

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE - ARBAOUI Abdellah -

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage**

**THEME :**

**ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOL DU  
PLATEAU D'EL ASNAM DE WALAYA DE BOUIRA**

**Présenté par :**

**M<sup>elle</sup> : SEBAI HANANE**

**DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup> M. MESSAHEL</b>	<b>M.C</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>r</sup> T.BENKACI</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> H.BOUCAMA</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> S.MAZOUZI</b>	<b>M.A.B</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>r</sup> S.BOUNAH</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinateur</b>
<b>M<sup>me</sup> S.MEDJDOUB</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Promotrice</b>

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE - ARBAOUI Abdellah -

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage**

**THEME :**

**ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOL DU  
PLATEAU D'EL ASNAM DE WALAYA DE BOUIRA**

**Présenté par :**

**M<sup>elle</sup> : SEBAI HANANE**

**DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup> M. MESSAHEL</b>	<b>M.C</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>r</sup> T.BENKACI</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> H.BOUCAMA</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> S.MAZOUZI</b>	<b>M.A.B</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>r</sup> S.BOUNAH</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinateur</b>
<b>M<sup>me</sup> S.MEDJDOUB</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Promotrice</b>

## *Dédicaces*

*Je dédie mon travail à mon gracieux père, cet homme qui m'a donné tout ce que j'ai voulu durant tout mon cursus scolaire, le courage, la volonté, l'apprentissage, la gloire, la richesse et la culture. Mon père dont je suis très fière et fière d'être sa fille.*

*A ma très chère mère celle qui ma élevée et aimé, me souriant malgré toutes ses souffrances pour que je me sente à l'aise, ma mère cette femme au cœur ouvert qui ma donnée toute sa jeunesse et sa bénédiction .ma mère tu es l'œil que je vois à travers elle, merci et merci ma mère.*

*A mes frères, mes sœurs ,mes belles sœurs ,et leurs enfants .*

*A toute ma famille : Sebai et Mouloudj.*

*A mes chères amies qui m'aiment et j'aime : Houda , Samia , Nassima , Fahima, Lynda, Samia ,Thelili ,et Marieme.*

*A mes enseignants et enseignantes et particulièrement à ma promotrice.*

*A toute la promotion de 2012-2013.*

*A tout ceux qui m'aiment et ceux qui j'aime.*

*HANANE.*

# Remerciements

*Avant toute personne, nous devrions remercier Dieu qui nous a donné la foi, la santé, la chance, le courage et la volonté pour terminer ce modeste travail.*

*Au terme de ce modeste travail je tiens aussi à adresser mes plus sincères et vifs remerciements et gratitude à ma promotrice Mme.MEDJEDOU.B.S pour son encadrement et ses orientations judicieuses qui nous ont été infiniment utiles.*

*Mes plus vifs remerciements vont également à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur d'apprécier mon travail.*

HANANE

## ملخص

إن الهدف من إنجاز هذه المذكرة لنهاية دراسة يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية لهضبة الأضنام بالبويرة , الذي يسعى إلى تحقيق مردود معتبر من ناحية الاستثمار معبرا عن أفضل فعالية لتقنيات السقي من جهة تسيير أنجح و محافظا على الموارد المائية من جهة أخرى, و هذا لي يتأتى إلا بتبني أنظمة سقي حديثة و التي فرضت فعاليتها نذكر على سبيل المثال السقي بالتنقيط الأكثر تطورا في الأونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي و التكنولوجي و من بين ما تتميز به هذه الأنظمة من محاسن هو تحقيقها لاقتصاد معتبر للمياه

## Résumé

L'objectif de ce mémoire de fin d'études rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués de plateau d'EL ASNAM à Bouira; de façon à atteindre un rendement élevé de l'investissement, traduisant une meilleure efficacité du système d'irrigation d'une part, une meilleure gestion et préservation des potentialités : ressources en eau et ressources en sol d'autre part. Cela par adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée le mieux développés avec l'évolution de la science et de la technologie. Ces systèmes présentent de multiples avantages, comme l'importante économie d'eau.

## Abstract

The aim of the present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management in a way to attain a high investment feed back in the plain of EL ASNAM in Bouira showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation: water resource and ground resources from the other part. This by adoption of modern irrigation system which it has proved its reliability: localized irrigation the most developed with the evolution of science and technology. These systems present many advantages like important quantities of water.

# SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
<b>CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE</b>	
I-1- Introduction :.....	3
I- 2 -Situation géographique .....	3
I-3-Le Relief.....	4
I-4- L'hydrographie.....	4
I-5- Géologie.....	4
I -6- Géomorphologie.....	4
I-7-La Dotation d'eau.....	4
I-8- Climatologie.....	4
I-8-1- Température de l'air .....	5
I-8-2- L'humidité relative.....	6
I-8-3- Le Vent.....	6
I-8-4- Sirocco.....	7
I-8-5- Insolation:.....	7
I-8-6- Gelée blanche .....	8
I-8-7-Le Grêle.....	8
I-8-8- Pluviométrie.....	9
I-8-9- Les Indices climatique .....	9
I -8-9-1- L'indice d'aridité de MARTON.....	10
I -8-9-2-Quotient pluviométrique d'EMBERGER.....	11
I-8-9-3- Climogramme pluvio-thermique de BAGNOULS et GAUSSEN .....	12
I -9- Hydrologie .....	12
I -9-1- Réseau pluviométrique .....	12
I -9-2- Homogénéité de la série pluviométrique .....	14
I -9-3- Etude de l'échantillon et choix du type de loi .....	16
I -9-3-1- Traitement des données. ....	16
I -9-3-2-Ajustement de la série pluviométrique .....	16
I-9-3-2-1- Ajustement a la loi Normale (Gauss). ....	16

I -9-3-2-2- Ajustement a la loi Log-Normal (Galton) .....	18
I -10- Détermination de l'année de calcul .....	20
Conclusion .....	21

## **Chapitre II : LES RESSOURCE EN SOL ET EN EAU.**

Introduction.....	22
II-1- Les ressources en sol.....	22
II-1-1- Pédologie de plateau.....	22
II-1-2- Aptitudes culturales.....	23
II-1-2-1- Explications des symboles d'aptitudes culturales.....	24
II-1-3- Les constitutions du sol.....	26
II -2- Les ressources en eau.....	27
II-2-1- Les ressources en eau souterraines .....	27
II-2-1-1- Géologie-géomorphologie.....	27
II-2-1-2- Hydrogéologie.....	28
II-2-1-2-1- Présentation de la formation Moi-Quaternaire.....	28
II-2-1-2-2- Géométrie de l'aquifère.....	28
II-2-1-3- Hydrodynamisme.....	28
II-2-1-3-1- Piézométrie.....	28
II-2-1-3-2- Inventaire des points d'eau.....	28
II-2-1-3-3- La carte piézométrique.....	29
II-2-2- Les ressources en eau de surface.....	30
II-2-2-1- Barrage de Tilesdit.....	30
II-2-2-2- Caractéristiques générale de barrage.....	30
II-2-2-3- Les paramètres de la retenue .....	31
II-2-2-4- La qualité d'eau.....	31
II-2-2-5- La conductivité électrique .....	33
II-2-2-6- Le SAR (Sodium Adsorption Ration).....	34
Conclusion.....	35

## **CHAPITRE III : LES BESOINS EN EAU D'IRRIGATION**

Introduction .....	36
III-1- Calcul de l'évapotranspiration.....	36
III-2- L'évapotranspiration réelle.....	36

III-3-Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence.....	37
III-3-1-Méthode de MR PENMAN & MOTHEIT modifiée.....	37
III-4-Calcul de la pluie efficace.....	39
III-5-Efficience de l'irrigation .....	39
III-6-Les cultures adaptées à la zone d'étude .....	40
III-6-1-La répartition des cultures.....	40
III-6-2-Calculs les besoins en eau de chaque culture.....	41
III-6-2-1-Les besoins d'irrigation net ; Bnet .....	46
III-6-2-2-Les besoins d'irrigation brut ; Bbrut.....	46
Conclusion.....	46
<b>CHAPITRE IV : CHOIX ET DÉCOUPAGE DES ILOTS D'IRRIGATION</b>	
Introduction .....	47
IV-1-Description de schéma de distribution .....	47
IV-2-Schéma technique de l'irrigation .....	48
IV-3-Taille des ilots d'irrigation .....	49
IV-4-Débit fictif continue.....	49
IV-5-Débit d'équipement.....	51
IV-6-Découpage des ilots.....	51
IV-7-Prise d'irrigation.....	51
IV-7-1-Situation de la prise.....	51
IV-7-2-Calcul de débit aux bornes.....	52
Conclusion.....	52
<b>CHAPITRE V : LES TECHNIQUES D'IRRIGATION</b>	
Introduction.....	53
V-1-Classification des techniques d'irrigation.....	53
V-1-1-Irrigation gravitaire.....	53
V-1-2-Irrigation par aspersion.....	54
V-1-3-Irrigation localisée (micro-irrigation).....	55
V-1-4-Irrigation souterraine.....	56
V-2-Les avantages et les inconvénients des technique d'irrigation.....	56
V-2-1-Irrigation gravitaire .....	56
V-2-1-1-Les avantages.....	56
V-2-1-2-Les inconvénients .....	56

V-2-2-Irrigation par aspersion.....	56
V-2-2-1-Les avantages .....	56
V-2-2-2-Les inconvénients .....	57
V-2-3-Irrigation localisée.....	57
V-2-3-1-Les avantages.....	57
V-2-3-2-Les inconvénients.....	57
V-2-4-Irrigation souterraine .....	58
V-2-4-1-Les avantages.....	58
V-2-4-2-Les inconvénients.....	58
V-3-Le choix de la technique d'irrigation convenable.....	58
V-4-Description de l'irrigation goutte à goutte .....	58
V-4-1-Les composants d'une installation d'irrigation localisée.....	59
Conclusion .....	62
<b>CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DE RESEAU D'IRRIGATION</b>	
Introduction.....	63
VI-1-Données générales.....	63
-Caractéristique de goutteur.....	63
-Caractéristiques des conditions climatiques .....	63
-Détermination des données de bases.....	63
VI-2-Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée.....	63
VI-2-1-Influence du taux de couverture du sol.....	63
VI-2-2-Les besoins net.....	64
VI-2-3-Les besoins brut.....	64
VI-2-4-Pourcentage de sol humidifié.....	64
VI-2-5-Dose nette pratique.....	65
VI-2-6-Dose brut.....	65
VI-2-7-Dose réelle.....	65
VI-2-8-Fréquence d'arrosage.....	65
VI-2-9-Durée d'arrosage.....	65
VI-2-10-La durée d'arrosage journalière dj.....	65
VI-2-11-Nombre de poste .....	66
VI-3-Choix des goutteurs dans la zone d'étude et la densité des cultures.....	66

VI-3-1-Pour les rampes.....	66
VI-3-1-1-Le nombre d'arbre par rampe.....	66
VI-3-1-2-Le nombre des goutteurs par rampe .....	66
VI-3-1-3-Le nombre des rampes.....	66
VI-3-1-4-débit de la rampe.....	66
VI-3-2-Pour la porte rampe.....	66
VI-3-2-1-Nombre des rampes.....	66
VI-3-2-2-Nombre des goutteurs.....	67
VI-3-2-3-Débit de la porte rampe.....	67
VI-3-3-Calcul hydraulique.....	67
VI.3.3.1.Débit.....	67
VI.3.3.2.Pertes de charge .....	67
VI.3.3.3.Conditions hydrauliques.....	68
VI.3.3.4.Position de la porte rampe.....	68
VI.3.4.Calcul de la canalisation principale.....	69
Conclusion .....	70
Conclusion général.....	71
Bibliographie	
Annexes	

# *LISTE DES TABLEAUX*

## **Chapitre I : Présentation De La Zone D'étude**

Tableau I-1 : Températures mensuelles moyennes en °C .....	5
Tableau I-2 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air (%).....	6
Tableau I-3 : La vitesse mensuelle du vent.....	6
Tableau I-4 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco.....	7
Tableau I-5 : Valeurs moyennes des durées d'insolation journalières .....	7
Tableau I-6 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée.....	8
Tableau I-7 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de grêle.....	8
Tableau I-8: La pluviométrie moyenne mensuelle de la période (1998-2011).....	9
Tableau I-9 : Classification de climat selon MARTON.....	10
Tableau I-10 : Caractéristiques de la station pluviométrique.....	13
Tableau I-11 : Les pluies moyennes mensuelles observées au plateau d' el Asnam.....	13
Tableau I-12: Test de Wilcoxon pour la station d'el Asnam.....	15
Tableau I-13 : Résultat d'ajustement de la station d'el Asnam a la loi de Gauss .....	17
Tableau I-14 : résultat d'justement de la station d'el Asnam a la loi de Galton.....	19
Tableau I-15 :Pluviométrie moyenne pour chaque mois en (mm) .....	21
Tableau I-16 : Précipitations moyenne mensuelle de l'année de calcul.....	21

## **Chapitre II : Ressource en sol et en eau**

Tableau II.1 : Les pédologie de plateau.....	22
Tableau II-2 :Les aptitudes culturales du plateau d'El Asnam.....	23
Tableau II-3: Les symboles des aptitudes culturales .....	24
Tableau II-4 : L'analyse de profil au laboratoire.....	26
Tableau II-5:Les caractéristiques de la retenue du barrage de Tilsdit.....	31
Tableau II-6 : Paramètres physico-chimiques.....	32
Tableau II-7: Minéralisation totale.....	32
Tableau II-8: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	33
Tableau II-9: Classification des eaux en fonction de SAR.....	34

### **Chapitre III : Les besoins en eau des cultures**

Tableau III-1 : évapotranspiration de référence selon la méthode Penman & Monteith.....	38
Tableau III-2: Les valeurs mensuelles de la pluie efficace.....	39
Tableau III-3: Répartition des occupes par les cultures.....	40
Tableau III- 4 :Calendrier culturel.....	41
Tableau III-4: Résultats de calcul des besoins en eau de blé.....	41
Tableau III-5: Résultats de calcul du besoin en eau de l'orge.....	42
Tableau III-6: Résultats de calcul du besoin en eau de tomate .....	42
Tableau III-7 : Résultats de calcul du besoin en eau de pomme de terre.....	42
Tableau III-8 : Résultats de calcul du besoin en eau de maïs fourrager .....	43
Tableau III-9: Résultats de calcul du besoin en eau de sorgho fourrager.....	43
Tableau III-10: Résultats de calcul du besoin en eau de l'agrumes .....	44
Tableau III-11: Résultats de calcul du besoin en eau de Vignes.....	44
Tableau III-12 : Résultats de calcul du besoin en eau d'olivier.....	45
Tableau III-13 : Besoins en eau des cultures .....	45
Tableau III-14 : Les besoins totaux en eau d'irrigation.....	46

### **Chapitre IV : Choix et découpage des il**

Tableau IV-1 :Caractéristique de bassin de régulation.....	48
TableauIV-2 :Calcul du débit fictif continu des différentes cultures .....	50
Tableau IV-3 :Les valeurs de débit pour chaque borne.....	52

### **Chapitre V : Techniques d'irrigation**

Tableau V-1 : Valeurs de x pour différents type de distributeurs.....	62
---	----

### **Chapitre VI : Dimensionnement du réseau d'irrigation**

Tableau VI-1 : Caractéristiques de la rampe.....	68
Tableau VI-2 : Caractéristiques de porte rampe.....	69

# ***LISTE DES FIGURES***

## **Chapitre I : présentation de la zone d'étude**

Figure I.1 Situation géographique de la commune d'El Asnam. ....	3
Figure I.2. Températures moyennes mensuelles.....	5
Figure I.3. Répartition mensuelle moyenne de la pluie en (mm).....	9
Figure I.4. Diagramme bioclimatique d'Emberger. ....	11
Figure I.5. Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	12
Figure I.6. Ajustement de plateau d'el Asnam a la loi de Gauss.....	18
Figure I.7. Ajustement de plateau d'el Asnam a la loi de Galton.....	20

## **Chapitre II : Les ressources en sol et en eau :**

Figure II.1. Carte géologique d'El Asnam.....	27
Figure II.2. Carte d'inventaire des points d'eau (2010).....	29
Figure II.3. Carte piézométrique.....	29
Figure II.4. Barrage de Tilesdit.....	30
Figure II.5. Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	35

## **Chapitre V : Les techniques d'irrigation :**

Figure V.1. Irrigation gravitaire.....	54
Figure V.2. Les matériels d'irrigation par aspersion.....	54
Figure V.3. Un asperseur.....	54
Figure V.4. Irrigation goutte à goutte.....	55
Figure V.5. Goutteur.....	55

## ***LISTE DES ABREVIATIONS***

**N.G.A** : Niveau Géographique de l'Algérie.

**O.N.M** : Office National de Météorologie.

**A.E.P** : Alimentation en Eau Potable.

**A.E.I** : Alimentation en Eau d'Irrigation .

**A.D.E**: Algérienne des eaux.

**ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydriques.

**DHW** : Direction d'Hydraulique de Wilaya.

**C°** : degré Celsius.

**m /s** : mètre /seconde.

**h /j** : heure par jour.

**mm** : millimètre.

**K°**: Kelvin.

**mg /l** : milligramme par litre.

**μS/cm** : Micro Siemens par Centimètre.

**moy** : moyenne.

**N-S** : Nord- Sud.

**CaCO<sub>3</sub>** : Carbonates de Calcium.

**K<sub>2</sub>O** : oxyde de potassium.

**PH** : Potentiel hydrogène.

**CE** : Conductivité Electrique

**RFU** : Reserve Facilement Utilisable.

**PVC** : Chlorure de polyvinyle.



## ***LISTE DES PLANCHES***

**Planche N°1 :**

Plan de situation de plateau d'El Asnam (W.BOUIRA)

**Planche N°2 :**

Plan de d'aptitudes culturelles de périmètre projetée de plateau d'El Asnam (W.BOUIRA)

**Planche N°3 :**

Plan d'occupation de sol et le bornage de périmètre projetée de plateau d'El Asnam (WBOUIRA)

**Planche N°4 :**

Profil en long de la conduite principale d'une parcelle choisie de périmètre de plateau d'El Asnam (W.BOUIRA)

**Planche N°5 :**

Plan de réseau d'irrigation goutte a goutte des oliviers

# INTRODUCTION

## Introduction générale

L'irrigation est définie comme étant un apport extérieur d'eau dans un périmètre.

