

Pour un climat donné, la consommation en eau de la plante dépend principalement de son âge (stade végétatif) et de la variété .

IV.3.5 Estimation des besoins d'irrigation :

Il est important de distinguer entre les besoins en eau des cultures et besoin d'irrigation qui est défini comme la quantité d'eau que doit fournir le réseau d'irrigation pour satisfaire pleinement le besoin en eau de la culture.

Si l'irrigation constitue la seule source d'apport d'eau pour la plante, le besoin d'irrigation sera au moins égal au besoin en eau des cultures et généralement plus élevé que ce dernier si l'on tient compte des inefficacités du réseau .

IV.4 Besoin d'irrigation nette :

Le besoin en eau d'irrigation net s'obtient à partir de l'équation du bilan au champ:

$$B = ETM - (P_{eff} + K.RFU_{i-1})$$

Avec :

K : coefficient qui dépend des conditions climatologiques ;

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

ETM : évapotranspiration (mm/mois) ;

P_{eff} : pluie efficace ;

RFU_{i-1}: la réserve facilement utilisable par les cultures , dans cette approche elle exprime l'humidité du sol du mois précédent ;

➤ Estimation de la réserve en eau utile :

C'est le volume d'eau pouvant être emmagasiné dans le sol après une période de pluie ou un arrosage copieux .il est donné par :

$$RU = (H_{cc} - H_{pf}) . Da . Z$$

Avec :

Da : densité apparente ;

Z : profondeur d'enracinement (mm) ;

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

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

➤ Réserve facilement utilisable :

La réserve facilement utilisable (RFU) est la quantité d'eau qu'une plante peut extraire d'un sol sans que sa production ne soit affectée de façon notable. Elle est

définie par l'introduction d'un coefficient (degré de tarissement) . Il est généralement admis de lui donner une valeur de 2/3 de la RU .

$$RFU = RU \cdot Y$$

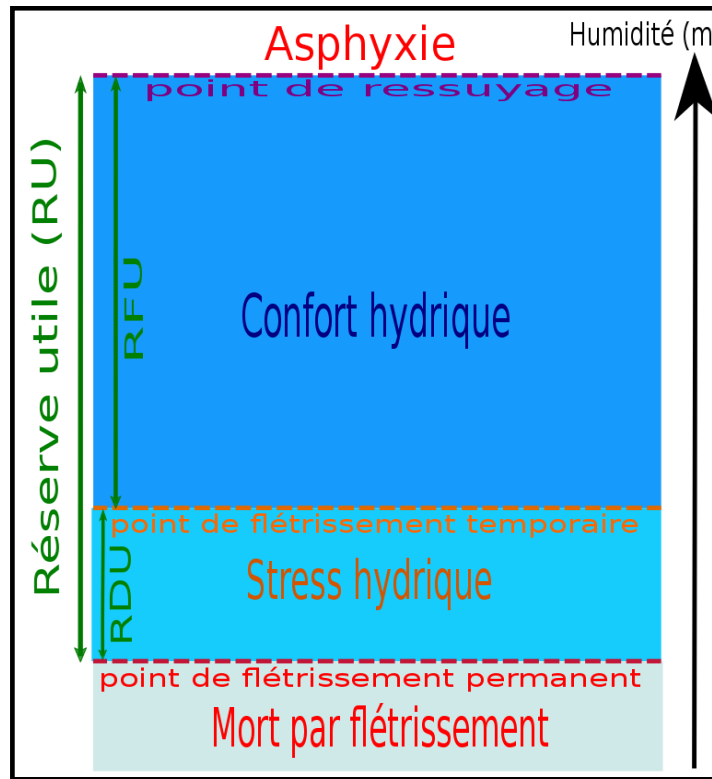


Figure IV.1 : Réserve utile (wikipédia)

IV.5 La Pluie efficace :

Elle est définie comme étant la fraction des précipitations qui efficacement utilisée par la culture, en fonction de sa profondeur d'enracinement et de la capacité de stockage du sol après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation en profondeur .

$$\text{Pluies efficaces (mm/mois)} = A * \text{pluies totales}$$

Avec :

A : coefficient estimé à 0.8

Les valeurs moyennes mensuelles de pluies efficaces sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau IV.2 : Précipitation efficace dans la zone d'étude

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
P _{mm}	13.8	16.5	17.57	16.96	21.42	10.03	6.51	8.02	26.28	21.63	16.01	14.47
P _{eff}	11.0	13.2	14.06	13.57	17.14	8.02	5.21	6.42	21.02	17.30	12.81	11.58

IV.6 Besoins brutes en eau d'irrigation :

C'est la quantité d'eau qu'il est nécessaire de prélever dans la ressource afin de satisfaire les besoins en eau de cette culture .cette quantité comprend donc tous les pertes subies pendant le transport et la distribution et éventuellement pendant le stockage ainsi que les besoins de lessivage s'il y a lieu .

$$B_{brut} = B_{net} / E_g$$

Avec : **B_{brut}** : besoins bruts d'irrigation ;

B_{net} : besoins nets d'irrigation ;

E_g: efficacité globale ;

IV.7 Besoins de lessivage :

La salinité dans la zone racinaire est directement liée à la qualité de l'eau, aux méthodes et pratiques d'irrigation, aux caractéristiques du sol et aux précipitations. Une haute teneur en sel au niveau des racines est généralement maîtrisée par le lessivage avec, au besoin, un apport d'eau excédentaire.

$$LR = \frac{EC_w}{2 \max EC_e} \cdot \frac{1}{L_e}$$

Avec :

LR : La fraction d'eau à appliquer qui traverse la zone racinaire .

EC_w : Conductivité électrique de l'eau d'irrigation (dS/m);

EC_e: Conductivité électrique de sol saturé pour une culture donnée (dS/m);

L_e : Efficacité du lessivage .

En règle générale, le besoin de lessivage n'est pas pris en compte lors de l'estimation des besoins d'irrigation. En outre, du fait d'inefficiences dans le réseau d'irrigation, les pertes d'eau dues à la percolation profonde satisfont généralement les besoins de lessivage .

Dans notre cas , les besoins de lessivage sont estimée avec une fraction de 0.254 .

IV.8 Choix des cultures

plusieurs facteurs interviennent dans le choix des cultures notamment les souhaits des agriculteurs et les aspirations des cultivateurs , le climat , les sols et les aptitudes culturels , les aspects financières , la qualité et la disponibilité de l'eau , les besoins de la main d'œuvre , la commercialisation , les aspects liés aux rotations et la vulnérabilité aux maladies. Ces facteurs sont généralement propres à chaque site.

IV.8.1 l'occupation du sol :

Avant l'évaluation des besoins en eau des cultures , il faut d'abord définir l'occupation et la répartition culturelle dans notre zone d'étude , tenant en compte les facteurs climatiques , sociales , agro-pédologiques .

Les grandes cultures, notamment les céréales, les cultures maraichères s'adaptent relativement aux conditions pédoclimatique 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 :

TableauIV.3: Occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre

Cultures	Céréales	Fourrages	Maraichage	Arboriculture	Total
Surface %	40	10	25	25	100

IV.8.2 les cultures proposées :

Tableau IV.4: Les cultures proposées à la zone d'étude

	Céréaliculture	C fourragères	Maraîchage	Arboriculture
Cultures	L'orge Blé dur	L'avoine Luzerne L'Orge, Maïs	Oignon- Ail Pomme de terre Carotte , Tomate Haricot Concombre	L'olivier

IV.8.3 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 et colza) permet de rompre avec le cycle de certaines adventices ;
- ✓ grâce aux systèmes racinaires différents, le profil du sol est mieux exploré, ce qui se traduit par une amélioration des caractéristiques physiques du sol et notamment de sa structure, et donc de la nutrition des plantes ;
- ✓ 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.

➤ Programme de rotation des cultures de périmètre :

Par souci de produire une gamme assez large d'espèces durant l'année et avec respect d'une alternance des cultures, et pour rompre le cycle des ravageurs , nous avons choisi un modèle d'assolement – rotation biennal . le tableau suivant intègre l'assolement proposé .

Tableau IV.5 : La rotation des assolements proposée pour notre périmètre

Assolement 1	Assolement 2
Blé -l'avoine	Orge en vert
Oignon-Ail	Tomate
La luzerne	Blé
Pomme de terre	Haricot
Carotte	Concombre
Tomate	Ail-oignon
Mais	Orge grain
L'olivier	

IV.9 Estimation des besoins en eau des cultures :

IV.9.1 Les besoins en eau de l'arboriculture :

Tableau IV.6: Calcul des besoins en eau de l'olivier .

Mois	P eff (mm)	Etp mm/mois	Kc	ETM	Z (m)	RFU Théo	RFU Réel	B (mm)
Sep	21.02	138	0.85	117.3	1.50	148.5	0.00	96.28
Oct	17.30	86	0.85	73.1	1.50	148.5	0.00	55.8
Nov	12.81	48	0.75	36	1.50	148.5	49.50	0
Déc	11.58	28	0.65	18.2	1.50	148.5	49.50	0
Jan	11.0	35	0.65	22.75	1.50	148.5	148.5	0
Fév	13.2	58	0.65	37.7	1.50	148.5	148.5	0
Mar	14.06	96	0.65	62.4	1.50	148.5	49.50	0
Avr	13.57	126	0.65	81.9	1.50	148.5	49.50	18.83
Mai	17.14	171	0.65	111.2	1.50	148.5	49.50	44.51
Juin	8.02	200	0.8	160	1.50	148.5	0.00	102.48
Juil	5.21	219	0.85	186.2	1.50	148.5	0.00	180.44
Aout	6.42	195	0.85	165.8	1.50	148.5	0.00	159.33

IV.9.2 Les besoins en eau des céréales :

Tableau IV.7: Calcul des besoins en eau de blé /avoine

Blé/avoine								
Mois	P eff (mm)	Etp mm/mois	Kc	ETM	Z (m)	RFU Théo	RFU Réel	B (mm)
Sep	21.02	138						
Oct	17.30	86						
Nov	12.81	48	0.4	19.2	0.3	29.7	9.9	6.39
Déc	11.58	28	0.7	19.6	0.5	49.5	16.5	0
Jan	11.0	35	0.85	29.75	0.5	49.5	49.5	2.25
Fév	13.2	58	0.95	55.1	0.6	59.4	59.4	0
Mar	14.06	96	1	96	0.6	59.4	19.8	22.54
Avr	13.57	126	1.05	132.3	0.6	59.4	19.8	98.93
Mai	17.14	171	1.03	176.13	0.6	59.4	19.8	139.19
Juin	8.02	200	0.5	100	0.6	59.4	19.8	72.18
Juil	5.21	219						
Aout	6.42	195						

Tableau IV.8 : Calcul des besoins en eau de l'orge grain .

Orge grain								
Mois	P eff (mm)	Etp mm/mois	Kc	ETM	Z (m)	RFU Théo	RFU Réel	B (mm)
Sep	21.02	138						
Oct	17.30	86						
Nov	12.81	48	0.5	24	0.3	29.7	9.9	11.19
Déc	11.58	28	0.7	19.6	0.5	49.5	16.5	0
Jan	11.0	35	0.85	29.75	0.5	49.5	49.5	3.25
Fév	13.2	58	0.95	55.1	0.6	59.4	59.4	0
Mar	14.06	96	0.85	81.6	0.6	59.4	19.8	8.14
Avr	13.57	126	0.75	94.5	0.6	59.4	19.8	61.13
Mai	17.14	171	0.75	128.25	0.6	59.4	19.8	91.31
Juin	8.02	200	0.75	150	0.6	59.4	19.8	122.18
Juil	5.21	219						
Aout	6.42	195						

IV.9.3 Les besoins en eau des cultures maraîchères :

Tableau IV.9 : Calcul des besoins en eau de pomme de terre .

