



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

**ETUDE D'EXTENSION DU PERIMETRE D'IRRIGATION
D'AIN KERCHA (PARTIE EST) WILAYA D'OUM EL
BOUAGHI**

PRESENTE PAR :

M^r DAGHEL MOHAMED AMINE

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
Mr DERNOUNI YUCEF	M.A.A	Président
Mme MAZOUZI SABRA	M.A.A	Examinatrice
Mr BENKACI ALI TARIK	M.C.A	Examineur
Mme SADOUNE SAMRA	M.C.B	Promotrice

Session Septembre 2020

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

À mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, ma mère qui a été à mes côtés et ma soutenu durant toute ma vie, et mon père qui a sacrifié toutes sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci infiniment mes parents.

À mes très chers frères.

À toutes ma famille.

À tous mes ami(e)s : au nom de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

À tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.

À tout la promotion 2019/2020.

Remerciement

“La reconnaissance est la mémoire du cœur.”

De Hans Christian Andersen

En préambule à ce mémoire je remercie Allah qui m'a armé de patience et le courage durant ces longues années d'études.

J'exprime mes profonds remerciements à mon promoteur Mme SADOUNE.S pour ses précieux conseils et la sollicitude avec laquelle il a suivi et guidé ce travail

Je tiens à remercier également les ingénieurs Mr Messabis Islam, Mr Othmani.karim, Mr Zaida.nassim qui m'ont fait part de leurs connaissances et de leurs savoir-faire durant la réalisation de ce Travail.

Je remercie aussi tous mes enseignants de l'école nationale supérieure de l'hydraulique (E.N.S.H) pour la formation de qualité qu'ils m'ont donnée durant tout mon cycle universitaire, et m'ont aidée dans l'élaboration de ce mémoire.

Mes vifs remerciements à ma merveilleuse mère, à mon très cher père, mes sœurs et à tous mes meilleurs amis particulièrement <<Djebbar mohammed >> pour leurs encouragements et leurs soutiens durant la réalisation de ce modeste travail.

Mes profonds remerciements vont également aux membres du jury pour le temps et l'énergie qu'ils ont consacrée pour évaluer mon travail.

GRAND MERCI

• ملخص :

في إطار عملية تهيئة المنطقة المائية الزراعية لعين كرشة الواقعة بإقليم ولاية أم البواقي. قمنا بدراسة تحديد أبعاد نظام السقي في قطاع (عين كرشة الجزء الشرقي) ، والذي يتم تزويده من فرع أنبوب نقل مياه من سد بني هارون الى سد كدية مدور ، حيث تغطي المنطقة التي شملتها الدراسة مساحة 284 هكتار ، مع شبكة ري لزراعة الأشجار والخضراوات والحبوب. تم اختيار هذه المحاصيل حسب خصائص التربة والعوامل الزراعية المختلفة.

الهدف هو توفير مياه السقي اللازمة للغطاء النباتي من أجل زيادة الانتاج الزراعي من خلال تحسين إدارة واستخدام الموارد المائية وذلك بالاعتماد على نظام السقي الحديث الذي أثبتت فعاليته متمثلا في السقي بالتنقيط والرش المحوري هذه التقنيات تمتاز بالعديد من المزايا مثل كفاءة المياه والإنتاجية العالية.

• Résumé :

Dans le cadre de l'opération d'aménagement du périmètre hydro-agricole de la région d'Ain kercha, nous avons fait l'étude de dimensionnement du périmètre d'irrigation d'Ain kercha partie est qui est alimenté à partir du piquage de la conduite de transfert des eaux de Beni Haroun vers le barrage de Koudiet Medouar. Le périmètre étudié est d'une superficie de 284 ha, avec un réseau d'irrigation destiné aux cultures arboricoles, maraichères et céréalières. Ces cultures ont été choisies par rapport aux caractéristiques du sol, les différents paramètres agronomiques de la région.

L'objectif est d'amener l'eau d'irrigation nécessaire aux terres afin d'augmenter les rendements agricoles, par une meilleure gestion et utilisation des ressources en eau, et cela par l'adoption d'un système d'irrigation moderne qui a imposé sa fiabilité, à savoir: l'irrigation par le goutte à goutte et par l'aspersion. Ces deux techniques présentent de multiples avantages, comme l'efficacité de l'eau et l'obtention de rendements importants.

• Abstract :

As a part of the operation to develop the hydro-agricultural perimeter of Ain kercha region, we have studied the size of the irrigation perimeter of Ain kercha east part, supplied from the tap of the water transfer pipe from Beni Haroun to the Koudiet Medouar dam. The area surveyed covers an area of 284 ha and has an irrigation network for grain, vegetables and trees growing. These crops were selected in relation to the soil characteristics and the different agronomic parameters of the region. The objective is to bring the necessary irrigation water from the above mentioned dam to the land in order to increase the agricultural yield, through the better management of water resources by a reliable modern irrigation system which is composed of: localized and spray irrigation. These two techniques have many advantages, such as water efficiency and high yields.

Tables des matières

Introduction générale	1
------------------------------	----------

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Introduction	3
I.1. Présentation de la zone d'étude	3
I.1.1 la Wilaya d'Oum el Bouaghi	3
I.1.2 Situation administrative de la wilaya d'Oum El Bouaghi	3
I.1.3 Situation géographique de la wilaya d'Oum el bouaghi	4
I.1.4 Périmètre d'Ain kercha	5
I.1.5. Caractéristiques topographiques de la zone	5
I.2. Etude climatologique	6
I.2.1. Choix de la station de référence	6
I.2.2. Température de l'air	6
I.2.3. Les précipitations (Pluviométrie)	7
I.2.4. Humidité relative de l'air	8
I.2.5. Le vent	8
I.2.6. Insolation	8
I.2.7. Evaporation	9
I.3 Indices agro-météorologiques	9
I.3.1 Indice d'aridité annuel de De Martonne (1926)	9
I.3.2. Quotient pluviothermique d'Emberger (1955)	10
I.3.3 Climagramme de BAGNOULS et GAUSSEN	11
I.3.4 Comparaison des indices climatiques	12
Conclusion	13

Chapitre II : analyse des ressources en sols

Introduction	15
II.1. Classification des sols de la zone d'étude	15
II.1.1. Les sols peu évolués d'origine non climatiques d'apport alluvial modaux	15
II.2. Caractéristiques hydrodynamiques des sols	17
II.3. L'aptitude culturale	18
II.3.1 Degré d'aptitude culturale	18
Conclusion	18

Chapitre III : Analyse des ressources en eau

Introduction	20
III.1. Alimentation en Ressources en eau du périmètre	20
III.1.1. Description du barrage de Beni Haroun	20
III.1.2. Transfert des eaux de béni haroun vers le barrage koudiat medoir	21
III.2. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation	21
III.3. Classification des eaux pour l'irrigation	22
III.3.1. La conductivité électrique	22
III.3.2. Sodicité et Alcanisation	23
III.4. Calcul de la pluie de projet	24
III.4.1. Répartition de la pluie moyenne annuelle	24
III.4.2. Etude de l'homog�n�t� de la série pluviométrique	26
III.4.3. Détermination de l'année de calcul	33
Conclusion	34

Chapitre IV : Besoins en eau des cultures

Introduction	36
IV.1. Besoins en eau des cultures	36
IV.1.1. Calcul de l'évapotranspiration	36
IV.1.2. Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ET_0)	36
IV.2. Besoins en eau d'irrigation	40
IV.2.1. Détermination de la pluie efficace	41
IV.2.2. Choix des cultures	41
IV.2.3. Cycle végétatif des cultures	44
IV. 3. Les besoins en eau des cultures	45
IV.3.1. Calcule des besoins en eau des cultures	45
IV.3.2. Calcul du débit spécifique	50
IV.3.3. Evaluation du débit caractéristique	51
IV.3.4. Estimation des volumes d'eau d'irrigation	51
Conclusion	52

Chapitre V : Etude de système d'adduction

Introduction	54
V.1. Alimentation en eau du périmètre	54
V.1.2. Variante d'aménagement du périmètre d'étude	54
V.2. Organisation et structure du périmètre	54
V.2.1. Ilots et bornes d'irrigation	54
V.2.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation	55
V.2.3. Calcul hydraulique aux bornes	55
V.2.4. Implantation des bornes	55
V.2.5. Choix du diamètre et du type des bornes	56
V.3. Dimensionnement du réseau de distribution	57
V.3.1. Caractéristiques des conduites du réseau de distribution gravitaire	57
V.3.2. Vitesses admissibles	57
V.3.3. Choix du matériau des conduites	58
V.3.4. Calcul des diamètres	58
V.3.5. Estimation des pertes de charge	60
V.3.6. Calcul de pression aux bornes et nœuds	62
Conclusion	64

Chapitre VI : Etudes des techniques d'irrigation

Introduction	66
VI.1. Choix des techniques d'irrigation	66
VI.2. Les différentes techniques d'arrosages	66
VI.2.1. Irrigation gravitaire	66
VI.2.2. L'irrigation Par Aspersion	67
VI.2.3. L'irrigation localisée (Goutte à Goutte)	68
V.3. Choix de la technique d'arrosage	69
Conclusion	71

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

Introduction	73
VII.1. Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte	73
VII.1.1. Données générales	73
VII.1.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	73
VII.1.3. Calculs hydrauliques	76
VII.1.4. Dimensionnement des canalisations du réseau	77
VII.1.4.1. Pour les rampes : L=111 m	77
VII.1.4.2. Pour le porte rampe : L=128m	78
Conclusion	80

Chapitre VIII : Etude technico-économique

Introduction	82
VIII.1. Exécution des travaux de pose des canalisations	82
VIII.2. Choix des engins du chantier:	83
VIII.3. Facture des différents types de conduites du réseau de distribution	84
VIII.4. Frais des travaux sur réseau d'irrigation	85
VIII.4.1. calcul des volumes de remblai et de déblai	85
VIII.5. Estimation du cout total de l'installation du réseau	87
Conclusion	87
Conclusion générale	88
Références bibliographique	89

Liste des figures

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

<i>Figure I.1: Situation géographique de la wilaya d'Oum El Bouaghi.</i>	3
<i>Figure I.2: Carte administrative de la willaya d'Oum el bouaghi</i>	4
<i>Figure I.3: Situation du périmètre d'étude</i>	5
<i>Figure I.4: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER</i>	11
<i>Figure I.5: Climogramme de Gaussen</i>	12

Chapitre III : Analyse des ressources en eau

<i>Figure III.1: Diagramme de classification des eaux d'irrigation</i>	24
<i>Figure III.2: Ajustement à la loi de Gauss</i>	29
<i>Figure III.2: Ajustement à la loi de Galton</i>	32

Chapitre VI : Etudes des techniques d'irrigation

<i>Figure VI.1: Irrigation gravitaire</i>	66
<i>Figure VI.4: Irrigation par aspersion</i>	67
<i>Figure VI.5: Irrigation localisée</i>	69

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

<i>Figure VII.1: Dispositifs d'installation des goutteurs sur la rampe.</i>	74
---	----

Chapitre VIII : Etude technico-économique

<i>Figure VIII.1: Disposition de la conduite dans une tranchée.</i>	85
---	----

Liste des tableaux

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Tableau I.1: Coordonnées de la station Les lacs _____	6
Tableau I.2: Températures moyennes mensuelles de la zone d'étude _____	7
Tableau I.3: Pluviométrie moyenne mensuelle en (mm) _____	7
Tableau I.4: Humidité relative à la station de Oum El Bouaghi _____	8
Tableau I.5: Vitesse moyenne mensuelle du vent _____	8
Tableau I.6: Distribution fréquentielle de la durée d'insolation totale (h) (1992-2006) _____	8
Tableau I.7: Répartition mensuelle de l'évaporation _____	9
Tableau I.8: Classification de climats selon MARTON _____	10
Tableau I.9: les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies _____	12

Chapitre II : analyse des ressources en sols

Tableau II.1: Résultats des analyses physico-chimiques _____	16
Tableau II.2: propriétés hydrodynamiques des sols _____	17

Chapitre III : Analyse des ressources en eau

Tableau III.1: Caractéristiques du barrage de Béni Haroun _____	20
Tableau III.2: Caractéristiques chimique de l'eau du barrage de Koudiet Medouar _____	21
Tableau III.3: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique. _____	22
Tableau III.4: Classification des eaux en fonction de SAR. _____	23
Tableau III.5: Répartition mensuelle des précipitations (mm). _____	25
Tableau III.6: Caractéristiques de la série pluviométrique. _____	25
Tableau III.7: Test d'homogénéité de la série pluviométrique _____	27
Tableau III.8: Ajustement à une loi de Gauss (loi-Normale) _____	29
Tableau III.8: Ajustement à une loi de Galton (loi-Log normale) _____	32
Tableau III.10: Précipitations mensuelle de la'année de calcul _____	34

Chapitre IV : Besoins en eau des cultures

Tableau IV.1: Calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.0 _____	38
Tableau IV.2: (Kc) de chaque culture, en fonction du stade végétatif de la plante. _____	39
Tableau IV.3: Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures (m) _____	40
Tableau IV.4: .calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm. _____	41
Tableau IV.5: Occupation de sol en fonction des cultures. _____	42
Tableau IV.6: Les assolements proposés. _____	43
Tableau IV.7: Cycle végétatif des cultures. _____	44
Tableau IV.8: Calcul des Besoin en eaux des cultures _____	45
Tableau IV.9: Récapitulatif des besoins pour l'assolement 1. _____	48
Tableau IV.10: Récapitulatif des besoins pour l'assolement 2. _____	49
Tableau IV.11: les volumes des besoins en eau d'irrigation _____	51

Chapitre V : Etude de système d'adduction

<i>Tableau V.1: Type de bornes en fonction de superficies des ilots</i>	56
<i>Tableau V.2: Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes.</i>	56
<i>Tableau V.3: Seuil des vitesses admissibles en fonction des diamètres</i>	57
<i>Tableau V.4: Diamètres des canalisations et vitesses d'écoulement.</i>	59
<i>Tableau V.5: Pertes de charge dans les canalisations.</i>	61
<i>Tableau V.6: La pression aux bornes et nœuds</i>	63
<i>Tableau V.7: Etat quantitatif des conduites</i>	64

Chapitre VI : Etudes des techniques d'irrigation

<i>Tableau VI.1: Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage</i>	70
---	----

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

<i>Tableau VII.1: Récapitulatif des calculs hydrauliques.</i>	79
---	----

Chapitre VIII : Etude technico-économique

<i>Tableau VII.1: Les engins utilisés pour la mise en place des conduites et leurs rôles.</i>	83
<i>Tableau VIII.2: Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.</i>	84
<i>Tableau VIII.3: Cout des équipements de protection du réseau de distribution.</i>	84
<i>Tableau VIII.4: Calcul des différents volumes.</i>	86
<i>Tableau VIII.5: Coût des travaux de terrassement.</i>	86

Liste des planches

Planche n°1 : PLAN DE SITUATION DE PERIMETRE D'AIN KERCHA

W.OUM EL BOUAGHI;

Planche n°2 : PLAN DU RESEAU D'IRRIGATION DU PERIMETRE AIN

KERCHA W.OUM EL BOUAGHI;

Planche n°3 : PLAN DE SYSTEME D'IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE;

Planche n°4 : PROFILS EN LONG DE LA CONDUITE D'ADDUCTION DU

PERIMETRE D'IRRIGATION D'AIN KERCHA PARTIE EST

W.OUM EL BOUAGHI.

Introduction générale

Dans le domaine agricole, l'eau est indispensable pour garantir une sécurité socioéconomique à moyen et long terme. Cependant, la conception d'un système d'irrigation nécessite en premier lieu la quantification des besoins en eau de toutes les cultures mises en place, et la mobilisation des ressources en eau nécessaires au bon développement de ces cultures.

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour augmenter la production et permettre leur développement normal en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, en particulier dans les zones arides et semi-arides. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre mémoire.

Il s'agit d'étude du périmètre d'AIN KERCHA (partie est) à partir d'un piquage du conduit de transfert d'eau de barrage de béni Haroun à partir de la station de pompage de Ain Kercha au barrage de Koudiet Medouar qui permettra la projection d'un réseau d'adduction et après une analyse multicritère sur les systèmes d'irrigation le choix des techniques les plus performants dans le but d'améliorer le rendement des cultures.

Notre sujet d'étude rentre dans ce contexte, il vise à mobiliser l'eau nécessaire qui va permettre la mise en place d'un système d'adduction et de distribution en introduisant des systèmes d'irrigation modernes et performants tels que l'aspersion et le goutte à goutte.

Dans ce mémoire, on propose de dimensionner le réseau d'irrigation du périmètre d'AIN KERCHA, qui est caractérisé par une agriculture extensive, par des systèmes modernes afin d'économiser les ressources en eau et d'augmenter ainsi les rendements des cultures mises en place.

Pour bien mener cette étude, nous avons scindé notre travail en huit chapitres à savoir : Le premier chapitre qui est une description de la zone d'étude ensuite dans les deuxième et troisième chapitres il a été question de détailler l'ensemble des différentes ressources en sol et en eau disponibles. Viens alors le quatrième chapitre ou on a calculé les besoins en eau des cultures ce qui va nous aider à dimensionner le système d'adduction dans le cinquième chapitre. Par la suite on est passé au choix et dimensionnement du système d'irrigation qui nous convient. Enfin pour terminer une estimation du cout du projet a été faite.

Chapitre I

Analyse des conditions naturelles

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Introduction

Avant tout projet, une analyse des différentes conditions géographique, démographique, géologique, et climatologique de la zone d'étude relève d'une grande importance puisque cela est directement lié aux choix à entreprendre par la suite. C'est l'objectif de ce premier chapitre.

I.1. Présentation de la zone d'étude

I.1.1. La Wilaya d'Oum el Bouaghi

L'État d'Oum El Bouaghi est un État algérien situé à environ 500 km de la capitale de l'Algérie, à environ 160 km de la côte surplombant la mer Méditerranée au nord et à environ 200 km des frontières de la République tunisienne. Même la ville de Khenchela (qui à son tour a été transformée en wilaya dans la division administrative de 1984), est à 500 km d'Alger et s'élève à 800 km du niveau de la mer et est limitée par les wilayas suivantes :

- ✓ Au Nord, par les wilayas de Constantine et Guelma.
- ✓ Au Sud, par la wilaya de Tébessa.
- ✓ A l'Est, par les wilayas de Khenchela et Batna.
- ✓ A l'Ouest, par la wilaya de Mila.



Figure I.1 : Situation géographique de la wilaya d'Oum El Bouaghi.

I.1.2. Situation administrative de la wilaya d'Oum El Bouaghi

La wilaya d'Oum El Bouaghi est constituée administrativement de 12 dairas et de 29 communes.