En effet L'irrigation est pratiquée dans toutes les régions du monde lorsque les précipitations ne fournissent pas suffisamment d'humidité au sol.

Dans les zones arides, l'irrigation doit débiter dès les semis. Dans les régions à précipitations irrégulières, on irrigue pendant les périodes de sécheresse pour assurer la récolte et accroître la production.

Ce système a fortement augmenté la surface des terres arables et la production alimentaire dans le monde. Environ 8,1 millions d'hectares étaient irrigués en 1800. Ce chiffre est passé à 41 millions en 1900, 105 millions en 1950 et plus de 222 millions d'hectares aujourd'hui.

Les terres irriguées représentent environ 15% des terres cultivées et elles produisent souvent deux fois plus que les terres non irriguées. La surface des terres irriguées dans le monde a augmenté de 3 % par an entre 1950 et 1975, mais cet accroissement va sans doute ralentir pour atteindre 1 % par an au cours du dernier, quart de ce siècle parce que les possibilités économiquement viables d'irrigation à grande échelle ont déjà été exploitées.

D'autre part, comme la demande s'accroît pour des ressources hydriques limitées, l'utilisation judicieuse des surfaces disponibles et des ressources souterraines est aujourd'hui fondamentale. En conséquence, l'irrigation est devenue un domaine très technique nécessitant la compilation de nombreuses données sur les ressources globales, la qualité du sol et l'état des nappes phréatiques, une tâche qui dépasse souvent les moyens d'une exploitation agricole privée. Un des grands domaines de recherche aujourd'hui est le développement de techniques qui préservent les terres déjà irriguées.

Il est important de noter que dans ce domaine beaucoup reste à faire dans les pays du sud (Afrique et Asie) particulièrement en Afrique où des millions de personnes sont menacées par la famine.

Actuellement, en Algérie, l'agriculture est pratiquée dans des conditions relativement extensives. Presque toutes les terres agricoles sont situées dans la zone climatique où l'humidité est insuffisante et la sécheresse cause de grands préjudices. La superficie cultivée est de 7,5 millions d'hectares, soit à peine trois pourcent de la surface totale du pays.

Localisée pour la plupart dans la partie côtière du pays. Les précipitations tombent d'une façon irrégulière, généralement en Novembre et en Décembre. La quantité des précipitations diminue du Nord au Sud et d'Est à l'Ouest et varie fortement chaque année.

Le projet de l'aménagement du périmètre à partir des eaux du barrage de TILES-DIT, qui est le premier du genre dans la région, a été lancé afin de réduire entre autres les difficultés rencontrées par les agriculteurs de la région en matière d'approvisionnement en eau.

L'objectif de projet de ce projet est l'étude de perimetre d'irrigation , située dans le plateau d'El-Asnam, dont la surface géographique est de 2 388 ha, un périmètre d'irrigation sera réalisé par l'entreprise AMENHYD. L'approvisionnement en eau se fait à partir de l'accumulation d'eau du barrage TILES DIT situé en aval du périmètre, dont la capacité de retenue est de 165 millions de m3. L'ensemble des ouvrages faisant objet du projet a pour but d'alimenter le périmètre en eau brute a partir de la prise d'irrigation au niveau du barrage.

# CHAPITRE I

PRESENTATION DE LA ZONE  
D'ETUDE

**I-1 Introduction :**

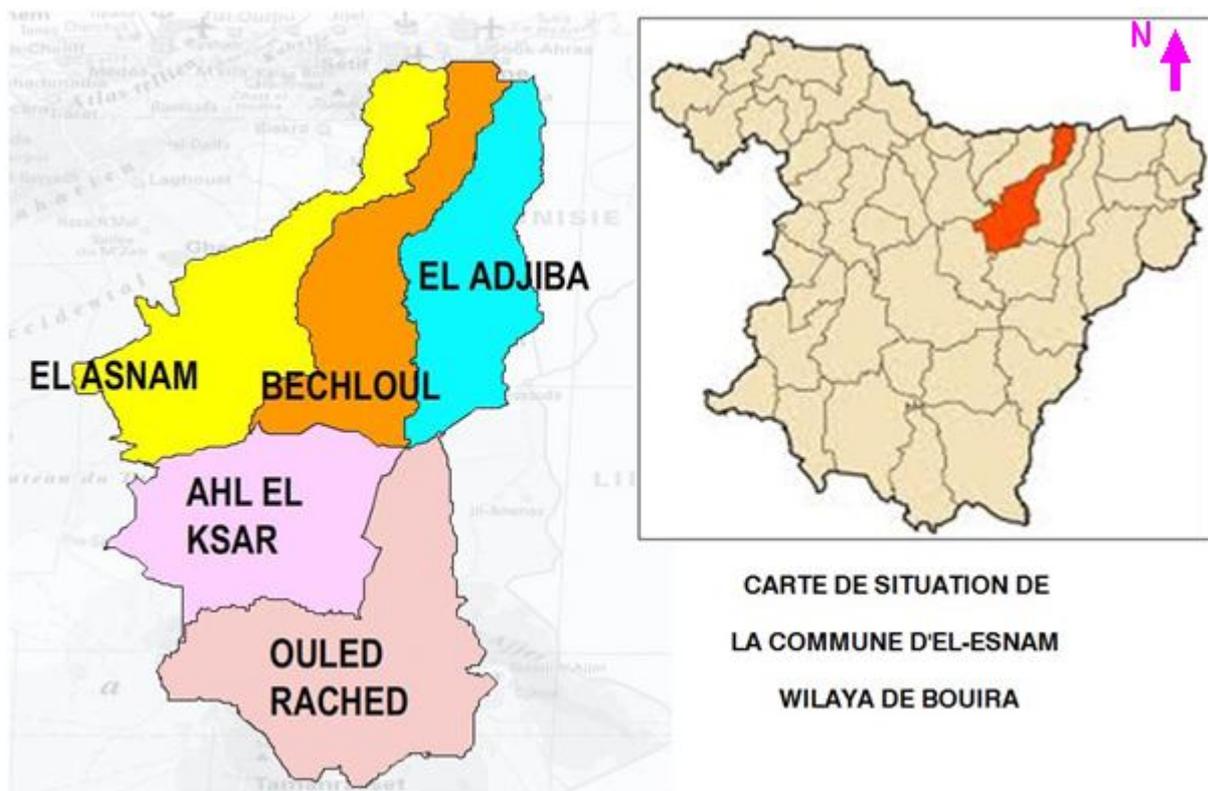
Avant tout projet d'irrigation, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du lieu, notamment le périmètre irrigué et les facteurs qui influent sur la conception du projet, parmi eux, nous citons : les données propres au site du barrage, ainsi que la connaissance de la géologie du lieu qui nous permettra de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation du réseau d'irrigation.

**I-2 Situation géographique :**

Le plateau d'El Asnam est situé à 120 km au Sud –Est d'Alger et à 13km à l'Est du chef lieu de la wilaya de Bouira, en bordure Sud de la chaîne calcaire du Djurdjura.

La situation exacte de notre zone d'étude (le plateau d'el Asnam )est définie par l'espace se trouvant entre le méridiens 4°00' et 4°07' et les parallèles de 36°18'et 36°20'.

Au Nord, le plateau d'El Asnam est limité par la ligne de crête du Djurdjura, au sud par la commune de Ahl El Aksar, à l'Ouest par chef lieu de la wilaya de Bouira et à l'Est par la commune de Becheloul.



**Figure I.1 : Situation géographique de la commune d'EL-Asnam**

**I.3.Le relief :**

Sur le plan du relief de la commune d'El Asnam, on s'aperçoit que cette région est délimitée au Nord par la ligne de crête du Djurdjura, la partie Sud est caractérisée par un relief moins accidenté avec une pente douce d'ouest en est dont les cotes varient de 500a 550 m NGA

**I.4.L'hydrographie :**

La zone intéressée par le projet s'étend sur une cinquantaine de kilomètre de plaine, traversée par l'oued sahel, cet oued est formé en amont par l'union de l'oued Ed Dous au Nord, et de l'oued Zaiane au Sud, dont en aval l'oued Soummam après avoir reçu l'oued Bou Sellam.

L'oued Sahel reçoit de nombreux affluents :

- en rive droite, quelque ruisseaux venant de la chaine des Bibans peu élevée et faiblement arrosée
- en rive gauche, des torrents particulièrement violents car il descend du djebel Djurdjura qui forme une barrière très élevée

**I.5.Géologie**

Le relief de l'itinéraire, depuis le barrage de Tilesdit jusqu'à le plateau EL-Asnam est appartient à la chaîne alpine, les terrains agricoles situés sur la terrasse alluviale de Oued Sahel.

**I.6.Géomorphologie :**

L'observation d'une carte topographique de la région révèle que ce plateau, dont l'altitude avoisine 525m ,est la zone la moins accidentée du bassin versant de l'oued sahel-Soummam .il est ondulé en pente douce de l'ouest vers l'est, les terres en générale sont planes aptes a la mécanisation

**I.7.La dotation en eau :**

Les dotations en eau accordées au cours des campagnes d'irrigation ont été déterminées d'après les bilans de l'office d'irrigation. Le réseau sera alimenté par le barrage de TILES DIT (capacité 165 Millions m3).

**I.8.Climatologie :**

Dans la région d'étude, le climat est méditerranéen, doux et humide en hiver, chaud et sec en été. Néanmoins, même dans les zones septentrionales étroites, on observe des variations climatiques qui déterminent la vocation agricole.

**I.8.1. Température de l'air :**

La température de l'air est un élément météorologique de grande importance en ce qui concerne le développement des plantes; mesuré avec des thermomètres installés dans des abris météorologiques à une hauteur de 1,5 m au-dessus du sol; les valeurs mesurées s'expriment en °C. La distribution spatiale de la température de l'air dans une région est principalement conditionnée par des facteurs physiographiques, tels que le relief (altitude et exposition), la nature du sol et de son revêtement, la proximité des grandes superficies d'eau et le régime des vents.

Les températures dans la zone d'étude sont données :

Par le tableau ci-dessous

Température mensuelles moyennes en C° :

Tmoy : température mensuelle

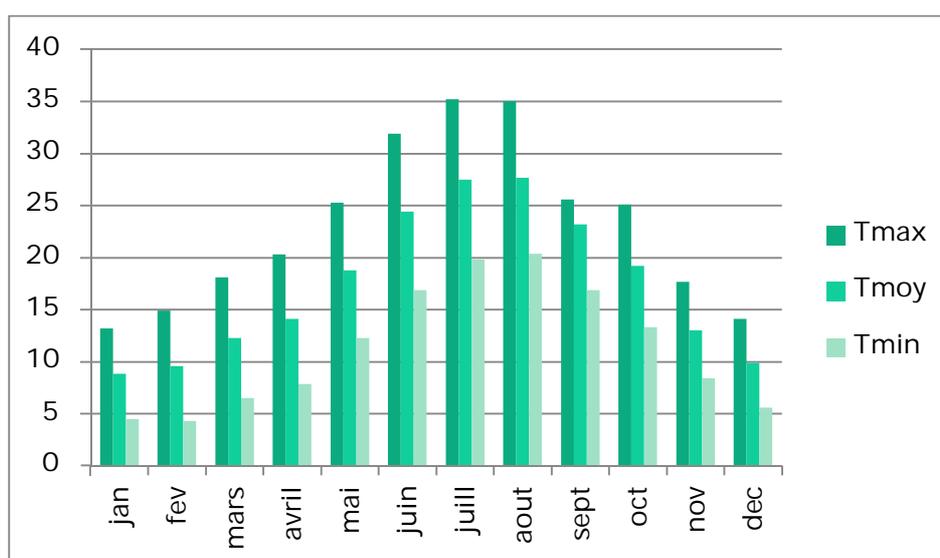
Tmax : température maximale

Tmin : température minimale

**Tableau I-1 : Température moyennes mensuelles en (C°) 1998-2011:**

Mois	Jan	fév	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sept	oct	nov	déc	année
Tmax	12.08	13.63	15.31	20.13	26.03	32.44	36.02	33.80	29.61	25.51	16.6	13.1	22.88
Tmin	3.60	3.41	5.51	7.90	13.01	17.42	20.10	21.04	15.81	13.23	8.3	4.6	11.16
Tmoy	7.84	8.52	10.41	14.15	19.52	24.93	28.06	27.42	22.71	19.37	12.45	8.85	17.02

Source ONM(Bouira)



**Figure I.2 : Températures moyennes mensuelles**

A partir des valeurs montrées dans tableau ci-dessous, nous pouvons classer deux périodes :

-Une période chaude correspondant aux mois de juin ; juillet ; aout et septembre avec un maximum **28.06C°** moyenne

-Une période froide correspondant aux mois de janvier et février avec un minimum **7.84C°** moyenne

### I.8.2.L'humidité relative :

L'humidité relative saturé ou état hygrométrique indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins proche de la condensation ; C'est à la valeur de l'humidité relative que correspond la sensation de l'humidité ou de sécheresse de l'air. Dans les régions de l'intérieur, la tension de vapeur est partout plus faible que sur le littoral. L'humidité relative est le rapport exprimé en % de la tension de vapeur à la tension maximum correspondant à la température T.

La distribution spatiale des valeurs de l'humidité de l'air et les variations journalières et annuelles peuvent être modifiées par l'action des facteurs locaux.

**Tableau I-2 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en (%) 1998-2011 :**

Mois	sept	oct	nov	déc.	jan	fév	mars	avril	Mai	juin	juil.	Aout	année
Hrmoy%	63	71	75	80	77	78	74	69	65	58	51	49	67.5

Source ONM(Bouira)

### I.8.3.Le vent :

Le vent est un paramètre très important qui entre dans la projection du système d'irrigation surtout dans le cas ou on utilise l'aspersion, elle est caractérisée par sa direction et sa vitesse

Le tableau suivant présente les valeurs moyennes mensuelles et annuelles de la vitesse du vent en (m/s).

**Tableau I-3 : Vitesses moyennes mensuelles de vent (m/s) 1998-2011 :**

mois	sept	oct	nov	déc.	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juil.	aout	Année
V <sub>vent</sub> (m/s)	2.3	2.0	2.4	2.6	2.6	2.6	2.5	3.1	2.8	2.8	2.7	2.5	2.6

Source ONM(Bouira)

La vitesse moyenne du vent présente une petite variation pendant toute l'année, en oscillant entre une valeur minimale en octobre, de l'ordre de 2.0 m/s et une valeur maximale de 3.1 m/s environ en avril.

#### I.8.4.Sirocco :

C'est un vent chaud et sec qui souffle du Sahara vers le littoral. il est très néfaste pour les végétaux car il peut provoquer le flétrissement de la plante ainsi que les chutes de rendement, donc sa connaissance est primordiale pour le choix des espèces à préconiser dans le périmètre :

Les diverses valeurs observées sur les postes intéressant la zone d'étude sont présentées par le tableau ci-dessous :

Nombre de jours moyens du sirocco relevé a la station D'EL ASNAM :

**Tableau I-4: valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco : 1998-2011**

Mois	sept	oct	nov	déc.	Jan	fév	mars	avril	Mai	juin	juil.	aout	Année
Nombre de jours	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	1.0	1.0	4.0	11

Source ONM(Bouira)

Le nombre moyen de jours de sirocco varie entre juin et juill. la pointe est observée en aout 4 jours avec jours. Le total annuel est de 11 jours.

#### I.8.5.Insolation :

L'insolation dépend de la latitude, de l'époque de l'année, de l'exposition solaire et de la nébulosité, ce qui explique les variations des valeurs d'un site à l'autre.

Le tableau contient les valeurs moyennes mensuelles et annuelles de la durée d'insolation journalière.

**Tableau I-5 : Valeurs moyennes des durées d'insolation journalière : 1998-2011**

Mois	Jan	fév	mars	avril	mai	juin	juil.	aout	Sept	oct	nov	déc.	année
Insolation(h/j)	5.43	6.63	7.7	8.68	9.20	10.70	10.78	9.91	8.18	7.66	5.79	5.44	93.977

Source ONM(Bouira)

Les valeurs moyennes mensuelles varient régulièrement pendant l'année : les valeurs les plus élevées correspondent au mois d'été, avec comme valeur maximale 10.78 h par jour pour le mois de juillet et valeur minimale pendant le mois de janvier (5.43h/jour)

### I.8.6. Gelée blanche :

La gelée blanche est nuisible pour les cultures et peut causer des dégâts mécaniques biochimiques vis-à-vis des rendements agricoles.

Les valeurs moyennes des gelées sont données dans le tableau ci-dessous :

**Tableau I-6 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée : 1992-2008**

Mois	jan	fév	mars	Avril	mai	juin	juill	aout	sept	oct	nov	Dec
Gelée(j/mois)	14.7	9.9	6.0	2.5	0.1	-	-	-	-	0.3	6.0	12.9

Source ONM(Bouira)

La gelée blanche s'observe à partir du mois d'Octobre pour atteindre le maximum durant la période de janvier.

### I.8.7. La grêle :

La grêle comme l'orage étant un phénomène très localisé. Dans le tableau suivant, on donne les valeurs de la grêle :

**Tableau I-7 : valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de grêle : 1998-2011**

Mois	Jan	fév	mars	avril	Mai	juin	juil	aout	sept	oct	Nov	déc.
La grêle(j/mois)	1.5	1.5	1.8	1.0	0.7	0.4	0.3	0.2	0.1	0.2	0.4	1.1

Source ONM(Bouira)

La grêle n'accompagne pas nécessairement les orages. Le nombre de jours de grêle est maximum du mois de Janvier à Mars.