Pomme de terre (saison)								
Mois	P eff (mm)	Etp mm/mois	Kc	ETM	Z (m)	RFU Théo	RFU Réel	B (mm)
Sep	21.02	138						
Oct	17.30	86	0.5	43	0.4	39.6	0.0	25.7
Nov	12.81	48	0.7	33.6	0.6	59.4	9.9	20.79
Déc	11.58	28	1	28	0.6	59.4	19.8	6.52
Jan	11.0	35	0.75	26.25	0.6	59.4	59.4	0.0
Fév	13.2	58						
Mar	14.06	96						
Avr	13.57	126						
Mai	17.14	171						
Juin	8.02	200						
Juil	5.21	219						
Aout	6.42	195						

Tableau IV.10 : Calcul des besoins en eau de carotte

Carotte								
Mois	P eff (mm)	Etp mm/mois	Kc	ETM	Z (m)	RFU Théo	RFU Réel	B (mm)
Sep	21.02	138	0.42	57.96	0.3	29.7	0.0	36.94
Oct	17.30	86	0.7	60.2	0.4	39.6	0.0	42.9
Nov	12.81	48	0.81	38.88	0.5	49.5	9.9	26.07
Déc	11.58	28	0.77	21.56	0.6	59.5	19.8	0.0
Jan	11.0	35	0.57	19.95	0.7	69.3	69.3	0.0
Fév	13.2	58						
Mar	14.06	96						
Avr	13.57	126						
Mai	17.14	171						
Juin	8.02	200						
Juil	5.21	219						

Aout	6.42	195						
-------------	------	-----	--	--	--	--	--	--

Tableau IV.11 : Calcul des besoins en eau de concombre

Concombre								
Mois	P eff (mm)	Etp mm/mois	Kc	ETM	Z (m)	RFU Théo	RFU Réel	B (mm)
Sep	21.02	138						
Oct	17.30	86						
Nov	12.81	48						
Déc	11.58	28						
Jan	11.0	35						
Fév	13.2	58						
Mar	14.06	96						
Avr	13.57	126						
Mai	17.14	171	0.38	64.98	0.4	39.6	13.2	47.84
Juin	8.02	200	0.57	114	0.45	44.55	19.8	92.78
Juil	5.21	219	0.85	186.15	0.5	49.5	0	161.14
Aout	6.42	195	0.85	165.75	0.6	59.4	0	159.33

Tableau IV.12 : Calcul des besoins en eau de tomate

Tomate								
Mois	P eff (mm)	Etp mm/mois	Kc	ETM	Z (m)	RFU Théo	RFU Réel	B (mm)
Sep	21.02	138						
Oct	17.30	86						
Nov	12.81	48						
Déc	11.58	28						
Jan	11.0	35						
Fév	13.2	58						
Mar	14.06	96	0.5	48	0.7	69.3	23.1	33.94
Avr	13.57	126	0.85	107.1	0.9	89.1	29.7	70.43
Mai	17.14	171	1.15	196.65	1.2	118.8	39.6	149.81
Juin	8.02	200	0.9	180	1.2	118.8	0	132.38
Juil	5.21	219						

Aout	6.42	195						
------	------	-----	--	--	--	--	--	--

Tableau IV.13 : Calcul des besoins en eau de l'oignon

Oignon/ail								
Mois	P eff (mm)	Etp mm/mois	Kc	ETM	Z (m)	RFU Théo	RFU Réel	B (mm)
Sep	21.02	138						
Oct	17.30	86	0.5	43	0.4	39.6	0.00	25.7
Nov	12.81	48	0.75	36	0.4	39.6	0.00	23.19
Déc	11.58	28	0.95	26.6	0.4	39.6	13.2	15.02
Jan	11.0	35	0.95	33.25	0.4	39.6	39.6	9.05
Fév	13.2	58	0.75	43.5	0.4	39.6	39.6	0.00
Mar	14.06	96						
Avr	13.57	126						
Mai	17.14	171						
Juin	8.02	200						
Juil	5.21	219						
Aout	6.42	195						

Tableau IV.14 : Calcul des besoins en eau de l'haricot

Haricot								
Mois	P eff (mm)	Etp mm/mois	Kc	ETM	Z (m)	RFU Théo	RFU Réel	B (mm)
Sep	21.02	138	0.9	124.2	0.7	69.3	0.00	103.18
Oct	17.30	86						
Nov	12.81	48						
Déc	11.58	28						
Jan	11.0	35						
Fév	13.2	58						
Mar	14.06	96						
Avr	13.57	126						
Mai	17.14	171	0.4	68.4	0.4	39.6	13.2	51.26
Juin	8.02	200	0.5	100	0.5	49.5	16.5	78.78
Juil	5.21	219	0.65	142.35	0.5	49.5	0.00	120.64

Aout	6.42	195	0.95	185.25	0.7	69.3	0.00	178.83
-------------	------	-----	------	--------	-----	------	------	--------

IV.9.4 Les besoins en eau des cultures fourragères :

Tableau IV.15 : Calcul des besoins en eau de luzerne

Luzerne								
Mois	P eff (mm)	Etp mm/mois	Kc	ETM	Z (m)	RFU Théo	RFU Réel	B (mm)
Sep	21.02	138	0.5	69	0.4	39.6	0.00	47.98
Oct	17.30	86	0.65	55.9	0.4	39.6	13.2	38.6
Nov	12.81	48	0.7	33.6	0.7	69.3	13.2	7.59
Déc	11.58	28	0.8	22.4	0.9	89.1	89.1	0.00
Jan	11.0	35	0.9	31.5	1	99	99	0.00
Fév	13.2	58	0.95	55.1	1.2	118.8	118.8	0.00
Mar	14.06	96	1.05	100.8	1.2	118.8	39.6	0.00
Avr	13.57	126	1.05	132.3	1.2	118.8	39.6	79.13
Mai	17.14	171	1.15	196.65	1.2	118.8	39.6	139.91
Juin	8.02	200	1.2	240	1.2	118.8	39.6	192.38
Juil	5.21	219	1.05	229.95	1.2	118.8	0	185.14
Aout	6.42	195	1.05	204.75	1.2	118.8	0	198.33

Tableau IV.16 : Calcul des besoins en eau de maïs

Maïs								
Mois	P eff (mm)	Etp mm/mois	Kc	ETM	Z (m)	RFU Théo	RFU Réel	B (mm)
Sep	21.02	138						
Oct	17.30	86						
Nov	12.81	48						
Déc	11.58	28						
Jan	11.0	35						
Fév	13.2	58						
Mar	14.06	96						
Avr	13.57	126	0.45	56.7	0.6	59.4	19.8	43.13

Mai	17.14	171	0.55	94.05	0.7	69.3	23.1	57.11
Juin	8.02	200	1.15	230	1	99	33	198.88
Juil	5.21	219	0.9	197.1	1	99	0.00	158.89
Aout	6.42	195						

Tableau IV.17: Calcul des besoins en eau de l'orge vert

Orge en vert								
Mois	P eff (mm)	Etp mm/mois	Kc	ETM	Z (m)	RFU Théo	RFU Réel	B (mm)
Sep	21.02	138						
Oct	17.30	86						
Nov	12.81	48	0.3	14.4	0.3	29.7	9.9	0.00
Déc	11.58	28	0.3	8.4	0.5	49.5	16.5	0.00
Jan	11.0	35	0.5	17.5	0.5	49.5	49.5	0.00
Fév	13.2	58	0.5	29	0.6	59.4	59.4	0.00
Mar	14.06	96	1	96	0.6	59.4	19.8	22.54
Avr	13.57	126	1.15	144.9	0.6	59.4	19.8	111.53
Mai	17.14	171	1	171	0.7	69.3	23.1	134.06
Juin	8.02	200						
Juil	5.21	219						
Aout	6.42	195						

IV.10 Calcul des besoins en eau pour les assolements 1 et 2 :

Tableau IV.18 :Les besoins en eau pour l'assolement 1

Mois	Blé	Oignon	Luzerne	Pomme	Carotte	Tomate	Mais	Olivier	Tot
Sep	0.00	0.00	47.98	0.00	36.94	0.00	0.00	96.28	181.2
Oct	0.00	25.7	38.6	25.7	42.9	0.00	0.00	55.8	188.7
Nov	0.00	23.19	7.59	20.79	26.07	0.00	0.00	0.00	77.64
Déc	0.00	15.02	0.00	6.52	0.0	0.00	0.00	0.00	21.54
Jan	0.00	9.05	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	9.05
Fév	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Mar	22.54	0.00	0.00	0.00	0.00	33.94	0.00	0.00	56.48
Avr	98.93	0.00	79.13	0.00	0.00	70.43	43.13	18.83	310.45
Mai	139.19	0.00	139.91	0.00	0.00	149.81	57.11	44.51	530.53
Jui	72.18	0.00	192.38	0.00	0.00	132.38	198.88	102.48	698.3
Juil	0.00	0.00	185.14	0.00	0.00	0.00	158.89	180.44	524.47
Aout	0.00	0.00	198.33	0.00	0.00	0.00	0.00	159.33	357.66

Tableau IV.19: Les besoins en eau pour l'assolement 2

Mois	Orge vert	Tomate	Blé	Haricot	Conco-Mbre	Ail	Orge grain	Olivier	Tot
Sep	0.00	0.00	0.00	103.18	0.00	0.00	0.00	96.28	199.46
Oct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.7	0.00	55.8	81.5
Nov	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.19	11.19	0.00	34.38
Déc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.02	0	0.00	15.02
Jan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.05	3.25	0.00	12.3
Fév	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Mar	22.54	33.94	22.54	0.00	0.00	0.00	8.14	0.00	87.16
Avr	111.53	70.43	98.93	0.00	0.00	0.00	61.13	18.83	360.85
Mai	134.06	149.81	139.19	51.26	47.84	0.00	91.31	44.51	657.98
Jui	0.00	132.38	72.18	78.78	92.78	0.00	122.18	102.48	600.78
Juil	0.00	0.00	0.00	120.64	161.14	0.00	0.00	180.44	199.46
Aout	0.00	0.00	0.00	178.83	159.33	0.00	0.00	159.33	81.5

IV.11 Calcul du débit spécifique

Supposons que la dose d'arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 22 heures sur 24 heures pendant 30 jours afin d'assurer les besoins mensuelles .

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

avec :

B_{net} : besoin net du mois de pointe en mm/mois .

N_j : nombre de jours .

N_i : nombre des heures d'irrigation .

E_i : Efficience d'irrigation .

D'où les besoins de pointe correspondent au mois de juin (assolement 1) , soient donc **698.3 mm / mois** .

Ce besoin se traduira en un débit spécifique de 3.85 l/s/ha . alors , il ya un risque de surdimensionnement . (débit spécifique important) .

Pour y remédier, on choisit le débit spécifique de la culture la plus exigeante pour le mois de pointe qui est le maïs fourragère au moi de juin qui est égal à : **198.88 mm/mois** .

$q_s = 1.11 \text{ l/s/ha}$.

Ce débit est largement inférieur à 1.5 l/s/ha , donc le choix de ce débit reste valable.

IV.12 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons traiter la question du choix des culture en tenant compte de plusieurs facteurs pédologiques et climatologiques et par la suite nous avons établi un programme de rotation d'assolement des cultures dans la totalité de périmètre.

Ensuite , nous avons estimé les besoins de chaque culture afin d'assurer aux plantes un approvisionnement hydrique adéquat et continu , et déduit le débit spécifique nécessaire au dimensionnement du réseau de notre périmètre .

Chapitre V:
L'aménagement du périmètre

V.1 Introduction :

le présent chapitre de l'étude est consacré au titre du projet de mise en valeur par la concession du périmètre RECHA ET OUMZEBODJ situé dans la commune de Rechaigua . cette étape de l'étude consiste à établir un programme d'actions de mise en valeur à travers différents composantes .

L'aménagement d'un grand périmètre d'irrigation nécessite des investissements pour la réalisation de plusieurs opérations : mobilisation de la ressource en eau, défrichage et préparation du sol, construction de routes et pistes d'exploitation, implantation d'un réseau électrique, et des stations de pompages, l'implantation d'un réseau de desserte hydraulique etc.

Il s'agit donc de définir toutes les actions nécessaires pour la mise en valeur du périmètre à aménager en particulier la question de la ressource en eau qui va conditionner la projection du projet .

V.2 Consistance du programme :

Compte tenu des résultats du bilan des atouts et faiblesses qui caractérisent le périmètre, plus particulièrement l'aptitude culturale des sols et les conditions hydro climatiques, mais aussi la projection des activités agricoles et d'élevage pratiquées dans la zone . L'option de mise en valeur est orientée essentiellement vers la production céréalière à base d'espèces fourragères avec une option modérée pour la production maraichère et arboriculture notamment la culture oléicole étant entendu que la conduite des cultures sera totalement en irriguée .