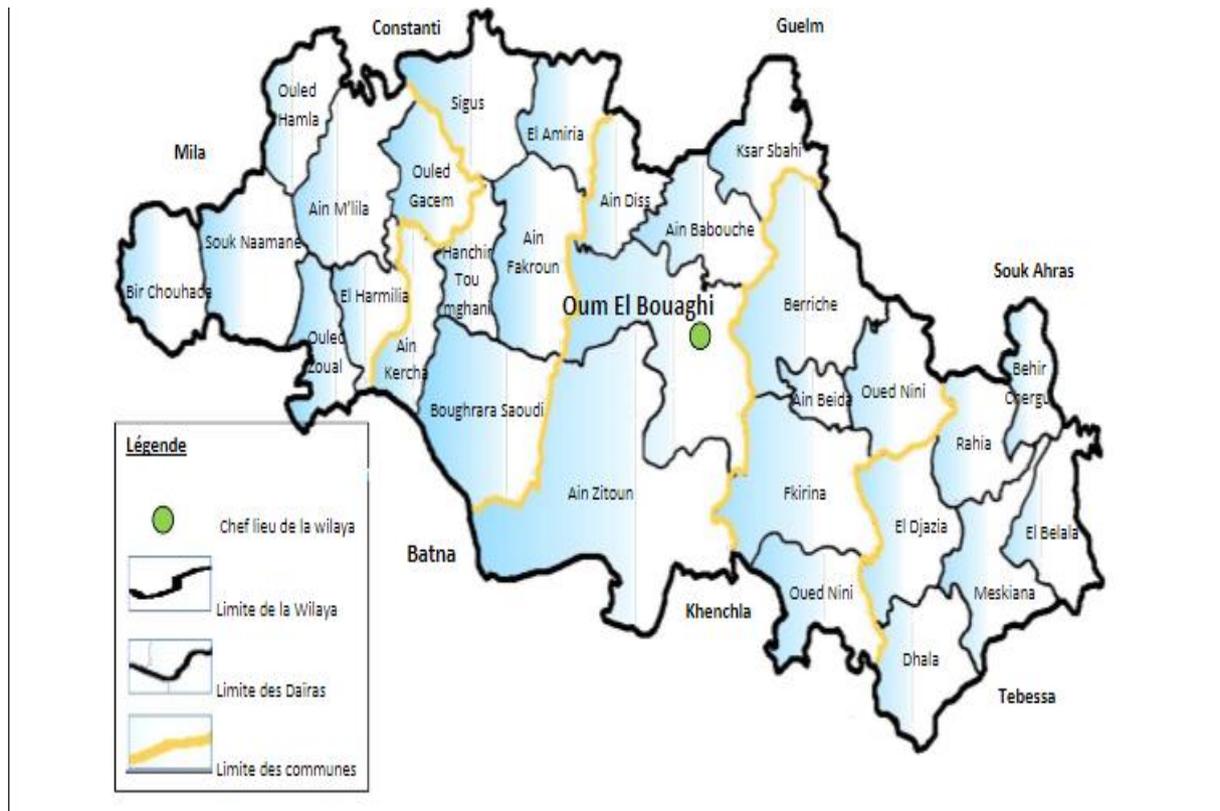


Figure I.2 Carte administrative de la wilaya d'Oum el bouaghi

I.1.3. Situation géographique de la wilaya d'Oum el bouaghi

La wilaya est située au contact du Tell et des Aurès :

Au nord de la wilaya, on distingue les versants méridionaux du Tell, ce sont les Sraouate, terres de transition, ni telliennes, ni steppiques.

Au centre, la haute plaine, l'altitude varie de 750 mètres à 900 mètres et parsemées parfois de puissants massifs montagneux isolés (horst) qui se dressent au-dessus de celle-ci.

Le point culminant de la wilaya est le Djebel Guerioun, 1 729 mètres d'altitude près d'Aïn M' lila. Il est aussi le plus élevé des hauts plateaux orientaux, le Djebel Sidi Rgheiss 1 635 mètres d'altitude, le Djebel Tolba, le Djebel Nif Ensser à 1 540 mètres au sud de Ain Mlila, le Djebel Fortas 1 477 mètres, le Djebel Ras Erihane 1 426 mètres, au sud de Ain Kercha, le Djebel Hanou Kebir à 1 345 mètres et le Rherour 1 273 mètres. Ceux-là forment l'extension ouest de l'Aurès.

Plus à l'est le Djebel Serdies qui culmine à un peu plus de 1 455 mètres en limite de la wilaya de Tebessa et le Amama 1 337 mètres.

Au sud, les zones des seboukhate est jalonnée par des dépressions endoréiques (Guerah) ou Sebkhha (lac salé). Les Guerah sont moins salées que les Sebkhhas.

I.1.4 Périmètre d'Ain kercha

Le périmètre d'étude est situé à droite de la RN100 allant de Ain M'Lila vers Ain Kercha, il traversé par la CW06. Il est rattaché administrativement à la commune d'El Harmilia et à la Commune d'Ain Kercha.

Le périmètre présente une superficie de l'ordre de 283,71 ha.



Figure I.3 : Situation du périmètre d'étude

I.1.5 Caractéristiques topographiques de la zone :

I.1.5.1. Relief :

Le périmètre d'Ain Kercha est une plaine, d'une altitude entre les 797m et 842 m. La zone d'étude est entourée au Sud par Djebel Hanout Sghir avec 1194m d'altitude et Djebel Hanout Kebir avec une altitude de 1344 m et au Nord par Djebel Rass el ghirane avec une altitude de 1423 m.

I.1.5.2. Hydrographie :

Le réseau hydrographique du bassin d'Oum el bouaghi est constitué par le seul cours d'eau important, qui est l'Oued FESGUIA. Il prend naissance des plaines semi-arides et résulte de la confluence de deux Oueds qui sont le Ras chiboub et Messaad. Il est considéré comme un collecteur des eaux de ruissellement qui affluent sur ses deux rives : Oued Gourbadj, Oued Salaa et Oued Belghidi.

I.1.5.3. Géologie :

La géologie de la région d'Oum el bouaghi est caractérisée par des formations géologiques du crétacé et du paléogène, de couches massives du Jurassique présentant ainsi une lithologie très variée qui comprend essentiellement: les alluvions (sable, gravier, cailloutis,...), les grés, les marnes, les argiles, et les calcaires.

Les différentes phases tectoniques ont joués un rôle prépondérant dans la morphogenèse de la région, donnant naissance à une dépression qui forme le réservoir aquifère de la vallée d'oum el bouaghi, remplie par des alluvions d'âge Mio-plio- quaternaire. Ce remplissage constitue l'ancienne et l'actuelle terrasse de la vallée de la fesghia.

I.2. Etude climatologique

L'analyse des conditions climatiques est nécessaire dans l'élaboration d'une étude d'irrigation. La connaissance des différents paramètres climatiques est en effet un des facteurs essentiels qui conditionnent la production végétale et qui est nécessaire pour évaluer le potentiel agricole de la région.

L'objectif est d'analyser les données climatiques observées et mesurées afin d'évaluer les besoins en eaux des cultures pratiquées et de dimensionner correctement les réseaux hydrauliques.

I.2.1. Choix de la station de référence :

Dans notre étude, nous sommes basés sur les stations climatologiques les plus proches du périmètre, pour avoir une bonne précision des paramètres climatiques afin de bien caractériser le climat de notre zone d'étude. Pour notre part, vu qu'aucune station n'existe autour du périmètre (Parce que les deux stations les plus proches ont été fermées, la première en 1981 et la seconde en 1984).

Nous avons exploité les données de la station météorologique les lacs, gérée par l'Office National Météorologique.

Les caractéristiques de la station sont données comme suit :

Tableau I.1: Coordonnées de la station d'Oum El Bouaghi

Nom de la station	Coordonnées en lambert		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années observées
	X (Km)	Y (Km)			
Les lacs	843.2	294.1	790	1989-2013	25

Source : ANRH d'Alger

I.2.2. Température de l'air :

La température est un élément fondamental du climat. Sa variation influe sur le degré d'évapotranspiration et par conséquent elle conditionne l'évaporation et le cycle végétatif des

cultures. En plus, la température a un rôle important dans la variation des composantes du bilan hydrologique.

Pour l'estimation des températures, nous avons utilisé les relevés des moyennes mensuelles des températures d'une période de 25 ans (1989- 2013) enregistrée au niveau de la station de Les lacs. Elles sont portés dans le tableau suivant :

Tableau I.2 : Températures moyennes mensuelles de la zone d'étude

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Annuel
Tmoy(C°)	22.65	16.55	11.85	7.25	6.10	7.5	10.10	14.05	18.3	23.45	26.80	26.25	15.85
Tmin (C°)	20.1	13.6	8.5	5	3.9	4.4	7.2	9.6	12.8	18.7	24.7	23	12.62
Tmax(C°)	25.2	20.5	15.2	9.5	8.3	10.6	13	18.5	23.8	28.2	28.9	29.5	19.26

Source : Station météorologique les lacs (1989-2013)

Avec : Tmin: moyenne de tous les minima observés pour chaque mois,
 Tmax: moyenne de tous les maxima observés pour chaque mois,
 Tmoy: moyenne mensuelle.

Le régime de température est caractérisé par l'été sec et chaud et l'hiver relativement doux. La température moyenne annuelle est de 15,85 °C.

En été, la température moyenne mensuelle varie de 23°C à 26°C, les maxima absolus étant entre 28,2°C et 29,5°C. Aout est le mois le plus chaud.

En hiver, la température moyenne mensuelle varie de 6°C à 7°C, les maxima absolus étant entre 8°C et 13°C et minima absolus étant entre 3,9°C et 4,4°C. Janvier est le mois le plus froid.

I.2.3. Les précipitations (Pluviométrie) :

La connaissance de la pluviométrie et sa répartition dans le temps de la zone de Ain Kercha sont primordiales, puisqu'elle nous permet de connaître le régime pluviométrique, ce qui conditionne le dimensionnement des réseaux d'irrigation et le pilotage des arrosages.

Pour l'exploitation des données de pluie, nous nous sommes référés à la Station les lacs, qui dispose d'un pluviomètre et d'un pluviographe.

Certaines années de calcul comportent des lacunes, dans ce cas, nous avons pris en considération un échantillon de données qui va de l'année 1989 jusqu'à 2013.

Les précipitations mensuelles moyennes (mm) sont données dans le tableau suivant:

Tableau I.3 : Pluviométrie moyenne mensuelle en (mm)

Année	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Annuel
Moyenne	38.87	30.01	33.28	27.40	27.62	21.59	31.38	26.17	36.34	24.16	10.34	29.35	334.96

Source : Station météorologique les lacs (1989-2013)

Dans notre zone d'étude, la pluviométrie est irrégulière dans le temps et dans l'espace à l'échelle saisonnière, les précipitations tombent en majorité durant les trois saisons automne, hiver et printemps avec une moyenne de **334,96mm/ans**.

I.2.4. Humidité relative de l'air

C'est un élément important du cycle hydrologique contrôlant l'évaporation du sol et la couverture végétale et qui représente la quantité réelle de vapeur d'eau contenue dans l'air par rapport à celle que pourrait contenir s'il était saturé à la même température.

Tableau I.4: Humidité relative à la station de Oum El Bouaghi

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté		
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JUI	A
humidité%	57	60	65	76	74	69	61	57	56	50	39	44

Source : Station météorologique Les lacs (1989-2013)

L'humidité relative varie d'un mois à l'autre durant toute l'année. L'analyse du tableau I.3 fait ressortir l'humidité moyenne annuelle qui est de 48% pour les mois les plus secs. Les mois de Décembre et Janvier sont les plus humides, avec une moyenne de 59 %.

I.2.5. Le vent :

La connaissance de la direction et de la fréquence des vents est importante pour la mise en valeur d'un périmètre pour protéger contre les vents néfastes, de plus ils représentent un facteur important dans le cas de l'irrigation par aspersion. Elle est donnée par le tableau suivant

Tableau I.5: Vitesse moyenne mensuelle du vent

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout	Annuel
Vitesse du vent (m/s)	1.35	1.53	1.61	1.87	1.71	1.94	2.05	1.98	2.04	1.93	2.21	2.38	1.9

Source : Station météorologique Les lacs (1989-2013)

La vitesse moyenne annuelle du vent est 1,9 m/s. La vitesse moyenne mensuelle minimale du vent est de 1,98 m/s (Août), celle moyenne mensuelle maximale atteint 2,38 m/s (Décembre).

I.2.6. Insolation :

L'insolation est un paramètre climatique que l'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle.

La durée moyenne mensuelle de l'insolation est celle calculée d'après les données de la station météorologique les lacs

Tableau I.6 : Distribution fréquentielle de la durée d'insolation totale (h) (1992-2006)

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Annuel
Durée d'insolation (heures)	242.40	226.80	175.70	153.20	161.20	180.60	237.60	244.70	275.50	293.20	339.00	296.30	2826.20

Source : Station météorologique les lacs (1989-2013)

La durée de l'insolation annuelle est de 2826.20 heures, la durée d'insolation est importante durant les mois de mai à aout et moins importante du mois de janvier à décembre

I.2.7. Evaporation :

Les valeurs de l'évaporation moyenne mensuelle et annuelle des plans d'eau dans la région d'étude sont estimées à partir des données d'observation mesurées niveau de la station météorologique Les lacs.

Tableau I.7 : Répartition mensuelle de l'évaporation

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Annuel
Evaporation (mm)	188.95	139.75	84.20	65.55	62.05	77.45	109.95	126.20	177.30	259.85	320.05	290.95	1902.25

Source : Station les lacs (1989-2013)

L'examen de ce tableau montre que l'évaporation est importante durant les mois de mai à septembre correspond à un volume évaporé de 65.03 % et faible du mois de novembre à mars où le volume évaporé est de 34.97 %.

Les valeurs moyennes minimales et maximales de la tension de vapeur d'eau se situent respectivement en mois de janvier (62.05 mm) et au mois de juillet (320.05 mm).

I.3. Indices agro-météorologiques

Afin de comprendre bien et caractériser les phénomènes du climat d'une zone d'étude il faut une aide complémentaire tel que celle d'indices ou de diagrammes; permettant de comparer les climats d'une région à l'autre. Ils prennent en compte l'offre pluviométrique, la demande évaporatoire et les températures. Ceux qui sont les plus couramment utilisés sont les suivants :

I.3.1 Indice d'aridité annuel de Martonne (1926)

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

$$I_A = \frac{P}{T + 10} \quad (I.1)$$

Avec : P : précipitation moyenne annuelles en (mm)

T : température moyenne annuelle en (°C)

I_A : indice d'aridité

Application P = 364,58 T = 18,33°C

$$I_A = \frac{334,96}{15,85+10} = 12,96$$

Les limites des climats d'après l'indice climatique de MARTONNE sont donnée dans le tableau ci-dessous :

Tableau I.8 : Classification de climats selon MARTON

Valeur de l'indice	Type de climat	Irrigation
$I_a < 5$	désertique	Indispensable
$5 < I_a < 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I_a < 20$	Sec	Souvent indispensable
$20 < I_a < 30$	Relativement humide	Parfois utile
$I_a > 30$	humide	Inutile

On constate que l'indice d'aridité est compris entre 10 et 20 ce qui se traduit que notre région est soumise à par un climat relativement sec donc l'irrigation est Souvent indispensable.

I.3.2 Quotient pluviométrique d'Emberger (1955) :

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

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

Où Q : coefficient pluviométrique **d'EMBERGER**

P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

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

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

Application :

$$P=334,96 \text{ mm} \quad ; \quad M = 302.65 \text{ °K} \quad ; \quad m = 277.05 \text{ °K}$$

D'où $Q = 45.14$

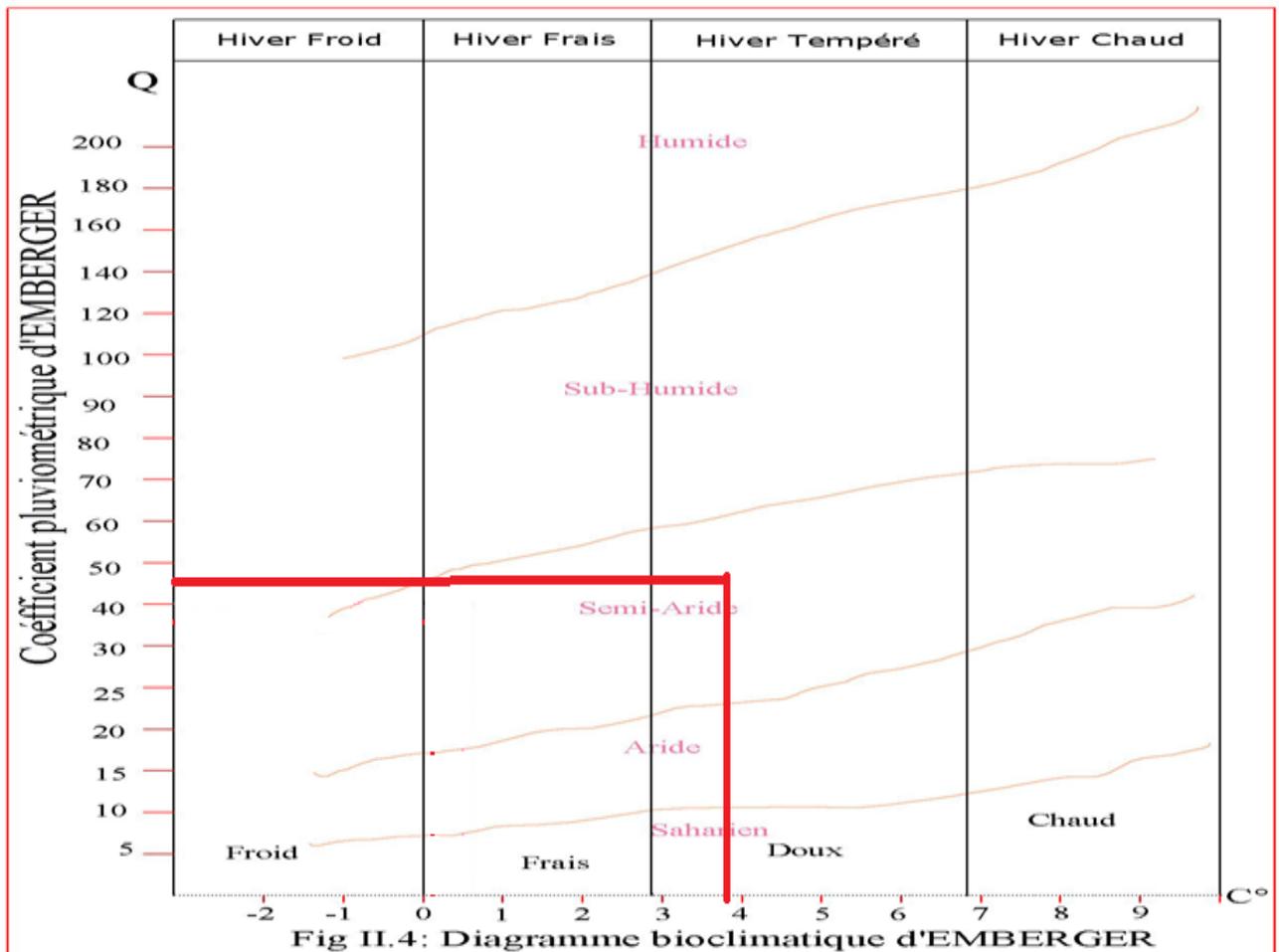


Figure I.4 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER, (**Figure I.4**), et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut confirmer que notre région se situe dans :

- L'étage bioclimatique : Semi-aride.
- Sous étage : Hiver Tempéré.

I.3.3. Climagramme de BAGNOULS et GAUSSEN :

Les données climatiques sont exploitables aussi par le climagramme de Gausсен ou on peut distinguer les périodes où on a besoin d'irriguer ; la méthode consiste à représenter dans le même graphique les mois en abscisses et les précipitations et les températures moyennes tout en respectant l'échelle $P=2T$.