La fréquence de la grêle est fortement influencée par les conditions locales, le relief en particulier joue un rôle très important. Plus, le plateau sera élevée, plus le grêlon aura des chances d'arriver au sol sans avoir fondu et plus la probabilité de la grêle sera grande.

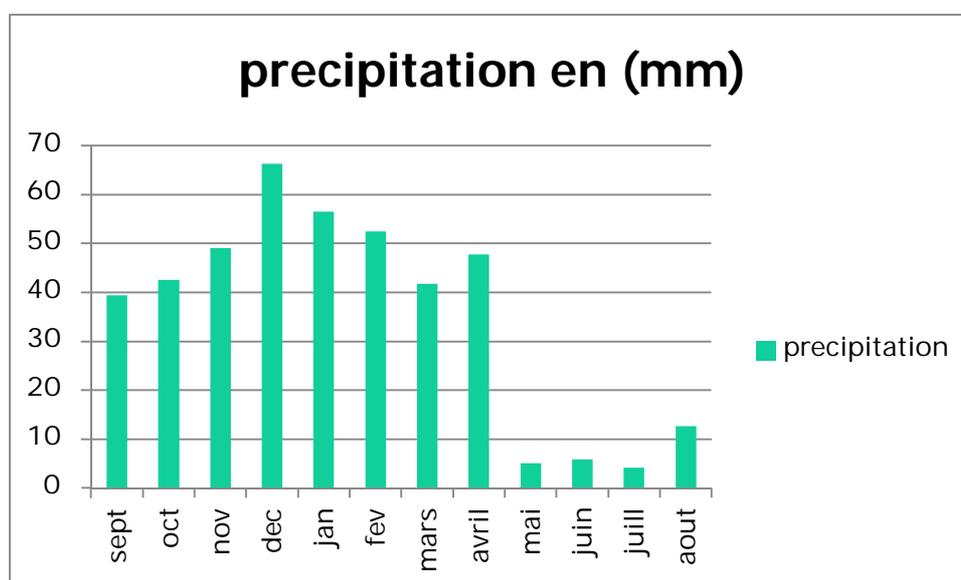
**I.8.8. Pluviométrie :**

Les précipitations annuelles sont irrégulières d'une partie à l'autre mais généralement importantes, pouvant dépasser les 600 mm/an. Les mois les plus pluvieux sont : le mois décembre et janvier (66.25 mm et 56.50 mm).

**Tableau I-8 : la pluviométrie moyenne mensuelle de la période (1998-2011) :**

Mois	sept	oct	nov	déc.	jan	fév	mars	avri	Mai	juin	juil.	aout	année
Précipitation en (mm)	39.37	42.61	49.1	66.25	56.5	52.5	41.77	47.77	50.15	5.93	4.17	12.65	468.77

Source ONM(Bouira)

**Figure I.3 : Répartition mensuelle moyenne de la pluie en (mm)****I.8.9. Les indices climatiques :**

Le but de ce calcul est la détermination du type du climat et de voir l'interférence des différentes variables du climat et leur action sur les plantes. Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels : pluviométrie et température.

Les indices les plus connus sont ceux d'E.MARTON(1926) et E.EMBERGER(1932).

**I.8.9.1.L'indice d'aridité de MARTON :**

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

$$IA = \frac{P}{(T+10)}$$

Avec : P : précipitation moyenne annuelles en (mm)

T : température moyenne annuelle en (C°)

IA : indice d'aridité

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

**Tableau I-9 : Classification de climat selon MARTONE**

Valeur d'IA	Type de climat	Irrigation
IA < 5	Désertique	Indispensable
5 < IA < 10	Très sec	Indispensable
10 < IA < 20	Sec	Souvent Indispensable
20 < IA < 30	Relativement humide	Parfois utile
IA < 30	Humide	Inutile

Pour :

P=468.77mm

T=17.02°C

$$I_A = 468.77 / (17.02 + 10) = 17.35$$

Selon l'indice d'aridité calculé, on constate d'après la classification ci-dessous, que la région est soumise à un régime de climat sec, et que l'irrigation souvent indispensable.

**I.8.9.2. Quotient pluviométrique d'EMBERGER :**

Cet indice a pour but la détermination de l'étage bioclimatique

$$Q = \frac{2000P}{(M+m)(M-m)}$$

Ou :

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 minima du mois le plus froid (en °K)

pour :

P=468.77

M=36.02°C

m= 3.41°C

D'où Q= 49.11

En portant les valeurs de (Q=49.11 ; m=3.41) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER ( **figure I.4**) on peut confirmer que notre région se situe dans l'étage bioclimatique : semi aride

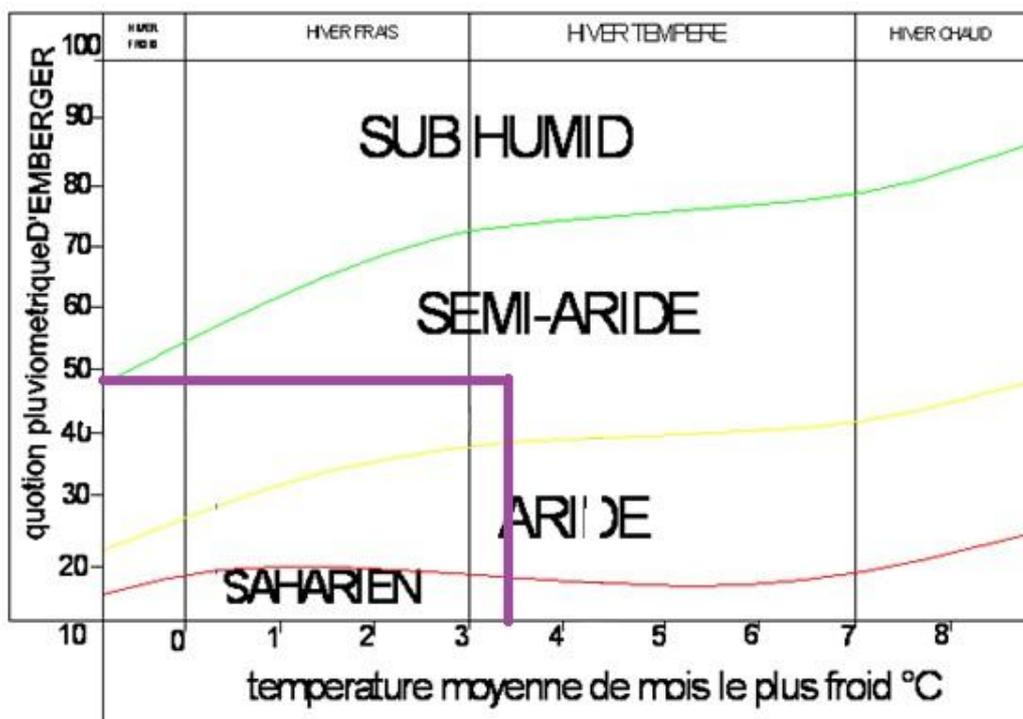
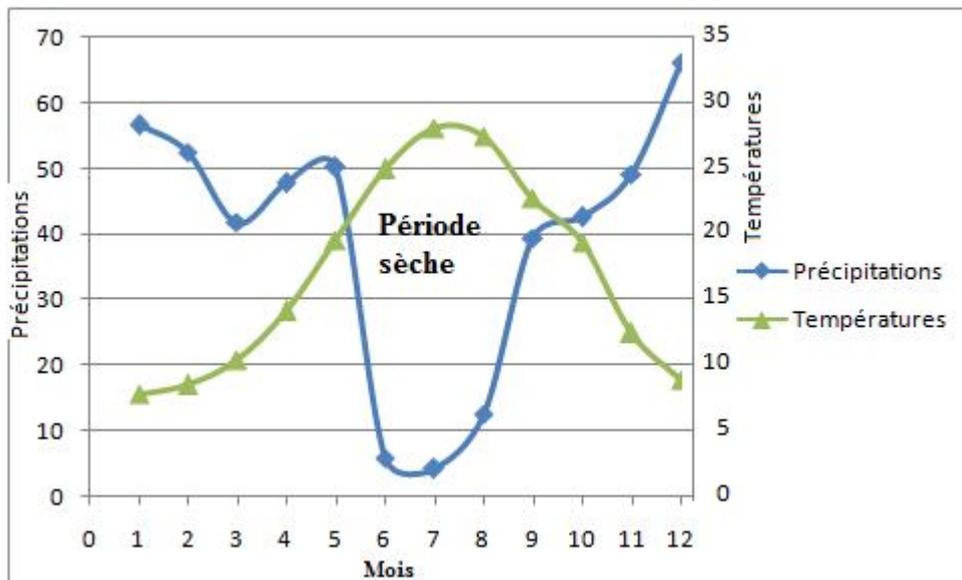


Figure I.4 : Diagramme bioclimatique d'Emberger

### I.8.9.3. Climogramme pluvio-thermique de BAGNOULS ET GAUSSEN :

Il est établi selon la méthode mise au point par F .BAGNOULS et H.GAUSSEN .Ce diagramme nous permettra donc d'évaluer l'intervalle de saisons sèche et humide, et sa position dans le temps, en faisant intervenir la pluviométrie et la température sur un même sur un même graphique (voir figure I-5)



**Figure I.5 : Diagramme omprothermique de GausSEN**

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

La saison sèche est de 4 mois allant du mois de mai au moi de septembre.

L'autre saison est la saison humide, qui dure 8 mois pendant laquelle le recours à l'irrigation peut être une nécessité si on enregistre un déficit en eau.

### 1-9-Hydrologie :

Pour déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'irrigation, tels que : le calcul des besoins des cultures à projeter dans le périmètre, ainsi que le dimensionnement de réseau de distribution

#### 1-9-1 : Réseau pluviométrique :

La région d'étude dispose d'une station pluviométrique gérée par l'agence nationale des ressources en hydraulique (ANRH).

**Tableau : I-10 : Caractéristiques de la station pluviométrique :**

Nom de la station	Code	Coordonnées en Lambert		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années Observées
		X(km)	Y(km)			
EL Asnam	150204	620.4	335.5	435	1975-2010	35

Les pluies mensuelles de la station pluviométrique d'El Asnam sont données dans le tableau :

**Tableau I-11 : Pluies moyennes mensuelles observées au plateau d'el Asnam :**

Années	sept	oct	Nov	Dec	jan	fév	mars	avri	Mai	Juin	juil.	aout	total
1975/76	16,6	2	41,3	30,6	19,1	75,8	27,6	73,1	33,5	12,3	12,8	0	<b>344,7</b>
1976/77	26,9	51,6	17,2	48,9	42,9	2,7	0	50,6	18,3	2,5	0	0	<b>261,6</b>
1977/78	8	6,8	48,7	9,8	34,8	17,2	29,2	42,7	28,7	3	0	0	<b>228,9</b>
1878/79	0	41,6	40,1	5,5	44,3	48,2	24	42,7	17,8	13,4	0	3	<b>280,6</b>
1979/80	49,4	26	41,9	13,9	41,2	10,9	55,6	55,1	27,2	0	0	0	<b>321,2</b>
1980/81	18	20,1	70,8	121,2	5,5	34,8	44,7	60,1	7,7	7,8	0	38,4	<b>429,1</b>
1981/82	11,6	27	7,2	32	85,9	43,3	35,8	31,9	52,4	10,5	0	0	<b>337,6</b>
1982/83	15	45,7	74,2	72	0	13,9	12	41,3	4	2,7	10,6	29,3	<b>320,7</b>
1983/84	0	2	13,9	11,8	36,6	59,4	19,4	30,6	27,1	20,5	0	6	<b>227,3</b>
1984/85	11,3	42,9	11,2	37,4	42,7	17,9	68,7	7,2	46	0	2,6	0	<b>287,9</b>
1985/86	25,3	44,1	46,6	17,4	109,2	24,9	70,2	6,1	4,1	14	0	0	<b>361,9</b>
1986/87	40	46,7	23,1	72,9	43,2	95,5	32,6	4,7	8,3	8,8	9,1	0	<b>384,9</b>
1987/88	0	21,7	55,3	19,5	17,9	22,3	35,9	46,6	9,9	1	0	0	<b>230,1</b>
1988/89	7,1	1,3	52,9	114,3	1	10,6	20,3	0	33,5	6	1	4	<b>252</b>
1989/90	71,8	6,1	20,2	11,8	32,1	0	32	13,5	65,4	16	44,6	2	<b>315,5</b>
1990/91	19,7	15,5	26,7	54,5	36,3	59,2	39,4	0	0,2	0	0	0	<b>251,5</b>
1991/92	12,9	44,1	4	0	42,7	0	31,1	86,2	94,1	12,5	13,7	0	<b>341,3</b>
1992/93	22,5	22,4	36,6	42,1	10	16,2	4,5	26,5	25,2	5,2	0	2,3	<b>213,5</b>
1993/94	67,2	21,5	25,6	30,2	11,3	40,1	12,4	22,1	6,3	0	0	0,7	<b>237,4</b>
1994/95	76,8	27,1	28,9	35,2	120,3	11,8	63,6	5,4	1,1	28,1	0	16	<b>414,3</b>
1995/96	0	42,5	3	18,4	74,2	103,4	30,7	24,3	41,8	1,7	3,3	0	<b>343,3</b>
1996/97	31,2	1,6	14,5	36,6	19,3	12,6	15,8	35,8	19,8	0	13	14	<b>214,2</b>
1997/98	33,3	37	76,1	23	15,1	37,9	5,5	40,9	113,8	0,5	0	0,9	<b>384</b>
1998/99	17,3	16,5	30,3	7,6	43,6	12,9	20,4	0	7,1	0	0,8	0,4	<b>156,9</b>
1999/00	24,8	19,3	16,5	75,3	0	0	1,9	6,9	24,3	0	0	0	<b>169</b>
2000/01	17,9	45,4	40,1	43,1	151,6	27,6	6,5	43,2	4,8	0	0	2,9	<b>383,1</b>
2001/02	19,2	2,7	7,8	1,2	13,1	13,1	0	6,5	1,2	5,4	4,2	24,5	<b>98,9</b>

Suite du tableau I.11 :

mois	sept	oct	Nov	Dec	jan	fév	mars	avri	Mai	Juin	juil.	aout	total
2002/03	5,2	8,6	83,2	155	131	19,3	0	99,5	2,1	6,6	36,1	36,1	<b>582,7</b>
2003/04	16,6	53,2	44,3	104,8	44,3	12,8	21,1	52,9	100,2	7,4	0	11,2	<b>468,8</b>
2004/05	11,6	13,4	44,4	67,7	148,8	42,8	12,2	6,2	0	1,3	0	4,1	<b>352,5</b>
2005/06	19	33,7	33,6	33,1	41,6	38,4	17,5	18	50,6	0	15,5	0	<b>301</b>
2006/07	32,4	0,9	27	46,3	9,7	28,7	90,9	124,5	17,3	5,2	0,5	3,4	<b>386,8</b>
2007/08	39,4	102	44,7	8,7	6,9	37,4	54,1	9,4	38,8	16	0	1,2	<b>358,6</b>
2008/09	41,2	61,5	32,9	56,1	78,3	22,8	46,8	72,9	7,6	1,5	3,1	6,2	<b>430,9</b>
2009/10	60,8	6,1	44	54,3	26,8	76,5	45	13,8	39,3	29,1	0	12	<b>407,7</b>

Source (ANRH)

### I.9.2.ETUDE DE L'HOMOGENEITE DE LA SERIE PLUVIOMETRIQUE :

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de *Wilcoxon*. La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique d'enregistrement complet, par le test de Mr *Wilcoxon*, repose sur le procédé ci dessous

\* On divise la série complète des pluies moyennes annuelles de référence en deux sous-séries : x et y tel que : N1 et N2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous-séries, considérant généralement N2 supérieure à N1.

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

\* Mr *Wilcoxon* a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée ;

Avec :

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

$$W_x = |Rang|_x$$

$W_x$  : Somme des rangs de sous séries

$$W_{\min} = \left[ \left( \frac{(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - 1}{2} \right) - 1,96 \times \left( \frac{N_1 \times N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right) \right]^{1/2}$$

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

Le tableau suivant détaille le résultat du Test d'homogénéité pour la station d'EL Asnam

**Tableau I-12 : Test de Wilcoxon pour la station d'el Asnam :**

Rang	Série d'origine	Série X(mm)	Série Y(mm)	TRI(mm)	Xunion Y
1	344.7	344,7	213.5	98,9	Y
2	261.6	261.6	237.4	156.9	Y
3	228.9	228.9	414.3	169.0	Y
4	280.6	280.6	343.3	213.5	Y
5	321.2	321.2	214.2	214.2	Y
6	429.1	429.1	384.0	227.3	X
7	337.6	337.6	156.9	228.9	X
8	320.7	320.7	169.0	230.1	X
9	227.3	227.3	383.1	237.4	Y
10	287.9	287.9	98.9	251.5	X
11	361.9	361.9	582.7	252	X
12	384.9	384.9	468.8	261.6	X
13	230.1	230.1	352.5	280.6	X
14	252.0	252.0	302.4	287.9	X
15	315.5	315.5	386.8	302.4	Y
16	251.5	251.5	358.5	315.5	X
17	341.3	341.3	430.9	320.7	X
18	213.5		407.7	321.2	X
19	237.4			337.6	X
20	414.3			341.3	X
21	343.3			343.3	Y
22	214.2			344.7	X
23	384.0			352.5	Y
24	156.9			358.6	Y
25	169.0			361.9	X
26	383.1			383.1	Y
27	98.9			384	Y
28	582.7			384.9	X
29	468.8			386.8	Y
30	352.5			407.7	Y
31	302.4			414.3	Y
32	386.8			429.1	X
33	358.5			430.9	Y
34	430.9			468.8	Y
35	407.7			582.7	Y

$$W_x = 278$$

$$W_{\min} = 275.2 \quad ; \quad W_{\max} = 336.8$$

$$275.2 < W_x < 336.80$$

Après le calcul on voit que la condition de Wilcoxon  $W_{\min} < W_x < W_{\max}$  est vérifiée, donc la série des précipitations moyenne annuelle de la station d'el Asnam est homogène.