Une partie du périmètre présentant un sol maigre ne convenant pas à l'usage agricole sera exploité comme parcours en l'aménageant préalablement au moyen de plantation d'espèces fourragères pérennes à l'instar de l'atriplex (plante utile à l'élevage ovin) .

Cette option semble la mieux adaptée pour exploiter de manière optimale les ressources en sol et en eau du périmètre, en tenant compte des critères de rentabilité économique et de durabilité.

V.3 Unité d'exploitation (la concession) :

La parcellisation du périmètre en concession tient compte de la qualité hétérogène du support pédologique et donc de sa productivité. Aussi, les 6766Ha de superficie nette à concéder seront répartis en **118 concessions** .(le tableau des secteurs est dans l'annexe) .

V.4 Aménagements d'accompagnement :**V.4.1 Aménagement de pistes :**

Même si l'accès extérieur est assuré par la proximité de la RN n°6, la circulation à l'intérieur du périmètre devra être assurée par un réseau de pistes agricoles qui fera également office de limite entre les concessions.

V.4.2 Brise - vents :

La mise en place d'un réseau de brise-vent est rendu nécessaire par la topographie plane du périmètre situé dans une région exposée à une érosion éolienne forte occasionnée par les vents chargés par des particules de sable qui sont la cause d'une accumulation du sable et même des dépôts de sable à l'intérieur du périmètre ce qui pourrait endommager les cultures.

Une ceinture périmétrale de brise-vent sera plantée autour du périmètre d'une longueur de **60,71km** .

V.4.3 Défoncement - Épierrage :

Il est préconisé de procéder au défoncement de l'ensemble de la superficie à mettre en valeur, soit 7620,5 Ha, sachant que ces sols présentent une croûte calcaire de peu d'épaisseur qu'il s'agira de briser afin d'approfondir la rhizosphère. L'épierrage est indispensable afin d'évacuer les débris, ceux-ci pourront être entreposé selon un cordon autour des parcelles.

V.5 Composante hydraulique :

La mise en valeur du périmètre est étroitement dépendante de la mobilisation conséquente de l'eau et de son utilisation rationnelle. Pour couvrir les besoins en eau induits par la mise en valeur du périmètre, il est prévu d'importants

investissements dans ce domaine notamment en matière de forage et de réseaux d'irrigation performants, et autres équipements hydrauliques à mettre en place.

V.5.1 Mobilisation des eaux souterraines :

Les conditions climatiques étant défavorables pour une agriculture pluviale, le recours à l'irrigation est incontournable et les données hydrogéologiques de la région indiquent que dans l'ensemble la ressource en eau souterraine est disponible. Mais la mobilisation de cette ressource au profit du périmètre est conditionnée par l'autorisation de la Direction des Ressources en Eau qui devra déterminer la part à consacrer à la mise en valeur étant entendu que le réservoir d'eau de la région participe essentiellement à l'alimentation en eau potable de nombreuses localités .

L'évaluation de la ressource en eau nécessaire à la mise en valeur du périmètre est conditionnée par 3 facteurs :

- ✓ L'affectation des terres du périmètre, autrement dit le plan de culture optimal déterminé par les caractéristiques naturelles du site, notamment les aptitudes du sol, et la vocation de la zone.
- ✓ Les besoins naturels en eau de chacune des cultures préconisées en fonction de leurs exigences pour des rendements optima.
- ✓ Les contraintes bioclimatiques, particulièrement la pluviométrie et la température, qui déterminent le déficit hydrique à reconstituer pour les cultures.
- ✓ Les techniques d'irrigation à adopter qui permettent, pour les techniques de « goutte-à-goutte » et d'aspersion, de réduire les doses d'irrigation .

Le principe de base est de considérer que :

- Les céréales bénéficient d'une irrigation d'appoint .
- Les cultures maraichères sont conduites en intensif avec un système d'irrigation de type économiseur d'eau (« goutte-à-goutte » ou aspersion, selon l'espèce).
- L'arboriculture fruitière ,l'oléiculture selon l'option de la zone, est conduite en intensif en utilisant le système « goutte-à-goutte ».

V.5.2 Moyens de stockage et équipements hydrauliques :

En considérant le nombre de concession, il est préconisé à la base un bassin d'accumulation (par concession de 49 ha) ce qui donne lieu à un nombre total d'ouvrages de 159 unités pour l'ensemble du périmètre.

V.5.3 Équipements hydrauliques :

Après la réalisation des infrastructures hydrauliques (forages et réservoirs), il y a lieu de prévoir :

- Des abris de forage : au nombre de 159 unités, la construction étant de 3 m x 2 m avec une hauteur de 2 m.
- L'électrification : Il est à noter que l'énergie électrique est distante de 6 km du périmètre, il y a lieu d'y ajouter un réseau de moyenne tension pour alimenter l'ensemble des forages à réaliser.
- Conduite d'amenée : pour acheminer les eaux du forages vers les bassins de stockage , il ya lieu de prévoir des conduites d'amenée de l'eau .

V.6 La variante d'aménagement hydro-agricole :

Après l'analyse des différentes variantes , nous considérons que la l'adduction par refoulement est le plus adaptable qui assure une bonne pression. Elle diminue le nombre de distributeurs portés par la rampe, donc elle réduit le coût d'installation .l'irrigation des terres sera fait par des raccordements directs sur la conduite principale et c'est la variante la moins couteuse et qui assure une pression acceptable .

Les terres agricoles du périmètre RECHA -OUMZEBOUDJ sont alimentées à partir de ressources en eau souterraines . L'aménagement consiste à projeter des nombreux forages d'un débit moyen de 35 l/s qui achemine l'eau a partir d' une conduite d'amenée vers des bassins d'accumulations qui vont servir à l'aide des stations de pompages de refouler l'eau vers les parcelles .

Dans notre mémoire , nous allons étudier le cas du secteur N° 60 de superficie 106 ha .

Au niveau de ce secteur , afin de faciliter les travaux de réalisation et l'exploitation , nous avons la divisée en 02 unités . chaque unité est composée :

- D'un forage de débit moyen de 35 l/s
- Un bassin d'accumulation 250 m³ .
- Une station de pompage pour la mise en charge d'un réseau vers les parcelles .
- Réseau d'irrigation .
- Des vannes à l'entrée de station de pompage et les parcelles .
- Des pistes agricoles .

V.6.1 Réalisation et équipement de forages

➤ **Caractéristiques du forage :**

Le secteur N° 60 sera donc alimenté par 2 forages d'une profondeur moyenne entre 200-300 m .les différentes caractéristiques des forages et l'eau d'irrigation sont détaillées comme suit :

Tableau V.1 : Caractéristiques des forages du secteur 60 .

Forage N°	Débit (l/s)	Niveau Dyn (m)	Niveau sta (m)	Profondeur (m)	Débit exp(l/s)
01	35	120	115	300	30
02	28	80	72.5	270	25

Source : DRE . TIARET

➤ **Equipements de forage :**

Les équipements de chacun des 159 forages projetés seront composés des éléments suivants :

- Une pompe immergée avec accessoires (clapet , vannes , soupape de sécurité , manomètre , manomètre , ballon à membrane ...).
- Une armoire de commande .
- Abri de forage pour la protection des équipements nécessaires au forage .

V.7 Etude de pompage :

V.7.1 Les pompes immergées

➤ Nombre de pompe principales :

Il faut prévoir une, ou deux pompes de secours, pour les utiliser en cas de panne. Le nombre de pompes doit être plus restreint possible, voir les recommandations ci-dessous :

Pour : $Q < 1 \text{ m}^3/\text{s}$, il faut (1 - 2) pompes.

Pour : $Q = 1 - 5 \text{ m}^3/\text{s}$, il faut (3 - 5) pompes.

Pour : $Q > 5 \text{ m}^3/\text{s}$, il faut (4 - 6) pompes.

Dans notre cas , on a une pompe principale , et une autre pompe de secours .

➤ Détermination du débit d'une pompe (forage 01) :

Le débit de pompage indiqué correspond aux besoins en eau des cultures, en service continu de 22 heures /jour.

Le débit d'une pompe :

$$Q_p = Q/n_p$$

Avec : Q_p : le débit calculé d'une pompe.

Q : le débit global de la station (35 l/s).

N_p : nombre de pompe ($N_p=1$).

Donc , le débit de pompage est de : $Q_p = 30 \text{ l/s}$.

➤ Calcul de la Hauteur manométrique totale (HMT) :

La hauteur manométrique est donnée par la formule :

$$HMT = H_g + h_p$$

Avec : HMT : Hauteur Manométrique Totale en (m).

H_g : Hauteur géométrique en (m). ($H_g = h_a - h_r$)

h_p : perte de charge totale. $h_p = h_{pL} + h_{pS}$ (h_{pL} : pertes de charge linéaires et h_{pS} : pertes de charge singulières).

➤ **Calcul des pertes de charge et 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. Pour le cas du forage N01, la pompe sera placée au dessous du niveau dynamique du forage à une hauteur de -35 m, donc elle sera a une cote de: 155 m .

La hauteur manométrique totale de la pompe sera comme suit :

$$\mathbf{HMT= 155\ m + Pch+ Alt + Pr .}$$

Avec :

Pch : perte de charge (m/m) de refoulement (la colonne de refoulement 155 m + la longueur de refoulement forage –bassin de 170.25 ml) ;

Alt : différence d'altitude entre la tête de forage et l'extrême point d'alimentation en eau ;

Pr : pression demandée au niveau de vanne finale (pression min 1 bar) ;

Pertes de charge linéaires :

Les pertes de charge sont calculées comme suit :

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

L : longueur du tronçon en (m) ;

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

D : diamètre de la conduite (m) ;

I: gradient hydraulique en (m/m) ;

Le coefficient λ est obtenu par la formule de Nikuradzé :

$$\lambda = (1.14 - 0.86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2}$$

ε : Rugosité absolue ;

Pertes de charges singulières :

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

➤ **Diamètre de refoulement :**

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

$$D = \sqrt{Qp}$$

Qp : débit de pompage . (30 l/s)

On trouve : D = 0.173 m , on prend **D_{nor} = 200 mm .**

Tableau V.2 : Les pertes de charges de refoulement . (forage 01)

Conduite	Lref (m)	Rugosité (mm)	D (mm)	Pch lin (m)	Pchtot (m)
Tuyau pompe	155	0.1	200	0.827	0.910
Refoulement For-bassin	203.58	0.01	200	0.671	1.038
Perte de charge totale en m					1.948

$$HMT = 155 \text{ m} + 1.948 + Alt + Pr .$$

$$Alt = 807.25 - 801.30 = 5.95 \text{ m} .$$

$$Pr = 1 \text{ bar} = 10 \text{ m} .$$

$$HMT = 155 + 1.648 + 5.95 + 10 = 172.89 ;$$

On prend : **HMT = 173 m .**

Avec le logiciel du CAPRARI , nous avons effectuer un choix de système de pompes immergées en fonction de notre débit et la hauteur manométrique totale tenant en compte les critères suivants :

- Nombre minimale de pompes .
- Meilleur rendement .
- NPSH requis minimal .
- Puissance absorbée minimale .
- Le diamètre de la pompe doit être inférieure à la colonne du forage .