Tableau I.9 : les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies

	Mois											
	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
P moy(mm)	38.87	30.01	33.28	27.40	27.62	21.59	31.38	26.17	36.34	24.16	10.34	29.35
T moy(mm)	22.65	16.55	11.85	7.25	6.10	7.5	10.10	14.05	18.03	23.45	26.80	26.25

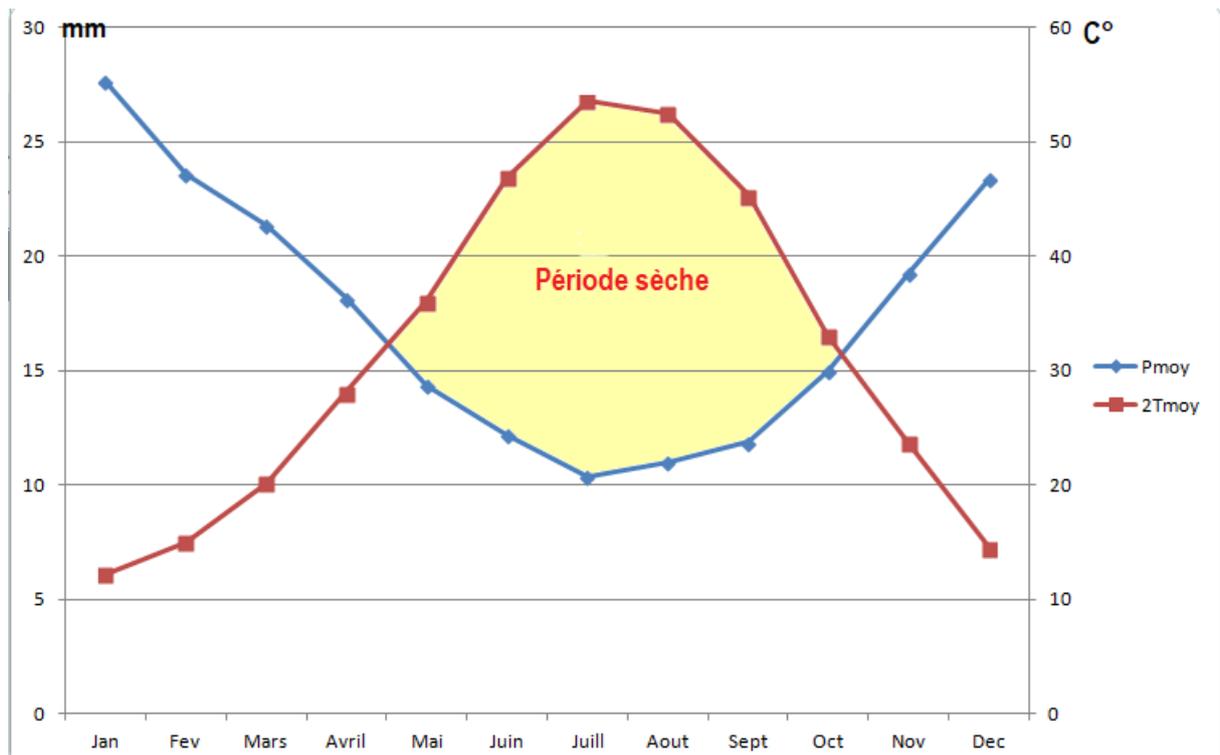


Figure I.5 : Climagramme de Gausse

Description du graphe :

Lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, il y'a sécheresse totale, cette période d'après le graphe.

Une période sèche qui dure 4 mois allant du mois de mai jusqu'au début de mois de septembre, et une période humide qui dure 8 mois allant du mois de septembre jusqu'au mois d'Avril.

I.3.4. Comparaison des indices climatiques :

Sachant que les éléments climatiques les plus importants pour caractériser un climat sont les précipitations, les températures et l'évaporation ; les méthodes combinant ces éléments sont plus intéressantes que celles qui incluent un seul élément. Toutes ces méthodes ont qualifié le climat de la région d'étude comme étant semi-aride.

Conclusion

A travers ce chapitre, qui est basé principalement sur l'étude des données pluviométriques et climatiques du périmètre d'étude, nous avons estimé que le périmètre d'Ain kercha secteur Est est caractérisé par un climat chaud en été et doux en hiver (régime pluviométrique semi-aride), et par une moyenne pluviométrique de l'ordre de 334,96 mm/an qui tombe essentiellement durant la période Septembre –Avril. Dans ce cas, l'introduction de l'irrigation s'avère utile pour l'intensification des cultures.

Chapitre II

Analyse des ressources en sols

Chapitre II : analyse des ressources en sols

Introduction

L'étude pédologique est l'une des sources essentielle pour prendre en compte la nature et la distribution des caractéristiques et des contraintes relevant des sols. Pour l'irrigation, plusieurs caractéristiques doivent être prises en considérations. On peut citer notamment :

- La profondeur du sol qui commande l'épaisseur des couches accessibles aux racines et par suite la réserve en eau disponible ;
- La texture ou granulométrie de la terre fine et la charge caillouteuse qui jouent sur les possibilités de rétention en eau ;
- La structure et la porosité des horizons qui commandent la perméabilité du milieu et, globalement, la plus ou moins grande facilité de conduite des arrosages ;
- Les caractéristiques chimiques (PH, SAR, CE.....) qui influent sur l'éventail des possibilités culturales de la zone à irriguer.

La bonne connaissance du sol permet le bon choix des cultures les plus adaptées.

II.1. Classification des sols de la zone d'étude

la prospection pédologique et l'analyse des échantillons au laboratoire, ont permis de reconnaître le type de sol qui occupent la plus grande superficie du périmètre:

II.1.1. Les sols peu évolués d'origine non climatiques d'apport alluvial modaux

Ce type de sol est observé le long de la vallée de l'oued Gourbadj et la zone de La commune de Ain kercha juste à « Koudiat haouith » et « CW.26 » d'étude et s'étale sur une superficie de 273 ha.

Ce sont des sols à profils calcaires peu profonds, l'horizon de surface présente une texture limoneuse à limono-argileuse. Ils présentent un profil de couleur Brun à jaunâtre. Ils sont caractérisés par une bonne profondeur et un manque d'encroûtement dans le profil.

Leur PH est de 7.5 à 8 (basique) avec des valeurs hautes pour la conductivité électrique (0.5 à 2.0 mmhos/cm).sol pauvre en NPK 26% et riche en calcaire.

Un exemple est donné par le profil suivant :

a) Profil N°1

Classification :

- Classe : Sol peu évolué

- Sous classe : D'origine non climatique
- Groupe : D'apport alluvial
- Sous-groupe : Modal
- Famille : Sur glacis polygéniques.
- Série : avec niveau compact.

b) Description des horizons :

Horizon A : 0 – 30 cm

Brun (10YR 4/3) état frais, texture limoneuse, structure grumeleuse, charge en cailloux très faible (-1 %), forte effervescence à l'HCl, très nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne, bonne répartition de la matière organique, transition graduelle, échantillon P1H1.

Horizon AC : 30 - 65 cm

Brun jaunâtre (10YR 5/4) état frais, texture limoneuse, structure polyédrique grossière, charge en cailloux faible (2-3 %), forte effervescence à l'HCl, peu nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne, peu de matière organique, transition diffuse, échantillon P1H2.

Horizon C : 65 - 140 cm

Brun (10YR 5/3) état frais, texture limono-argileuse, structure massive, charge en cailloux faible (2-3 %), forte effervescence à l'HCl, très peu de racines, faible porosité moyenne, compact, peu de matière organique, échantillon P1H3.

c) Caractéristiques physico-chimiques des sols :

Tableau II.1 : Analyses physico-chimiques

Profondeur (cm)	0-40	40-100	100-150
GRANULOMETRIE**			
Argile %	40,4	41,65	37,1
Limon fin % :	40,2	31,95	39,9
Limon grossier % :	10,7	17,15	12,95
Sable fin % :	7,5	8,9	8,7
Sable grossier % :	1,2	0,35	1,35
Matières organiques % :	1,3	1,53	0,81
Carbone (C) ‰ :	11,2	8,9	4,7
Azote (N) ‰ :	1,1	0,87	0,45
Rapport C/N :	10	10	10
P2O5 total ‰ :			
P2O5 assimilable (ppm) :* :	44	30	15
CaCO3 total % :	12,1	14,3	13,8
CaCO3 actif % :* :			
K2O total % :			
Gypse total % :			
Ca ⁺⁺ (meq/100g)	21,95	17,7	13,15
Mg ⁺⁺ (meq/100g)	5,7	6,8	7,6
K ⁺ (meq/100g)	0,81	0,55	0,74
Na ⁺ (meq/100g)	0,06	0,09	0,13

Suite de Tableau II.1

Profondeur (cm)	0-40	40-100	100-150
Na/T %			
CEC (meq/100g) :	27,65	25,14	21,62
% Saturation :		68	
pH :	8,4	8,2	8,6
CE (mmhos/cm) :	0,5	2,0	1,5
CO₃H⁻ (meq/l) :		0,3	
SO₄⁻⁻ (meq/l) :		18,5	
Cl⁻ (meq/l) :		4,9	
Ca⁺⁺ (meq/l) :		8,6	
Mg⁺⁺ (meq/l) :		9,4	
Na⁺(meq/l) :		1,8	
K⁺(meq/l) :		0,9	
CARACTERISTIQUES PHYSIQUES			
Densité réelle :***	2,44	2,4	2,43
Densité apparente :**	1,3	1,33	1,34
pF4,2***	25,05	24,5	22,62
pF3,0***	27,97	27,71	25
pF2,5***	33	34,19	30,87

Source : ANRH-Alger

Interprétations :

D'après le profil le sol est pauvre en matière organique et en azote, qui traduit une bonne minéralisation de la matière organique dans le sol, très peu pourvu en calcaire total, PH basique une conductivité électrique est supérieure à 1 mmhos/cm et une texture limoneuse argileuse.

II.2. Caractéristiques hydrodynamiques des sols :

Un sol se caractérise par un certain nombre de paramètres physiques mesurables. Les valeurs de ces paramètres sont généralement fonctions à la fois de la structure et de la texture du sol, sans toutefois leur être rigoureusement liés.

Les paramètres hydrodynamiques, qui interviennent entre autres dans le calcul de la dose d'irrigation sont résumés dans le tableau II.2 :

Tableau II.2 : propriétés hydrodynamiques des sols

Texture	Argileux-limoneux
Capacité au champ (%)	26%
Point de flétrissement (%)	14%
Vitesse de perméabilité (mm/h)	12mm/h
Densité apparente	1.35

II.3. L'aptitude culturale

La mise en valeur des sols du périmètre par des cultures irriguées doit répondre à l'adéquation entre les caractéristiques intrinsèques du sol et les exigences des cultures à mettre en place à savoir :

- ✓ De la profondeur du sol.
- ✓ De la texture.
- ✓ De la structure.
- ✓ Du calcaire et du ph.
- ✓ De l'hydromorphie et autre.

II.3.1 Degré d'aptitude culturale

a) Arboriculture :

Aptitude bonne pour abricotier, olivier, et figuier

Il serait difficile, d'entreprendre les cultures de nouvelle variété, notamment certains arbres fruitiers.

b) Cultures industrielles :

Aptitude bonne pour le coton et tournesol.

c) Cultures céréalières et fourragères :

Actuellement ce sont les principales spéculations pratiquées. Les conditions du milieu sont relativement favorables pour les cultures céréalières et fourragères ; une seule aptitude est définie : Aptitude bonne pour toutes les cultures céréalières et fourragères, et moyenne pour la luzerne.

d) Cultures maraichères :

Aptitude bonne pour artichaut, oignon, navet, choux, épinard et laitue et moyenne pour : tomate, ail, aubergine, pastèque, melon, piment, poivron, haricot, concombre et pois.

Conclusion

L'aire d'irrigation d'Ain kercha la partie est recèle certaines potentialités agricoles en irrigué bien que les conditions climatiques.

L'analyse de la qualité des sols de la zone d'étude montre que les sols inventoriés sont regroupé en une classe principale, sol peu évolué.

La valeur de la perméabilité entre **12 mm / h** est représentative des sols moyennement perméables favorables couvre la plus importante surface de notre périmètre.

D'après l'analyse physico-chimique, on voit nettement que la texture des sols est limono-argileuse.

Chapitre III

Analyse des ressources en eau

Chapitre III : Analyse des ressources en eau

Introduction

Vise aux insuffisances des précipitations lors des périodes de développement des plantes cultivées; il faut penser aux quantités d'eaux nécessaires à compenser ce déficit ainsi que la connaissance de l'origine de ses eaux, également de fournir les différents éléments de valeur concernant sa qualité pour l'irrigation.

Le présent chapitre a pour objet d'examiner les ressources en eau du barrage de Béni Haroun qui permettent d'approvisionner en eau et d'irriguer le périmètre d'Ain Kercha.

III.1. Alimentation en Ressources en eau du périmètre

En ce qui concerne notre périmètre, il sera alimenté par la conduite de transfert de barrage de Béni Haroun à partir de la station de pompage de Ain Kercha au barrage de Koudiet Medouar.

III.1.1. Situation géographique du Barrage de Béni Haroun

Le barrage de Béni-Haroun est situé sur l'oued El Kébir dans la wilaya de Mila (Est-Algérien). Il est alimenté par Oued Rhumel et Oued Endja, Le bassin versant du Béni-Haroun est situé en grand partie sur le versant méridional du bombement tellien. Il fait partie du grand bassin Kébir- Rhumel avec une superficie de 6595 Km². Ce bassin est limité naturellement par les limites du Kébir-Rhumel qui sont : Au Nord par les bassins des côtières constantinois Ouest et Constantinois centre (BV n°03) ; Au Sud, le bassin versant des hautes plateaux Constantinoises (BV n°07) ; A l'Ouest le bassin de Soummam (BV n°15) ; et à l'Est le bassin de Seybouse (BV n°14).

Ses principales caractéristiques sont résumées comme suit :

Tableau III.1 : Caractéristiques du barrage de Béni Haroun

Volume total	963 106 m ³
Volume utile	723 106 m ³
Volume de la tranche morte	240 106 m ³
Hauteur sur fondation	118 m
Hauteur sur terrain naturel	107 m
Côté de la crête	216.3 m
Longueur en crête	710 m
Largeur en crête	8 m
Largeur maximal au niveau des fondations	93m
Surface inondée	3.900ha
Débit maximul	13 230 m ³ /s

L'ouvrage est de type poids rectiligne, en BCR (Béton Compacté au Rouleau), avec une longueur en crête de 710 m, arasée à la côte 216,3 m, une hauteur d'ordre de 118 m au-dessus de fondation. Le lac de la retenue épouse la partie captée de l'Oued El Kébir et les deux vallées de l'Oued Rhumel et d'Oued Endja, sur une surface de 39,29 Km², soit près de 4 000 ha. Le bilan pluie réservoir permet de déterminer un déstockage net par évaporation, équivalant à une tranche annuelle moyenne de 350 mm. La retenue permet d'emmagasiner 963 Hm³ d'eau, soit un volume utile de 723 Hm³, elle permet de régulariser un apport annuel de 435 Hm³, avec une réserve de 1 milliard de m³ d'eau .

III.1.2. Transferts des eaux de Béni Haroun vers le barrage de Koudiet Medouar

Le transfert hydraulique relevant du système de Béni-Haroun (Mila), raccordant le barrage géant (près d'un milliard de m³ stocké) à l'ouvrage de Koudiat Medouar.

Ce transfert a été réalisé dans le cadre d'une ligne verte d'urgence au moyen d'une conduite d'une longueur de 120 km et d'un diamètre de 1,40 m, pour un débit de l'ordre de 1 m³ par seconde.

L'opération de transfert Oued El Athmania-station de pompage d'Ain Kercha, dont le transfert vers Koudiat Medouar constitue une des branches (dite ligne verte), fournira au total un volume de 327 millions de m³ dont 51 millions destinés à l'AEP et 276 millions à l'irrigation de près de 45.000 hectares.

III.2. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation

Il est nécessaire d'étudier la qualité d'eau d'irrigation avant tout projet d'aménagement agricole .pour cela il faut vérifier certains facteurs plus importants qui sont :

- Le pH ;

- Risque de Salinité ;

- Risque de Sodium (Degré d'Adsorption du Sodium ou SAR) ;

- Carbonate et bicarbonates Ca, Mg ;

- Anions toxiques.

Les données sur le tableau II.2 sont déterminées par l'ANRH à partir des prélèvements effectués à la station hydrométrique.

Tableau III.2 : Caractéristiques chimique de l'eau du barrage de Béni Haroun

Paramètres	valeurs
CE (mmhos/cm)	0.74
Ca (mg/l)	1558.9
Cl(mg/l)	241.68
Na (mg/l)	157.48
Mg (mg/l)	1521.9
K (mg/l)	21.91
SO4 (mg/l)	275.68
Rs105 (mg/l)	673.17
T (°C)	17.83
PH	8.24
HCO3 (mg/l)	362.58
MES105 (mg/l)	27.83

III.3. Classification des eaux pour l'irrigation

Dans notre thèse, nous sommes basées sur la classification américaine des eaux d'irrigation qui est basée sur deux paramètres : la Conductivité électrique CE, et le rapport d'absorption du Sodium SAR.

III.3.1. La conductivité électrique :

La conductivité électrique permet d'avoir rapidement l'ordre de la minéralisation globale de l'eau, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm.

On distingue quatre classes d'eau :

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

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

III.3.2. Sodicité et Alcanisation :

Le sodium contenu dans une eau peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors un risque défloculation.

Pour diminuer ce risque il est nécessaire de comparer entre la concertation des cations Na^+ avec celle de Mg^{++} et Ca^{++} , donc on parle de l'indice du SAR qui est :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \quad (III.1)$$

Na : Sodium en mg équiv/l ;

Ca : Calcium en mg équiv/l ;

Mg : Magnésium en mg équiv/l.

Et danc : **SAR = 4.7 meq/l.**

On distingue quatre classes de danger d'alcalinisation qui sont montrées dans le tableau II.7:

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

Classe	S.A.R	Danger d'alcalinisation
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen Risque
S3	$18 < SAR \leq 26$	élevé Risque très

Interprétation :

Puisque l'eau du barrage a un SAR de **4.7 meq/l**, et une $CE=0.74$ mmhos/cm, et en se référant, sur le diagramme de classification des eaux d'irrigation ci-dessous, on peut dire que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un degré d'alcalinité faible (C2-S1), donc il y'a un risque moyen de salinité.

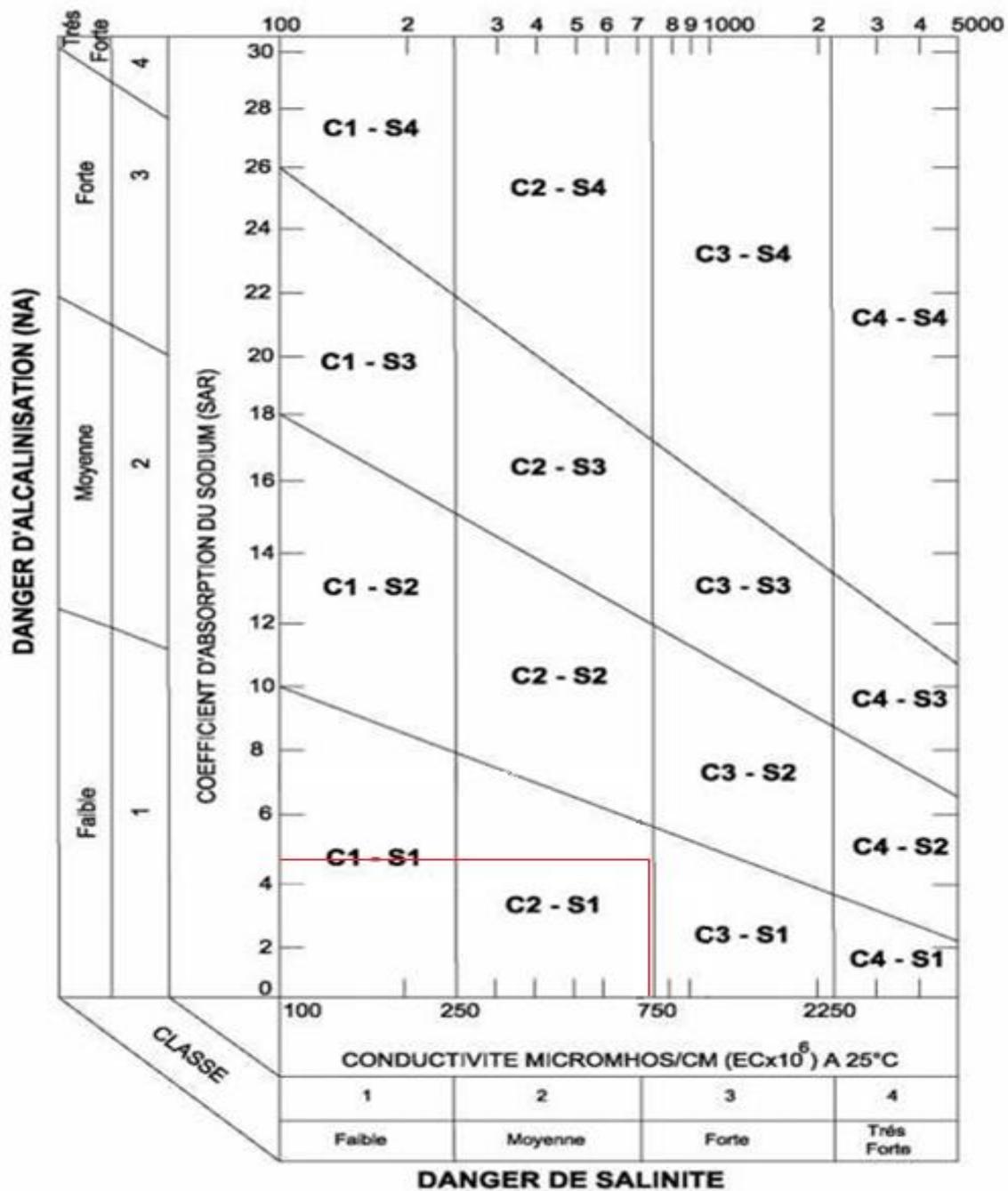


Figure III.1: Diagramme de classification des eaux d'irrigation.