### **I-9-3 : ETUDE DE L'ECHANTILLON ET CHOIX DU TYPE DE LOI :**

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

\* Loi de *Gauss* ou loi Normale

\* Loi de *Galton* ou loi log –Normale

#### **I-4-3-1 : Traitement des données:**

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

Station de d'El Asnam

Statistiques de base :

Nombre d'observations : 35

Minimum : 98.9 mm

Maximum : 583 mm

Moyenne : 317mm

Ecart-type : 97.4

Médiane : 321

Coefficient de variation (Cv) :0.308

Coefficient d'asymétrie (Cs) :0.183

Coefficient d'aplatissement (Ck) :3.17

#### **I-9-3-2 : Ajustement de la série pluviométrique:**

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

##### **I-9-3-2-1 : Ajustement à la loi Normale (GAUSS):**

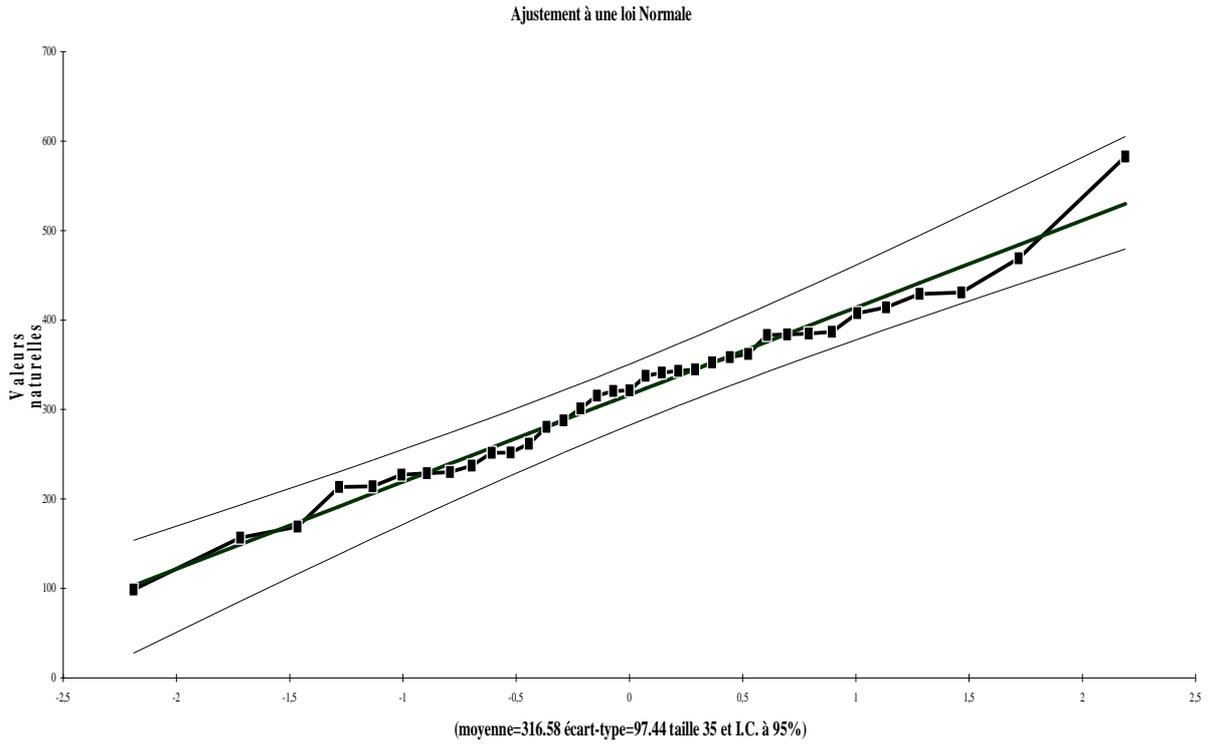
L'ajustement des séries par la loi normale appelée souvent loi de *Gauss* s'adapte bien avec les pluies moyennes annuelles.

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station d'El Asnam sont regroupés dans le tableau et la figure suivants :

Tableau I-13 : résultats d'ajustement de la station d'El Asnam à la loi Gauss.

Ajustement à une loi de Gauss								
Taille n= 35		Moyenne= 316,582857		I.C. à (en%)= 95			U Gauss= 1,9604	
		Ecart-type= 97,4397687						
Valeurs de Départ	Valeurs classées	Ordre de Classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
344,7	98,9	1	0,0143	-2,190	98,9	103,209927	27,8417036	153,78786
261,6	156,9	2	0,0429	-1,719	156,9	149,10017	85,5997517	193,14196
228,9	169	3	0,0714	-1,466	169	173,783337	116,288529	214,687279
280,6	213,5	4	0,1000	-1,282	213,5	191,691504	138,328692	230,544073
321,2	214,2	5	0,1286	-1,133	214,2	206,159875	155,965672	243,524813
429,1	227,3	6	0,1571	-1,006	227,3	218,534713	170,909479	254,768427
337,6	228,9	7	0,1857	-0,894	228,9	229,502854	184,030474	264,858025
320,7	230,1	8	0,2143	-0,791	230,1	239,465902	195,836087	274,136042
227,3	237,4	9	0,2429	-0,697	237,4	248,681152	206,650182	282,823103
287,9	251,5	10	0,2714	-0,608	251,5	257,324855	216,693505	291,071438
361,9	252	11	0,3000	-0,524	252	265,524236	226,124371	298,991962
384,9	261,6	12	0,3286	-0,443	261,6	273,3752	235,061132	306,669276
230,1	280,6	13	0,3571	-0,366	280,6	280,95283	243,595474	314,170585
252	287,9	14	0,3857	-0,290	287,9	288,317979	251,80074	321,551321
315,5	301	15	0,4143	-0,216	301	295,521617	259,737391	328,858887
251,5	315,5	16	0,4429	-0,143	315,5	302,60785	267,456761	336,135282
341,3	320,7	17	0,4714	-0,071	320,7	309,616114	275,003749	343,419061
213,5	321,2	18	0,5000	0,000	321,2	316,582867	282,418845	350,74689
237,4	337,6	19	0,5286	0,071	337,6	323,549601	289,746653	358,161965
414,3	341,3	20	0,5571	0,143	341,3	330,557864	297,030432	365,708953
343,3	343,3	21	0,5857	0,216	343,3	337,644097	304,306827	373,428323
214,2	344,7	22	0,6143	0,290	344,7	344,847736	311,614393	381,364974
384	352,5	23	0,6429	0,366	352,5	352,212884	318,995129	389,57024
156,9	358,6	24	0,6714	0,443	358,6	359,790515	326,496439	398,104582
169	361,9	25	0,7000	0,524	361,9	367,641478	334,173753	407,041344
383,1	383,1	26	0,7286	0,608	383,1	375,840859	342,094276	416,47221
98,9	384	27	0,7571	0,697	384	384,484563	350,342611	426,515533
582,7	384,9	28	0,7857	0,791	384,9	393,699813	359,029672	437,329627
468,8	386,8	29	0,8143	0,894	386,8	403,66286	368,30769	449,13524
352,5	407,7	30	0,8429	1,006	407,7	414,631001	378,397287	462,256236
301	414,3	31	0,8714	1,133	414,3	427,005839	389,640901	477,200042
386,8	429,1	32	0,9000	1,282	429,1	441,474211	402,621641	494,837023
358,6	430,9	33	0,9286	1,466	430,9	459,382378	418,478436	516,877185
430,9	468,8	34	0,9571	1,719	468,8	484,065544	440,023754	547,565963
407,7	582,7	35	0,9857	2,190	582,7	529,955787	479,377854	605,324011

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,8	0,001	398,574205	363,583069	443,091336	398,574205	0,001	0,5
0,5	0,000	316,582867	282,418845	350,74689	316,582867	0,001	0,2
0,2	-0,001	234,591509	190,074378	269,582646	234,591509	0,000	0,1



**Figure I.6 : ajustement de plateau d’El Asnam a la loi de Gauss.**

**I-9-3-2-2 :Ajustement a la loi log-Normale (Galton) :**

Les résultats de l’ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station d’El Asnam à la loi log-Normale sont regroupés dans le tableau et la figure suivants :

Tableau I-14 : résultats d'ajustement de la station d'El Asnam a la loi de Galton.

## Ajustement à une loi Log-normale

Taille :n= 35

Moy.log(xxo)= 2,477612132

xo= 0

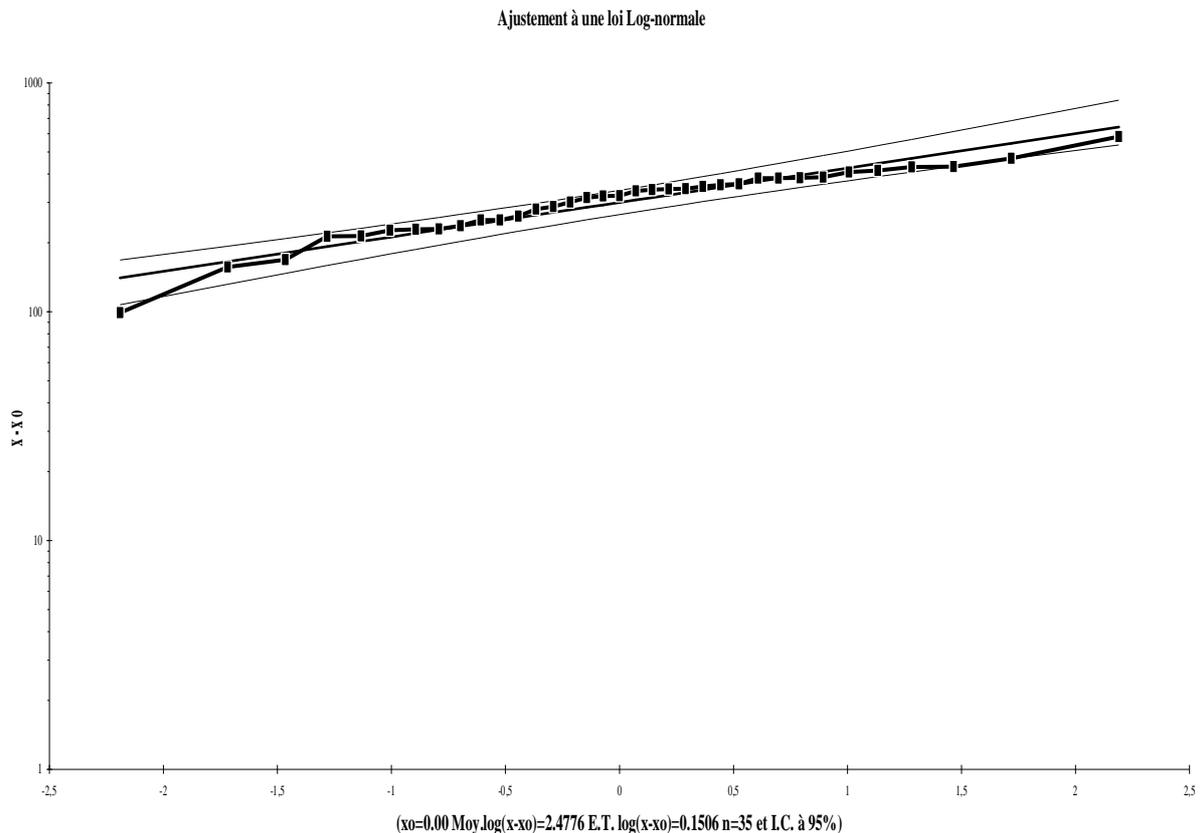
E.T log(x-xo)= 0,150617217

I.C. à (en%)= 95

UGauss= 1,960

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de Classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
344,7	98,9	1	0,014	-2,190	98,9	140,537	107,471	168,25666
261,6	156,9	2	0,043	-1,719	156,9	165,473	131,999	193,55471
228,9	169	3	0,071	-1,466	169	180,668	147,234	208,98127
280,6	213,5	4	0,100	-1,282	213,5	192,558	159,249	221,11487
321,2	214,2	5	0,129	-1,133	214,2	202,734	169,566	231,57032
429,1	227,3	6	0,157	-1,006	227,3	211,863	178,829	241,02532
337,6	228,9	7	0,186	-0,894	228,9	220,297	187,378	249,83808
320,	230,1	8	0,214	-0,791	230,1	228,249	195,42	258,22608
227,3	237,4	9	0,243	-0,697	237,4	235,859	203,088	266,33491
287,9	251,5	10	0,271	-0,608	251,5	243,228	210,479	274,26977
361,9	252	11	0,300	-0,524	252	250,431	217,664	282,11168
384,9	261,6	12	0,329	-0,443	261,6	257,528	224,699	289,92672
230,1	280,6	13	0,357	-0,366	280,6	264,568	231,629	297,77167
252	287,9	14	0,386	-0,290	287,9	271,595	238,493	305,69766
315,5	301	15	0,414	-0,216	301	278,649	245,326	313,75291
251,5	315,5	16	0,443	-0,143	315,5	285,766	252,16	321,9847
341,3	320,7	17	0,471	-0,071	320,7	292,984	259,025	330,44114
213,5	321,2	18	0,500	0,000	321,2	300,339	265,952	339,17285
237,4	337,6	19	0,529	0,071	337,6	307,88	272,98	348,24341
414,3	341,3	20	0,557	0,143	341,3	315,656	280,149	357,72446
343,3	343,3	21	0,586	0,216	343,3	323,718	287,499	367,68917
214,2	344,7	22	0,614	0,290	344,7	332,126	295,075	378,22383
384	352,5	23	0,643	0,366	352,5	340,947	302,929	389,43246
156,9	358,6	24	0,671	0,443	358,6	350,268	311,126	401,44318
169	361,9	25	0,700	0,524	361,9	360,193	319,745	414,41747
383,1	383,1	26	0,729	0,608	383,1	370,86	328,887	428,5641
98,9	384	27	0,757	0,697	384	382,447	338,685	444,16079
582,7	384,9	28	0,786	0,791	384,9	395,199	349,321	461,58966
468,8	386,8	29	0,814	0,894	386,8	409,464	361,049	481,39831
352,5	407,7	30	0,843	1,006	407,7	425,765	374,25	504,41304
301	414,3	31	0,871	1,133	414,3	444,937	389,53	531,96817
386,8	429,1	32	0,900	1,282	429,1	468,449	407,949	566,43222
358,6	430,9	33	0,929	1,466	430,9	499,28	431,635	612,65568
430,9	468,8	34	0,957	1,719	468,8	545,127	466,037	683,36628
407,7	582,7	35	0,986	2,190	582,7	641,849	536,108	839,33023

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,8	0,001	402,1147481	355,028	471,1532785	402,115	0,001	0,5
0,5	0,000	300,3392885	265,952	339,172849	300,339	0,001	0,2
0,2	-0,001	224,3232369	191,4529	254,0748645	224,323	0,000	0,1



**Figure I.7 : Ajustement de la station d'El Asnam à la loi de Galton.**

### I.9.3.3 Test de validité d'un ajustement :

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

#### I.9.3.3.1 Test de validité de l'ajustement à la loi Normale :

Le test de validité de Khi carrée pour l'ajustement à la loi Normale est fait par le logiciel HYFRAN.

Station d'El Asnam

Test d'adéquation : Loi Normale

Résultats

Khi carré = 0.35

p-value  $p = 0.9547$

Degrés de liberté : 3

Nombre des classes : 6

**I.9.3.3.2 Test de validité de l'ajustement à la loi log-Normale :**

Station d'El Asnam

Test d'adéquation : Loi log-Normale

Résultats

Khi carré = 1.36

p-value p = 0.6278

Degrés de liberté : 3

Nombre des classes : 6

D'après le test de Khi carré et les figures n°I.6 et n°I.7 on conclure que l'ajustement a la loi Normal et plus ajusté que l'ajustement a la loi log Normal.

**I.10 . DETERMINATION DE L'ANNEE DE CALCUL :**

Puisque la loi log-normal est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région .L'estimation sera pour l'année sèche de fréquence 80%; on utilise la formule suivante :

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

$$P_{\text{théorique de 50\%}} = 300,339 \text{ mm}$$

$$P_{\text{théorique de 80\%}} = 224,323 \text{ mm}$$

**Tableau I-15 : pluviométrie moyenne pour chaque mois en (mm) :**

Mois	Jan	fév	Mars	avri	mai	Juin	juil.	aout	sept	Oct	nov	déc.
Pmoy mm/mois	45.18	31.17	29.35	34.45	27.98	6.69	4.58	6.25	24.85	27.44	35.1	43.2

$$P_{\text{moy } 80\%} = 0.75 P_{\text{moy mensuelle}}$$

**Tableau I-16 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcule en (mm):**

Mois	Jan	Fév	mar.	avr	mai	juin	juil.	aout	sept	oct	nov	déc.
P <sub>moy80%</sub> mm/mois	33.88	23.37	22.01	25.84	20.98	5.02	3.43	4.69	18.64	20.58	26.32	32.40

**Conclusion :**

Les données climatiques indiquent que le climat est semi aride avec une température moyenne annuelle 17.02C°, précipitations moyennes annuelles de 468.77mm.

Nous sommes efforcés de dégager les principales caractéristiques statistiques de la série pluviométrique, retenue comme représentative, de la zone de projet.

L'application de test d'homogénéité de : Mr *Wilcoxon* sur la série pluviométrique moyenne annuelle de station *d'El Asnam*, confirme l'homogénéité et la fiabilité de ce dernière.