Tableau V.3 : Caractéristiques de la pompe choisi

Type	Q (l/s)	HMT (m)	Rendement %	Vitesse (tr/min)	Pabs (KW)	(NPSH) _r (m)	Diamètre (mm)
E9S55	30.9	176	78.8	2900	68.7	4.83	206

➤ **courbe caractéristique de la pompe :**

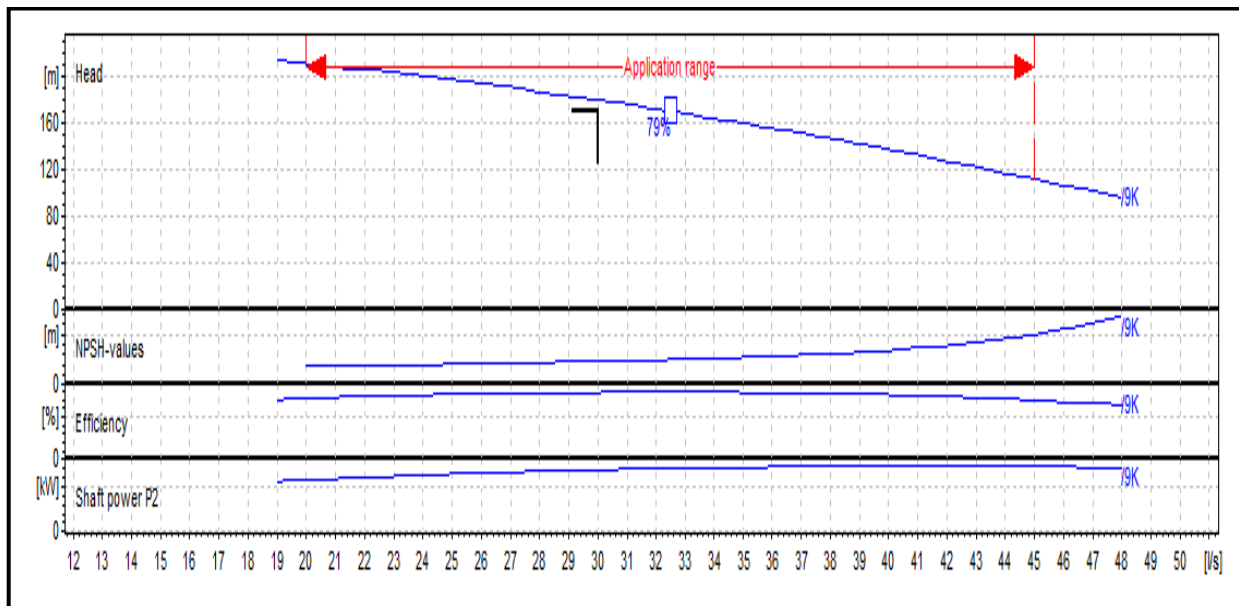


Figure V.1 : Courbe caractéristiques de la pompe

les résultats pour le forage N° 2 :

Tableau V.4: Les pertes de charge de refoulement (forage 2)

Conduite	Lref (m)	Rugosité (mm)	D (mm)	Pchtot (m)
Tuyau pompe	102.5	0.1	180	0.752
Refoulement For-bassin	154.76	0.01	180	0.829
Perte de charge total (m)				1.581

Avec , un débit de 25 l/s et un HMT de 117.4 m , on a fait un choix de pompe à l'aide du logiciel CAPRARI comme suit :

Tableau V.5 : Caractéristique de pompe choisie (forage 2)

Type	Q (l/s)	HMT (m)	Rendement %	Vitesse (tr/min)	Pabs (KW)	(NPSH) _r (m)	Diamètre (mm)
E9S50	25	118	78.2	2900	54	3.89	205

V.7.2 Les pompes horizontales :

Le pompage à partir des bassins sera effectué par des pompes horizontales , seront affectées 4 pompes, (2 pompes pour chaque unité + 2 pompes de secours / unité) chacune qui débite environ 25 l/s avec un Hmt de 31 m . Une électro_pompe de puissance 20 CV peut assurer ces conditions de débit/pression. Les 2 électro – pompes fonctionnent en parallèles et simultanément pour irriguer un secteur .

V.8 le réseau de distribution :

La conduite d'amené d'eau est conçue pour pomper l'eau à partir des forages vers les bassins d'accumulation et de stockage (250 m³) . Le réseau de distribution projeté est du type ramifié avec distribution à la demande et il couvre les besoins en eau du périmètre pendant la période de pointe sur une superficie de 100 ha pour les deux unités . Le dimensionnement et les calculs hydrauliques de ce réseau, doivent tenir compte de toutes les propriétés des conduites utilisées (perte des charges, type des canaux, rugosité etc.).

V.8.1 Dimensionnement du réseau de distribution :

pour l'objectif de la détermination des diamètres des conduites , le dimensionnement a été basé sur les éléments suivants :

- le tracé de réseau ;
- le débit à transiter sur chaque tronçon ;
- la surface des ilots ;
- les pertes de charges totales dans le tronçon ;
- la charge minimum à assurer;
- la charge disponible à l'entrée ;
- les cotes du terrain naturel des bornes ;

V.8.2 Calcul les débits aux bornes (des ilots) :

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.

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

$$Q_b = q_s \cdot S$$

Q_b :Débit caractéristique de chaque ilot (l/s) ;

q_s =Débit spécifique (l/s/ha) ;

S =Superficie de l'ilot (ha) ;

Ce débit a été évalué à: $q_s = 1.11 \text{ l/s/ha}$.

V.8.3 Choix de diamètre et le type de la borne :

Le choix du type de borne dépend de la surface de l'ilot et du nombre de parcelles.

Généralement on admet :

- ✓ Pour les ilots qui ont un nombre de parcelles entre [4 -8], et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à quatre prises (Borne de type A4).
- ✓ Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à deux prises (borne de type A2).
- ✓ Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie dépasse 15 ha, on prend la borne à deux prises (Borne de type B).
- ✓ Pour les grands ilots ($S > 50 \text{ ha}$) on prévoit des bornes de type C.

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

Tableau V.6 : Diamètre de la borne d'irrigation .

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 8 \text{ L/S}$	$D = 65 \text{ mm}$
$8 \text{ L/S} < Q < 20 \text{ L/S}$	$D = 100 \text{ mm}$
$20 \text{ L/S} < Q < 25 \text{ L/S}$	$D = 150 \text{ mm}$
$Q > 25 \text{ L/S}$	$D = 200 \text{ mm}$

Dans notre cas , on a choisie des bornes de type A2 .

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

Tableau V.7 : Les débits de chaque îlot et diamètre des bornes

N° de l'îlot	Code de parcelle	Superficie (ha)	Débit de prise(l/s)	Débit de borne (l/s)	Diamètre prise(mm)	Diamètre borne (mm)
01	1A	4.19	4.65	10.41	65	100
	1B	5.19	5.76		65	
02	2A	3.16	3.51	7.76	65	65
	2B	3.83	4.25		65	
03	3A	2.8	3.11	6.84	65	65
	3B	3.37	3.74		65	
04	4A	2.37	2.63	5.62	65	65
	4B	2.69	2.99		65	
05	5A	3.48	3.86	8.00	65	100
	5B	3.72	4.13		65	
06	6A	3.52	3.91	7.79	65	65
	6B	3.5	3.88		65	
07	7A	3.24	3.59	7.00	65	65
	7B	3.06	3.39		65	
08	8A	2.79	3.09	5.82	65	65
	8B	2.46	2.73		65	
09	9A	2.85	3.16	5.85	65	65
	9B	2.42	2.68		65	
10	10A	3.43	3.80	6.98	65	65
	10B	2.86	3.17		65	
11	11A	4.19	4.65	8.44	65	65
	11B	3.41	3.78		65	
12	12A	2.72	3.01	6.24	65	65
	12B	2.9	3.21		65	
13	13A	3.32	3.69	7.57	65	65
	13B	3.5	3.88		65	

14	14A	3	3.33	6.55	65	65
	14B	2.9	3.21		65	
15	15A	2.93	3.25	6.55	65	65
	15B	2.97	3.29		65	

V.8.4 Matériaux de construction des canalisations :

Nous utiliserons du canalisation en PEHD.

Avantage du canalisation en PEHD :

- **Résistance aux chocs** : le canalisation irrigation PEHD est capable d'amortir les petits chocs perçus lors de manutention ,de la pose ou des mouvements issus du terrain d'enfouissement .
- **Résistance a l'abrasion et a la corrosion** : les canalisations irrigation PEHD est inerte et ne souffre pas de la corrosion ou résiste a la plupart des agents chimique. Faible coefficient de rugosité : pas de dépôt organique et peu de part de charge .
- **Rapidité de mise en œuvre** :grâcea sa légèreté et ses grandes longueurs ainsi que l'opérabilité du raccordement .
- **Tronçons de produits en grande longueur** : grâce a un procédé d'extraction continu et des propriétés mécaniques uniques ,il est possible de produire des tubes atteignant d'un seul tenant plusieurs centaines de mètres.
- **Souplesse et flexibilité** : tant pour les coups de béliers ,que les déformations de terraines ou changement de direction du tracé du réseau, le tube reste continu et conserve toutes ses propriétés sans travaux supplémentaire.

V.8.5 Normes appliquées pour le dimensionnement des canalisations :

Les différentes conduites doivent être dimensionnées de sorte à favoriser un régime turbulent de l'écoulement et assurer l'arrivée d'une pression minimale au point le plus défavorable d'au moins 1 Bar . La vitesse de l'écoulement doit être comprise entre 0.5 m/s et 1.5 m/s.

Une vitesse inférieure à 0.5 m/s désigne un écoulement laminaire qui favorise une décantation des limons et des matériaux transportés au fond des canalisations. Ceci peut provoquer le colmatage des conduites à long terme. En plus avec ce régime laminaire les émetteurs ne fonctionnent pas correctement.

Une vitesse supérieure à 1.5 m exprime un régime pleinement turbulent. Cette vitesse excessive peut entraîner la corrosion des parois de la canalisation et minimiser par usure la durée de vie de l'installation. Il faut éviter également ces vitesses élevées pour l'économie de l'énergie de pompage.

V.8.6 Calcul des diamètres des conduites :

Après avoir calculé les débits de chaque ilot, et déterminé les critères hydrauliques de la conduite de refoulement , on passera au calcul du réseau de distribution .

Le diamètre de la conduite principal et du réseau de distribution sera en premier lieu approché par la formule de Bonin étant donné que le système est alimenté par pompage :

$$D = \sqrt{Q}$$

Avec :

Q : débit exprimé en m³/s,

D :diamètre exprimé en m;

Tableau V.8 : Débits et les diamètres de conduites

N° du tronçon	Longueur (m)	Débit (l/s)	Débit (m ³ /s)	D.calculé (mm)	D.normalisé (mm)
Bas1-N1	15.30	53.37	0.05337	231.02	250
N1-N2	216.18	37.34	0.03734	193.24	200
N2-N3	208.59	21.58	0.02158	146.90	160
N3-N4	184.47	11.44	0.01144	106.96	110
N4-V _s	144.7	53.63	0.05363	231.58	250
Bas2-N5	46.00	53.63	0.05363	231.58	250
N5-N6	82.31	40.21	0.04021	200.52	225
N6-N7	158.26	33.97	0.03397	184.30	200
N7-N8	194.54	19.71	0.01971	140.39	160

V.8.7 Estimation des pertes de charge :

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

$$hp = \frac{L * Q^M}{D^N} * C$$

Avec :

hP : Pertes de charge unitaire en mm/ml ;

L, M et N : Paramètres en fonction de la rugosité absolue des canalisations ;

C : coefficient compris une majoration de 10-15 % pour les pertes de charge singulière ;

Dans notre cas , pour les conduites PEHD , les paramètres L, M et N est respectivement : 1.32 , 1.89 , 5.01 .

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

Les résultats du calculs sont présentés dans le tableau suivant .

TableauV.9 : Résultats du calculs (pressions ..vitesse .. pertes de charge)

N° du tronçon	Altitude (m)	Demande (l/s)	Pch m/m	Charge (m)	Pression (m)	Vitesse (m/s)
Bas1-N1	801	53.37	0.0059	850.9	49.9	1.087
N1-N2	800.85	37.34	0.0092	850.88	50.3	1.189
N2-N3	800.55	21.58	0.0055	850.87	50.2	0.845
N3-N4	800.40	11.44	0.0041	850.85	50.45	1.20
N4-Vs	800.28	53.63	0.0059	850.84	50.44	1.15
Bas2-N5	800.25	53.63	0.0059	849.99	49.7	1.093
N5-N6	800.53	40.21	0.0058	849.93	49.4	1.011
N6-N7	800.87	33.97	0.0077	849.91	49.04	1.081
N7-N8	801.12	19.71	0.0046	849.86	48.74	0.77

V.9 Appareillage d'équipement du réseau :

V.9.1 Robinets , Vannes de sectionnement :

Elles sont nécessaires pour l'exploitation des réseaux, puisque permettent d'en isoler une partie (fermer des vannes pour des parcelles) pour l'intervention sans arrêter totalement l'irrigation.