III.4. Calcul de la pluie de projet :

Le calcul de la pluie de projet est nécessaire, puisqu'elle intervient dans l'estimation dans les besoins en eau des cultures projetées dans le périmètre.

III.4.1. Répartition de la pluie moyenne annuelle :

La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique Les lacs (1989-2013) est donnée dans le tableau ci-après :

Tableau III.5 : Répartition mensuelle des précipitations (mm).

N°	Année	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	P
1	1989	49.80	14.00	16.80	26.50	14.20	22.20	15.30	41.70	33.60	49.40	6.70	4.50	294.70
2	1990	42.70	44.20	43.80	15.60	18.40	35.60	22.40	36.20	59.21	14.80	4.80	26.70	364.41
3	1991	7.00	33.20	46.30	12.80	42.20	48.60	22.70	17.60	13.60	17.90	7.80	28.30	298.00
4	1992	11.40	32.70	4.30	32.90	13.70	41.40	41.30	19.00	21.00	6.80	0.00	15.40	239.90
5	1993	23.70	21.20	16.80	43.00	25.70	15.90	64.50	15.40	57.40	22.20	15.90	6.00	327.70
6	1994	66.55	12.60	16.75	36.40	10.50	19.00	60.90	2.50	26.80	13.20	36.50	23.00	324.70
7	1995	15.83	25.40	36.60	16.70	10.20	17.40	42.60	19.20	33.30	34.20	13.70	5.00	270.13
8	1996	14.44	22.60	30.20	27.50	12.70	2.00	23.80	27.60	56.10	41.40	11.50	36.50	306.34
9	1997	18.00	13.50	23.90	25.40	43.30	10.40	34.70	26.30	19.00	45.30	8.70	101.30	369.80
10	1998	38.60	7.80	31.60	18.70	43.00	19.50	40.60	50.80	48.35	17.10	13.20	115.60	444.85
11	1999	37.50	29.40	60.10	34.50	32.40	31.30	44.30	25.00	54.90	14.40	8.50	35.60	407.90
12	2000	58.90	52.40	39.60	14.20	20.30	24.90	22.30	25.60	71.70	23.20	13.40	24.50	391.00
13	2001	44,08	28.40	61.05	48.40	5.30	27.90	19.40	14.50	22.36	13.80	7.10	2.30	250.51
14	2002	16.05	26.20	9.90	19.50	44.20	20.90	9.40	13.30	31.70	50.60	14.50	6.70	262.95
15	2003	82.00	36.80	7.40	5.70	88.00	23.50	52.40	30.20	12.70	15.80	7.60	3.50	365.60
16	2004	94.90	33.70	28.00	8.20	10.50	60.90	39.30	30.50	13.83	27.60	7.50	15.50	370.43
17	2005	56.00	5.00	42.60	22.90	27.60	4.00	27.80	50.70	12.06	12.00	0.00	19.40	280.06
18	2006	32.10	40.50	26.70	13.50	51.50	2.00	15.70	9.90	18.51	36.30	13.00	13.30	273.01
19	2007	42.10	51.70	36.30	27.90	23.70	11.70	31.80	15.40	80.00	22.00	5.00	13.60	361.20
20	2008	20.30	48.70	39.50	23.20	20.00	14.80	6.10	12.00	50.96	36.50	10.00	8.50	290.56
21	2009	41.20	32.70	13.50	13.90	22.80	16.00	5.50	11.10	31.60	28.00	6.00	46.70	269.00
22	2010	35.84	6.00	56.00	6.80	12.30	16.00	33.50	26.00	11.44	5.00	15.00	85.00	308.88
23	2011	32.60	77.90	59.30	36.50	53.50	25.50	31.00	64.50	83.70	30.90	16.20	36.80	548.40
24	2012	48.80	35.40	80.77	122.50	12.50	13.40	41.80	13.70	20.80	4.50	6.30	13.50	413.97
25	2013	46.54	18.30	4.24	31.80	32.10	15.00	35.50	55.50	23.90	21.00	9.50	46.60	339.98
	Moyenne (mm)	38.87	30.01	33.28	27.40	27.62	21.59	31.38	26.17	36.34	24.16	10.34	29.35	334.96

Cette série des pluies annuelles présente des caractéristiques statistiques suivantes :

Tableau III.6: Caractéristiques de la série pluviométrique.

Moyenne	334.96
Ecart type	70,92
P max (mm)	548,4
P min (mm)	239,9
Cv	0,31

III.4.2. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique

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

III.4.2.1. Teste de Wilcoxon :

Ce test repose sur un procédé simple, permettant de tester l'homogénéité d'une série de données, sans qu'il fasse appel à une autre série pluviométrique homogène d'une station voisine, étalée sur la même période d'observation.

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

- On divise la série complète en deux sous séries : y et x tel que : N_1 et N_2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_1 > N_2$
- On constitue par la suite, la série x unions y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. À ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

La série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée

$$\text{Avec : } W_{\min} < W_x < W_{\max} \quad ; \quad W_x = |Rang|_x$$

W_x : Somme des rangs de sous sérient

$$W_{\min} = \left[\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1) \cdot N_1 - 1}{2} \right) - 1,96 \left(\frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \quad (\text{III.2})$$

$$W_{\max} = [(N_1 + N_2 + 1) \cdot N_1 - w_{\min}] \quad (\text{III.3})$$

Les résultats du test de Wilcoxon sont détaillés comme suit :

Tableau III.7: Test d'homogénéité de la série pluviométrique

Rang		série- Y	série -X	Trier	Y U X	Rang
1	294.70	294.70	370.43	239,9	Y	4
2	364.41	364.41	280.06	250,51	Y	13
3	298.00	298.00	273.01	262,95	Y	14
4	239.90	239.90	361.20	269	X	
5	327.70	327.70	290.56	270,13	Y	7
6	324.70	324.70	269.00	273,01	X	
7	270.13	270.13	308.88	280,06	X	
8	306.34	306.34	548.40	290,56	X	
9	369.80	369.80	413.97	294,7	Y	1
10	444.85	444.85	339.98	298	Y	3
11	407.90	407.90		306,34	Y	8
12	391.00	391.00		308,88	X	
13	250.51	250.51		324,7	Y	6
14	262.95	262.95		327,7	Y	5
15	365.60	365.60		339,98	X	
16	370.43			361,2	X	
17	280.06			364,41	Y	2
18	273.01			365,6	Y	15
19	361.20			369,8	Y	9
20	290.56			370,43	X	
21	269.00			391	Y	12
22	308.88			407,9	Y	11
23	548.40			413,97	X	
24	413.97			444,85	Y	10
25	339.98			548,4	X	
					Wy	120

A.N : $W_{min} = 159,17$ et $W_{max} = 230,83$

$159,17 < W_x = 206 < 230,83$

La condition d'homogénéité de Wilcoxon est **vérifiée**, donc les pluies annuelles de la station de Les lacs sont homogènes.

III.4.2.2. Choix des lois de probabilités :

Les précipitations sont mesurées ponctuellement mais c'est un phénomène organisé dans l'espace et qui présente une certaine cohérence et homogénéité, compte tenu de l'effet du relief, alors que ce n'est pas le cas de débits à l'exutoire de bassins versants.

Il existe en hydrologie un arsenal fort important de loi de probabilité. Deux fonctions de répartition fournissent une excellente approximation de la distribution empirique des pluies qui garantit le meilleur ajustement possible:

– Loi de Gauss (loi Normale).

– Loi de Galton (loi log –Normale).

III.4.2.2.1. Ajustement à la loi de Gauss ou loi normal :

Le procédé de calcul consiste à :

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale par la formule de Hazen.

- Variable réduite de gauss : $U = \frac{x - \bar{X}}{\delta}$ (III.4)

- Calcul des caractéristiques empirique de loi (X ; δ ; Cv ; $CS=0$).

- Le coefficient de variation : $Cv = \frac{\delta}{\bar{X}}$ (III.5)

L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien :

$$X_{P\%} = \bar{X} + \delta \times U_{P\%} \quad (III.6)$$

Avec :

$X_{P\%}$: précipitation de probabilité P% ;

$U_{P\%}$: variable réduit de Gauss ;

\bar{X} : Moyenne arithmétique ;

δ : Écart type.

Pour les calculs, on a utilisé le logiciel **Hyfran**. Les résultats de calculs obtenus figurent dans le **Tableau III.8** et la **Figure III.2**.

Tableau III.8 : Ajustement à une loi de Gauss (loi-Normale)

T	q	XT	écart type	Intervalle de confiance (95%)
10	0.9000	426	19.3	388 - 464
5	0.8000	395	16.6	362 - 427
3	0.6667	365	14.9	336 - 395
2	0.5000	335	14.2	307 - 363
1.25	0.2000	275	16.6	243 - 308

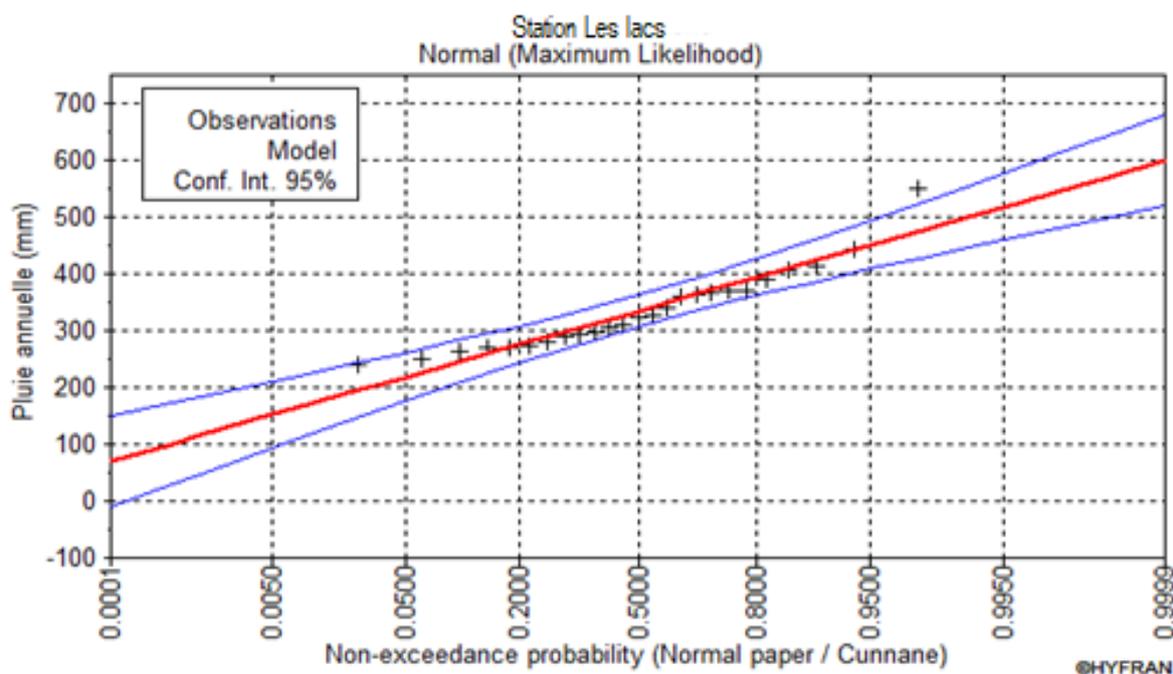


Figure III.2 : Ajustement à la loi de Gauss

III.4.2.2.2. Test de validité de l'ajustement à la loi choisie

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 le quel 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 :

$$V_i = N \int_{x_{i+1}}^x f(X) dX = N [F(X_i) - F(X_{i+1})] \quad (\text{III.7})$$

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

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i} \quad (\text{III.8})$$

$$\lambda = K - 1 - P \quad (\text{III.9})$$

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

On cherche dans la table de Pearson la probabilité de dépassement correspondante au nombre de degré de liberté, définie ci-dessus par λ

Test de Khi carré pour la loi Normale

- ✓ On calcule χ^2 .
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté γ .
- ✓ On détermine $\chi^2_{\text{théorique}}$ sur la table de Pearson.

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0.05$ si et seulement si : $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$.

Avec : $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$

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

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 0.238 \quad \gamma=4$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 1.04$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 0.238 < \chi^2_{\text{théorique}} = 1.04$$

Donc l'ajustement est à considérer.

III.4.2.2.3. Ajustement à la loi du log-normale (loi de Galton)

L'ajustement par la loi log-normale se fait comme suit :

-Les données statistiques des pluies sont rapportées à une autre échelle à savoir l'échelle du log normale.

Nous avons l'équation de la droite de Galton qui s'écrit comme suit :

$$\mathbf{Ln}(X_{p\%}) = \mathbf{Ln}(X) + \delta \mathbf{Ln} * U_{p\%} \quad (\text{III.10})$$

Avec:

\mathbf{Ln} : symbole de l'opérateur mathématique correspondant au logarithme népérien.

$X_{p\%}$: précipitation probable à $P\%$.

$\mathbf{Ln}(X)$: Moyenne arithmétique du log des précipitations observées.

$\delta \mathbf{Ln}$: la variance, calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit

$$\delta_{\mathbf{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [\mathbf{Ln}(X_i) - \overline{\mathbf{Ln}(X)}]^2} \quad \text{Si } n < 30 \quad (\text{III.11})$$

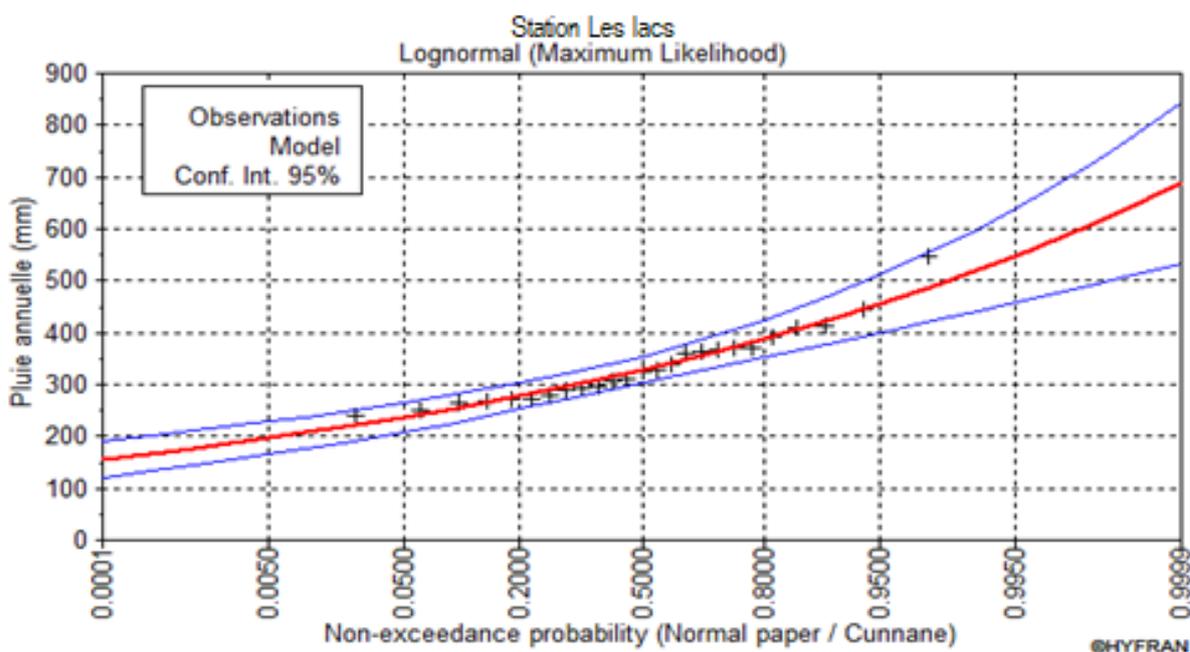
$$\delta_{\mathbf{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^n [\mathbf{Ln}(X_i) - \overline{\mathbf{Ln}(X)}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30 \quad (\text{III.12})$$

$U_{p\%}$: variable réduite de Gauss.

Pour les calculs, on a utilisé le logiciel **Hyfran**. Les résultats de calculs obtenus figurent dans le **Tableau III.9** et la **Figure III.3**.

Tableau III.9 : Ajustement à une loi de Galton (loi-log Normale)

T	q	XT	écart type	intervalle de confiance (95%)
10	0.9000	424	23.0	379 - 469
5	0.8000	388	18.1	353 - 424
3	0.6667	358	14.9	329 - 387
2	0.5000	328	13.1	303 - 354
1.25	0.2000	278	12.9	252 - 303

**Figure III.3** : Ajustement à la loi de Galton

III.4.2.2.4. Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale (loi de Galton)

Test de Khi carré pour la loi log Normale

- ✓ On calcule χ^2 .
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté γ .
- ✓ On détermine $\chi^2_{\text{théorique}}$ sur la table de Pearson.

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0.05$ si et seulement si : $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$.

Avec : $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$

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

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 0.9037 \quad \gamma=4$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 1.04$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 0.9037 < \chi^2_{\text{théorique}} = 1.04$$

L'adéquation de la loi est bien définie, ce qui résulte que l'ajustement est correct avec une certaine probabilité : $1-\alpha$ soit 95%.

Après l'examen d'ajustement sur les deux lois, il en résulte que la loi log-normale s'ajuste mieux à la série des pluies annuelles pour la station de Les lacs.

III.4.3. Détermination de l'année de calcul :

Puisque la loi Log-normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région.