Avec l'hydrolabe et khi carré on a fait l'ajustement a loi normal et la loi log normal et on a trouvé que la loi normal est plus ajustement.

# CHAPITRE II

LES RESSOURCES EN SOL ET EN  
EAU

**Introduction :**

L'étude agro-pédologique a pour but de définir les sols destinés à l'irrigation ou de localiser les zones aptes à la mise en valeurs en irrigation ainsi les caractéristiques hydrodynamiques de ces sols indispensables pour le calcul des doses d'arrosages et l'emplacement des réseaux d'irrigation et de drainage. Les principales contraintes et critères prises en considération pour la classification des sols sont : la texture, la présence et la profondeur de la nappe, la porosité, la salinité et le calcaire actif, bien qu'ils sont localisés dans des zones précises.

Avant d'entamer notre étude, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire à l'irrigation.

Pour cela et à travers ce chapitre on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter notre zone d'étude.

**II.1. Les ressources en sol :****II.1.1. Les caractéristique pédologique de la zone d'étude:**

D'après la carte réalisée des aptitudes culturales réalisée par l'association GERSAR-ENHYD .

Le sol de plateau d'EL Asnam présente des unités cartographiques de 1 à 10 correspondent à l'ordre des sols dans la classification.

**Tableau II-1 : la pédologie du plateau**

N°d'unité	Type de sol	Classement de sol	La pente %	Superficie	
				ha	%
01	Sol brun calcaire sur encroutement calcaire	P6T	0.5 à 1	104	4
02	Sol brun calcaire sur croute et encroûtement	P6DT	0.2 à 1	232	10
03	Sol brun calcaire sur croute encroutement	P8DC	0.5 à 1.5	271	12
04	Sol brun calcaire sur encroutement calcaire	A5DT	1 à quelque %	372	15
05	Sol brun calcaire sur encroutement et croute	a5DT	2 à 5	287	12
06	Sol brun modal	P6C	De l'ordre de 1%	27	1
07	Sol brun modal	P8N	0.5 à 1	332	14
08	Sol châtain vertique	P8N	0.5 à 1	230	10
09	Sol châtain vertique	P8DT	0.5 à 1.5	256	10
10	Sol fersaillitique	P8t	0.5 à 1.5	277	12
				<b>2388</b>	<b>100</b>

➤ **Explication des caractéristiques du sol :**

**P** : Sol profond > 60 -70cm

**A** : Approfondissable

**a** : Difficilement approfondissable

Texture : **8** : texture fine ; **5** : texture moyenne ; **6** : texture moyenne sur fine

**D** : charge caillouteuse 15 à 50%

Taux de calcaire : **C** : calcaire actif ; **T ,t** :calcaire actif de 7à10 %

**N** : neutre

**II.1.2.Aptitudes culturales :** D'après la carte des aptitudes culturales citée précédemment les aptitudes culturales du plateau sont celles exprimées par le tableau suivant :

**Tableau II-2 : les aptitudes culturales du plateau d'el Asnam**

N° d'unité cartographique	Type de sol	texture	Aptitude Culturales	Aptitude culturales
01	Sol brun calcaire sur encroutement calcaire	Texture moyenne sur fine	B2MC	Bonne aptitude a toute culture Inaptes pour les arboricultures à noyau
02	Sol brun calcaire sur croute et encroûtement	Texture moyenne sur fine	B2MC'	Bonne aptitude a toute culture Inaptes pour les arboricultures à noyau
03	Sol brun calcaire sur croute encroutement	Texture fine	CC'Mg	Bonne aptitude a toute culture
04	Sol brun calcaire sur encroutement calcaire	Texture moyenne	DMMgC'	Sous solage Risque d'érosion
05	Sol brun calcaire sur encroutement et croute	Texture moyenne	DMgC'	Sous solage Risque d'érosion
06	Sol brun modal	Texture moyenne sur fine	B1B2M	Bonne aptitude a toute culture
07	Sol brun modal	Texture fine	B1B2Mf	Bonne aptitude a toute culture
08	Sol châtain vertique	Texture fine	CC'Mf	Bonne aptitude a toute culture Inapte pour les arboricultures a noyau ; Sous solage
09	Sol châtain vertique	Texture fine	B2MfC'	Bonne aptitude a toute culture Inapte pour les arboricultures a noyau ; sous solage
10	Sol fersiallitique	Texture fine	B2MFC	Sous solage , Amélioration de niveau de fertilité

**II.1.2.1. Explications des symboles d'aptitudes culturales :**

Tableau expliquant les symboles des aptitudes culturales:

**Tableau II-3 : les symboles des aptitudes culturales**

Groupe de culture	Catégories	Possibilités culturales
<b>Cultures arbustives</b> <b>B</b>	B1	Bonne aptitude pour les pêchers et toutes espèces telles que poiriers sur cognassier ou sur franc cognassiers .
	B'1	Bonne aptitude pour les pommiers, pruniers, abricotiers sur St-Julien ou sur myrobolan, ou sur reine-claude, figuiers, oliviers,
	B2	pêches sur amandier.
	B'2	Bonne aptitude pour pruniers sur myrobolan ; abricotiers sur franc-sur pêcher, figuiers, olivier Bonne aptitudes pour pruniers sur myrobolan, abricotiers sur franc, oliviers.
<b>Cultures maraîchères</b>  M	M	Bonne aptitude pour toutes les cultures maraîchères.
	Mf	Bonne aptitude pour les cultures maraîchères adaptées aux textures fines telle que : artichauts, laitue, choux, tomates.
	Mg	Bonne aptitude pour les cultures maraîchères adaptées aux textures grossières telles que : pommes de terre, carottes, navets.
<b>Cultures fourragères</b> <b>céréalières</b> <b>et</b> <b>légumes secs C</b>	C	Bonne aptitude pour le blé tendre, le sorgho, le tourne soleil, le maïs, la luzerne, le bersim, légumes secs.
	C'	Bonne aptitude pour le blé dur le sorgho, le bersim. Aptitude médiocre pour la luzerne.

La lettre **D** implique l'obligation des travaux ou des aménagements

**Exemple de profil :****B2MfC :**

0-35 cm : brun rougeâtre foncé, texture argilo-limono-sableuse, structure massive a grenue peu nette, porosité bonne, enracinement faible, présence de fentes, horizon calcaire

35-80cm : brun rougeâtre foncé ; texture d'argile, structure polyédrique très nette, porosité moyenne, horizon non calcaire.

80-120 cm : brun rougeâtre foncé ; texture d'argile, structure polyédrique très nette, porosité faible, faible enracinement , horizon non calcaire

- **Salure et alcalisation**

La concentration des sels peut influencer le sol directement ou indirectement de plusieurs manières :

**-Influence directe :**

L'accumulation des sels dans le sol entraîne une augmentation de la pression osmotique de la solution du sol et rend ainsi plus difficile l'absorption de l'eau par les plantes : pour une même humidité, un sol halomorphe sera plus sec qu'un sol non salé (sécheresse physiologique).

L'effet d'un excès de sels solubles va varier selon les propriétés physiques du sol (perméabilité, porosité..).

**- Influence indirecte :**

Une teneur élevée en sodium échangeable (alcalinité sodique) va provoquer, dans les cas extrêmes, la dégradation de l'argile (solidisation)

Les limites de salure ont souvent fait l'objet de publication nombreuses car elles mêmes étant en rapport avec d'autres caractères des plantes et du sol.

En dessous de 4 mmhos/cm : on considère que la fertilité du sol n'est pas touchée ;

Entre 4 et 7 mmhos/cm : la fertilité du sol est légèrement affectée ;

Entre 7 et 16 mmhos/cm : la fertilité du sol est faible.

□ 16 mmhos/cm : salure forte- fertilité nul.

Ce qui rend encore plus délicate la définition des limites de salure : c'est que cette dernière (pour un même sol) n'est pas fixe au cours de l'année (saison et précipitations) et, selon les cultures, elle va être prépondérante à telle ou telle période (germination, floraison).

Cette influence de la salure va également varier selon la nature du sel qui prédomine : généralement, on admet que les chlorures sont les plus néfastes : cela dépend des plantes et de l'importance des autres éléments.

**II.1.3. Les constitutions du sol :**

Le tableau suivant représente la constitution du sol

**Tableau II-4 : l'analyse de profil au laboratoire :**

Horizons		H1	H2	H3
Profondeur de prélèvement des échantillons (cm)		<b>0-35</b>	<b>35-80</b>	<b>80-120</b>
<b>Granulométrie</b>	Argile %	35,20	32,50	30,60
	Limon fin %	18,25	18,20	20,10
	Limon grossier %	9,50	12,45	11,36
	Sable fin %	20,60	18,20	26,89
	Sable grossier %	16,45	18,65	10,96
<b>Matière organique</b>	Matière organique %	1,45	0,56	0,39
	Carbone C ‰	8,55	3,3	2,3
	Azote N ‰	0,74	0,63	0,67
	C/N	11,56	5,23	3,43
<b>Reserve minérales</b>	CaCO <sub>3</sub> TOTAL %	12,04	22,8	21,5
	CaCO <sub>3</sub> ACTIF %	2 393	2 184	2 315
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ASSIMIL	28,95	30,44	31,45
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> TOTAL ‰	39,45	39,46	34,75
	K <sub>2</sub> O ASSIMIL en méq /100 g	28,95	30,44	31,45
	K <sub>2</sub> O TOTAL ‰	39,45	39,46	34,75
	GYPSE TOTAL %			
<b>Complexe absorbant</b>	Ca <sup>++</sup> en méq /100 g	22,5	16,5	16,5
	Mg <sup>++</sup> en méq /100 g	4,17	5,11	5,21
	K <sup>+</sup> en méq /100 g	1,13	0,36	0,47
	Na <sup>+</sup> en méq /100 g	1,52	2,04	1,39
<b>Solution du sol</b>	pH Eau	7,3	7,4	7,5
	C.E. mmhos/cm	0,1	0,05	0,11

## II.2. Les ressources en eau :

### II.2.1. Les ressources en eau souterraines :

Le caractère très préliminaire de ces ouvrages ne permet que l'établissement d'une estimation assez globale mais les impressions restent, compte tenu du faible intérêt hydrogéologique de cette zone, compatibles avec une estimation globale de la ressource.

Couvrant une superficie de 17 km<sup>2</sup>, le plateau d'el Asnam est limité au nord et au sud respectivement par les oueds Ed Dous et Zaiane, à l'est et à l'ouest, le plateau est bordé par des reliefs de faible altitude. La pente générale est 1 à 4 % montrant l'inclinaison du plateau dans le sens nord-sud ; les directions des écoulements de surface s'effectuent globalement dans ce sens (N-S)

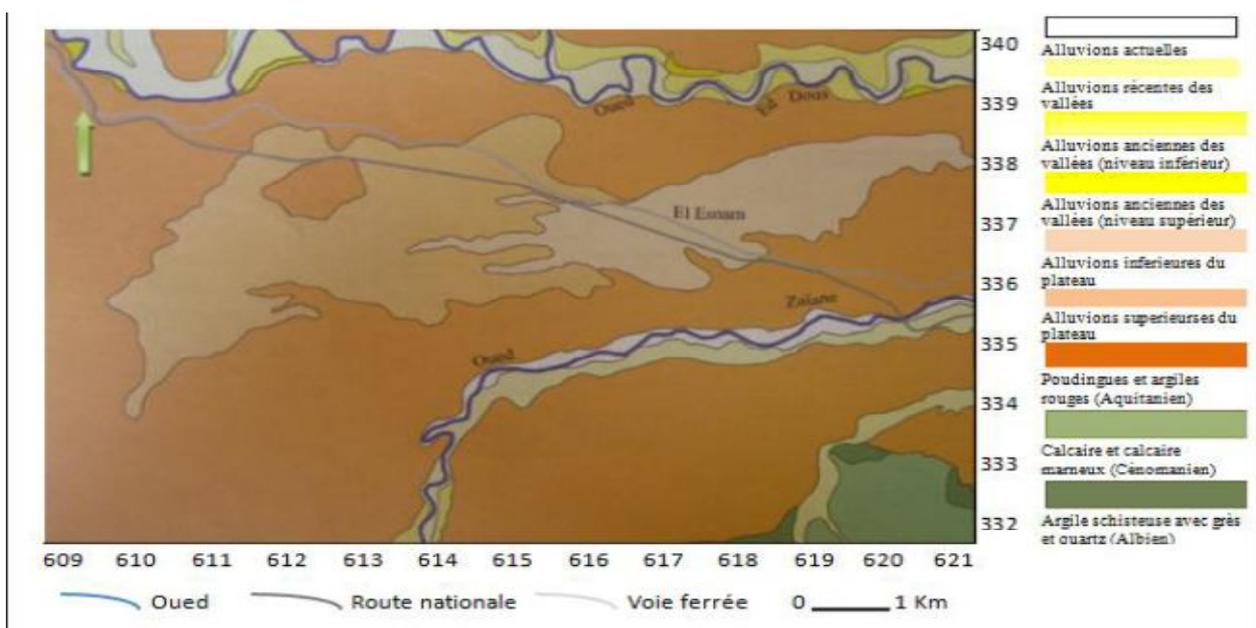
#### II.2.1.1. Géologie-géomorphologie :

Le secteur étudié, le plateau d'El-Asnam fait partie de l'ensemble des formations miocènes (post-nappes) qui se sont déposées dans la dépression de la Soummam

Il s'agit de conglomérat jaunâtre à rouge, de sable, de galets, d'argile compacte. Ces formations miocènes peuvent être observées le long d'Oued Ed Dous.

La figure montre l'existence de deux formations géologiques perméables à savoir :

- Les alluvions récentes des vallées : basse plaine, plus ou moins bien conservée, dans les vallées importantes, avec alluvions limono-sableuses et caillouteuses mélangées ;
- Les poudingues et argiles rouges (Aquitaniens) : formation alluviale puissante, où sont mêlés des lits ou des assises de galets, de sables, d'argiles sableuses ou d'argiles compactes. Son épaisseur maximum est de 150m à la bordure Nord de la feuille et se réduit progressivement vers le Sud (ANRH, 2009).



Source : DHW. Bouira (1995)

Figure II.1: Extrait de la carte géologique d'El Asnam

**II.2.1.2. Hydrogéologique :****II.2.1.2.1. Présentation de la formation Mio-quaternaire :**

Il couvre l'ensemble du plateau et présente une sédimentation grossière et des entités entièrement argileuses. Son épaisseur est assez variable et peut atteindre les 150m vers le Nord de la zone étudiée. Les niveaux les plus intéressants du point de vue hydrogéologique (formation d'une nappe libre) ont une épaisseur variant de 20 à 120m.

**II.2.1.2.2. Géométrie de l'aquifère :**

Le plateau d'El-Asnam est une dépression remplie par des sédiments alluvionnaires d'âge Miocène. L'épaisseur du Miocène varie d'Ouest en Est de 140m à 36m et du Nord au Sud de 50m à 90m, en passant par un maximum de 150m. L'ensemble aquifère a pour substratum les argiles. La formation de poudingues est limitée à l'Ouest, au Sud et à l'Est où les faciès deviennent plus argileux. La superficie occupée par cette formation est d'environ 31.25km<sup>2</sup>

**II.2.1.3. Hydrodynamisme****II.2.1.3.1. Piézométrie**

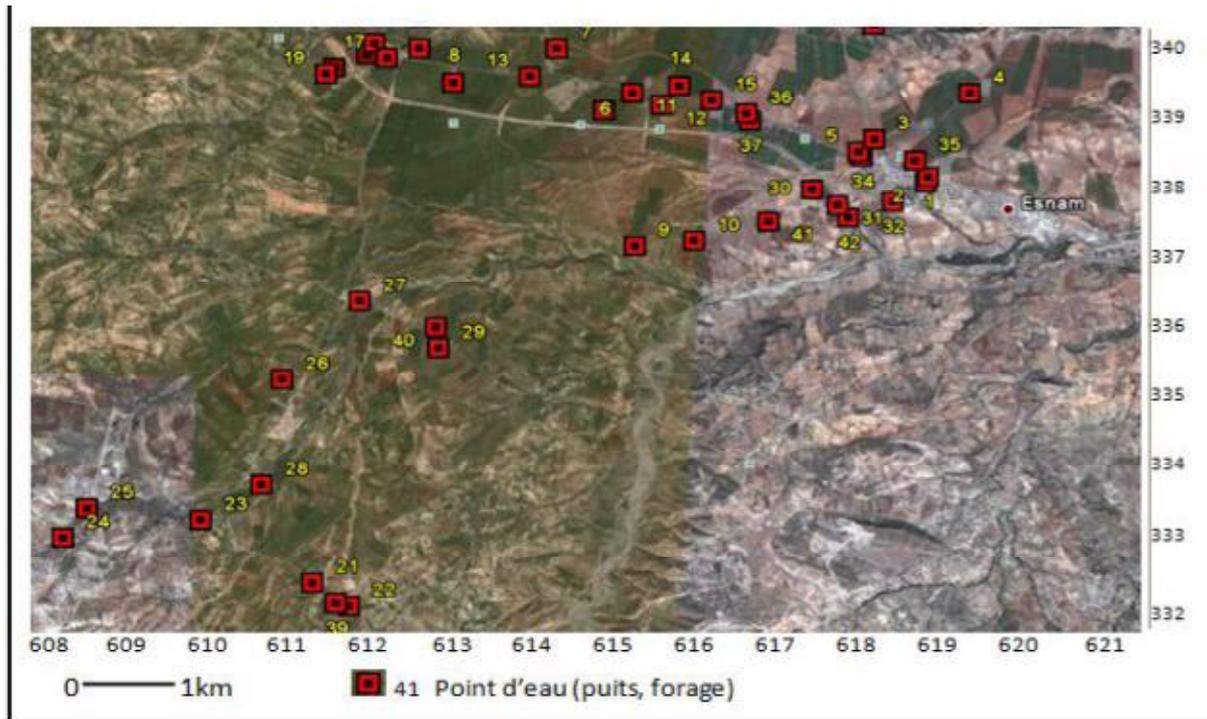
Après une étude ils ont assignés les objectifs suivants :

- Reconnaissance et inventaire des points d'eau .
- Mesure de la profondeur de l'eau à l'aide d'une sonde piézométrique de 50m à signalisation lumineuse, en vue de l'élaboration d'une carte piézométrique.