Les vannes de section sont installées automatiquement au départ de toutes les branches et des sous branches.

V.9.2 Venteuses :

Comme nous l'avons dit précédemment les venteuses sont placées aux points hauts des adductions

V.9.3 Vidange :

Les vidanges sont placées au niveau des points bas pour permettre l'évacuation de l'eau .

V.10 Conclusion :

Dans ce chapitre , on a opté pour une variante classique pour projeter notre réseau d'adduction et de distribution . Cette variante consiste en la projection d'une conduite maîtresse enterrée , de différentes diamètres (250 – 160 mm) avec un débit maximale estimé à 107 l/s et d'une longueur totale de 1405.22 m . Le matériaux proposé est le PEHD à 10 bars .

Le réseau conçu est en charge à l'aide d'une pompage sous pression et la desserte se fait à la demande .

Le réseau est composé de 15 bornes d'irrigation et robinets vannes au niveau de chaque ilot . Aussi , il y a une vanne pour isoler le réseau de la premier unité . L'avantage de cette vanne réside dans le fait de pouvoir distribuer l'eau au deuxième unité vers la conduite principale en cas de panne ou problème quelconque (baisse de niveau de l'eau , pompes , colmatage) .

Chapitre VI:
Les techniques d'irrigation

VI.1 Introduction

L'irrigation est un facteur déterminant de la production dans de nombreuses régions, mais l'utilisation de cette technique nécessite des connaissances et savoir-faire pour garantir son efficacité .

L'utilisation rationnelle de l'eau en agriculture implique la connaissance des besoins en eau des cultures à travers la bonne évaluation des paramètres des conditions du milieu et l'utilisation de cette eau par le choix des systèmes d'irrigation les plus adéquats.

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 le mieux aux les caractéristiques de notre périmètre.

VI.2 Différentes techniques d'arrosages

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

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

VI.2.1 L'irrigation de surface

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

➤ 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.

Les avantages de l'irrigation par ruissellement

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

- ✓ Matériel d'irrigation assez simple

les inconvénients

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

➤ L'irrigation par submersion

C'est l'une des techniques les plus anciennes. Son principe est d'apporter une hauteur d'eau au niveau d'une parcelle dans des planches façonnées au préalable. Elle est réservée aux cultures exigeantes en eau. C'est une technique qui ne demande ni technicité, ni matériel. Elle est moins coûteuse et ne demande pas de la main d'œuvre. Elle présente une fréquence d'irrigation plus lente et permet un bon lessivage des sols salins.

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

Les avantages de la submersion

- ✓ Destruction des adventices
- ✓ Protège contre le gel

Les inconvénients de la submersion

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

VI.2.2 L'irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion est une technique qui consiste à distribuer l'eau sous forme de pluie sur le sol à l'aide d'un système sous pression . De part le type d'installation et d'équipement utilisé, on distingue :

➤ **l'irrigation par aspersion classique :**

C'est le système le plus répandu et vulgarisé en Algérie, il fonctionne à une pression de 2.5 à 5 bars .



Figure VI.1 : Irrigation par aspersion

➤ **l'irrigation avec des machines d'arrosages (pivot)**

C'est une technique d'irrigation récente. Il s'agit d'apporter l'eau sous forme de pluie artificielle grâce à des distributeurs appelés asperseurs qui fonctionnent sous pression. Une technique facile à appliquer et permettant l'exploitation du maximum de la surface cultivée en économisant une quantité importante d'eau.

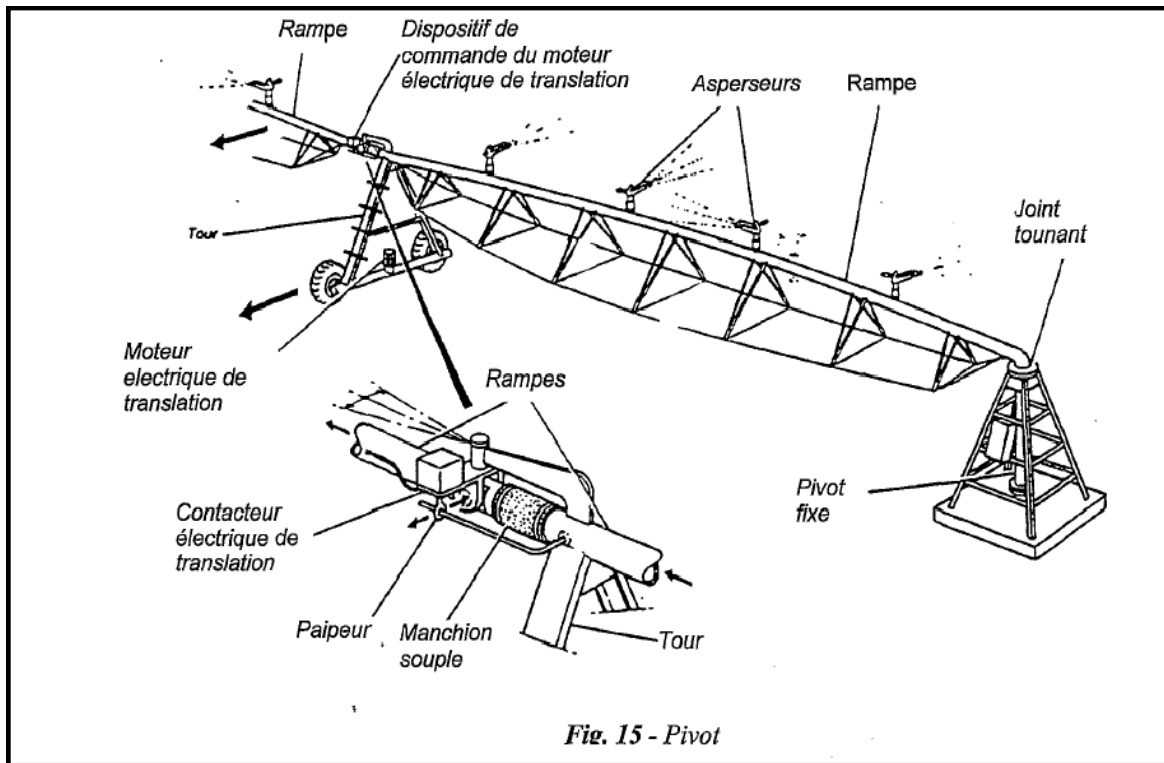


Figure VI.2: Irrigation par pivot

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 ;
- ✓ L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante ;
- ✓ En cas d'utilisation des eaux salées, il y'aura danger pour le feuillage.

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

L'irrigation localisée peut se définir comme un apport d'eau enrichi ou non d'éléments fertilisants, en des points de la surface du sol à fréquence élevée et en absence de charge. Il existe deux grands systèmes d'irrigation localisée :

- Les gaines souples, poreuses ou perforées fixées en surface du sol.
- Les rampes enterrées ou en surface du sol pouvant assurer une distribution de l'eau par points, par lignes ou par petites zones.



Figure VI.3: Irrigation par goutte à goutte

les Avantages

- ✓ Constance du degré d'humidité de sol .
- ✓ Bonne aération des sols .
- ✓ Pas de brûlures de feuillage en cas de salinité de l'eau d'irrigation .
- ✓ Economie d'eau et la main d'œuvre (système fixe).
- ✓ Réduction des mauvaises herbes , les maladies cryptogamiques sont considérablement réduites .
- ✓ Les insectes ne sont pas attirés au voisinage des cultures en raison de la sécheresse relative de l'air .
- ✓ Facile à automatisé .
- ✓ Grande efficacité de la fertilisation .
- ✓ Augmentation du rendements .

Les inconvénients

- ✓ Coût très élevé du matériel

- ✓ Risque d'obstruction des goutteurs
- ✓ Nécessité d'une main d'œuvres spécialisés

VI.3 Choix des techniques d'arrosage :

Le choix d'une technique d'irrigation est conditionné par un certain nombre de facteurs, à savoir :

- Les conditions naturelles : le sol (réserve , vitesse d'infiltration de l'eau) , la topographie , le climat et la disponibilité de l'eau .
- Les types de cultures .
- La technologie de fabrication .
- Les besoins en main d'œuvre .
- Le cout d'investissement et de fonctionnement de l'installation .
- Les caractéristiques des équipements (débits , pression , ...) .

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

Contraintes	Irrigation de surface		Irrigation par Aspersion	Irrigation localisé
	Par Rigole	Par Planche		
▪ Evaporation	+	+	++	++
▪ Vent	+++	+++	++	+++
▪ Texture (limoneuse)	++	++	++	+++
▪ Perméabilité (moy)	++	++	+++	++
▪ Pente (2%)	+++	+++	+++	+++
▪ Qualité d'eau d'irrigation (moyenne)	+++	+++	+++	++
• Type de cultures				
▪ Maraîchage	+++	++	++	+++
▪ Fourragère et céréales	◌	+	+++	◌
▪ arbres	+++	◌	◌	+++

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Personnels qualifié 	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ économie d'eau 	☹			☹			+			+	+			+
<ul style="list-style-type: none"> • Divers ▪ adaptation à L'irrigation de nuit 	+			+	+			+	+	+	+			+
<ul style="list-style-type: none"> ▪ possibilité automatiser 	☹			☹			+			+	+			+

Remarque : ☹: Déconseillé ; +: Adapté avec réserve;

++: Adapté ; +++: Très Adapté

VI.4 Conclusion

Le choix du système d'irrigation reste toujours un critère de la réussite de l'investissement. Un système d'irrigation mal choisi peut entrainer des pertes économiques très graves. C'est pour cette raison qu'on doit s'assurer du bon choix du système d'irrigation à utiliser . Le choix de l'irrigation localisée est très coûteux, mais leur utilisation fait économiser l'eau pour les régions arides , évite les maladies et la salinisation des sols et c'est encore un réseau qui dure plusieurs années si on le maintient régulièrement.

Pour le cas de notre étude, nous avons opté pour deux techniques d'irrigation modernes qu'elles répondent le mieux à notre projet :

-L'aspersion qui convient aux cultures retenues pour la mise en valeur du périmètre , à savoir essentiellement l'Orge ,Blé , la Luzerne et secondairement l'Oignon et l'Ail comme cultures maraichères .

-Le goutte à goutte qui est le meilleur système pour l'Olivier .

Chapitre VII:
Dimensionnement d'un réseau goutte à
goutte

VII.1 Introduction

L'irrigation localisée ou irrigation par le goutte à goutte peut être considérée comme une solution pratique aux problèmes de la sécheresse au même titre que les méthodes traditionnelles de l'irrigation de surface et de l'irrigation par aspersion. Elle permet une très grande efficacité de l'irrigation. Dans ce chapitre on va dimensionner une partie de notre périmètre par le goutte à goutte dont le but principal est d'économiser le maximum d'eau.

VII.2 Composition d'une installation goutte à goutte :

VII.2.1 Composition L'unité de tête :

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

Pour la croissance et le bon rendement des cultures, ils nécessitent les trois macros – éléments nutritifs NPK (Azote – Phosphate – Potasse). Pour l'incorporation de ces trois éléments fertilisants, ils seront livrés à la plante à partir d'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.

VII.2.2 module de filtration :

Le bassin à ciel ouvert exige une double filtration. L'usage d'un filtre à gravier élimine les matériaux grossiers tels transportés par le vent comme les poussières, les débris végétaux et les algues. Le filtre à plaques (Anneaux) retient les substances fines comme les limons. La qualité de filtration affecte directement les distributeurs (goutteurs). La sensibilité de l'émetteur au colmatage dépend fortement de la finesse de filtration.

Chaque module de filtration est composé de deux types de filtres :

- Un filtre à gravier pour les débris de végétaux et les algues et toute autre matière grossière.

- Un filtre à plaque destinée à la filtration des matériaux plus fins tels que les limons. Le choix de ce filtre se base essentiellement sur la finesse de la filtration qui ne doit pas être supérieure à 80 μ .

La disposition des 6 filtres à gravier en parallèle et 6 filtres à plaques qui forment le module de filtration .

VII.2.3 La conduite principale :

C'est la conduite qui amène l'eau jusqu'au milieu du secteur , elle peut être en amiante ciment , en PVC rigide . dans notre cas , pour les petites installations , une canalisation en PEHD Ø250 -10 Bars, sera un choix optimal.