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

$$P_{i-80\% \text{ de chaque mois}} = P_{i\text{-moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique } 80\% (\text{annuel})}}{P_{\text{théorique } 50\% (\text{annuel})}} \quad (\text{III.13})$$

On déduit les valeurs de $P_{\text{théorique } 80\% (\text{annuel})}$ et $P_{\text{théorique } 50\% (\text{annuel})}$ selon l'équation de Galton (III.10) :

$$P_{\text{théorique } 80\% (\text{annuel})} = 270 \text{ mm}$$

$$P_{\text{théorique } 50\% (\text{annuel})} = 360 \text{ mm}$$

$$P_{i-80\% \text{ de chaque mois}} = P_{i\text{-moy de chaque mois}} \times \frac{278}{328} = 0,85 \times P_{i\text{-moy de chaque mois}}$$

Les pluies mensuelles de projet, sont calculées comme suit :

Tableau III.10 : Précipitation mensuelle de l'année de calcul

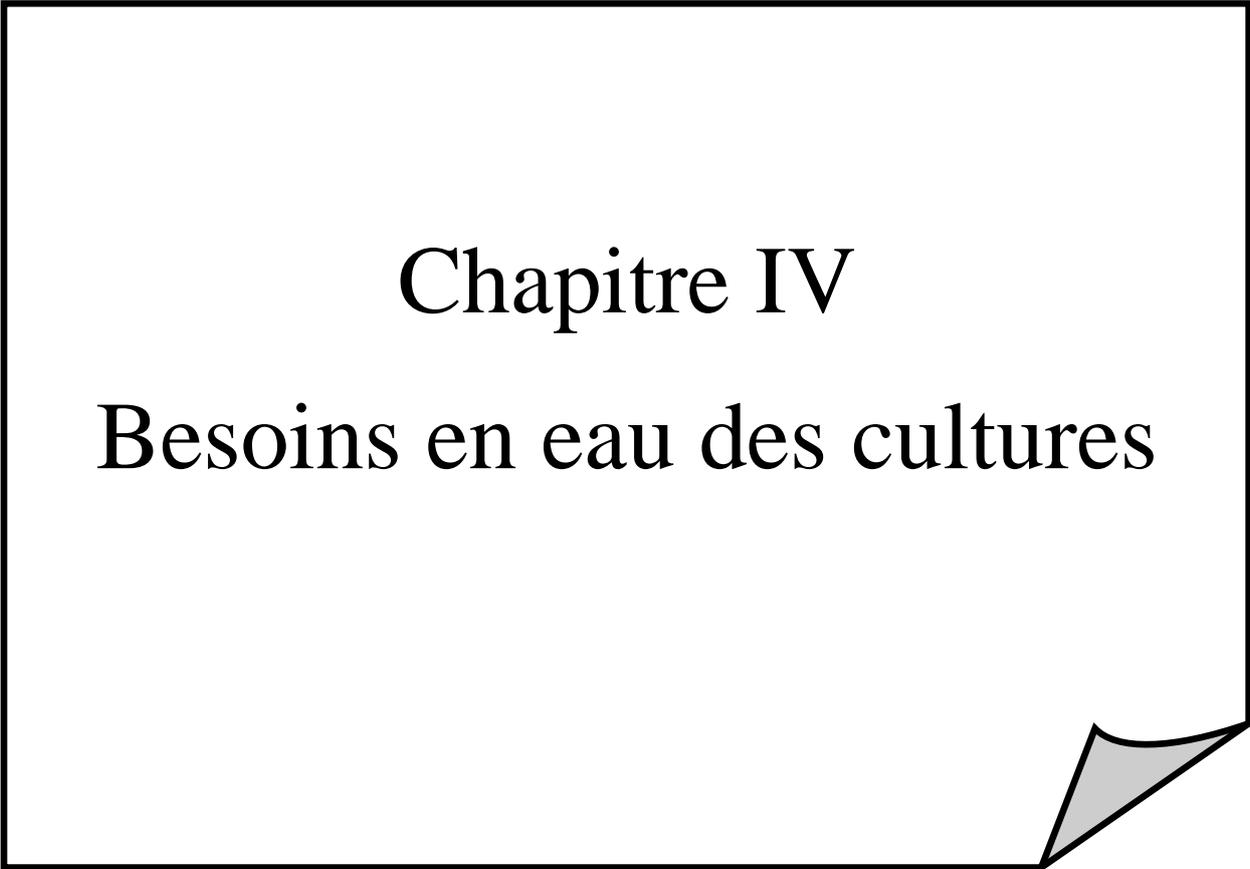
Mois	sep	Oct	nov	Dec	jan	fev	mars	Avr	Mai	juin	Juill	Aout
P(mm)	38.87	30.01	33.28	27.40	27.62	21.59	31.38	26.17	36.34	24.16	10.34	16,12
P_{moy} 80% (mm)	32.94	25.44	28.21	23.22	23.41	18.30	26.60	22.18	30.80	20.48	8.76	12,09

Conclusion

Visé aux insuffisances des ressources en eau souterraines nous avons défini les eaux de transfert d'eau du barrage Béni Haroun vers Koudiet Medouar, comme la seule ressources en eau disponibles dans la région d'étude, dont l'eau est utilisable en termes de qualité et de quantité.

Les eaux contiennent toujours des sels dissous qui leur confèrent les caractéristiques du milieu dont elles sont issues. Ces sels peuvent également provenir de phénomènes exogènes qui vont causer des modifications de la chimie du milieu agricoles et entraîne des chutes en rendement. Les résultats de l'analyse chimique ont montré que l'eau d'irrigation est moyennement salée, et faible en sodium, ($CE = 0,74 \text{ mmhos.cm}^{-1}$; $SAR = 4,70$).

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



Chapitre IV

Besoins en eau des cultures

Chapitre IV : Besoins en eau des cultures

Introduction

Pour satisfaire les besoins en eau des cultures, il convient de les mettre dans des conditions hydriques optimales afin d'atteindre les objectifs de hauts rendements. Ces conditions peuvent être déterminées 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 (pluie, irrigation) au cours des divers stades de croissance de ces cultures.

IV.1. Besoins en eau des cultures :

Selon Doorenbos et Pruitt (1976) : « Le besoin en eau d'une culture est la quantité d'eau nécessaire pour compenser l'évapotranspiration d'une culture en bon état sanitaire, établi dans un champ de grande superficie, dans des conditions de sol non limitant du point de vue de la disponibilité de l'eau et de la fertilité, et conduisant au rendement cultural potentiel dans des conditions climatiques données ».

La détermination des besoins en eau d'une culture nécessite une bonne connaissance des plantes et aussi les données climatique et pédologique de la région pour pouvoir estimer la réserve en eau utile du sol 'RU' et la réserve facilement utilisable par la plante 'RFU'.

IV.1.1. Calcul de l'évapotranspiration :

L'évapotranspiration est un phénomène complexe intégrant à la fois l'évaporation de l'eau du sol (phénomène physique) et la transpiration de la couverture végétale (phénomène physiologique). Sous le nom l'évapotranspiration, englobe la totalité de la consommation d'eau d'une plante mise en place, pour éviter le stress hydrique.

On distingue l'évapotranspiration de référence (ET_0), l'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR).

IV.1.2. Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ET_0)

Décrit le transport de l'eau depuis la surface vers l'atmosphère, ou la quantité maximale d'eau susceptible d'être perdue en phase vapeur, sous un climat donné, par un couvert végétal continu spécifié (gazon) bien alimenté en eau et pour un végétal en pleine croissance ; l' ET_0 caractérise la demande en fonction des conditions climatiques exprimé en mm/j.

Il existe deux méthodes pour estimer l' ET_0 :

- Les méthodes directes « instruments et appareils » ;
- Les méthodes indirectes « utilisation des formules empiriques ».

Vu la complexité de la mise en œuvre d'un dispositif de mesure de l'évapotranspiration potentielle et à défaut de mesures directes. Il existe plusieurs formules de calcul, les principales sont :

- ✓ Formule de Turc (1960) ;
- ✓ Formule de Thornthwaite (1955) ;
- ✓ Formule de Blaney-Criddle (1959) ;
- ✓ Formule de Penman ou Formule de Bilan d'énergie (1948) ;
- ✓ Méthode de Doorenbos et Pruitt (1977) dans le cadre de la FAO ;

La formule de Penman-Monteith est la méthode la plus utilisée sous tous les climats. Son seul inconvénient est qu'elle nécessite un nombre important d'informations climatiques, qui sont rarement toutes disponibles sur une même station.

Les experts de la FAO, recommandent la méthode de Penman-Monteith (modifiée) comme méthode privilégiée d'estimation de ET_0 .

IV.1.2.1. Formule Modifiée de Penman_Monteith

La formule la plus employée aujourd'hui est la formule de Penman-Monteith modifiée :

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn-G) + \gamma \frac{C_{ste}}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (IV.1)$$

Avec:

ET_0 : évapotranspiration de référence [mm jour⁻¹],

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

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

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

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

e_s : pression de vapeur saturante [kPa],

e_a : pression de vapeur réelle [kPa],

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

D : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C⁻¹],

g : constante psychrométrique [kPa °C⁻¹].

Pour l'exécution des calculs, nous avons appliqué le logiciel CROPWAT, où nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique de Batna :

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

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_0 calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0. Les résultats trouvés pour la station de Batna sont récapitulés dans le

Tableau IV.1.

Tableau IV.1 : Calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.0

Mois	Tmin °C	Tmax °C	Humidité %	Vent km/s	Insolation heures	Radiation MJ/m ² .jour	ET ₀ mm/jour	ET ₀ mm/mois
Janvier	3.9	8.3	77	1.71	5.2	9.2	1.04	32.15
Février	4.4	10.6	75	1.94	6.5	12.6	1.48	42.85
Mars	7.2	13	67	2.05	7.7	16.9	2.49	72.11
Avril	9.6	18.5	59	1.98	8.2	20.2	3.07	91.98
Mai	12.8	23.8	60	2.04	8.9	22.8	4.14	128.2
Juin	18.7	28.2	53	1.93	9.8	24.5	5.40	162.05
Juillet	24.7	28.9	49	2.21	10.9	25.9	6.39	198.1
Août	23	29.5	54	2.38	9.9	23.1	5.97	185
Septembre	20.1	25.2	66	1.35	7.8	17.9	3.85	115.41
Octobre	13.6	20.5	71	1.53	7.6	14.6	2.65	82.14
Novembre	8.5	15.2	76	1.61	5.7	10.1	1.52	45.62
Décembre	5	12.89.5	77	1.87	5.1	8.5	1.03	31.92
Moy								1187.8

IV.1.2.2. Calcul de l'évapotranspiration maximale (ETM) :

L'évapotranspiration maximale c'est la valeur maximale de l'évaporation d'une culture, elle dépend du stade phénologique de la culture (une culture peu couvrante évapore moins qu'une culture pleinement développée) et elle dépend aussi des conditions pédologiques et climatiques.

L'évapotranspiration maximale (ETM) est mesurée comme suit :

$$ETM = Kc \cdot ET_0 \quad (IV.2)$$

IV.1.2.3. Les Coefficients culturaux (K c) :

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

Tableau IV.2 : Coefficient cultural (Kc) de chaque culture, en fonction du stade végétatif de la plante.

Culture	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
L'olivier	0,65	0,65	0,65	0,65	0,75	0,75	0,75	0,75	0,50	0,50	0,50	0,50
Blé	0,85	0,95	0,95	0,85	0,80	0,40				0,40	0,55	0,70
Bersim	0,8	0,85	0,85	0,90	0,80					0,40	0,55	0,65
Piment				0,5	0,85	1,1	0,60					
Chou-fleur									0,5	0,7	0,9	0,8
Navet									0,80	1,00	1,10	0,75
Petit pois	0,95	0,70									0,65	0,80
Laitue	0,90										0,80	1,00
Betterave	0,8	0,95								0,4	0,5	0,7
Courgette						0,50	0,75	0,85	0,85			
Ail- Oignon vert	0,95	0,70									0,50	0,75
Haricot	0,75	0,95	0,70									
Concombre	0,75									0,40	0,60	0,85

IV.2. Besoins en eau d'irrigation :

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

Le calcul des volumes d'eau à apporter par irrigation est réalisé en effectuant période par période le bilan :

$$B_i = ETM - (P_{eff} + K \cdot RFU_{i-1}) \quad (IV.3)$$

Avec :

- ✓ ETM : évapotranspiration potentielle de référence en (mm/mois) ;
- ✓ P_{eff} : pluie efficace en mm ;
- ✓ RFU : Réserve du sol assimilée à la réserve facilement utilisable disponible au début de la période ;
- ✓ **K** est un coefficient généralement égal à 1/2 ou 1/3

Le calcul de la RFU se fait comme suit

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D_a \cdot Z \quad (IV.4)$$

Avec :

- ✓ Y : degré de tarissement ;
- ✓ D_a : densité apparente (1.35) ;
- ✓ Z : profondeur d'enracinement mm ;
- ✓ H_{cc} : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (26%) ;
- ✓ H_{pf} : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend (14%).

→ L'irrigation est faite lorsque B_i (bilan hydrique) > 0

Tableau IV.3 : Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures (m)

Culture	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Bersim	0,10	0,10	0,15	0,15	0,20	0,25				0,05	0,05	0,10
Blé	0,50	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70				0,30	0,35	0,40
Piment				0,40	0,60	0,90	1,00					
Navet									0,10	0,20	0,25	0,30
Chou-fleur									0,30	0,40	0,50	0,60
Laitue	0,25										0,10	0,20
Petit pois	1,00	1,20									0,70	0,80
Courgette	0,50	0,60									0,40	0,45
Betterave	0,90	0,70								0,50	0,90	0,95
L'olivier	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Ail- Oignon	0,40	0,40									0,40	0,40
Concombre	0,60									0,40	0,45	0,50
Haricot	0,10	0,20	0,30									

IV.2.1. Détermination de la pluie efficace :

La pluie efficace correspond à la différence entre les précipitations totales et l'évapotranspiration réelle de la culture. L'eau des précipitations efficaces est répartie, au niveau du sol, en deux fractions : l'écoulement superficiel et l'infiltration.

Il existe plusieurs méthodes pour calculer P_{eff} ici on va utiliser celle de pourcentage fixe (80%) :

$$\text{Pluies efficaces (en mm/mois)} = 80\% \times \text{Pluies moyennes mensuelles (80\%)} \text{ (mm/mois)}$$

Tableau IV.4 : calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm.

mois	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	Juil	aout
$P_{\text{moy}80\%}$ (mm/mois)	32.94	25.44	28.21	23.22	23.41	18.30	26.60	22.18	30.80	20.48	8.76	12,09
P_{eff} (mm/mois)	26,35	20,35	22,57	18,58	18,73	14,64	21,28	17,74	24,64	16,38	7,01	9,67

IV.2.2. Choix des cultures :

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

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturale des sols basée sur l'étude pédologique.
- Des disponibilités des moyens de production.
- De la demande commerciale traduisant les profils des agriculteurs.

IV.2.2.1. Cultures proposées :

La gamme des cultures proposée relatives aux cultures envisageables dans notre scénario est indiquée dans le tableau IV.5

Tableau IV.5 : Occupation de sol en fonction des cultures.

N° d'ilot	La culture	La superficie en ha	La superficie de la culture en ha	Pourcentage %
I.1	Bersim	14.02	28.31	9.99
I.2		14.29		
I.3	Piment	18.59	34.22	12.06
I.4		15.63		
I.5	Navet	16.59	48.22	17
I.6		16.10		
I.7		15.53		
I.8	Laitue	18.53	42.7	12.28
I.9		8.28		
I.10		15.89		
I.11	Blé	10.8	28.51	10.05
I.12		17.71		
I.13	Oignon	14.61	14.61	5.14
I.14	Ail	13.05	13.05	4.6
I.15	Chou-fleur	5.40	5.40	1.9
I.16	Concombre	6.96	15.86	10.10
I.17		8.90		
I.18	L'olivier	12.81	52.83	18.62
I.19		8.15		
I.21		9.45		
I.20		16.36		
I.22		6.06		
		La superficie totale en ha	283,71	100

IV.2.2.2. Identification des principaux types d'assolement :

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

L'assolement proposé est détaillé dans le tableau IV.6:

Tableau IV.6 : Les assolements proposés.

Assolement 1	Assolement 2
Bersim	Bersim
Piment	Petit pois
Laitue	Betterave
Ail	Haricot
Concombre	Carotte
Navet	Courgette
Oignon	Ail
Blé	Blé
Chou-fleur	Oignon
hors assolement : Arboriculture	hors assolement : Arboriculture
L'olivier	L'olivier

IV.2.2.3. Avantages de la rotation des cultures :

La rotation culturale a un effet important sur la vie du sol et la nutrition des plantes.

- Réserves minérales : la rotation permet aux plantes selon leur exigence et la zone de développement des racines d'exploiter au mieux les ressources minérales.
- Propriétés des sols : certaines plantes tendent à détériorer la structure du sol, d'autre plantes sécrètent des toxines racinaires, mais il existe par contre des cultures améliorantes.
- La rotation constitue un moyen de lutte contre les mauvaises herbes, les maladies et les parasites.

IV.2.3. Cycle végétatif des cultures :

Le cycle végétatif des différentes cultures sont présentés dans le tableau IV.7:

Tableau IV.7: Cycle végétatif des cultures.

cultures	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avril	mai	juin	juill	aout
Laitue			←→									
Navet	←→											
Piment								←→				
Ail			←→									
Blé			←→									
Concombre		←→										
Bersim			←→									
Chou-fleur	←→											
Courgette		←→										
Betterave		←→										
Haricot	←→									←→		
Oignon			←→									
Petit pois		←→										
L'olivier	←→											

IV. 3. Les besoins en eau des cultures :

IV.3.1. Calcule des besoins en eau des cultures :

Les besoins en eau sont calculés comme suit

Tableau IV.8 : Calcul des Besoin en eaux des cultures

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Peff (mm)	18,73	14,64	21,28	17,74	24,64	16,38	7,01	9,67	26,35	20,35	22,57	18,58
ET0 (mm)	32,15	42,85	72,11	91,98	128,2	162,05	198,1	185	115,41	82,14	45,62	31,92
Bersim	ETM (mm)	25,72	36,42	61,29	82,78	102,56	0			32,86	25,09	20,75
	RFU (mm)	10,8	10,8	16,2	16,2	21,6	27			54	5,4	10,8
	Bnet (mm)			40,01	65,04	77,92						
	Dsp (l/s/ha)			0,21	0,33	0,40						
Blé	ETM (mm)	27,33	40,7	68,50	78,18	102,56	64,82			32,86	25,09	22,34
	RFU (mm)	54	75,6	75,6	75,6	75,6	75,6			32,4	37,8	43,2
	Bnet (mm)	6	26,06	47,22	60,44	77,92	48,44			12,51		
	Dsp (l/s/ha)		0,13	0,24	0,31	0,40	0,25			0,06		
Concombre	ETM (mm)	24,11								32,86	27,37	27,13
	RFU (mm)	64,8								43,2	48,6	54
	Bnet (mm)	5,38								12,51	4,80	8,55
	Dsp (l/s/ha)									0,06		
Laitue	ETM (mm)	28,93									36,5	31,92
	RFU (mm)	27									10,8	21,6
	Bnet (mm)	10,205									13,93	13,34
	Dsp (l/s/ha)	0,05									0,07	0,07
Navet	ETM (mm)								92,33	82,14	50,18	23,94
	RFU (mm)								10,8	21,6	27	32,4
	Bnet (mm)								65,98	61,79	27,61	5,36
	Dsp (l/s/ha)								0,34	0,32	0,14	

Suite de tableau IV.8

Mois	Janvi	Févie	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septemb	Octobre	Novembre	Décembre	
Peff (mm)	18,73	14,64	21,28	17,74	24,64	16,38	7,01	9,67	26,35	20,35	22,57	18,58	
ET0 (mm)	32,15	42,85	72,11	91,98	128,2	162,05	198,1	185	115,41	82,14	45,62	31,92	
L'olivier	ETM	20,9	27,85	46,87	59,79	96,15	121,54	148,57	138,75	57,705	41,07	22,81	15,96
	RFU	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162
	Bnet		13,21	25,6	42,05	71,51	105,16	141,57	129,08	31,36	20,72		
	Dsp		0,07	0,13	0,22	0,37	0,54	0,73	0,66	0,16	0,10		
Piment	ETM				45,99	108,9	178,26	118,86					
	RFU				43,2	64,8	97,2	108					
	Bnet					84,33	161,86	111,85					
	Dsp					0,43	0,83	0,57					
Oignon/Ail	ETM	30,54	30								22,81	23,94	
	RFU	43,2	43,2								43,2	43,2	
	Bnet	11,8	15,6								20,63	24,62	
	Dsp	0,06	0,08								0,10	0,13	
Chou-fleur	ETM								57,71	57,5	41,058	25,536	
	RFU								32,4	43,2	54	64,8	
	Bnet								31,36	37,15	18,49		
	Dsp								0,16	0,19	0,1		
Haricot	ETM	24,11	40,7	50,48			121,537	168,385	175,75	80,787			
	RFU	10,8	21,6	32,4			10,8	16,2	21,6	32,4			
	Bnet	26,07	29,2				99,765	153,275	155,28	38,24			
	Dsp	0,13	0,15				0,51	0,79	0,80	0,20			
Betterave	ETM	25,72	40,70							32,86	22,81	22,344	
	RFU	97,2	75,6							54	97,2	102,6	
	Bnet	6,99	26,07							12,5			
	Dsp		0,13										

Suite de tableau IV.8

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Peff (mm)	18,73	14,64	21,28	17,74	24,64	16,38	7,01	9,67	26,35	20,35	22,57	18,58
ET0 (mm)	32,15	42,85	72,11	91,98	128,2	162,05	198,1	185	115,41	82,14	45,62	31,92
Carotte	ETM (mm)								92,328	82,14	50,182	23,94
	RFU (mm)								8,1	16,2	20,25	24,3
	Bnet (mm)								65,98	61,79	27,61	
	Dsp (l/s/ha)								0,34	0,32	0,14	
Courgette	ETM (mm)					81,03	148,58	157,25	98,1			
	RFU (mm)					43,2	48,6	54	64,8			
	Bnet (mm)					64,65	141,57	147,58	71,75			
	Dsp (l/s/ha)					0,33	0,73	0,76	0,37			
Petit pois	ETM (mm)	30,5425	29,995								29,653	25,536
	RFU (mm)	108	129,6								75,6	86,4
	Bnet (mm)	11,81	15,36								7,08	6,96
	Dsp (l/s/ha)	0,06	0,08									

L'Estimation des besoins en eau pour chaque culture pour chaque assolement est donnée dans les tableaux, tableau IV.9 et tableau IV.10:

Tableau IV.9: Récapitulatif des besoins pour l'assolement 1.