**II.2.1.3.2. Inventaire des points d'eau**

Dans la présente étude, tous les ouvrages captant la nappe alluviale nous ont intéressés, le nombre de point inventorié est de 41.

La plupart des points recensés représentés sur la figure sont des forages dont la profondeur ne dépasse pas les 120m, utilisés à la fois pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable.



Source : DHW (2010)

Figure II.2 : Carte d’inventaire des points d’eau

II.2.1.3.3. La carte piézométrique :

Le sens de l’écoulement souterrain suit deux directions : du Nord -Ouest vers le Sud –Est, traduisant le drainage de la nappe par l’Oued Zaiane.

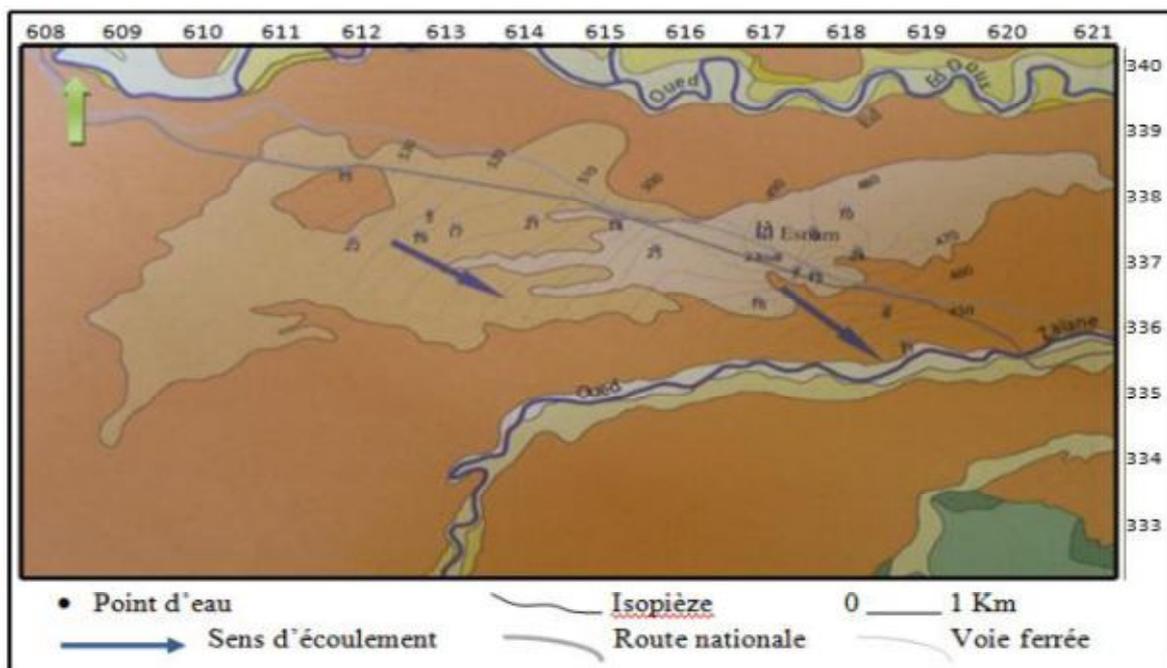


Figure II.3 : Carte piézométrique

**II.2.2. Ressource en eau de surface :****II.2.2.1. Barrage de Tilesdit :**

Le barrage de Tilesdit est situé sur l'oued Ed Dous dans la commune de Bechloul à Environ 47 km au Nord Est du chef lieu de la wilaya de Bouira, il a été mis en eau à partir de l'année 2003.

Les eaux de ce barrage dont la capacité est de 167 Hm<sup>3</sup> soit 167 millions de m<sup>3</sup> sont affectées comme suit :

- AEP : ville de Bouira et communes limitrophes : 20,23 Hm<sup>3</sup>/an ;
- Irrigation : Plateaux d'El Asnam (2 200 Ha) : 13,15 Hm<sup>3</sup>/an ;
- Vallée du Sahel (3 400 Ha) : 27,2 Hm<sup>3</sup>/an.



**Figure II.4 : barrage de Tilesdit**

**II.2.2.2. CARACTERISTIQUES GENERALES DU BARRAGE :**

Le barrage de Tilesdit appartient au bassin versant de la Soummam, caractérisé par :

- Surface de sous bassin versant : 843 Km<sup>2</sup> ;
- Précipitations moyennes : 655 mm/an ;
- Apports solides : 698 000T/an ;
- Apports moyens annuels : 83 Hm<sup>3</sup>.

Il est constitué par une digue en terre avec noyau argileux, d'une longueur en crête de 452 m et de 65 m de hauteur au dessus du lit de l'oued, une largeur de base de 256 m et un volume de remblai de 3 360 000 m<sup>3</sup>, à la côte 399,00 m NGA. Il comporte :

- Une tour de prise d'eau de 70 m de hauteur, munie de deux pertuis de prise ;
- Une vidange de fond de 355 m de longueur ;
- Une galerie d'injection de 150 m de longueur ;
- Un évacuateur de crues comprenant :
  - Un déversoir de largeur de 315 m
  - Un coursier de 315 m de longueur et 50 m de largeur ;
  - Un canal de restitution.

### II.2.2.3. Les paramètres de la retenue :

Capacité totale : **Wn =167.000.000m<sup>3</sup>**

Niveau normal de la retenue : **454.30m**

Niveau plus hautes eaux : **458.90m**

Capacité vitale : **147.000.000m**

Volume régularisé : **73.000.000m**

**Tableau II-5 : Les caractéristiques de la retenue du barrage de Tilesdit**

Niveau de la retenue normale(m) NGA	Niveau des plus hautes eaux (m) NGA	Capacité totale de la retenue (Hm <sup>3</sup> )	Capacité utile (Hm <sup>3</sup> )	Volume régularisé(Hm <sup>3</sup> )	Crue du projet (m <sup>3</sup> /s)	Crue de chantier (m <sup>3</sup> /s)
399,00	425,50	167	147	73	525	85

### II.2.2.4. Qualité des eaux d'irrigation :

Lorsqu'on veut réaliser un aménagement hydro-agricole il faut que l'eau exploitée pour l'irrigation réponde à certaines conditions qui garantissent le bon développement des plantes, et permet d'éviter les impacts négatifs sur la santé publique, l'environnement et le système d'irrigation.

La qualité de l'eau d'irrigation dépend des facteurs suivants :

- La concentration totale en sels dissous
- Le rapport de Sodium par rapport aux autres cations.
- La présence de Bore et d'autres éléments toxiques

Suivant l'analyse physico-chimique effectuée sur des échantillons prélevés, les caractéristiques de l'eau d'irrigation sont données par les tableaux suivants :

**Tableau II-6 : paramètres physico-chimiques.**

Paramètres	Unités	Résultats du premier prélèvement (08.03.2009)	Résultats du deuxième prélèvement (02.07.2009)
Ph	/	8,12	7,90
Conductivité à 25°C	µs/cm	505	615
Température °C	°C	13,5	20,5

**Tableau II-7: Minéralisation totale**

Paramètres	Unités	Résultats du premier prélèvement (08.03.2009)	Résultats du deuxième prélèvement (02.07.2009)
Calcium Ca <sup>++</sup>	mg/l	56	40,2
Magnésium Mg <sup>++</sup>		17,5	28,59
Sodium Na <sup>+</sup>		/	34,26
Chlorures Cl <sup>-</sup>		54,7	71,71
Sulfates SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>		/	65,97
Bicarbonate HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		217	209,84
Potassium K <sup>+</sup>		/	/

Source ADE Projet Bouira

Le bilan de qualité est établi à partir des analyses réalisées en application du programme réglementaire d'analyses, dans le cadre du contrôle sanitaire effectuée par le laboratoire d'analyse de l'ADE de Bouira.

La température est un critère physique important dans l'appréciation d'une eau. Elle joue un rôle dans :

- La solubilité des sels qui influe sur le pH ;
- La solubilité des gaz : l'augmentation de la température s'accompagne d'une diminution de la concentration de l'oxygène dissous ;

Le pH caractérise la notion d'acidité ou de basicité d'une eau.

#### II.2.2.5. La conductivité électrique :

C'est la capacité d'une solution à transmettre le degré de minéralisation d'une eau. La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en micro siemens par centimètre ( $\mu.s/cm$ ), elle constitue un critère d'appréciation de la minéralisation globale d'une eau, comme l'indique le tableau suivant ci-après :

**Tableau II-8:** Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

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

#### Remarque :

- C<sub>1</sub> : convient pour toutes les cultures
- C<sub>2</sub> : convient pour les plantes moyennement tolérantes.
- C<sub>3</sub> : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes
- C<sub>4</sub> : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

Les valeurs de la conductivité des eaux analysées et enregistrées dans le premier et le deuxième prélèvement qui sont respectivement **505  $\mu\text{s/cm}$** , et **615 $\mu\text{s/cm}$** , donc eau risque moyen.

#### II.2.2.6. Le SAR (Sodium Absorption Ratio) :

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

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

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

**Tableau II-9:** Classification des eaux en fonction de SAR

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

$$SAR = 5,84$$

$$C.E = 0.615 \text{ mmhos/cm}$$

On se réfère au diagramme de classification de l'eau d'irrigation ( Fig II.6), on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un degré d'alcalinité faible (C2-S1), se qui montre que ces eaux sont bonne pour irrigation .

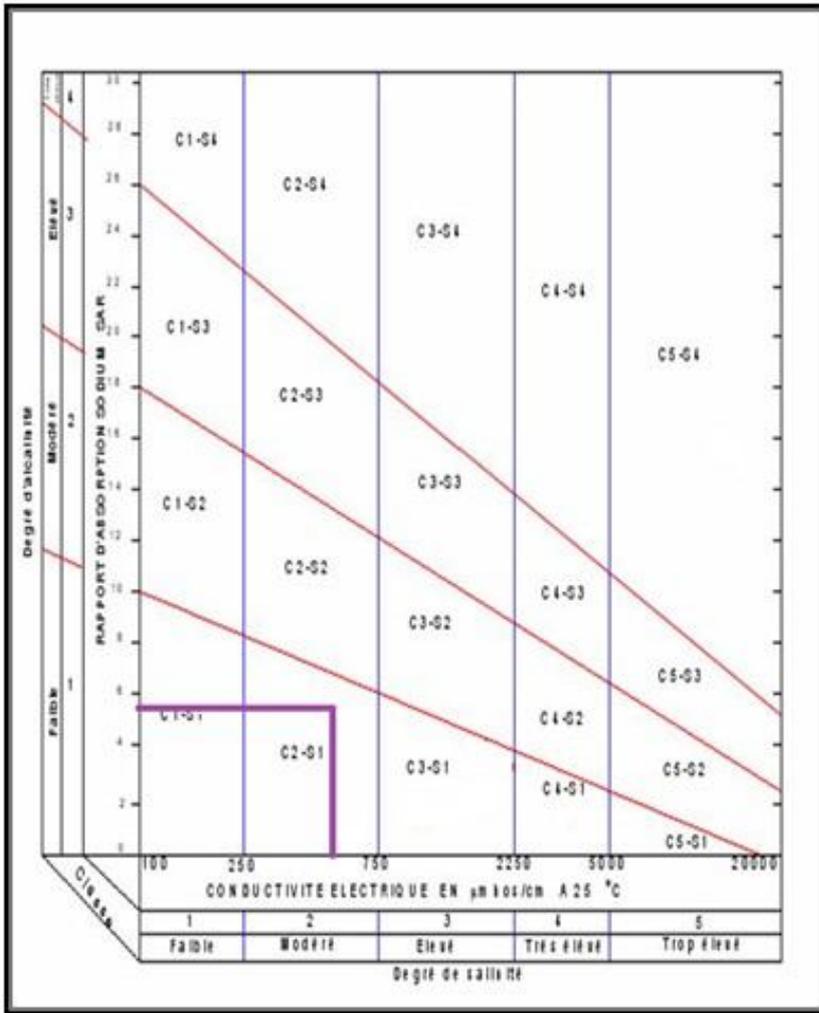


Figure II.6 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

**Conclusion :**

L'étude géologique révèle que le plateau d'EL ASNAM remplit par des sédiments alluviaux d'âge Miocène dont la nature lithologique de ces formations favorise l'infiltration et le stockage des eaux de pluies. L'étude hydrogéologique indique que l'épaisseur de plateau est assez variable et peut atteindre les 150 m vers le Nord. Le périmètre de plateau d'el Asnam, est riche en ressources en eau superficielle (eau du barrage), les eaux de barrages de Telsdit sont de classe C2-S1 ce qui montre que cette eau est acceptable pour l'irrigation.

# CHAPITRE III

LES BESOINS EN EAUX  
D'IRRIGATION

**Introduction :**

Les cultures pour se développer puisent du sol l'eau et les éléments nutritifs, la quantité d'eau donnée à la culture n'est pas entièrement absorbée par la culture, une partie percole et se perd en profondeur. L'eau qui constitue la plante est libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé, le reste est évaporé par le sol; l'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration, ce phénomène conditionne et détermine les besoins en eau des cultures.

**III.1. Calcul de l'évapotranspiration :**

L'évapotranspiration représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface couverte de végétation. Cette quantité est généralement exprimée par unité de surface et par unité de temps, en m<sup>3</sup>/ha/jour, en m<sup>3</sup>/ha/mois ou en m<sup>3</sup>/ha/an. Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en m m/jours par mois ou par ans.

**III.2 . L'évapotranspiration réelle :**

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

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

$$ETR = ET_0 * K_c$$

**ET<sub>0</sub>** : représente l'évapotranspiration standard définie par Penman (1956) comme étant la quantité d'eau transpirée par unité de temps pour une végétation courte et verdoyante, recouvrant complètement le sol ; de hauteur uniforme et qui ne manque jamais d'eau .Elle se calcule à partir de la formule de Penman –Monteith et des données climatiques de la région

**K<sub>c</sub>** : correspond au coefficient cultural, fonction du type de culture et de son état végétatif.

La pluie efficace, P eff, représente la fraction des précipitations qui est effectivement utilisée par la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation profonde, le choix de la méthode appropriée pour le calcul des précipitations efficaces demande une réflexion sérieuse .Différentes méthodes ont ainsi été développées, chacune prenant en compte le climat de la région où doivent s'effectuer les mesures, le logiciel CROPWAT 8.

**III.3. Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence:**

C'est l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau où le sol est à sa capacité de retentions, autrement dit c'est la limite maximale de l'évapotranspiration. Donc pour mieux prédire l'évapotranspiration, on a introduit une valeur de référence que l'on définit comme étant le taux d'évapotranspiration d'une surface du Gazon vert, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15 cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau.

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

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

En ce qui concerne notre étude, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel *CROPWAT* version 8, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de Mr *Penman&Monteith* modifiée.

**III.3.1. Méthode de MR PENMAN & MOTHEIT modifiée :**

En Angleterre, précisément en 1948, Mr *Penman&Monteith* a proposé une étude théorique de l'évapotranspiration en reliant inséparablement l'énergie solaire incidente. Cette formule est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considération l'effet de quelques paramètres météorologiques.

Les expériences ont montrés que la formule telle qu'elle est, s'applique mieux dans les régions humides, non loin de l'océan et essentiellement recouverte de végétation, que dans les zones arides ou semi-arides de faible humidité.

Pour cela, nous adaptons la nouvelle formule de Mr *Penman&Monteith* modifiée, qui prenne en compte l'effet du paramètre vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent compte des conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

L'expérience a montrée que l'expression obtenue, prédirait de près, l'évapotranspiration de référence, non seulement dans des régions humides et fraîches comme en Angleterre, mais aussi dans des zones très chaude et semi-aride.

La formule de Mr *Penman&Monteith*, modifiée, se présentant comme suite :

$$ET_0 = C * (W * R_n + (1 - W) * F(u)) * (ea - ed).$$

Où :

$ET_0$  : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm/jour.

$W$  : Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

$R_n$  : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/jour.

$F(u)$  : Fonction liée au vent.

$ea$  : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

$ed$  : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence ( $ea - ed$ ) constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

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

**Tableau III-1 : évapotranspiration de référence selon la méthode *Penman&Monteith* :**

Pays : Algérie		station climatique : El Asnam					
Altitude : 550m		latitude 36°N		longitude 3°E			
Mois	Temp. min	Temp. max	Humidité Relative %	Vent (Km/jours)	Insolation (heures)	Radiation (MJ/m <sup>2</sup> j)	$ET_0$ (mm/jours)
Janvier	3.6	12.1	77.0	224.6	5.4	9.2	<b>1.42</b>
Février	3.4	13.7	78.0	224.6	6.6	12.5	<b>1.90</b>
Mars	5.5	15.3	74.0	216.0	7.7	16.8	<b>2.81</b>
Avril	7.9	20.1	69.0	267.8	8.7	20.9	<b>3.93</b>
Mai	13.0	26.0	65.0	241.9	9.2	23.2	<b>5.04</b>
Juin	17.4	32.4	58.0	241.9	10.7	25.9	<b>6.69</b>
Juillet	20.1	36.0	51.0	233.3	10.7	25.6	<b>7.33</b>
Aout	21.0	33.8	49.0	216.0	9.9	23.2	<b>6.72</b>
Septembre	15.9	29.6	63.0	198.7	8.2	18.4	<b>4.56</b>
Octobre	13.2	25.5	71.0	172.8	7.7	14.7	<b>2.98</b>
Novembre	8.3	16.6	75.0	207.4	5.8	10.0	<b>1.79</b>
Décembre	4.6	13.1	80.0	224.6	5.4	8.5	<b>1.29</b>
Année	11.2	22.9	68	222	8.0	17.4	<b>3.87</b>

**III.4. Calcul de la pluie efficace :**

On peut définir la pluie efficace comme étant la fraction des précipitations contribuent effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeur ....etc.