VII.2.4 Le porte-rampes :

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

VII.2.5 Les rampe :

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

Le choix des canalisations est fortement lié au type du goutteur, de son débit et de ces paramètres de fabrication. La conception et la répartition des secteurs induit également la longueur des rampes qu'il est préférable qu'elle soit uniforme sur toute la parcelle.

VII.2.6 Les goutteurs :

Les émetteurs ou goutteurs sont des pièces incorporées dans les rampes (conduites tertiaires) ou piquées en dérivation à ces derniers, qui servent à délivrer à la plante au voisinage des racines son besoin en eau et en engrais soluble.

Le débit des goutteurs est choisi généralement en fonction de la texture du sol.

Leur emplacement par rapport au tronc de l'arbre doit être fait de façon à favoriser la création d'un grand bulbe radical.

Pour le choix des goutteurs, les différents types de débits de 2 L/H, 4 L/H ou 8 L/H conviennent tous plus au moins avec la texture du sol . Toutes fois il est conseillé dans ce cas d'adopter des goutteurs de 4 L/H, vu la température d'été très élevée essentiellement.

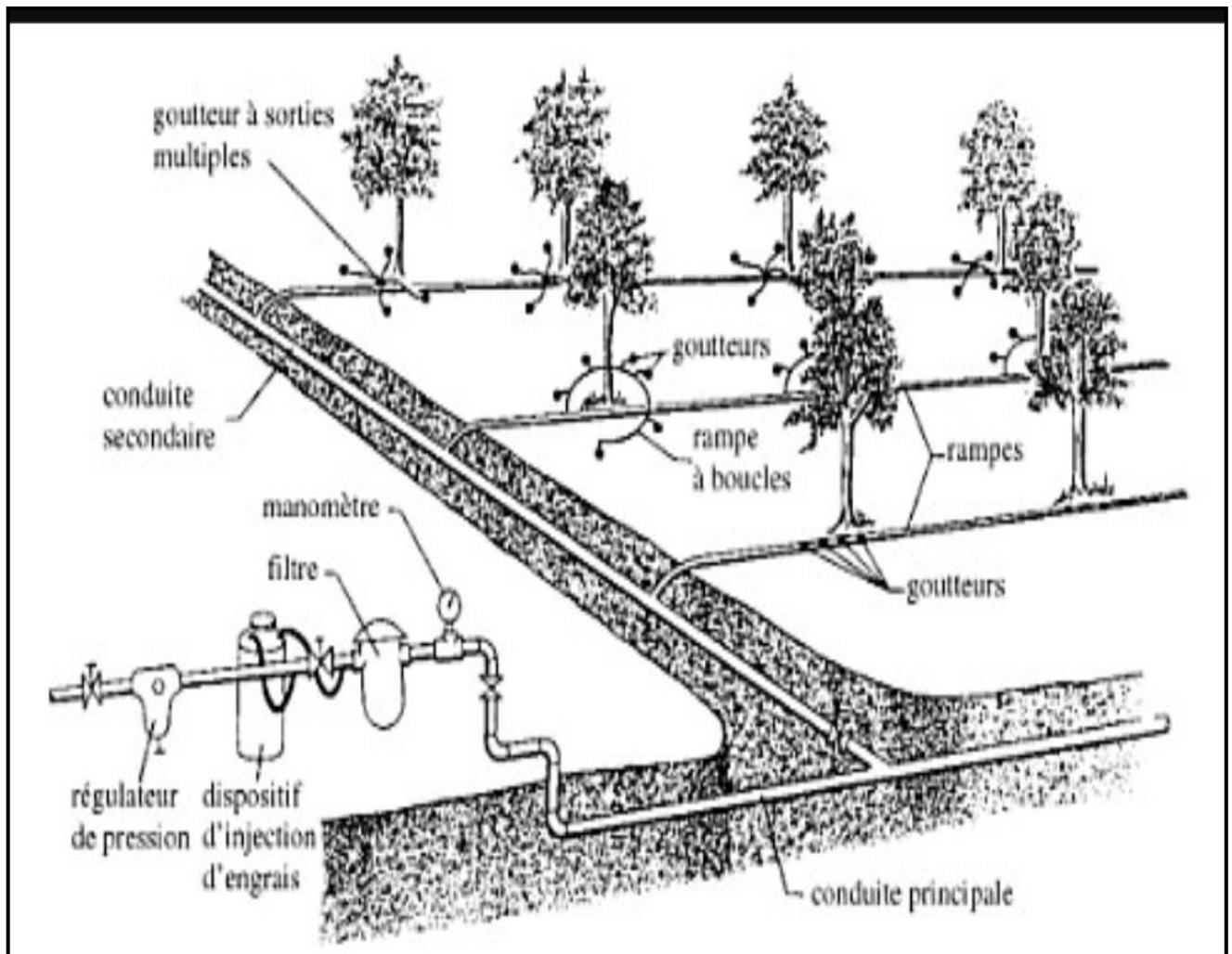


Figure VII.1 : Schéma explicatif d'un réseau goutte à goutte (Wikipédia)

VII.3 Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte

Données générales :

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

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot 02 alimenté par la borne B02 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 4 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 6.99 hectares

Culture : Olivier

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe 199 mm

Caractéristique du goutteur :

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

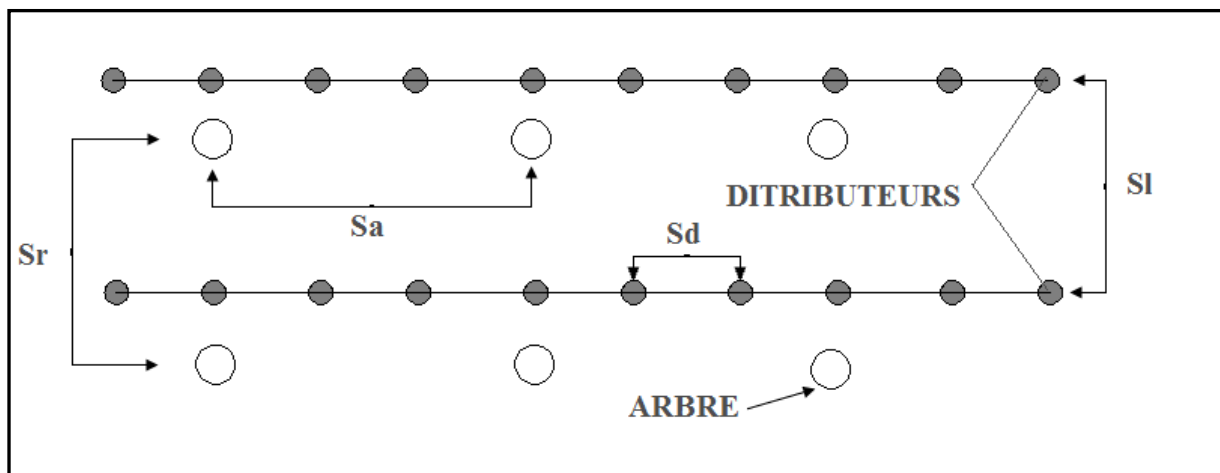


Figure VII.2: Schéma explicatif de l'emplacement et nombre des goutteurs par arbre

VII.3.1 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

Pour l'Olivier :

D'après la quantification des besoins, le mois de pointe pour la culture de l'olivier est le mois de juillet $B=180.44\text{mm}$.

➤ **les besoins journaliers :**

En eau d'irrigation localisée, ils sont calculés par les formules suivantes :

$B_j = \text{Besoin du mois de pointe}(\text{mm})$.

$$B = \frac{\text{besoin du mois de pointe}}{\text{Nombre de jours}}$$

$$B_j = \frac{180.44}{31} = 6 \text{ mm/j}$$

➤ **Besoin journalier en tenant compte de la réduction K_r :**

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

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

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

La formule de Freeman et Garzoli :

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

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

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

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

D'où:

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

VII.3.2 La dose d'irrigation nette pratique :

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

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

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

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

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

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

$$RFU= 156.8 \text{ mm}$$

P : Pourcentage du sol humidifié

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

Avec :

P : Volume du sol humidifié

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

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

S_h : Largeur de la bande humidifiée (1m)

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

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

On obtient **P = 25%** .

La dose nette corrigée

$$Dp=156.8*0.25=39.2 \text{ mm}$$

VII.3.3 Fréquence des arrosages :

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

Elle est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{Dosenette}{Bjl} = \frac{39.2}{4.6} = 9 \text{ jour}$$

Donc on prend Fr = 9 jours.

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

La dose réelle :

$$Dr= Fr*Bjl= 9*4.6= 41.4 \text{ mm}$$

La dose brute :

$$Dbrute = \frac{Dr}{Cu * eff} = \frac{41.4}{0.9 * 0.9} = 51 \text{ mm}$$

Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%

Eff : efficience du réseau d'irrigation E_{ff}=90%

VII.3.4 Durée d'arrosage par mois :

$$\theta = \frac{Dn * Sa * Sr}{n * qg}$$

$$= \frac{51.11 * 4 * 4}{4 * 2} = 103 \text{ heures/mois}$$

VII.3.5 Durée d'arrosage journalier :

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

$$= \frac{102.22}{9} = 12 \text{ heures/jour}$$

VII.3.6 Nombre de poste :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{22}{11.35} = 2 \text{ postes}$$

VII.3.7 Surface de la parcelle :

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

$$= \frac{6.99}{2} = 3.5 \text{ ha}$$

VII.3.8 Condition hydraulique :

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

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

La variation maximale de la pression

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

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

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

$H(n)$ pression nominal

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

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

VII.3.9 Le débit des porte rampe et la rampe :

$$Q_r = Q_g * N_r$$

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

Avec:

Q_r : Débit de rampe ;

Q_g : Débit des goutteur ;

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

N_r : Nombre des rampes ;

Q_{pr} : Débit de porte rampe ;

Avec :

La longueur de la rampe (L_r) : 77 m ;

La longueur de la porte rampe (L_{pr}): 208.6 m ;

La longueur de la conduite secondaire (L_s) : 337 m ;

➤ **Le nombre d'arbres par rampe:**

$$N \text{ arbres} = L_r / E_r = 77 / 4 = 19 \text{ arbres}$$

➤ **Nombre de goutteurs par rampe**

$$N_g = N \text{ arbres} * n = 19 * 2 = 38 \text{ goutteurs}$$

➤ **Le nombre de rampes:**

$$N_r = L_{pr} / E_r = 208.6 / 4 = 52 \text{ rampes}$$

➤ **Débit de la rampe:**

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 38 * 4 = 152 \text{ l/h}$$

➤ **Débit de la porte rampe:**

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 152 * 52 = 7904 \text{ l/h}$$

Le même calcul pour la porte rampe n02

$$N \text{ arbres} = L_r / E_r = 93.91 / 4 = 23 \text{ arbres}$$

$$N_g = N_{\text{arbres}} * n = 23 * 2 = 46 \text{ goutteurs}$$

$$N_r = L_{pr} / E_r = 208.6 / 4 = 52 \text{ rampes}$$

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 46 * 4 = 184 \text{ l/h}$$

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 184 * 52 = 9568 \text{ l/h}$$

VII.3.10 Débit de la conduite secondaire :

Etant donné que nous avons 2 porte rampe :

$$Q_{cs} = Q_{pr} * N_{pr} = 9568 + 7904 = 17472 \text{ l/h}$$

VII.4 Dimensionnement des différentes parties du réseau :

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

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

$$P_{dc}(\text{sing}) = 2 * 0,1 = 0,2 \text{ mce}$$

$$P_{dc}(\text{linéaire}) = 2 - 0,2 = 1,8 \text{ mce}$$

La répartition de la perte de charge est :

$$1/3 \text{ Sur les portes rampes : } P.d.c (pr) = 1.8 * 1/3 = 0,6 \text{ m c e ;}$$

$$2/3 \text{ sur les rampes : } P.d.c (r) = 1.8 * 2/3 = 1,2 \text{ m c e ;}$$

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

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

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

Avec :

Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe

$Q(r)$: le débit de la rampe en l/h

$L(r)$: la longueur de la rampe en m

$\varnothing r(cal)$: le diamètre de rampes

$\varnothing pr(cal)$: le diamètre de porte rampe

VII.4.1 Vérification des pertes de charges :

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

La perte de charge unitaire

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

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

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

Où : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

➤ Calculs hydrauliques de la rampe :

$$\varnothing r(cal) = \left[\frac{P.d.c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} * L(r)} \right]^{\frac{1}{4.75}} = \left[\frac{1.2 * 2.75}{0.478 * 152^{1.75} * 77} \right]^{\frac{1}{4.75}}$$

$\varnothing r = 9.71 \text{ mm}$; Alors on prend DN= 20mm

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 * 0.152 / 3600}{3.14 * 0.02 * 0.02} = 0.13 \text{ m/s}$$

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} = \frac{0.478}{2.75} * 20^{-4.75} \cdot 152^{1.75} = 0.75$$

$$hcal = \frac{L}{2.75} \cdot i = \frac{77}{2.75} * 0.75 = 0.021 \text{ m}$$

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

Culture	Lr(m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse m/s	hcal(m)
Olivier	77	38	152	1.2	9.71	20	0.13	0.021

Tableau VII.2 :Caractéristique de la conduite de la rampe du poste 02

Culture	Lr(m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse m/s	hcal(m)
Olivier	93.91	46	184	1.2	10.41	20	0.16	0.036

➤ **Calculs hydrauliques de la porte rampe**

Tableau VII.3 : Caractéristiques de la conduite de la porte rampe (01)

Culture	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
Olivier	208.6	52	7904	0.6	59.43	63	0.44	0.17

Tableau VII.4:Caractéristiques de la conduite de la porte rampe (02)

Culture	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
Olivier	208.6	52	9568	0.6	64.75	75	0.60	0.15

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 0.9 mce (hpr max).