Culture Mois	L'olivier	Bersim	Piment	Ail	Oignon	Navet	Laitue	Blé	Chou- fleur	Concombre	Max	Total
Septembre	31,36					65,98			31,35		65,98	128,69
Octobre	20,72					61,79		12,51	37,35	12,51	61,79	144,88
Novembre				20,63	20,63	27,61	13,93		18,49	4,8	27,61	106,09
Décembre				24,62	24,62		13,34			8,55	24,62	71,13
Janvier				11,8	11,8		10,20	6		5,38	11,8	39,8
Février	13,21			15,6	15,6			26,06			26,06	70,47
Mars	25,6	40,01						47,22			47,22	112,83
Avril	42,05	65,04						60,44			65,04	167,53
Mai	71,5	77,92	84,3					77,92			84,3	311,64
Juin	105,16		161,86					48,44			161,86	315,46
Juillet	141,57		111,85								141,57	253,42
Aout	129										129	129
Total	580,17	182,97	358,01	72,65	72,65	155,38	37,47	278,59	87,19	25,86	846,85	

Tableau IV.10: Récapitulatif des besoins pour l'assolement 2.

Culture Mois	L'olivier	Betterave	Bersim	Laitue	Haricot	Carotte	Navet	Ail	Petit pois	Oignon	Max	Total
Septembre	31,36				38,24	65,98	65,98				71,75	169,09
Octobre	20,72	12,5				61,79	61,79				61,79	95,01
Novembre				13,93		27,61	27,61	20,63	7,08	20,63	27,61	89,88
Décembre				13,34				24,62	6,96	24,62	24,62	69,54
Janvier		6,99		10,20				11,8	11,81	11,8	26,07	78,67
Février	13,21	26,07						15,6	15,36	15,6	29,02	114,86
Mars	25,6		40,01								40,01	65,61
Avril	42,05		65,04								65,04	107,09
Mai	71,5		77,92								77,92	149,42
Juin	105,16				99,765						105,16	169,8
Juillet	141,57				153,275						153,275	294,85
Aout	129				155,28						155,28	284,28

IV.3.2. Calcul du débit spécifique :

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

$$qs = \frac{B_{net} \times 10 \times 1000}{N_j \times N_i \times 3600 \times E_i} \text{ l/s/ha} \quad (\text{IV.5})$$

Avec:

- ✓ Bnet : besoin net du mois de pointe en mm/mois ;
- ✓ Ni : nombre des heures d'irrigation=24h ;
- ✓ Nj : nombre de jours du mois de pointe =30 jours ;
- ✓ Ei : Efficience d'irrigation=75%.

On calcule les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant (Assolement I)

D'où les besoins de pointe correspondent au mois de juin,

Bnet =315,46mm/mois.

➔ **qs=1,62 l/s/ha > 1,5 l/s/ha**

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1,5. Il y'a un risque de surdimensionnement

Pour y remédier, nous avons trois méthodes pour estimer le débit spécifique :

- ✓ prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures ;
- ✓ prendre en considération la moyenne des débits spécifiques des cultures les plus exigeantes ;
- ✓ On prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante pour le mois de pointe.
- ✓

Pour notre cas on prend le débit spécifique de la culture la plus exigeante (**Piment 161,86mm**).

Donc le débit spécifique pris en considération pour notre périmètre est de :

➔ **qs = 0.83 l/s /ha** ; ce débit est largement inférieur à 1.5 l/s/ha donc le choix de ce débit reste valable.

IV.3.3. Evaluation du débit caractéristique :

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

$$Q_{car} = q_s \cdot S \quad (IV.6)$$

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

S : la superficie nette à irriguer = 283,71 ha

➔ $Q_{car} = q_s \cdot S = 0,83 \times 283,71 = 235,48 \text{ l/s.}$

IV.3.4. Estimation des volumes d'eau d'irrigation :

L'estimation des volumes d'eau d'irrigation permet de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage.

Le volume des besoins en eau = le besoin de la culture (m³) * la surface de la culture.

Le volume des besoins en eau pour notre périmètre est présenté dans le Tableau IV.11.

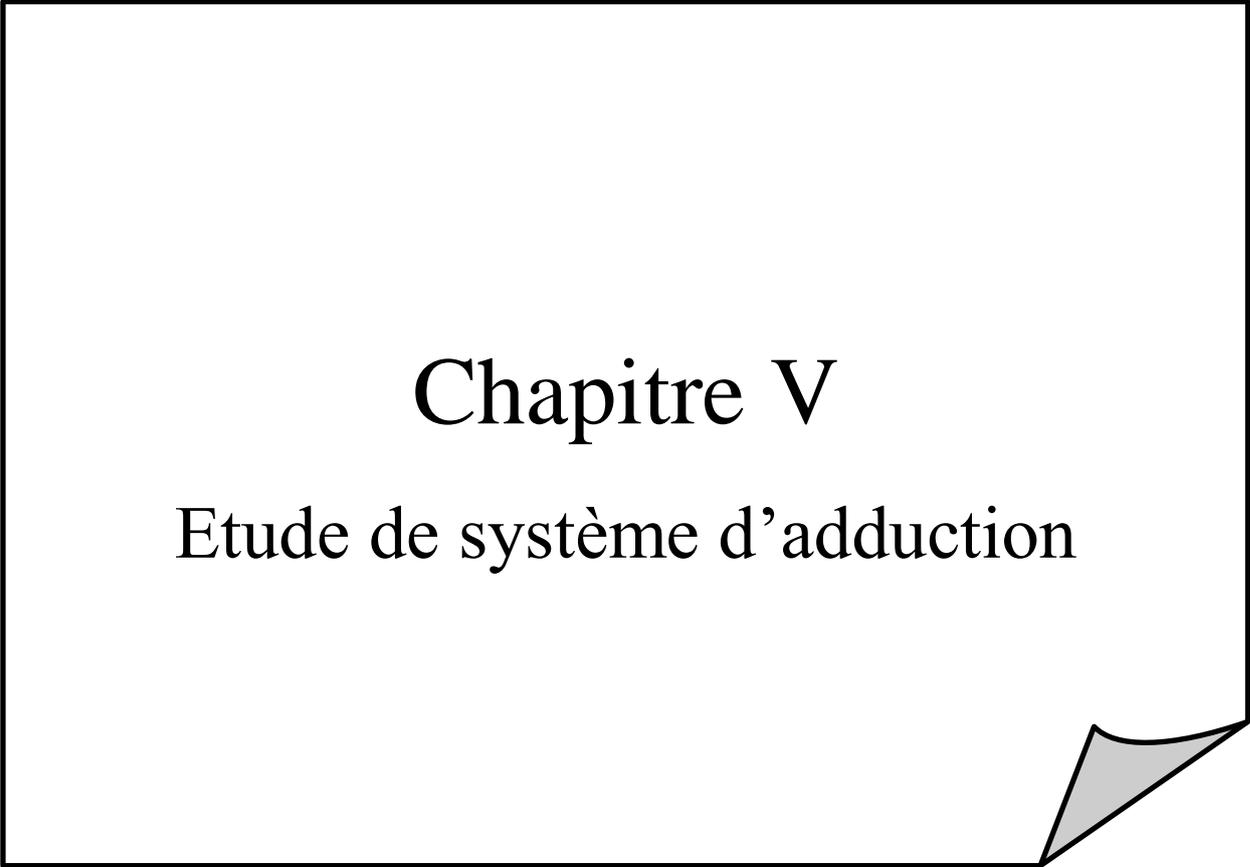
Tableau IV.11: les volumes des besoins en eau d'irrigation

Type des cultures	Surface (ha)	Besoins en eau brut (m ³ /ha)	Le volume des besoins en eau (m ³)
L'olivier	62,53	7735,6	483 707,07
Piment	48,22	4773,47	230 176,72
Bersim	42,7	1372,28	58 596,36
Oignon	14,61	968,67	14 152,27
Chou-fleur	5,4	1162,53	6 277,66
Ail	13,05	968,67	12 641,14
Blé	28,51	3714,53	105 901,25
Navet	22,42	2071,73	46 448,19
Laitue	30,41	499,6	15 192,84
Concombre	15,86	344,8	5 468,53
		Total	978 562,03

On remarque que le volume nécessaire pour les besoins des cultures sur notre périmètre durant toute leur période végétative est de l'ordre de **1 Hm³**, Ce volume est normalement régularisable puisque le volume de transfert annuel dépasse **5 Hm³**.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons choisi les cultures qu'on va planter dans notre périmètre et nous avons déterminé leurs besoins en eau, ce qui nous a permis d'estimer le débit spécifique de notre périmètre en tenant compte de la culture la plus exigeante à cause des contraintes agricoles et agronomiques. En deuxième lieu, nous avons calculé les besoins en eau totaux du périmètre.



Chapitre V

Etude de système d'adduction

Chapitre V : Etude de système d'adduction

Introduction

Le réseau collectif de distribution d'eau en irrigation, est essentiellement constitué par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression aux différents exploitants, par l'intermédiaire des bornes (prises) d'arrosage.

Le développement de ces réseaux de desserte, par les conduites sous pression, est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement la généralisation des méthodes d'irrigation modernes à la demande.

C'est dans ce contexte, que notre attention dans ce chapitre s'est accentuée à la mise au point de la méthodologie d'optimisation du réseau de distribution d'irrigation, et aux différents calculs hydrauliques.

V.1. Alimentation en eau du périmètre

La partie est du périmètre d'Ain kercha dont la superficie est à l'ordre de 289 Ha, sera irriguée à partir d'un piquage de la conduite de transfert du barrage de Béni Haroun vers le barrage de Koudiat Medouar.

V.1.2. Variante d'aménagement du périmètre d'étude

L'irrigation des terres de périmètre d'Ain Kercha à l'aval immédiat de la conduite de transfert à partir d'un piquage de cette conduite d'eau de diamètre 1200 mm. Une conduite enterrée en FONTE, qui alimentera le périmètre, c'est la moins coûteuse et assure aussi une pression acceptable.

On réduira la pression de 25 bars à 6 bars pour assurer une pression qui ne dépasse pas les six (6) bars au niveau des conduites.

V.2. Organisation et structure du périmètre :

L'organisation du périmètre est la première contrainte dans l'aménagement d'un périmètre d'irrigation.

La partie Est du périmètre de Ain kercha est située à côté de la conduite de transfert, il englobe 19 ilots dont la superficie varie de 7.98 à 28.17 ha, et chaque ilot est à son tour discrétisé en une à quatre parcelles.

V.2.1. Ilots et bornes d'irrigation :

Le terme « Ilot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une borne d'irrigation. L'organisation d'un périmètre en ilots résulte d'un compromis de plusieurs facteurs topographiques, technico-économique, taille et nombre de parcelles...etc. On admet

généralement que l'implantation des bornes pour les zones de petites et moyennes exploitations doivent répondre aux critères suivant:

1. Une prise par îlot d'exploitations.
2. Quatre (04) prise maximum sur une même borne.
3. Bornes implantées en limites d'îlots ou au centre pour les grands îlots.

V.2.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation :

Chaque îlot sera équipé d'un ouvrage de desserte appelé borne d'irrigation, qui comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément. Chaque borne, et même chaque sortie, doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire:

- ✓ Régler le débit, ou plus exactement le limiter au débit de l'îlot.
- ✓ Régler la pression et encaisser les suppressions accidentelles.
- ✓ Compter les volumes distribués par la prise.

V.2.3. Calcul hydraulique aux bornes :

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

$$Q_b = q_s \cdot S_i \quad (V.1)$$

Avec :

- ✓ Q_b : Débit de chaque îlot (l/s) ;
- ✓ q_s : Débit spécifique (l/s/ha) ;
- ✓ S_i : Superficie de l'îlot (ha).

V.2.4. Implantation des bornes :

L'emplacement des bornes d'irrigation qui régit le plan de bornage est le premier problème auquel doit s'attaquer le projecteur. En effet une forte densité améliore les conditions de travail des agriculteurs en diminuant les longueurs de canalisation mobile de surface, mais il en résulte une augmentation importante des frais d'installation du réseau fixe. Une trop faible densité accroît le travail de montage et de transport de canalisation mobiles. On admet généralement que l'implantation des bornes répond aux critères suivants :

- Pour les zones de petites et moyennes exploitations :
 - ✓ Une borne par îlot d'exploitations ;
 - ✓ Quatre (04) prises maximum sur une même borne soit huit parcelles au maximum ;
 - ✓ Bornes implantées en limites d'îlots ou des parcelles ;

- ✓ Dénivelée maximum de 5 m entre les points les plus hauts et les plus bas du bloc d'îlots.
- Pour les zones à grande exploitation :
 - ✓ La borne se situe au centre de l'îlot ;
 - ✓ 4prises sur les mêmes bornes.

V.2.5. Choix du diamètre et du type des bornes :

Le choix du type de borne dépend de la surface de l'îlot et du nombre de parcelles. Généralement on admet :

- ➔ Pour les îlots 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 îlots 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 îlots 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 îlots ($S > 50$ ha) on prévoit des bornes de type C.

Tableau V.1: Type de bornes en fonction de superficies des îlots

Type	Débit fourni	Entrée	Sortie (prise)
Type A2	$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	1 Entrée $\Phi 80$, 100	2 Entrée $\Phi 65$
Type A4	$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	2 Entrée $\Phi 80$, 100	4 Entrée $\Phi 65$
Type B	$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11 l/s) $< Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s)	2 Entrée $\Phi 80$, 100,125	2 Entrée $\Phi 100$
Type C	$Q > 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	2 Entrée $\Phi 80$, 100,125	1 Entrée $\Phi 150$

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

Tableau V.2 : Calcul des débits des îlots et choix du type de bornes.

Ilot	Borne	Nbre de parcelles	Superficie Ilot (ha)	Débit (l/s)	Matériau	Type de borne
I.1	B.1	2	14.02	11,6366	Fonte	B
I.2	B.2	2	14.29	11,8607	Fonte	B
I.3	B.3	4	18.59	15,4297	Fonte	B
I.4	B.4	2	15.63	12,9729	Fonte	B
I.5	B.5	4	16.59	13,7697	Fonte	B
I.6	B.6	2	16.10	13,363	Fonte	B

Suite de Tableau V.2

Ilot	Borne	Nbre de parcelles	Superficie Ilot (ha)	Débit (l/s)	Matériau	Type de borne
I.7	B.7	2	15.53	12,8899	Fonte	B
I.9	B.8	4	18.53	15,3799	Fonte	B
I.8	B.9	2	8.28	6,8724	Fonte	A2
I.10	B.10	2	15.89	13,1887	Fonte	B
I.11	B.11	2	10.80	8,964	Fonte	A2
I.14	B.12	4	17.71	14,6993	Fonte	B
I.12	B.13	2	14.61	12,1263	Fonte	B
I.13	B.14	2	13.05	10,8315	Fonte	A2
I.15	B.15	1	5.40	4,482	Fonte	A2
I.16	B.16	1	6.96	5,7768	Fonte	A2
I.17	B.17	2	8.90	7,387	Fonte	A4
I.18	B.18	1	12.81	10,6323	Fonte	A2
I.19	B.19	1	8.15	6,7645	Fonte	A2
I.20	B.20	4	16.36	13,5788	Fonte	B
I.21	B.21	2	9.45	7,8435	Fonte	A4
I.22	B.22	1	6.06	5,0298	Fonte	A2

V.3. Dimensionnement du réseau de distribution :**V.3.1. Caractéristiques des conduites du réseau de distribution gravitaire :**

Après avoir calculé les débits de chaque ilot, et déterminé les critères hydrauliques de la conduite gravitaire, on passera au calcul du réseau de distribution, c'est-à-dire de l'ouvrage vers les bornes.

V.3. 2. Vitesses admissibles :

La fixation d'un seuil de vitesse admissible a pour but d'éviter les risques entraînés par des vitesses importantes (risque d'érosion) et les vitesses faibles (risque de dépôts solides).

Le choix du diamètre de la conduite est effectué de façon à ce que la vitesse d'écoulement dans la canalisation soit admissible et comprise entre la vitesse minimum et la vitesse maximum, et cela, afin de ne pas provoquer certaine contrainte d'ordre technique : risque de coups de bélier violents lors des changements brusques du régime d'écoulement ou difficulté d'alimenter correctement les points à desservir.

Tableau V.3: Seuil des vitesses admissibles en fonction des diamètres

Diamètre (mm)	100	125	150	200	250	300	350	400	500
Vitesse minimum (m/s)	0.20	0.25	0.25	0.35	0.40	0.40	0.40	0.50	0.50
Vitesse maximum (m/s)	1.80	1.85	1.95	2.00					

Nous choisissons une vitesse moyenne de **1.5 m/s**, admissible pour tous les diamètres.

V.3.3. Choix du matériau des conduites :

Pour choisir le matériau de canalisation il faut tenir compte de l'agressivité du sol ainsi la satisfaction des conditions hydriques (débit, pression...) et la surtout la disponibilité sur le marché.

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC etc.

a)- Conduites en fonte :

Présentent plusieurs avantages :

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

Leur inconvénient est :

- ✓ Coût relativement important.

b)- Conduite en PEHD :

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants :

- ✓ Sont les plus légers et faciles à couper ;
- ✓ Présentent de bonnes propriétés hydrauliques ;
- ✓ Disponible sur le marché ;
- ✓ Une pose de canalisation facile ;
- ✓ Leur coût est relativement faible.

Leur inconvénient est :

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

c)- Conduite en PRV :

Les tuyaux en Polyester Renforcé de fibres de Verre (PRV) sont une combinaison de résine de polyester, de fibres de verre et de matériaux de renforcement.

Dans notre cas, les conduites seront en PEHD si le diamètre est inférieur ou égal à 400mm, et en fonte dans le cas contraire (> 400mm).

V.3.4. Calcul des diamètres :

Le calcul des diamètres se fait par l'application de la formule de " BONIN " qui nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise.

$$D = \sqrt{Q} \quad (V.2)$$

Avec :

- ✓ Q : débit exprimé en m³/s, D : diamètre exprimé en mm;
- ✓ V_{ad}: vitesse admissible = 1.5 m/s.

Après avoir déterminé le diamètre calculé on choisit un diamètre normalisé ou commercialisé (qui diffère généralement de celui calculé) : $D_{nor} \geq D_{cal}$

On calcul les vitesses obtenus par la normalisation des diamètres. Les résultats du calcul des diamètres de chaque tronçon sont présentés dans le tableau V.4.

Tableau V.4 : Diamètres des canalisations et vitesses d'écoulement.