Ces pertes sont estimées de 20 % de la pluie tombée .

Pluies efficace (en mm/mois)=A\*pluies mensuelles de 80% (mm/mois)

Les valeurs moyennes mensuelles de Peff qui sont calculé avec cropwat sont regroupées dans le tableau suivant :

**Tableau III-2 : Les valeurs mensuelles de la pluie efficace**

Mois	Jan	fév	mars	avril	mai	Juin	juil.	aout	sept	Oct	nov	déc.
<b>P<sub>80%</sub></b>	33.88	23.37	22.01	25.84	20.98	5.02	3.43	4.69	18.64	20.58	26.32	32.40
<b>P<sub>eff</sub></b>	27.10	18.70	17.61	20.67	16.78	4.02	2.74	3.75	14.91	16.46	21.06	25.92

**III.5. Efficience de l'irrigation:**

L'efficience d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation.

La différence entre les deux volumes indique les pertes

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

$$E_i = E_t \cdot E_d \cdot E_u$$

Avec:  $E_i$ : Efficience d'irrigation en (%)

$E_e$  : Efficience de transport (%)

$E_d$  : Efficacité de type de distribution en (%)

$E_u$  : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation exacte des pertes est très difficile et même presque impossible, suite des multiples variables qui interviennent.

On considère une efficience globale, produit entre les trois efficacités décrites ci-dessus égalé à 0.75 .

**III.6. Les cultures adaptées à la zone d'étude :**

Afin de quantifier les besoins en eau des cultures, on doit étudier l'évolution de la répartition culturale de la situation existante et celle projetée dans le plateau. Ce passage permettra l'augmentation des superficies occupées par les cultures rémunératrices.

on a choisie une surface de 506.53ha ou on trouve différentes cultures :

Les céréales ; les cultures maraichères ; fourrager et les arboricultures.

**III.6.1. La répartition des cultures :**

La répartition des cultures sur les 506.53ha sont représentées dans le tableau suivants :

**Tableau III-3 : Répartition des cultures :**

Type des cultures	Surface occupé (ha)	Surface occupé %
<b>Céréales</b>	<b>199.60</b>	<b>39.40</b>
Blé	102.43	51.32
Orge	97.17	48.68
<b>Culture maraichères</b>	<b>82.34</b>	<b>16.25</b>
Tomate	31.69	38.48
Pomme de terre	50.65	61.52
<b>Fourrages</b>	<b>90.27</b>	<b>17.82</b>
Mais fourrager	50.16	55.56
Sorgho Fourrager	40.11	44.44
<b>Arboriculture</b>	<b>134.32</b>	<b>26.52</b>
Agrumes ( orange)	51.37	38.24
Vignes	25.92	19.30
Olivier	57.03	42.46
<b>Surface total</b>	<b>506.53</b>	<b>100</b>

Tableau III-4 :Calendrier Culturel :

<i>Cultures</i>		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Céréales	Blé	■											■	■
	Orge	■											■	■
Maraichage	Tomate			■										
	Pomme de terre				■									
Fourragère	Mais fourrager				■									
	Sorgho fourrager				■									
Arboriculture	Agrumes	■												
	Vignes	■												
	Oliviers	■												

III.6.2.Calculs les besoins en eau de chaque culture :

Pour le calcul des besoins ,toutes les données sont resumées dans le tableau suivant :

cultures	Texture du sol	Hcc-hpf (mm)	Y	Z	RFU (mm)
maraichere	Limono-argileuse	150	0.5	2/3	55
céreele	Limono-argileuse	150	0.8	2/3	88
arboriculture	Limono-argileuse	150	1.2	2/3	120

Tableau III-5 : Résultats de calcul des besoins en eau pour le blé.

Mois	ET <sub>0</sub>	K <sub>c</sub>	ETM mm/j	ETM mm/mois	P <sub>eff</sub> (mm)	RFU (mm)	Besoins (mm)
Nov	1.79	0.3	0.537	16.11	21.06	88	92.95
Dec	1.29	0.65	0.645	19.99	25.92	88	93.93
Jan	1.42	0.7	0.994	30.81	27.10	88	84.29
Fev	1.90	0.8	1.52	42.56	18.70	88	64.14
Mars	2.81	0.85	2.81	87.11	17.61	88	18.50
Avril	3.93	1.0	4.284	128.52	20.67	88	-19.85
Mai	5.04	0.95	4.435	137.48	16.78	88	-32.70
Juin	6.69	0.8	5.352	160.56	4.02	0	-156.54

**Tableau III-6 : résultats de calcul des besoins en eau de l'orge :**

Mois	ET <sub>0</sub> mm/j	K <sub>c</sub> coeff	ETM mm/j	ETM mm/mois	P <sub>eff</sub> (mm)	RFU (mm)	Besoins (mm)
Nov	1.79	0.34	0.608	18.24	21.06	88	90.82
Dec	1.29	0.81	1.045	32.39	25.92	88	81.53
Jan	1.42	1	1.420	44.02	27.10	88	71.08
Fev	1.90	1.2	1.900	53.2	18.70	88	53.50
Mars	2.81	1.24	3.372	104.53	17.61	88	1.08
Avril	3.93	1	3.930	117.90	20.67	88	-9.23

**Tableau III-7: résultats de calcul des besoins en eau de tomate**

Mois	ET <sub>0</sub> mm/j	K <sub>c</sub> coeff	ETM mm/j	ETM mm/mois	P <sub>eff</sub>	RFU	Besoins
Mars	2.81	0.45	1.264	39.20	17.61	55	33.41
Avril	3.93	0.85	3.340	100.21	20.67	55	-24.54
Mai	5.04	1.02	5.141	159.36	16.78	55	-87.58
Juin	6.69	0.85	5.686	170.59	4.02	0	-166.57
Juil	7.33	0.75	5.497	170.42	2.74	0	-167.68

**Tableau III-8: résultats de calcul des besoins en eau de pomme de terre**

Mois	ET <sub>0</sub> mm/j	K <sub>c</sub> coeff	ETM mm/j	ETM mm/mois	P <sub>eff</sub>	RFU	Besoins
Avril	3.93	0.45	1.768	53.05	20.67	55	22.62
Mai	5.04	0.85	4.284	132.80	16.78	55	-61.02
Juin	6.69	1.25	8.362	250.86	4.02	0	-246.84
Juill	7.33	1.38	10.115	313.56	2.74	0	-310.82

**Tableau III-9 : résultats de calcul des besoins en eau de maïs fourrager**

Mois	ET <sub>0</sub> mm/j	K <sub>c</sub> coeff	ETM mm/j	ETM mm/mois	P <sub>eff</sub> (mm)	RFU (mm)	Besoins (mm)
Avril	3.93	0.50	1.965	58.95	20.67	88	49.72
Mai	5.04	0.70	3.528	109.36	16.78	88	-4.88
Juin	6.69	1.02	6.823	204.69	4.02	0	-200.67
Juill	7.33	1.10	8.063	249.95	2.74	0	-247.21
Aout	6.72	1.05	7.056	218.73	3.75	0	-214.98
Sept	4.56	0.95	4.332	129.96	14.91	88	-27.05

**Tableau III-10 : résultats de calcul des besoins en eau de sorgho fourrager**

Mois	ET <sub>0</sub> mm/j	K <sub>c</sub> coeff	ETM mm/j	ETM mm/mois	P <sub>eff</sub>	RFU	Besoins
Avril	3.93	0.5	1.965	58.95	20.67	88	49.72
Mai	5.04	0.5	2.520	78.12	16.78	88	26.66
Juin	6.69	1.05	7.024	210.72	4.02	0	-206.70
Juill	7.33	0.95	6.963	215.85	2.74	0	-213.11
aout	6.72	0.70	4.704	145.82	3.75	0	-142.07
sept	4.56	0.75	3.420	102.60	14.91	0	-87.69

**Tableau III-11: résultats de calcul des besoins en eau de l'agrumes**

Mois	ET <sub>0</sub> mm/j	K <sub>c</sub> coeff	ETM mm/j	ETM mm/mois	P <sub>eff</sub> (mm)	RFU (mm)	Besoins (mm)
Sept	4.56	0.68	3.101	93.02	14.91	0	-78.11
Oct	2.98	0.67	1.996	61.89	16.46	120	74.57
Nov	1.79	0.66	1.181	35.44	21.06	120	105.62
Dec	1.29	0.65	0.838	25.99	25.92	120	119.93
Jan	1.42	0.64	0.908	28.14	27.10	120	118.96
Fev	1.90	0.66	1.254	35.11	18.70	120	103.59
Mars	2.81	0.68	1.910	59.21	17.61	120	78.40
Avril	3.93	0.70	2.751	82.53	20.67	120	58.14
Mai	5.04	0.71	3.578	110.92	16.78	120	25.86
Juin	6.69	0.72	4.816	144.48	4.02	0	-140.46
Juill	7.33	0.72	5.277	163.60	2.74	0	-160.86
Aout	6.72	0.70	4.704	145.82	3.75	0	-142.07

**Tableau III-12: résultats de calcul des besoins en eau de vignes :**

Mois	ET <sub>0</sub> mm/j	K <sub>c</sub> Coeff	ETM mm/j	ETM mm/mois	P <sub>eff</sub>	RFU	Besoins
Sept	4.56	0.65	2.964	88.92	14.91	0	-74.01
Oct	2.98	0.50	1.490	46.19	16.46	120	90.27
Nov	1.79	0.35	0.626	18.78	21.06	120	122.28
Dec	1.29	0.20	0.258	7.998	25.92	120	137.93
Jan	1.42	0.20	0.284	8.804	27.10	120	138.30
Fev	1.90	0.25	0.475	13.30	18.70	120	125.40
Mars	2.81	0.30	0.843	26.13	17.61	120	111.48
Avril	3.93	0.50	1.965	58.95	20.67	120	81.72
Mai	5.04	0.70	3.528	109.37	16.78	120	27.41
Juin	6.69	0.80	5.352	160.56	4.02	0	-156.54
Juill	7.33	0.80	5.864	181.78	2.74	0	-179.04
Aout	6.72	0.75	5.040	156.24	3.75	0	-152.49

Tableau III.13.résultat de calcul des besoins en eau d'olivier

Mois	ET <sub>0</sub> mm/j	K <sub>c</sub> coeff	ETM mm/j	ETM mm/mois	P <sub>eff</sub>	RFU	Besoins
Sept	4.56	0.7	3.192	95.76	14.91	0	-80.85
Oct	2.98	0.6	1.788	55.43	16.46	120	81.03
Nov	1.79	0.6	1.074	32.22	21.06	120	108.84
Dec	1.29	0.6	0.774	23.99	25.92	120	121.93
Jan	1.42	0.5	0.710	22.01	27.10	120	125.09
Fev	1.90	0.5	0.95	26.60	18.70	120	112.10
Mars	2.81	0.5	1.405	43.55	17.61	120	94.06
Avril	3.93	0.6	2.358	70.74	20.67	120	69.93
Mai	5.04	0.7	3.528	109.37	16.78	120	27.41
Juin	6.69	0.9	6.021	180.63	4.02	0	176.61
Juill	7.33	1.1	8.063	249.95	2.74	0	-247.21
Aout	6.72	1.1	7.392	229.152	3.75	0	-225.40

Tableau III-14 : besoins mensuels en eau (mm) des cultures :

Mois	blé	orge	tomate	P. terre	Mais fourrager	Sorgho fourrager	Agrume	vignes	olivier	total
<b>Septembre</b>					27.05	87.69	78.11	74.01	80.85	<b>347.71</b>
<b>Octobre</b>							74.57	90.27	81.03	<b>245.87</b>
<b>Novembre</b>	92.95	90.82					105.62	122.28	108.84	<b>520.51</b>
<b>Décembre</b>	93.93	81.53					119.93	137.93	121.93	<b>555.25</b>
<b>Janvier</b>	84.29	71.08					118.96	138.30	125.09	<b>537.72</b>
<b>Février</b>	64.14	53.50					103.59	125.40	112.10	<b>458.73</b>
<b>Mars</b>	18.50	1.08	33.41				78.40	111.48	94.06	<b>336.93</b>
<b>Avril</b>	19.85	9.23	24.54	22.62	49.72	49.72	58.14	81.72	69.93	<b>385.47</b>
<b>Mai</b>	32.70		87.58	61.02	4.88	26.66	25.86	27.41	27.41	<b>593.52</b>
<b>Juin</b>	156.54		166.57	246.84	200.67	206.70	140.46	156.54	176.61	<b>1450.9</b>
<b>Juillet</b>			167.68	308.66	247.21	213.11	160.86	179.04	247.21	<b>1525.9</b>
<b>Aout</b>					214.98	142.07	142.07	152.49	225.40	<b>877.01</b>

**III.6.2.1. Les besoins d'irrigation nets, Bnet :**

C'est le volume ou la hauteur d'eau d'irrigation théorique nécessaire pour obtenir une production optimale sur l'ensemble de la surface cultivée

(On exclut les pertes et la contribution des autres ressources).

**III.6.2.2. Les besoins d'irrigation brut, Bbrut:**

C'est le volume ou la hauteur d'eau d'irrigation nécessaire en pratique y compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

$$\mathbf{Bbrut = Bnet / Eff (mm/j)}$$

$B_{brut}$  : besoin brut

$B_{net}$  : besoin net

$E_{ff}$  : 0,75

Les besoins sont reportés dans le tableau suivant récapitule les résultats.

**Tableau III-15: Les besoins totaux en eau d'irrigation**

Culture	Superficie (Ha)	Besoin en eau net (mm)	Besoin en eau net (m3/Ha)	Efficiencie	Besoin en eau brute (m3/Ha)	Besoins bruts (m <sup>3</sup> )
Blé	102.43	562.90	5629.0	0.75	7505.33	768771.29
Orge	97.17	307.24	3072.4	0.75	4096.53	398060.14
Tomate	31.69	479.78	4797.8	0.75	6397.06	202723.04
Pomme de terre	50.65	641.30	6413.0	0.75	8550.67	433091.27
Mais fourrager	50.16	717.46	7174.6	0.75	9566.13	479837.25
Sorgho fourrager	40.11	638.26	6382.6	0.75	8510.13	341341.48
Agrumes	51.37	1206.57	12065.7	0.75	16087.6	826420.01
Vignes	25.92	1396.87	13968.7	0.75	18624.93	482758.27
oliviers	57.03	1470.46	14704.6	0.75	19606.13	1118137.78
						<b>5051140.53</b>

**Conclusion :**

Ce chapitre a pour objectif, l'estimation des besoins en eau des cultures pour la culture choisie choisi.

# CHAPITRE IV

CHOIX ET DECOUPAGE DES  
ILOTS D'IRRIGATION

**Introduction :**

Le réseau de distribution d'eau est essentiellement constitué par des canalisations enterrées, livrant l'eau aux différentes exploitations agricoles par l'intermédiaire des bornes (prises) d'arrosages.

Le terme « Ilot d'irrigation » décrit l'unité Hydro – agricole alimentée par une seule prise d'irrigation.

La borne d'irrigation représente le point limite du système de distribution ou l'administration du réseau d'irrigation intervenant dans la gestion de l'eau.

En aval de la prise, la gestion de l'eau est à la charge de l'exploitant, ou d'un groupe d'exploitants.

La manœuvre de prise (ouverture ou fermeture) est assurée par l'agriculture, qui ainsi dispose de l'eau en permanence. Donc le découpage des ilots sera basé sur le parcellaire existant.

Dans ce chapitre, nous considérons d'abord les différents facteurs concernant le dimensionnement et le découpage des îlots.

**IV.1.Description de schéma de distribution :**

Le principe de distribution de cette variante consiste à projeter d'un réservoir de stockage, a pour rôle de stocker l'eau pour alimenter le périmètre de d'EL-ESNAM et combler le déficit d'eau dans les périodes de sécheresse

Ce réservoir, alimenté à partir du barrage TILES DIT. La station de pompage est directement raccordée à la conduite de vidange de fond de la retenue, celle-ci permet d'utiliser la pression variable du niveau d'eau dans la retenue ce qui amène à une diminution appréciable de la consommation en énergie électrique.

Le barrage se trouve à une dizaine de Km au Nord-Ouest de la ville de BECHLOUL et il est implanté sur l'oued ED DOUS.

La station de pompage du périmètre du plateau d'EL-ESNAM implantée en amont du barrage de TILES DIT dans le coté droit de la digue à quelque centaines de mètres du trop plein (déversoir du barrage)

La station de pompage est destinée à refouler l'eau vers un bassin de régulation (réservoir) d'une capacité d'accumulation de 20000 m<sup>3</sup>. situé à l'extérieur du périmètre d'étude.

**Tableau IV-1 : Caractéristiques du bassin de stockage .**

Côte de terrain (m NGA)	Volume de bassin (m <sup>3</sup> )	longueur de bassin (m)	largeur de bassin (m)	hauteur de bassin (m)
580	20000	135	50	3

#### **IV.2.SCHEMA TECHNIQUE DE L'IRRIGATION :**

Le schéma technique de l'irrigation comporte les choix :

- de la source d'eau.
- De la prise d'eau.
- Du procédé d'amenée d'eau jusqu'aux parcelles irriguées.
- Du procédé de distribution sur la surface irriguée.

Le choix du schéma de l'irrigation est effectué sur la base des calculs technico -économiques préliminaires.