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

VII.4.2 Calcul des diamètres de la conduite secondaire :

La conduite secondaire alimente les deux parcelles d'oliviers ayant des surfaces respectivement de 3.16 ha ; 3.83 ha . Les parcelles sont relativement homogènes en exploitations. Pour calculer le diamètre on doit fixer la Vitesse d'écoulement (valeur optimale) tel que :

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

avec :

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

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

➤ **Calcul de caractéristique de conduites secondaires :**

Tableau VII.5 :Caractéristique de la conduite secondaire

Culture	L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	338	17472	1.2	76.32	90	0.8	0.29

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

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

Tableau VII.6 : Les caractéristique des conduites (Q, D , ΔH)

CONDUITE	Long (m)	Diam (mm)	Debit (l/s)	j (m)
Secondaire	338	90	3.85	0.29
Porte rampe	208.6	75	2.65	0.15
La rampe	93.91	20	0.05	0.036
Total perte de charge				0.48

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

$$\Delta h = 10 + 0.48 = 10.48\text{m};$$

VII.6 L'option de pilotage automatique de l'irrigation :

L'exploitation manuelle de l'irrigation peut être définie comme étant un travail difficile, coûteuse et vulnérable aux confusions et à l'erreur insaisissable, surtout au niveau de la fertilisation.

pour la question de meilleure gestion rationnelle des eaux, le pilotage automatique de l'irrigation et de la fertilisation s'impose et s'avère très intéressant.

Le pilotage automatique de l'irrigation sera effectué par des électrovannes et un programmeur dont le rôle principal est :

- Démarrer et arrêter automatiquement les électro – pompes.
- Ouvrir et fermer automatiquement et à distance les électrovannes sectorielles.
- Effectuer la fertilisation suivant des proportions programmées à l'avance.
- Maintenir un PH inférieur à 7 par l'injection d'acide (solution préventif pour éviter le colmatage des gouteurs) .
- Inclure optionnellement le lavage des filtres par ce programmeur.

Avec le programmeur, l'irrigation peut se faire soit par temps en ouvrant un secteur pendant une période donnée puis nous passons à un autre secteur, soit par volume en véhiculant un certain volume à un secteur, et lorsque ce dernier sera servi nous passons pour un deuxième secteur. Dans ce cas le montage d'un compteur à impulsion est nécessaire à la tête de réseau. L'appel à l'irrigation par des tensiomètres piqués sur les secteurs est possible et optionnel. L'irrigation est déclenchée lorsque le tensiomètre qui jauge l'humidité du sol signale un déficit ou une manque par à la capacité au champ.

Le programmeur peut aussi sauvegarder les historiques de l'irrigation et de la fertilisation sous forme de listing imprimables. Cet historique sert pour évaluer les programmes précédents et de les développer pour aboutir à des meilleurs résultats.

VII.7 Conclusion

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

On a aussi proposer une option très intéressante et prometteuse qui est le pilotage automatique d'irrigation (programmation des arrosages).

Chapitre VIII:
Evaluation du coût de projet

VIII.1 Introduction

Pour l'étude de ce type de projet , l'aspect économique doit être pris en considération, pour pouvoir faire une estimation des frais nécessaires à sa réalisation .

Ce chapitre est consacré à l'estimation générale du coût que peut occasionner un projet de ce genre. Cela consiste à évaluer physiquement et financièrement les actions et opérations de mise en valeur retenues . Le coût de chaque composante du projet a été évalué à partir de fiches techniques de base et les prix actuels pratiqués sur le marché des biens et services .

VIII.2 Différents travaux à entreprendre :

VIII.2.1 Travaux concernant les actions préalables :

Les tâches constituant les actions préalables pour l'aménagement de périmètre sont :

- Ouverture des pistes .
- Electrification : l'énergie électrique est distante de 6 km du périmètre , il y a lieu d'y ajouter un réseau de moyenne tension de 129779 mètres pour alimenter l'ensemble des forages au bassin d'accumulation .
- Implantation des brise-vents .

VIII.2.2 Travaux concernant les forages et les conduites de refoulement :

Ces travaux englobent toutes les phases de construction des forages et l'amenée des équipements hydrauliques et électriques(colonne montante , tête de forage , clapet de anti-retour , vanne , compteur , ventouse , manomètre , armoire de commande , les câbles électriques ...)

- Exécution des tranchées :

C'est une opération de terrassement qui consiste à faire des excavations à l'aide d'une pelle hydraulique .

- Largeur du fond de la tranchée :

la largeur de fond B sera donnée par la formule suivante :

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

D : diamètre de la conduite (m) ;

B : largeur du la tranché ;

➤ Profondeur de la tranchée :

la profondeur de la conduite doit permettre la réalisation des branchements particulières .

$$H = D + e + h$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée (m)

e : hauteur du lit de sable (m)

h : la hauteur du remblai au dessus de la conduite (généralement entre 1-1.5) (m)

D : diamètre de la conduite (m)

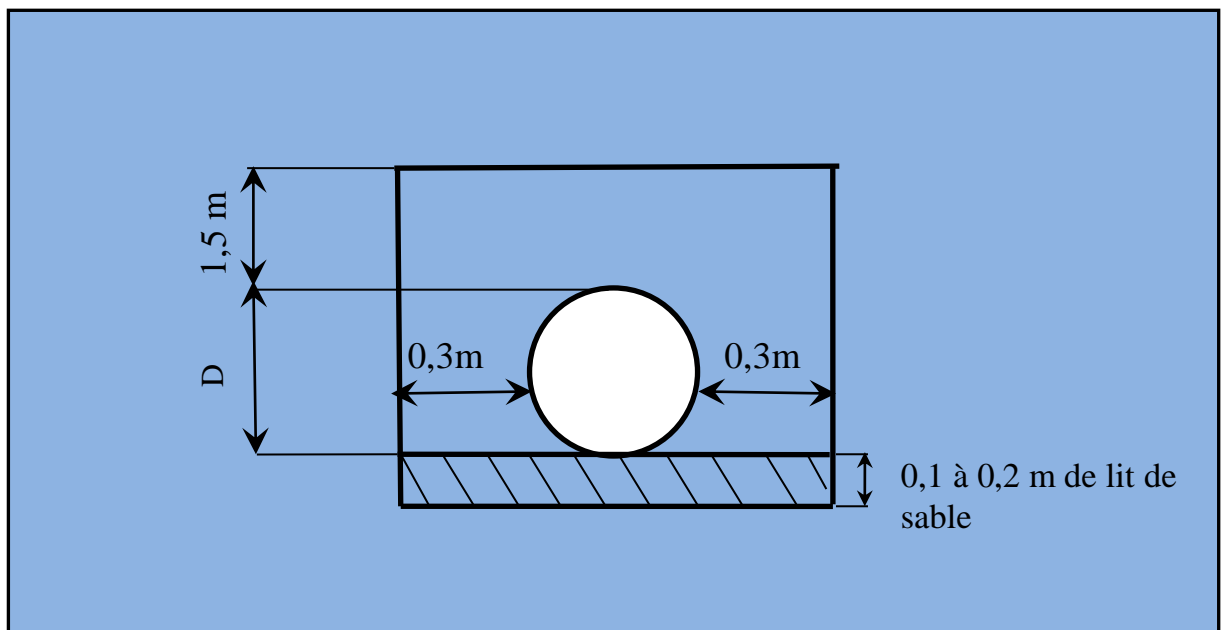


Figure VIII.1: Schéma simplifié pour place la conduite d'adduction

➤ Pose des conduites :

Après l'exécution des tranchées , on va poser les conduites à l'aide d'un engin de levage sur le lit de sable en vérifiant l'alignement des canalisations lors du raccordements .Pour plus de sécurité , l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement en cas des problèmes .

➤ **Remblayage des tranchées :**

C'est une opération de terrassement consiste à enterrer la conduite par les terres d'excavation .

VIII.2.3 Travaux concernant la réalisation de bassin de stockage avec la mise en charge de réseau :

- Construction des bassins : en maçonnerie de dimensions 6m* 6m *7m .
- Construction d'une station de pompage pour chaque unité .
- Construction des regards des vannes .
- Mise en place du réseau de distribution (réseaux goute à goute , réseaux d'aspersions).

VIII.4 Evaluation du coût pour les différents actions sur la totalité de périmètre.

Tableau VIII.1 : Evaluation du coût de projet .

Nature des actions	Unit é	Quantité	Coût unitaire	Montant globale (DA)
Ouvrages de mobilisation de l'eau				
Forages	U	159	4950000	787050000
Abri des forages	U	159	330000	52470000
Equipement pour forage	U	159	2750000	437250000
Bassin de stockage 250 m ³	U	159	1980000	314820000
Conduites forage-bassin	km	32950	1200000	39540000
Réseau d'irrigation aspersion	Ha	5334.33	264000	269334.33
Réseau d'irrigation localisé	Ha	2286.14	377880	863886583
Aménagement				
Défoncement et épierrage	Ha	7620.47	80 000	609637600
Aménagement des pistes	Km	56.35	500 000	28175000
Ouverture des pistes	Km	59.38	880 000	52254400
Brise vent	Km	60.71	44 000	2671240
Electrification	Km	6	1 870 000	11220000
Réseau d'énergie BT	Km	129.525	5 000 000	647625000
Coût globale (HT)				3 846 869 157
TVA (17 %)				653 967 756.7
Total (TTC)				4 500 836 914
Coût par hectare				590624.58 DA

VIII.5 Conclusion

L'opération d'évaluation financière du projet nous permet de constater que le coût total du projet est de **4 500 836 914 DA** , soit un cout par hectare de **590624.58 DA** . D'après le cout de l'aménagement et la projection des réseaux d'irrigations , on remarque que l'estimation financière de projet est relativement importante . Elle est due au matériaux couteux et au cout d'exploitation du matériel agricole dans la zone d'étude qui est caractérisé par des nappes profondes et un climat aride.

Conclusion générale

L'objectif fondamental de cette étude est l'aménagement hydro-agricole du périmètre de Recha-Oumzeboudj situé dans la commune de Rechaigua de la wilaya de Tiaret , d'une superficie de 8916 ha dont les caractéristiques physiques, pédologiques et des conditions socio-économiques sont propices à l'irrigation .

Après le choix des cultures, nous avons estimé les besoins en eau totaux, et les besoins en eau de chaque ilot qui est une phase importante dans la réalisation d'un système d'adduction et d'irrigation. Nous avons projeté un réseau d'adduction à partir de forages vers des bassins de stockages, et un système de distribution à partir des bassins vers les parcelles à l'aide d'un système de pompage .