N° du tronçon	L(m)	L (km)	S(Ha)	Q (l/s)	Q (m ³ /S)	D cal (m)	D nor (mm)	V réelle (m/s)
P2-N1	697,72	0,7	283,71	235,4793	0,235	0,5	630	0,76
N1-N2	307,1	0,31	283,71	235,4793	0,235	0,5	630	0,76
N2-N2a	456,88	0,46	43,94	36,4702	0,036	0,2	250	0,74
N2a-B1	40	0,04	14,02	11,6366	0,012	0,1	110	1,23
N2a-B2	40	0,04	14,29	11,8607	0,012	0,1	110	1,25
N2a-B4	40	0,04	15,63	12,9729	0,013	0,1	110	1,37
N2-N3	276,95	0,28	239,77	199,0091	0,199	0,4	500	1,01
N3-B3	40	0,04	18,59	15,4297	0,015	0,1	110	1,62
N3-N4	210,11	0,21	221,18	183,5794	0,184	0,4	400	1,46
N3-B5	40	0,04	16,59	13,7697	0,014	0,1	110	1,45
N3-B6	40	0,04	16,1	13,363	0,013	0,1	110	1,41
N4-N5	662,44	0,66	188,49	156,4467	0,156	0,4	500	0,80
N5-B8	40	0,04	18,53	15,3799	0,015	0,1	110	1,62

Suite de Tableau V.4

N° du tronçon	L(m)	L (km)	S(Ha)	Q (l/s)	Q (m3/S)	D cal (m)	D nor (mm)	V réelle (m/s)
N5-B9	40	0,04	8,28	6,8724	0,007	0,1	110	0,72
N5-N6	155,21	0,16	161,68	134,1944	0,134	0,4	500	0,68
N6-B11	40	0,04	10,8	8,964	0,009	0,1	110	0,94
N6-N7	403	0,40	150,88	125,2304	0,125	0,4	500	0,64
N7-N7a	288,53	0,29	31,42	26,0786	0,026	0,2	200	0,83
N7a-B7	40	0,04	15,53	12,8899	0,013	0,1	110	1,36
N7a-B10	40	0,04	15,89	13,1887	0,013	0,1	110	1,39
N7-N8	507,7	0,51	119,46	99,1518	0,099	0,3	400	0,79
N8-B13	40	0,04	14,61	12,1263	0,012	0,1	110	1,28
N8-N8a	247	0,247	30,76	25,5308	0,026	0,2	200	0,81
N8a-B12	40	0,04	17,71	14,6993	0,015	0,1	110	1,55
N8a-B14	40	0,04	13,05	10,8315	0,011	0,1	110	1,14
N8-N9	215,73	0,22	74,09	61,4947	0,061	0,2	315	0,79
N9-N9a	539,28	0,54	33,46	27,7718	0,028	0,2	250	0,57
N9a-B16	40	0,04	6,96	5,7768	0,006	0,1	110	0,61
N9a-B17	40	0,04	8,9	7,387	0,007	0,1	110	0,78
N9a-N9b	284,34	0,28	17,6	14,608	0,015	0,1	200	0,47
N9b-B19	40	0,04	8,15	6,7645	0,007	0,1	110	0,71
N9b-B21	40	0,04	9,45	7,8435	0,008	0,1	110	0,83
N9-N10	87,53	0,09	40,63	33,7229	0,034	0,2	250	0,69
N10-B15	40	0,04	5,4	4,482	0,004	0,1	110	0,47
N10-N11	254,96	0,25	35,23	29,2409	0,029	0,2	250	0,60
N11-B18	40	0,04	12,81	10,6323	0,011	0,1	125	0,87
N11-N12	392,48	0,39	22,42	18,6086	0,019	0,1	200	0,59
N12-B20	40	0,04	16,36	13,5788	0,014	0,1	125	1,11
N12-B22	40	0,04	6,06	5,0298	0,005	0,1	110	0,53

V.3.5. Estimation des pertes de charge :**a) Pertes de charge linéaires :**

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de HAZEN WILLIAM, qui est donnée par la formule suivante :

$$J = \left(\frac{3.592}{CH_w} \right)^{1.852} \times \frac{L}{D^{4.87}} \times Q^{1.852} \quad (V.3)$$

Avec :

J: Pertes de charge unitaire en m

Q: Débit en m³/s

D: Diamètre de la conduite considérée

L : longueur de tronçon en m

CH_w : coefficient de Hazan williams

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

Les pertes de charge singulières sont estimées à **15%** des pertes de charge linéaires.

Les résultats des calculs sont présentés dans le tableau ci dessous :

Tableau V.5 : Pertes de charge dans les canalisations.

N° du tronçon	L(m)	Q (m3/S)	D nor (mm)	Matériau de canalisation	V réelle (m/s)	Perte de charge totale (m)
P2-N1	697,72	0,235	630	fonte	0,76	0,53
N1-N2	307,1	0,235	630	fonte	0,76	0,23
N2-N2a	456,88	0,036	250	PEHD	0,74	1,04
N2a-B1	40	0,012	110	PEHD	1,23	0,65
N2a-B2	40	0,012	110	PEHD	1,25	0,67
N2a-B4	40	0,013	110	PEHD	1,37	0,79
N2-N3	276,95	0,199	500	Fonte	1,01	0,49
N3-B3	40	0,015	110	PEHD	1,62	1,10
N3-N4	210,11	0,184	400	Fonte	1,46	0,97
N3-B5	40	0,014	110	PEHD	1,45	0,89
N3-B6	40	0,013	110	PEHD	1,41	0,84

Suite de Tableau V.5

N° du tronçon	L(m)	Q (m3/S)	D nor (mm)	Matériau de canalisation	V réelle (m/s)	Perte de charge totale (m)
N4-N5	662,44	0,156	500	Fonte	0,80	0,74
N5-B8	40	0,015	110	PEHD	1,62	1,09
N5-B9	40	0,007	110	PEHD	0,72	0,24
N5-N6	155,21	0,134	500	Fonte	0,68	0,13
N6-B11	40	0,009	110	PEHD	0,94	0,39
N6-N7	403	0,125	500	Fonte	0,64	0,29
N7-N7a	288,53	0,026	200	PEHD	0,83	1,07
N7a-B7	40	0,013	110	PEHD	1,36	0,78
N7a-B10	40	0,013	110	PEHD	1,39	0,82
N7-N8	507,7	0,099	400	PEHD	0,79	0,73
N8-B13	40	0,012	110	PEHD	1,28	0,70
N8-N8a	247	0,026	200	PEHD	0,81	0,88
N8a-B12	40	0,015	110	PEHD	1,55	1,00
N8a-B14	40	0,011	110	PEHD	1,14	0,56
N8-N9	215,73	0,061	315	PEHD	0,79	0,42
N9-N9a	539,28	0,028	250	PEHD	0,57	0,74
N9a-B16	40	0,006	110	PEHD	0,61	0,17
N9a-B17	40	0,007	110	PEHD	0,78	0,27
N9a-N9b	284,34	0,015	200	PEHD	0,47	0,35
N9b-B19	40	0,007	110	PEHD	0,71	0,23
N9b-B21	40	0,008	110	PEHD	0,83	0,31
N9-N10	87,53	0,034	250	PEHD	0,69	0,17
N10-B15	40	0,004	110	PEHD	0,47	0,11
N10-N11	254,96	0,029	250	PEHD	0,60	0,38
N11-B18	40	0,011	125	PEHD	0,87	0,29
N11-N12	392,48	0,019	200	PEHD	0,59	0,77
N12-B20	40	0,014	125	PEHD	1,11	0,46
N12-B22	40	0,005	110	PEHD	0,53	0,13

V.3.6. Calcul de pression aux bornes et nœuds :

L'estimation des pressions des bornes est basé sur le principe de Bernoulli entre deux points 1,2 est donnée par la relation suivant :

$$Z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \Delta H + Z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad (\text{V.4})$$

Avec :

h_1 et h_2 : Les hauteurs des pressions (m);

ΔH : Perte de charge Totale (m/m);

V_1 et V_2 : Les vitesses d'écoulement dans 1 et 2 (m/s);

Z_1 et Z_2 : Les cotes du terrain naturel au point 1 et 2.

Les résultats des calculs sont présentés dans le tableau ci dessous :

Tableau V.6 : La pression aux bornes et nœuds

N° du tronçon	Perte de charge totale (m/m)	Cote terrain aval (m)	Cote piézométrique (m)	Pression (m)	Pression (bars)
P2-N1	0,53	818	873,0	55,0	5,5
N1-N2	0,23	818,6	872,8	54,2	5,4
N2-N2a	1,04	817	871,7	54,7	5,5
N2a-B1	0,65	816	871,1	55,1	5,5
N2a-B2	0,67	817	870,4	53,4	5,3
N2a-B4	0,79	817,4	869,6	52,2	5,2
N2-N3	0,49	820,5	869,1	48,6	4,9
N3-B3	1,10	820,6	868,0	47,4	4,7
N3-N4	0,97	821	867,1	46,1	4,6
N3-B5	0,89	820,4	866,2	45,8	4,6
N3-B6	0,84	821,5	865,3	43,8	4,4
N4-N5	0,74	825,8	864,6	38,8	3,9
N5-B8	1,09	825,5	863,5	38,0	3,8
N5-B9	0,24	826,5	863,3	36,8	3,7
N5-N6	0,13	826	863,1	37,1	3,7
N6-B11	0,39	828	862,7	34,7	3,5
N6-N7	0,29	819,2	862,5	43,3	4,3
N7-N7a	1,07	817	861,4	44,4	4,4
N7a-B7	0,78	817,5	860,6	43,1	4,3
N7a-B10	0,82	816,5	859,8	43,3	4,3
N7-N8	0,73	819,4	859,1	39,7	4,0
N8-B13	0,70	818,8	858,4	39,6	4,0
N8-N8a	0,88	822	857,5	35,5	3,5
N8a-B12	1,00	821,5	856,5	35,0	3,5
N8a-B14	0,56	821,5	855,9	34,4	3,4
N8-N9	0,42	819,5	855,5	36,0	3,6
N9-N9a	0,74	827	854,8	27,8	2,8
N9a-B16	0,17	826,5	854,6	28,1	2,8
N9a-B17	0,27	827,5	854,3	26,8	2,7

Suite de Tableau V.6

N° du tronçon	Perte de charge totale (m/m)	Cote terrain aval (m)	Cote piézométrique (m)	Pression (m)	Pression (bars)
N9a-N9b	0,35	830,2	854,0	23,8	2,4
N9b-B19	0,23	829,5	853,7	24,2	2,4
N9b-B21	0,31	830,5	853,4	22,9	2,3
N9-N10	0,17	820	853,2	33,2	3,3
N10-B15	0,11	819,5	853,1	33,6	3,4
N10-N11	0,38	826	852,8	26,8	2,7
N11-B18	0,29	825,5	852,5	27,0	2,7
N11-N12	0,77	827	851,7	24,7	2,5
N12-B20	0,46	826,2	851,2	25,0	2,5
N12-B22	0,13	827	851,1	24,1	2,4

Pour les ilots 18, 19, 20, 21 et 22 l'irrigation par aspersion est déconseillée à cause de basses pressions on peut utiliser l'irrigation par goutte à goutte cette dernière n'exige pas des pressions de services élevées, et pour le reste on peut utiliser l'irrigation par aspersion.

Le tableau suivant donne les longueurs des conduites par diamètres :

Tableau V.7 : Etat quantitatif des conduites

Diamètre (mm)	630	500	400	315	250	200	125	110
Longueur (m)	1005	1498	718	216	1339	1213	40	800

Conclusion

Dans ce chapitre on constate que les calculs hydrauliques nous indiquent qu'on dispose de multiples choix concernant le système d'irrigation et cela vu les valeurs des pressions aux bornes qui varient de 2.3 à 5.5 bars.

En peut garantir l'aspect économique tout en garde un bon pour les conduites ainsi le choix du système d'irrigation est directement lie à les résultats de la partie adduction.

Nous retenons donc alimentation de périmètre d'Ain Kercha (Est) par un piquage direct sur la conduite de transfert Béni Haroun-Koudiet Medouar.

Chapitre VI

Etude des techniques d'irrigation

Chapitre VI : Etudes des techniques d'irrigation

Introduction

Le choix du système d'irrigation est le problème le plus délicat pour la bonne répartition des eaux, provenant de différentes sources, sur le sol de façon que les plantes puissent tirer le maximum d'eau.

Dans ce chapitre on va étudier les différentes techniques d'irrigation puis on va choisir la celle qui correspond le mieux avec les caractéristiques de notre périmètre.

VI.1. Choix des techniques d'irrigation

Plusieurs facteurs entrent en considération pour le choix des techniques d'irrigation et site celle-ci :

- La pente du terrain à irriguer ;
- Le débit dont on dispose ;
- Nature du sol (perméabilité) ;
- Nature des cultures ;
- Rentabilité de l'opération.

VI.2. Les différentes techniques d'arrosages

Les techniques d'arrosage ont été classées en trois classes.

1. L'irrigation de surface ;
2. L'irrigation par aspersion ;
3. L'irrigation par micro-irrigation (goutte à goutte).

VI.2.1. Irrigation de surface



Figure VI.1: Irrigation gravitaire

Les irrigations de surface recouvrent l'ensemble des techniques d'irrigation où l'eau disponible en tête de parcelle est répartie sur le terrain à irriguer par un écoulement gravitaire de surface, ne nécessitant aucun aménagement adéquat du sol.

a- Irrigation par bassin (Submersion)

Cette méthode consiste à introduire la dose d'arrosage à l'intérieur de planches horizontales bordées par des diguettes et formant bassin de submersion.

L'eau est amenée aux bassins par un canal arroseur situé entre deux séries de bassins adjacents. La culture du riz qui nécessite des volumes d'eau importants est un des exemples de ce type d'irrigation.

b- Irrigation par planches

L'irrigation à la planche, s'effectue par ruissellement d'une lame d'eau sur une planche (terrain en pente parfaitement nivelée) délimitée par deux diguettes longitudinales ou levées. L'eau est déversée à la partie supérieure de la planche constituant le petit côté d'un rectangle.

c- Irrigation à la raie

Avec l'irrigation à la raie, l'eau ne ruisselle que sur une faible partie de la surface du sol dans des raies ou sillons préalablement aménagés et qui constituent des rigoles d'infiltration.

L'irrigation par ruissellement et infiltration présentent plusieurs inconvénients :

- ❖ Elle nécessite un aménagement préalable du terrain.
- ❖ Le volume d'eau utilisé est important.
- ❖ Pertes d'eau considérable.
- ❖ Elle nécessite beaucoup de mains d'œuvre, la durée de l'arrosage est plus longue.

VI.2.2. L'irrigation Par Aspersion



Figure VI.2 : Irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion est la technique d'arrosage par laquelle l'eau est fournie aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression.

Ces appareils rotatifs pulvérisent l'eau en fines gouttes et doivent assurer une répartition aussi uniforme que possible de pluie sur la surface du sol.

VI.2.2.1. Avantages et les inconvénients de l'irrigation par aspersion :

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

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

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

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

VI.2.2.2. Différentes installations à la parcelle :

En pratique, deux solutions extrêmes peuvent être envisagées :

- L'installation totalement fixe,
- L'installation totalement mobile.

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

VI.2.3. L'irrigation localisée (Goutte à Goutte) :

L'irrigation localisée est une expression qui caractérise un certain nombre de techniques nouvelles en particulier et principalement l'irrigation dite « goutte à goutte » qui ont en commun les caractéristiques suivantes (**Ollier & Poirée, 1981**):

- Une alimentation en eau à proximité immédiate du système racinaire des plantes cultivées
- L'utilisation souvent répétée à la limite continue de faibles débits instantanés.
- La limitation de la surface humectée du sol à ce qui semble strictement nécessaire, à l'exclusion de la portion du sol qui ne porte pas de plantes.



Figure VI.3 : L'irrigation localisée.

VI.2.3.1. Avantages et les inconvénients de l'irrigation localisée :

➤ **Avantage :**

- ❖ Rendement de cultures importantes ;
- ❖ Excellente efficacité d'arrosage à la parcelle ;
- ❖ Très faible besoin de main d'œuvre ;
- ❖ Insensibilité au vent ;
- ❖ Economie d'engrais ;
- ❖ Compatible à l'automatisation

➤ **Inconvénients :**

- ❖ Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation ;
- ❖ Coût très élevé du matériel ;
- ❖ Risque d'obstruction des goutteurs ;
- ❖ Nécessité d'une main d'œuvre spécialisée ;
- ❖ Incompatible avec les cultures en plein champ.

VI.3. Choix de la technique d'arrosage :

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

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

Contraintes	Irrigation de surface par Rigole	Irrigation par Aspersion	Irrigation Localisée
-Evaporation	+	++	+++
-Vent (1.9 m/s)	+++	+	+++
-Texture (limoneuse-argileuse)	++	++	+++
-Perméabilité (moyenne)	++	+++	+++
-Pente	+	++	+++
-Qualité d'eau (moyenne)	++	++	+
-Cultures :			
• Maraîchage	+++	+++	+++
• Céréales	x	+++	x
• Arbres	+++	x	+++
-Contraintes économiques:			
• économie d'eau	x	++	+++

Remarque :

x : Inadéquat ou déconseillé ;

+: Adapté avec réserve ;

++: Adapté ;

+++ : Très Adapté.

Notre étude est effectuée sur le **périmètre d'Ain kercha partie Est** occupé par les cultures (Céréales ; Fourragères ; Maraîchage ; Arbres).

D'après ce dernier, nous avons opté pour la technique d'irrigation par aspersion de 80% de la surface totale irriguée. Grâce aux efforts consentis en matière de mobilisation des ressources en eau et aux projets d'aménagements hydro - agricoles, l'irrigation par aspersion ne cesse de se développer surtout avec les encouragements financiers destinés à permettre des économies en eau d'irrigation.

Conclusion

En vu des conditions climatiques de la zone d'étude, le type de substrat et des préférences écologiques (intervalles écologiques des cultures disponibles, et les quantités d'eau disponible), et Apres l'évaluation des avantages et les inconvénients de chaque méthode, on a pu sélectionner la technique d'irrigation qui s'adapte le mieux aux conditions locales de notre zone d'étude. Donc on opter pour le choix des deux systèmes d'irrigation : irrigation localisée et l'irrigation par aspersion.

Chapitre VII

Dimensionnement à la parcelle

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

Introduction

Le présent chapitre concerne le dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion et par réseau goutte à goutte, en considérant les différents paramètres pour atteindre des rendements optimaux en économisant de l'eau, dont les principales caractéristiques ont été définies précédemment.

Pour ce projet, nous avons choisi l'abricotier comme culture pour dimensionner le réseau goutte à goutte.

VII.1. Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

VII.1.1. Données générales

Le système le plus largement utilisé et le moins coûteux pour irriguer les parcelles de petites et moyennes dimensions est le système goutte à goutte à rampes mobiles avec une pression de fonctionnement basse à moyenne.

Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle P.20.1 alimentée par la borne B.20 et dont la pression calculée est de l'ordre de 3.1 bar, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 3.9 hectares.

Culture : L'olivier

Besoin de pointe : 141,57mm (Juillet)

Organisation du réseau : Avec un écartement de 4×4m, et un espacement des goutteurs 4 m,

- surface : 1.42 ha ;
- Longueur : 128 m ;
- Largeur : 111 m.

Caractéristique du goutteur :

- Débit nominal : 4l/h et pression nominale : 10m.c.e ;
- Espacement des goutteurs : 2m ;
- Le nombre de goutteurs par arbre : 2.

VII.1.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

VII.1.2.1. Influence du taux de couverture du sol

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol. On applique alors à l'ETM un coefficient de réduction « K_r » dépend du taux de couverture du sol ($C_s = 60\%$) pour les plantes adultes.

Kr peut être calculé par la formule proposée suivantes.

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$Kr = Cs + 0.5(1 - Cs) \quad (\text{VII.1})$$

$$Kr = 0.6 + 0.5 \times (1 - 0.6) = 0.8$$

Pour notre cas on considère un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc :
On prendra un coefficient $Kr = 0.80$

$$B_{jl} = B_j \times Kr \quad (\text{VII.2})$$

$$B_{jl} = (141.57 / 30) \times 0.8 = 3.78 \text{ mm/j}$$

VII.1.2.2. Dose nette pratique

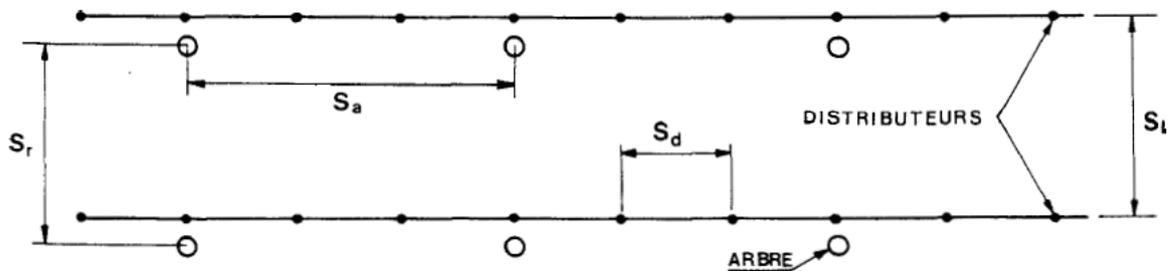
La dose (RFU) étant définie par la hauteur d'eau 'P' :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot da \cdot P\% = RFU \times P\% \quad (\text{VII.3})$$

Avec :

- ✓ H_{cc} : (26%), H_{pf} : (14%), $da=1.35$ et $Y: (2/3)$;
- ✓ Z : P. racines (1500 mm),
- ✓ P : Pourcentage du sol humidifié

Figure VII.1: Dispositifs d'installation des goutteurs sur la rampe.



$$P\% = \frac{(N \cdot S_{pd} \cdot S_h)}{(S_a \cdot S_r)} \quad (\text{VII.4})$$

Avec :

- ✓ P : Volume du sol humidifié ;
- ✓ N : Nombre de point (de goutteurs) de distribution par arbre = 2 ;
- ✓ S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre = (2m) ;
- ✓ S_h : Largeur de la bande humidifiée (tirée de la table) = 1m (arbres) ;
- ✓ S_r : Ecartement entre rangs d'arbre (4m) ;
- ✓ S_a : espacement des arbres sur les rangs (4m).

$$P\% = \frac{2.2.1}{4.4} = 25\%$$

$$D_p = \frac{(26-14)}{100} \times 1500 \times \frac{2}{3} \times 1.35 \times 0.25 \text{ on trouve } \mathbf{D_p=40.5 \text{ mm.}}$$

VII.1.2.3. Fréquence et intervalle des arrosages (Fr):

L'intervalle entre deux d'arrosage (tour d'eau) est donné par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{Dose pratique}}{Bjl} \quad (\text{VII.5})$$

$$Fr = \frac{40.5}{3.78} = 10.71 \text{ jours} \text{ Donc on prend une fréquence de } \mathbf{10 \text{ jours.}}$$

VII.1.2.4. Calcul de la dose (brute) :

On recalcule la nouvelle dose pratique :

$$D_p' = Fr \cdot Bjl = 11 \times 3.78 = 41.58 \text{ mm}$$

$$D_{\text{brute}} = \frac{D_p'}{\text{eff.Cu}} \quad (\text{VII.6})$$

Avec :

- ✓ eff : efficacité du réseau d'irrigation eff=90% ;
- ✓ Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%.

$$D_{\text{brute}} = \frac{41.58}{0.9 \times 0.9} = 51.33 \text{ mm}$$

VII.1.2.5. Durée de fonctionnement par d'arrosage (h) :

$$\theta = Tf = \frac{D_{br} \times S_a \times S_r}{N \times Q_g} \quad (\text{VII.7})$$

Avec :

- ✓ Sr et Sd espacement entre rang et distributeur,
- ✓ N et Qg nombre et débit du goutteur.

$$\theta = \frac{41.58 \times 2 \times 4}{2 \times 4} = 42 \text{ h/mois}$$

VII.1.2.6. Durée d'arrosage journalier

$$\theta_J = \frac{\theta}{Fr} \quad (\text{VII.8})$$

$$\theta = \frac{42}{10} = 4.2 \text{heurs}$$

VII.1.2.7. Nombre de poste :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = 1 \text{poste} \quad (\text{VII.9})$$

VII.1.2.8. Surface du poste :

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} \quad (\text{VII.10})$$

$$S_p = \frac{1.42}{1} = 1.42 \text{ ha}$$

$$N_{\text{bre de goutteurs}} = \frac{\text{Surface totale}}{S_r \times S_p} \quad (\text{VII.11})$$

$$N_{\text{bre de goutteurs}} = \frac{1.42 \times 10000}{4 \times 4} = 888 \text{goutteurs}$$

VII.1.3. Calculs hydrauliques

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \quad (\text{VII.12})$$

2. La variation maximale de la pression :

$$q = K \times H^x \quad \text{avec : } x=0.5 \text{ (caractéristique du goutteur)}$$

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = x \frac{\Delta H}{H(n)} \quad (\text{VII.13})$$

Avec :

- ✓ q(g) : débit nominal du goutteur
- ✓ H(n) pression nominal x=0.5 pour les goutteurs (circuit court) et H(n) =10 mce (1 bar)

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

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

Donc selon la règle de Christiansen 10% ΔH singulières = 0.2 m

- Le reste 1.8 ΔH linéaire = 1.8 m ;
- Donc pour les rampes = 2/3 × 1.8 = 1.2 m ;
- Pour le porte rampe = 1/3 × 1.8 = 0.6 m.

VII.1.4. Dimensionnement des canalisations du réseau

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

➤ Les rampes

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

➤ Porte-lampes

C'est la conduite qui alimente les rampes, ils sont généralement en polyéthylène (PEHD). Le diamètre des rampes ainsi que du porte-rampe est calculé d'après les formules suivantes :

$$\varnothing r(cal) = \left[\frac{P.d.c(r) \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \quad (VII.14)$$

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

Avec :

- P. d. c(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.1.4.1. Pour les rampes : L=111 m

1) Le nombre d'arbres par rampe:

$$N_{arbres} = Lr/Ea \quad (VII.16)$$

$$N_{arbres} = 111/4 = 28 \text{ arbres.}$$

2) Nombre des goutteurs par rampe:

$$N_g = N_{arbres} \times N \quad (VII.17)$$

$$N_g = 28 \times 2 = 56 \text{ goutteurs.}$$

3) Débit de la rampe :

$$Q_r = N_g \times Q_g \quad (VII.18)$$

$$Q_r = 56 \times 4 = 224 \text{ l/h}$$

$$P. d. c = 1.2m$$

4) Diamètre de la rampe :

$$Q_r = 224 \text{ l/h ;}$$

$$P_{d.c} = 1.2 \text{ m ;}$$

$$\varnothing r(cal) = \left[\frac{P.d.c(r) \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \quad (\text{VII.19})$$

Drampe = 13.18 mm, on prend **DN = 16 mm**.

5) Vérification des pertes de charges :

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

Perte de charge selon Hazan-williams.

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \quad (\text{VII.19})$$

Avec : L : la longueur de la conduite ;

✓ Q : débit (m³/s) et D : diamètre intérieur de la canalisation (m) ;

On a: C_w = 130 (PE), L = 111 m, D = 0.016 m, Q = 0.000062 m³/s

$\Delta H_{rampe} = 0.88 \text{ m} < 1.2 \text{ m}$ (vérifiée).

VII.1.4.2. Pour le porte rampe : L=128m**1) Le nombre des rampes:**

$$N_r = L_{pr} / E_r \quad (\text{VII.20})$$

$N_r = 128 / 4 = 32$ rampes.

2) Débit du porte rampe:

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \quad (\text{VII.21})$$

$Q_{pr} = 224 \times 32 = 7168 \text{ l/h}$.

3) Diamètre de la porte rampe :

$$Q_{pr} = 7168 \text{ l/h ;}$$

$$P.d.c = 0.6 \text{ m ;}$$

$$\varnothing pr(cal) = \left[\frac{P.d.c(pr) \times 2.75}{0.478 \times Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \quad (\text{VII.22})$$

Donc : D_{pr} = 56.33 mm on prend 63 mm.

4) Vérification des pertes de charges :

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w}\right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \tag{VII.23}$$

C_w= 130 PEBD, L=128m, D= 0.063m, Q= 0.002 m³/s

ΔH _porte rampe= 0.52 m < 0.6 m (vérifiée)

Donc les pertes de charges sur rampes et porte-rampe sont :

ΔH _rampe+porte rampe = 1.4m < 1.8m (Règle de Christiansen Vérifiée).

VII.1.4.3. Calcul des diamètres de la conduite d’approche

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} \tag{VII.24}$$

Avec :

- ✓ Q : débit de la conduite considérée (m³/s);
- ✓ V : vitesse d’écoulement (m/s).

Q = Q_{pr}*N_{pr} = 7168×1 =7168 l/h = 0.002 m³/s

on prend D= 63mm

VII.1.4.4. Calcul Récapitulatif et vérification des pressions à la borne de distribution

Tableau VII.1 : Récapitulatif des calculs hydrauliques.

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
Longueur(m)	111	128	100
Diamètre(m)	16	63	63
Débit (m³/s)	0.000062	0.002	0.002
Pertes de charge(m)	0.88	0.52	0.39

A partir du tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d’irrigation jusqu’à le goutteur le plus défavorable :

$$P(m) = 10+0.88+0.52+0.39= \mathbf{11.79 \text{ m} = 1.2 \text{ bar}}$$

Donc la pression requise est nettement inférieure à celle de la borne.

Conclusion

Le choix de techniques d'irrigation est d'une grande importance dans l'aménagement d'un périmètre, puisqu'il joue un rôle capital dans le rendement des cultures. Dans ce chapitre, nous avons procédé au dimensionnement de système d'irrigation : goutte à goutte. Ce système d'irrigation son moderne, pratique et nettement plus économique.

Il est clair que l'irrigation par goutte a goutte est meilleur en terme d'économie d'eaux aussi en terme de pression il ne nécessite pas des grandes pressions 1 bar est suffisent, a ce titre en a choisi le goutte a goutte pour l'olivier.

Chapitre VIII

Etude technico-économique

Chapitre VIII : Etude technico-économique

Introduction

Le but de ce chapitre est l'estimation économique du coût d'aménagement des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions, pour notre projet d'irrigation on a les travaux de la conduite d'adduction, le réseau de distribution.

VIII.1. Exécution des travaux de pose des canalisations

1. Exécution des tranchées :

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

2. Pose du lit de sable :

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

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

Dans notre cas on a une épaisseur de 20 cm.

3. Mise en place des canalisations :

La mise en place des conduites répond aux opérations suivantes :

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

- Réaliser si possible un appui de manière à ce que le tuyau repose sur un arc égal au moins au quart de sa circonférence extérieure.

4. Assemblage des conduites en PEHD:

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

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

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

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

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

5. Contrôle du compactage des tranchées :

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

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

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

VIII.2. Choix des engins du chantier:

Il est important de choisir pour chaque type de travail, l'engin et le matériel le mieux adapté, de manière à obtenir un meilleur rendement. Pour notre cas on a envisagé de choisir les engins classiques de chantier qui sont présentés dans le tableau VIII.1.

Tableau VIII.1: Les engins utilisés pour la mise en place des conduites et leurs rôles.

Nom de l'engin	Rôle de l'engin
Un chargeur	Charger les déblais excédentaires dans les camions.
Une pelle mécanique	Extraire les déblais, et les charger directement si c'est possible dans le camion, poser le lit de sable et le remblai.
Un compacteur à rouleau lisse	Compacter la couche de sable de 20 cm.

Suite de Tableau VIII.1

Nom de l'engin	Rôle de l'engin
Un camion	Evacuer les déblais.
Appareil de soudure	Assurer l'assemblage des conduites.
Sonde battu	Contrôler le compactage des tranchées.
Une dame sauteuse	Le compactage du remblai au tour de la conduite.

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

Les prix des conduites sont présentés comme suite :

Tableau VIII.2: Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.

Conduites	Type de conduite	Unités de mesure	Quantité (m)	Prix unitaire (DA/m)	Montant (DA)
Ø 110	PEHD	ml	800	416,1	332 880
Ø 125	PEHD	ml	40	530,1	21 204
Ø 200	PEHD	ml	1213	1 358,50	1 647 860,5
Ø 250	PEHD	ml	1339	2 109	2 823 951
Ø 315	PEHD	ml	216	4003,95	864 853,2
Ø 400	PEHD	ml	718	5396,00	3 874 328
Ø 500	Fonte	ml	1498	10021,19	15 011 742,62
Ø 630	Fonte	ml	1005	15738,79	15 817 483,95
Total (HT)					40 394 303,27
TVA (19%)					7 649 917,62
Total (TTC)					48 069 220,89

Tableau VIII.3: Cout des équipements de protection du réseau de distribution.

	unité de mesure	Quantité	prix unitaire(DA)	Montant(DA)
Les bornes d'irrigation	U	22	50000	1 100 000
Ventouses Ø80	U	50	3800	190 000
vidange Ø100	U	50	2500	125 000
vanne Ø160	U	30	16737,18	502 115,4
vanne Ø125	U	20	12000	240 000
vanne Ø110	U	20	11098,26	221 965,2

Suite de Tableau VIII.3

	unité de mesure	Quantité	prix unitaire(DA)	Montant(DA)
matériaux d'irrigation localisée et par aspersion				
les goutteurs	U	33510	31	1 038 810
Les asperseurs	U	10688	600	6 412 800
les rampes Ø16	ml	718010	30,64	21 999 826,4
les portes rampes Ø63	ml	25940	193,61	5 022 243,4
conduite tertiaire Ø63	ml	2200	193,61	425 942
les goutteurs	U	33510	31	1 038 810
Total (HT)				36 898 702,4
TVA (19%)				7 010 753,5
Total (TTC)				43 909 455,9

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

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

VIII.4.1. calcul des volumes de remblai et de déblai

✓ la largeur du fond de tranchée :

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

$$B = D + (2 \times 0.3) \tag{VIII.1}$$

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

✓ Profondeur de la tranchée :

La profondeur de la conduite doit être correctement installée.

$$H = D + 0.8 + e \tag{VIII.2}$$

e=hauteurs du lit de pose (m).

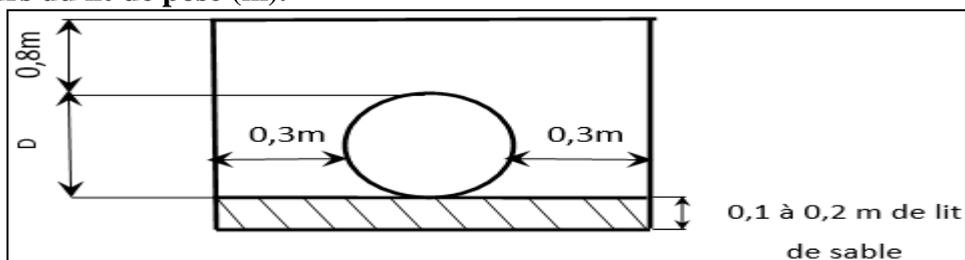


Figure VIII.1 : Disposition de la conduite dans une tranchée.

✓ **Volume de reblai :**

On s'intéresse a une surface rectangulaire :

$$S=B \times H \quad \text{(VIII.3)}$$

$$V_{\text{reblai}}=V_d - V_c - V_s \quad \text{(VIII.4)}$$

V_d : volume de déblai (m³) ;

V_s : volume du sable (m³) ;

$$V_c : \text{volume occupé par la conduite (m}^3\text{)}. V_c=L \times \left(\frac{\pi \times D^2}{4}\right) \quad \text{(VIII.5)}$$

✓ **Volume de lait du sable :**

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

$$V_s=e \times B \times L \quad \text{(VIII.6)}$$

Tableau VIII.4: Calcul des différents volumes.

conduite	la longueur (m)	la largeur (m)	la hauteur (m)	V déblai (m ³)	V sable (m ³)	V conduites (m ³)	V reblai (m ³)
Ø110 PEHD	800	0.71	1.11	630.48	113.6	2.28	514.6
Ø125 PEHD	40	0.725	1.125	32.8	5.8	1.43	25.57
Ø200 PEHD	1213	0.8	1.2	1164.48	194.08	29.15	941.25
Ø250 PEHD	1339	0.85	1.25	1422.88	227.63	43.30	1151.95
Ø315 PEHD	216	0.915	1.315	259.97	39.53	52.45	167.99
Ø400 PEHD	718	1	1.4	1005.2	143.6	63.84	797.76
Ø500 Fonte	1498	1.1	1.5	2471.7	329.56	239.74	1902.4
Ø630 Fonte	1005	1.23	1.63	2014.92	247.23	465.09	1302.6
			la somme	17911.17	2105.45	1663.2	14142.52

Tableau VIII.5: Coût des travaux de terrassement

volumes	unité de mesure	quantités	prix unitaire (DA)	montant (DA)
Déblai	m^3	17911.17	1200	21 493 404
Pose du lit de sable	m^3	2105.45	1300	2 737 085
Remblai de la tranchée	m^3	14142.52	800	11 314 016
Evacuation de terres	m^3	3768.65	700	2 638 055
			total	38 182 629
			TTC	45 437 328.51

VIII.5. Estimation du cout total de l'installation du réseau

Le cout total des travaux est estimé comme suit :

COUT TOTAL = Frais des conduites + Frais des équipements + Frais de terrassement

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

COUT TOTAL = 48 069 220,89+ 43 909 455,9+ 45 437 328.51= **137 416 005.3 DA**

Conclusion

L'étude estimative des volumes des travaux, nous permet d'établir une estimation du coût total du projet.

La planification des travaux est nécessaire pour une bonne exécution des travaux de réalisation du projet. Alors d'après l'étude de se projet on est arrivé à déterminer le coût de notre projet. Il se situe à 137 416 005.3 DA. On peut considérer qu'il est rentable à condition que le périmètre fonctionne correctement et que chaque fellah exploitera le réseau dans le bon sens.

Conclusion générale

L'aménagement hydro agricole du périmètre d'AIN KERCHA partie est (Wilaya d'Oum bouaghi) qui s'étend sur une superficie nette de 283.71 ha irrigué à partir du piquage a fait l'objet de ce mémoire de fin d'études qui comporte plusieurs chapitres.

En premier lieu, une étude détaillée de la région et sous différents angles a permis de classer son climat comme étant semi-aride.

Deuxièmement il a été question de l'identification des ressources en sol et en eau disponible dans notre région afin de les exploiter au mieux dans la réalisation du projet.

Puis vient alors l'estimation et le calcul des besoins en eau des cultures mise en place dans l'objectif de leur assurer une bonne alimentation en eau car les rendements en dépendent.

Le système d'adduction est l'épine dorsale de l'aménagement puisque c'est grâce au bon dimensionnement de ses divers ouvrages que l'opération d'acheminer, l'eau au périmètre se fera de manière optimale.

Pour compléter notre travail, un choix des techniques d'irrigation s'est imposé tout en veillant à ce que l'économie et l'eau soit une priorité.

Après d'avoir opté pour la technique de la goutte à goutte et celle de l'aspersion étant donné les multiples avantages qu'elles offrent on est passé au dimensionnement à la parcelle.

Estimation du cout du projet est primordiale car l'ingénieur doit avoir la notion de la faisabilité technique mais aussi de la rentabilité économique.

Les abréviations

ANRH Alger. Agence Nationale des ressources Hydraulique.

ONM Alger. Office Nationale de la Météorologie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

-Doorenbos et puill, (1976). Directives pour la prévision des besoins en eau des cultures.

-FAO N°24. Les besoins en eau des cultures. Bull FAO n° 24. 1975 (A C* E F).

-Gobat et al ,1998. Gobat, J.M., & Matthey , W.1998.Le sol vivant. Bases de pédologie, biologie des sols.

-Tiercelin,1998. Traité d'irrigation, Lavoisier tec & doc, paris .1011p.

-Touaibia, B,(2004). Manuel pratique d'hydrologie. Presse Madani Frères. Blida. Algérie.

-KHELIFA.A, Dimensionnement d'un réseau d'irrigation à partir d'une retenue collinaire (W. Djelfa), Mémoire d'ingénieur, ENSH de BLIDA, 103pages, 2005.

-BOUDJERADA.I, Etude de Périmètre d'irrigation d'Ain Kercha partie est wilaya d'Oum el bouaghi, Mémoire d'ingénieur, ENSH de BLIDA, 111pages, 2014.

-AOUATA.I, Etude de Périmètre d'irrigation d'Ain Kercha partie ouest wilaya d'Oum bouaghi, Mémoire d'ingénieur, ENSH de BLIDA, 106pages, 2014.