Pour les systèmes d'irrigation, nous avons insisté sur la nécessité d'introduire des techniques modernes telles que l'irrigation par aspersion et le goutte à goutte qui demeurent des systèmes d'irrigation efficaces pouvant permettre d'augmenter les rendements des cultures agricoles et pour la rentabilité de l'agriculture et la gestion rationnelle de l'eau .

Références bibliographiques

- 1) A.KADRI ;(2018) Etude d'extension du périmètre d'irrigation de Tagharist sur une superficie de 200 ha à Khanchela (ENSH) .
- 2) Agri-mag.com /2017/ L'oleiculture-densite-plantation-olivier .
- 3) C.BRAHIM ;(2020) Etude d'aménagement hydro_agricole du périmètre GUERGUIT SFIHA à partir d'un forage W. kenchela (ENSH) .
- 4) C.NEGRI ; Pilotage de l'irrigation à la parcelle (2005 , Béjaia) .
- 5) FAO,29 ; La qualité de l'eau en agriculture (Bulletin FAO, 29) .
- 6) FAO 1975. Les besoins en eau des cultures. Bull Fao n° 24. BULLTIN DE FAO N° 36, L'irrigation localisée (Calcul, mise en place exploitation, contrôle du fonctionnement) ; 1983 .
- 7) fao.org .irrigation water use / irrigation water requirement .
- 8) INSID ; CONSEILS PRATIQUES POUR L'INVESTISSEMENT EN IRRIGATION .
- 9) L. IBOUCHOUKENE ; (2018) Etude d'aménagement du périmètre TAFNA ISSER W. Tlemcen (ENSH) .
- 10) Ollier , Poirée , M (1983) . les réseaux d'irrigation théorie , technique et économique
- 11) Pierre-Emile Van Laere; Mémento de l'irrigation .
- 12) P. SAVVA et K . FRENKEN Planification, développement, suivi et évaluation de l'agriculture irriguée avec la participation des paysans(2002)
- 13) S.BENMELOUKA ; Sur les techniques d'irrigation (2006 , DJELFA) .
- 14) TOUAIBIA B. (Manuel d'Hydrologie 3ème Année et Régularisation des débits 4ème année).
- 15) WIKIFARMER.FR ; la-taille-des-oliviers .
- 16) WIKIPEDIA ; fr.wikipedia.org/wiki/reserve_utile_en_eau_d'un_sol .

Annexes

Annexe N° 01 :Secteurs du périmètre Recha_Oumzeboudj (la concession).

N°	SURFACE (ha)	N°	SURFACE
1	58.96	60	105.8
2	61.14	61	101.13
3	46.84	62	116.11
4	59.65	63	100.46
5	49.66	64	99.76
6	50	65	99.76
7	49.68	66	99.78
8	46.51	67	99.74
9	24.24	68	101.32
10	43.01	69	120.18
11	50.02	70	90.64
12	49.68	71	59.23
13	49.68	72	101.04
14	50.01	73	99.5
15	50.02	74	99.58
16	66.11	75	99.63
17	49.69	76	99.5
18	49.69	77	118.45
19	50.03	78	67.7
20	113.95	79	99.36
21	50.63	80	99.19
22	49.68	81	99.97
23	49.69	82	99.31
24	42.01	83	98.52
25	54.93	84	112.34
26	45	85	87.85
27	49.67	86	70.79
28	39.83	87	100.46
29	29.44	88	99.79
30	49.39	89	99.8
31	48.79	90	99.79
32	44.17	91	99.81
33	42.08	92	100.49
34	39.82	93	99.81
35	38.27	94	49.73
36	36.54	95	94.42
37	49.24	96	49.25
38	49.68	97	58.37
39	49.68	98	56.38
40	50	99	49.71
41	52.89	100	99.43
42	49.70	101	99.43
43	49.69	102	99.79
44	50.03	103	49.72
45	50.03	104	73.46
46	50.04	105	59.74
47	50.01	106	49.74
48	50.04	107	50.07

49	50.03	108	49.73
50	49.67	109	49.73
51	48.35	110	49.73
52	23.24	111	49.73
53	49.68	112	49.74
54	50.03	113	54.91
55	50.02	114	65.94
56	50.03	115	56.53
57	50.04	116	48
58	50.04	117	40.21
59	99.72	118	62.73

Annexe N° 02 : matériels d'équipement à l'ilot N° 2;

Olivier irrigué par goutte a goutte .

Matériel	Unité	Quantités
Unité de tête composée du manomètre , filtre et doseur d'engrais .	U	01
Canalisation secondaire en PE diamètre 90 mm .	ML	338
Porte rampe PEHD diamètre 63 mm .	ML	208.6
Porte rampe PEHD diamètre 75 mm .	ML	208.6
Rampe PEBD diamètre 20 mm .	ML	8887.5
Té réducteur 63 /90	U	01
Té réducteur 75/90	U	01
Té réducteur 20/75	U	52
Té réducteur 20/63	U	52
Distributeurs 4 l/h	U	4368
Bouchon diamètre 90	U	01
Bouchon diamètre 63	U	01
Bouchon diamètre 75	U	01
Bouchon diamètre 20	U	104

Annexe 03 : sortie sur site

Bassin de stockage 250 m³:



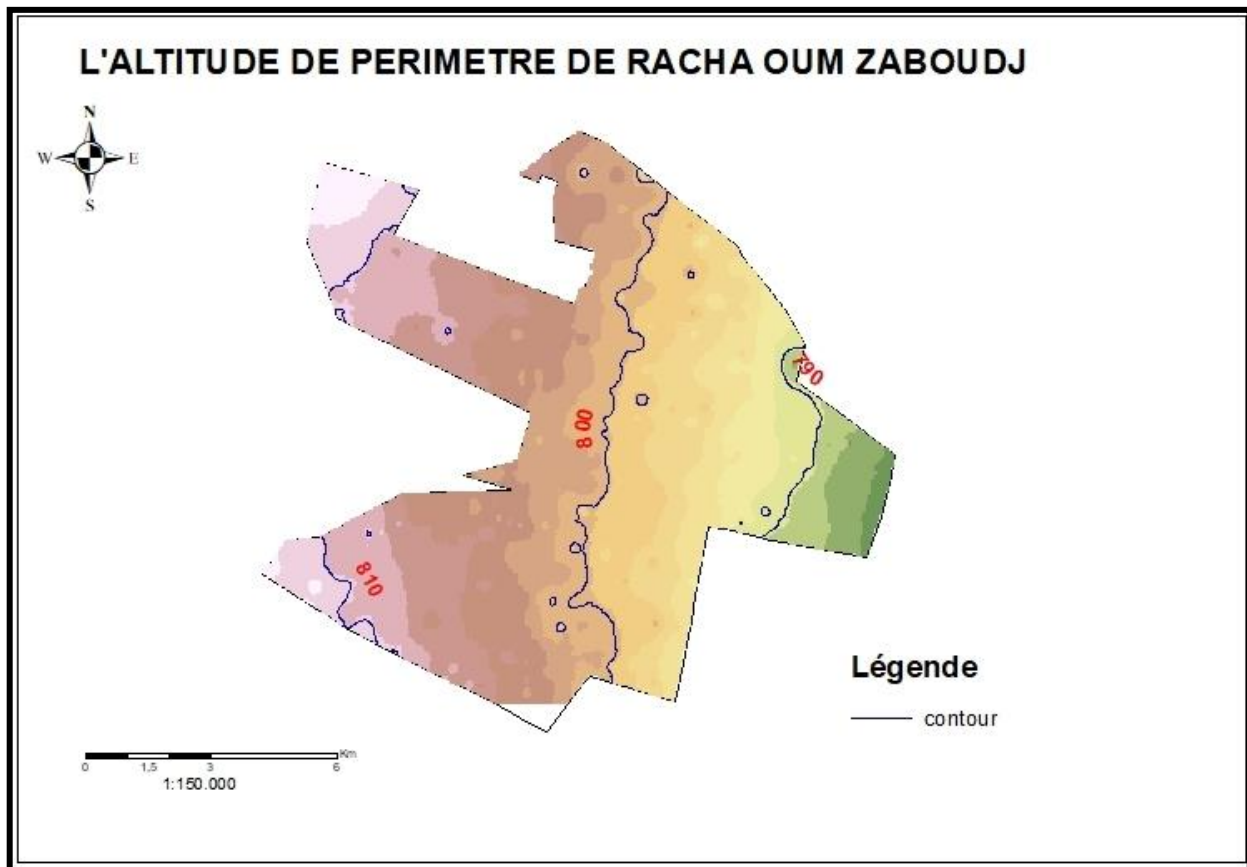
Le verger d'olivier (variété Chemlal) :



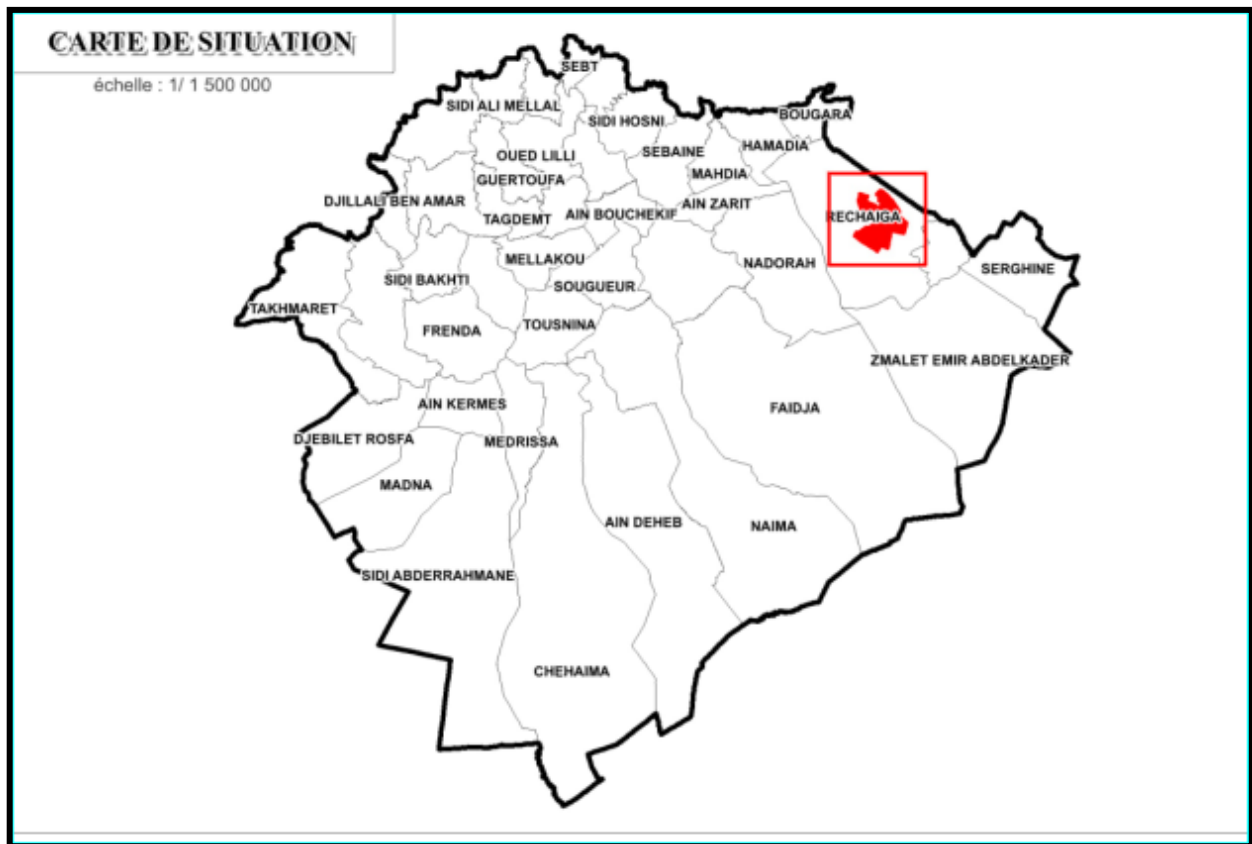
Image d'un gouteur (sur le verger d'olivier)



Annexe 04 : Cartes des altitudes du périmètre .



Annexe 05 : Carte de situation de périmètre .



Annexe 06 : Coupe descriptif détaillé d'un forage .