Le tracé de réseau est projeté suivant le principe de proximité : plus courte distance pour relier l'ensemble des bornes au réseau de conduites principales ,en tenant compte des contraintes du terrain qui limitent fortement les possibilités de choix :les règles généralement suivies sont les suivantes :

- La recherche d'un tracé au plus court et avec le minimum de changement de direction concerne principalement les conduites maitresses celles de plateau .
- Eviter dans la mesure du possible de faire passer les conduites en plein champs
- Essayer de positionner les bornes le plus proche de chaque parcelle
- Les conduites suivront au maximum (dans la mesure du possible) les routes et pistes.

#### **IV.3. Taille des îlots d'irrigation :**

Comme il vient d'être indiqué ci-dessus la taille des îlots d'irrigation variera selon les possibilités pratiques de découpage des îlots en fonction de la situation foncière existante .en outre ; la taille de l'îlot doit -être déterminée en fonction des facteurs suivants :

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

**IV.4. Débit fictif continue :**

Le débit fictif continu à la parcelle, est en général basé sur la satisfaction des besoins en eau de la culture la plus exigeante.

Le débit fictif continu se calcul par la relation suivante :

Tel que :

Bm: Besoins mensuels maximum net en m<sup>3</sup>/ha.

T : Temps d'irrigation par jour = 20h/j.

t : Durée d'irrigation en jours = 30 jours

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

Il est calculé par la formule suivante :

Qcar= qs. S

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

S : la superficie totales à irriguer = 506.53ha

- les besoins de pointe sont de 1525.90mm

$$qs = \frac{Bnet*10*1000}{Nj*Ni*3600*Ei} \text{ L/s/ha}$$

Après le calcul on trouve le débit spécifique égal 8.41l/s/ha est supérieur a 1.5 l/s/h donc on prend la valeur de débit spécifique de la culture la plus exigeant du mois de pointe.

On a le Bnet =308.66 mm/mois

On va calculer le débit spécifique :

$$qs = \frac{Bnet*10*1000}{Nj*Ni*3600*Ei} \text{ L/s/ha}$$

$q_s = 1.45 \text{ l/s/ha}$  est inférieur à  $1.5 \text{ l/s/ha}$

$q_s = 1.45 \text{ l/s/ha}$  est inférieur à  $1.5 \text{ l/s/ha}$  donc le choix reste valable

$$Q_{car} = q_s * S = 1.45 * 506.53 = 734.50 \text{ l/s} = 0.7345 \text{ m}^3/\text{s}$$

Notre débit de consommation journalier est. :

$$Q_j = 63460.80 \text{ m}^3/\text{j}$$

**Tableau IV-2 : calcul du débit fictif continu des différentes cultures.**

Les cultures	Besoins du mois de point	Debit fictif continue (l/s/ha)	Surface (ha)	Dcar l/s
Blé	153.46	0.95	102.43	97.30
Orge	107.06	0.66	97.17	64.13
Tomate	165.52	1.02	31.69	32.32
pomme de terre	308.66	1.45	50.65	73.44
Mais forager	245.05	1.42	50.16	71.22
Sorgho forager	211.05	1.30	40.11	42.14
Agrumes	158.70	0.97	51.37	49.83
Vigne	176.88	1.09	25.92	28.25
Olivier	247.21	1.52	57.03	86.68

#### IV.5. Débit d'équipement :

Le débit fourni par la prise doit correspondre à une main d'eau compatible avec le système d'irrigation adopté au niveau de l'exploitation. Plusieurs facteurs peuvent faire varier la valeur à choisir pour le module ; le premier de ces facteurs, est la méthode d'arrosage, plus elle est perfectionnée, plus le module pourra être réduit ; si les surfaces à mettre en eau sont petites on peut judicieusement donner de petites quantités d'eau.

Le module est également à déterminer en fonction de l'état général du sol, et de sa pente.

On peut choisir un module lorsque le sol est bien nivelé et la pente convenable.

La perméabilité du sol est le facteur prédominant, normalement, les mains d'eau plus grandes ne sont nécessaires que sur les grands bassins avec des sols relativement perméables. En résumé, le problème est de choisir pour le module une valeur satisfaisante aux conditions citées ci-dessus.

On note que ces conditions, ont été déjà définies dans les paragraphes précédents.

Le module, pour rester commode, pratique et économique on a opté pour une main d'eau qui doit se situer entre 15 et 30 l/s.

#### **IV.6. Découpage des ilots :**

Chaque parcelle est découpée en ilots dont la surface doit être :

- la plus constante possible
- compatible avec le débit disponible à la borne et si possible inférieure
- compatible avec le nombre total d'ilots possible dans une journée

#### **IV.7 : Prise d'irrigation :**

##### **IV.7.1 : Situation de la prise :**

Chaque îlot sera desservi par une prise d'irrigation sur le réseau de distribution par conduites qui suivent les limites de ces îlots.

Par conséquent, la prise serait toujours située sur la limite de l'îlot, sur le côté amont ; dans le cas de petites surfaces et au centre dans le cas de grandes parcelles.

- le débit de la prise est calculé pour satisfaire les besoins en eau de la culture la plus exigeante au mois de pointe .
- la manœuvre de la prise (ouverture et fermeture) est assurée par l'agriculture, qui ainsi dispose de l'eau en permanence.

Le principe de distribution de cette variante consiste à projeter d'un réservoir de stockage, a pour rôle de stocker l'eau pour alimenter le périmètre de d'EL-ESNAM et combler le déficit d'eau dans les périodes de sécheresse.

**IV.7.2. Calcul de débit aux bornes :**

Le tableau suivant résume les valeurs de débit pour chaque borne

**Tableau VI.3.les valeurs de débit pour chaque borne**

Surface des îlots	N° De la borne	Nombre des prises	Débit de la borne l/s/ha
29.73	N01	1	43.10
26.43	N02	1	38.32
23.27	N03	1	33.74
27.92	N04	1	40.48
23.56	N05	1	34.16
29.52	N06	1	42.80
22.71	N07	1	32.93
24.35	N08	1	35.30
15.39	N09	1	22.31
15.38	N10	1	22.30
25.92	N11	1	37.58
27.62	N12	2	82.69
29.41			
24.72	N13	2	73.80
26.20			
26.61	N14	1	38.58
22.76	N15	2	67.77
23.98			
15.47	N16	1	22.43
18.16	N17	1	26.33
15.42	N18	1	22.36
13.12	N19	1	19.02
20.17	N20	1	29.25

**Conclusion :**

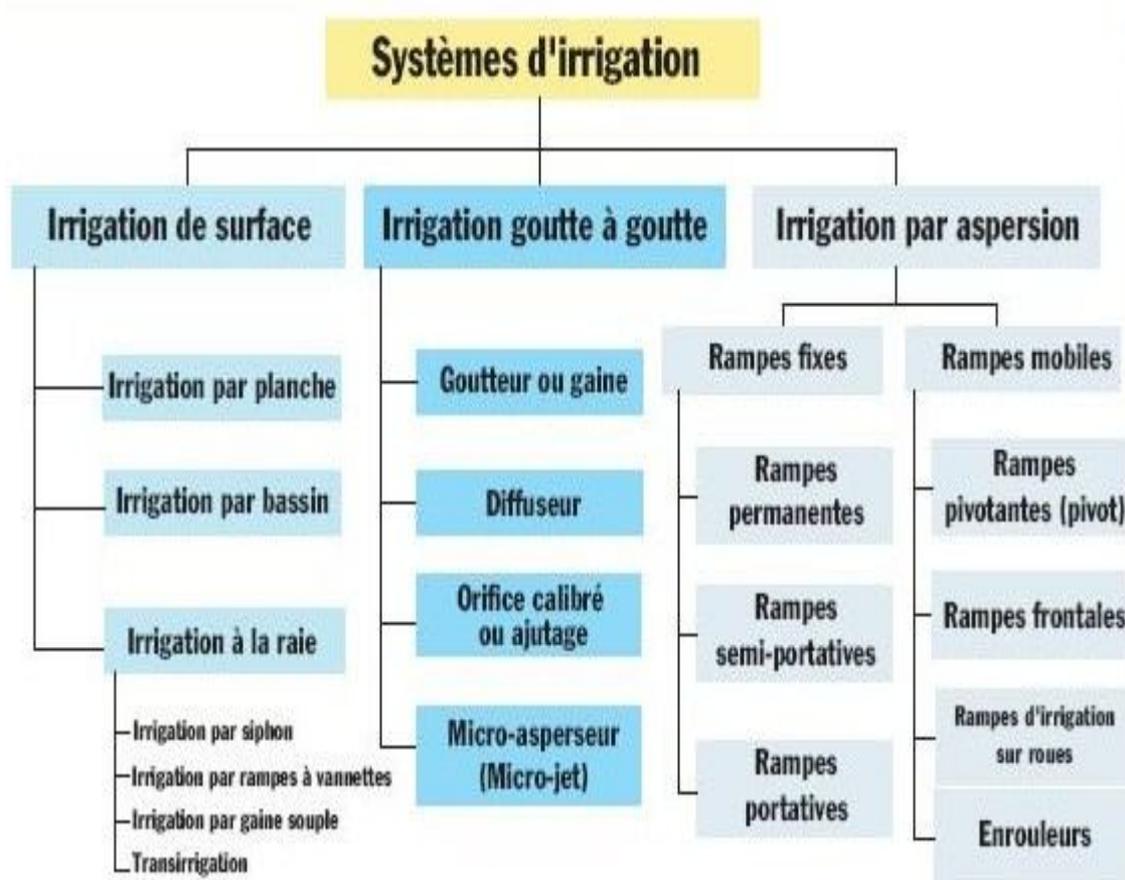
Notre îlot choisi est de surface de 26.20 ha, ses sols sont d'adaptent mieux a la culture de l'olivier.

# CHAPITRE V

LES TECHNIQUES D'IRRIGATION

**Introduction :**

L'irrigation est l'humidification artificielle du sol de telle manière que les plantes en tirent le maximum de profit; en effet il existe plusieurs techniques pour la faire et chacune de ces Techniques présente des avantages et des inconvénients.

**V.1. Classification des techniques d'irrigation :****V.1.1. Irrigation gravitaire:**

Mode d'irrigation qui consiste à transporter l'eau jusqu'au bord et à l'intérieur des parcelles dans des canaux aménagés suivant la pente naturelle.

Dans cette technique on distingue plusieurs systèmes telle que :

- L'irrigation par planches de ruissellement
- L'irrigation à la raie
- L'irrigation par submersion.

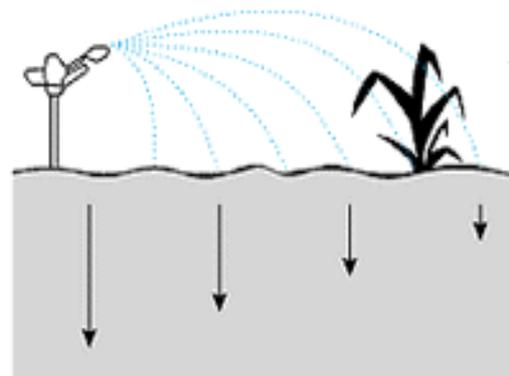
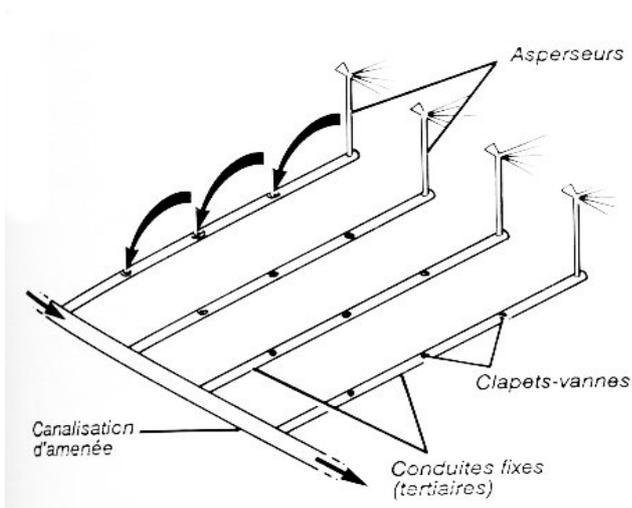


**Figure V.1: Irrigation gravitaire.**

### V.1.2. Irrigation par aspersion :

L'irrigation par aspersion reproduit le phénomène naturel de la pluie, en maîtrisant l'intensité et la hauteur de la précipitation. Cette technique nécessite des conditions de pression moyenne à forte (de 3 à 6 bars à la buse).

Au niveau de l'asperseur, pièce maîtresse du dispositif, une buse crée un jet et l'oriente vers la cuillère. Le bras mobile est activé par le jet. Le ressort de rappel provoque le retour du bras mobile et assure ainsi la rotation de l'asperseur.



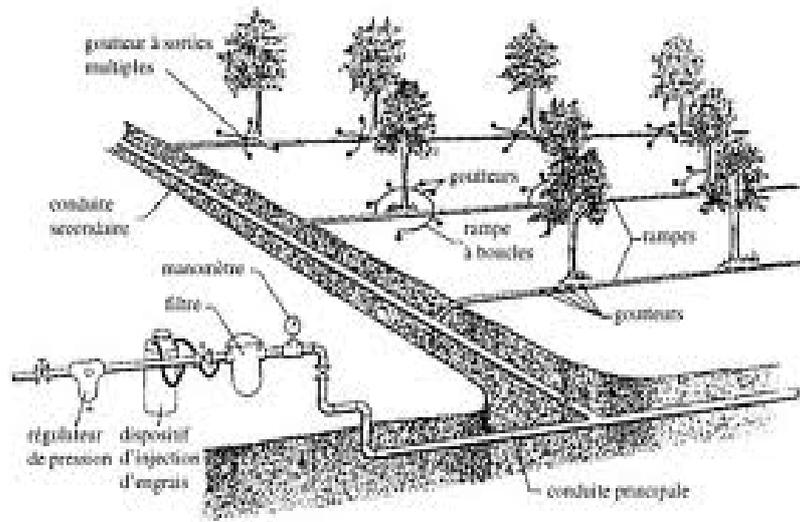
**FigureV.3 :Aspersion.**

**Figure V.2: Le matériel d'irrigation par aspersion.**

**V.1.3 .Irrigation localisée (micro - irrigation) :**

La distribution de l'eau se fait avec un réseau sous pression posé sur le sol où suspendu où partiellement enterrer entraînant l'humidification d'une partie seulement du sol.

Le réseau contient des rampes souples où demi-dures perforées ou munies à intervalles variables selon les cultures de dispositifs distributeurs tels que les ajutages ; les goutteurs et les mini- diffuseurs.



**Figure V.4 : Irrigation goutte à goutte.**



**Figure V.5: Goutteur.**

**VI.1.4. Irrigation souterraine :**

Elle fonctionne inversement que le drainage; l'eau est envoyée sous légère pression dans des drains enterrés et remonte alors par capillarité. ce mode de distribution peut être varié.

- tuyaux très poreux continuellement en charge et laissant diffuser l'eau nécessaire dans le sol.
- Galeries.
- Drains ordinaires.

Dans le cas des arbres, les drains sont enterrés à une cinquantaine de centimètres

**V.2. Les avantages et les inconvénients des techniques d'irrigation****V.2.1. Irrigation gravitaire :****V.2.1.1. Les avantages :**

- Coût d'investissement faible à la parcelle pour l'agriculteur
- Techniques anciennes, bien connues
- Pas d'apport énergétique extérieur
- Alimentation des nappes phréatiques
- Augmentation de la biodiversité

**V.2.1.2 Les inconvénients :**

- Temps de main d'œuvre pour la répartition et la surveillance important
- Faible efficacité
- Pollution possible par déversement
- Inadaptation aux sols très filtrants
- Planage nécessaire à la parcelle
- Desserte de la parcelle en générale assurée par des canaux, qui viennent cloisonner et figer les parcelles. (Cet inconvénient disparaît dans le cas des dessertes par canalisations enterrées à basse pression)
- Pertes d'eau importantes dans les canaux selon la nature du sol
- Surface consommée par les canaux et rigoles.

**V.2.2. Irrigation par aspersion :****V.2.2.1. Les avantages :**

- Possibilité d'arroser tous les types de sols
- Possibilités de réaliser des installations mobiles, susceptible de déplacer suivant de la nature des cultures, ce qui facilite la rotation culturales
- Avec les matériels entièrement automatiques, possibilité de réaliser des arrosages à faible dose et à cadence rapide

- Possibilités de réaliser des installations de protection contre les gelés radiatives au printemps
- Oxygénation de l'eau projetée en pluie, favorable dans le cas d'utilisation d'eaux résiduaires réductrices

#### **V.2.2.2. Les inconvénients :**

- Dépenses énergétiques élevées, parfois prohibitives dans les pays où l'énergie est chère.
- Difficultés d'utilisation et efficacité réduite en région ventées
- Obligation de multiplier les traitements phytosanitaires en raison de lavage des appareils foliaires
- Mouillage des feuilles favorisant les maladies cryptogamiques chez certaines espèces végétales.
- Mauvaise adaptation aux sols
- Possibilités réduites pour l'arrosage avec des eaux résiduaires (formation des aérosols)
- Déplacement des matériels difficile dans les zones à culture haute
- Ne convient pas aux eaux salées sur beaucoup de cultures (risque de brûlure des feuillages)

#### **V.2.3. Irrigation localisée**

##### **V.2.3.1 Les Avantages :**

- Excellente efficacité d'arrosage à la parcelle (à condition que la technique soit parfaitement maîtrisée);
- Excellent rendement des cultures,
- Bonne adaptation à l'utilisation des eaux salées,
- Très faible besoin en main d'œuvre,
- Coût d'entretien réduit,
- Insensibilité au vent,
- Ne mouille pas le feuillage, ce qui est favorable du point de vue phytosanitaire,
- Ne mouille que le sol que très partiellement, ce qui est favorable à la façon culturale,
- Possibilité d'apporter et de fractionner les engrais et traitements directement par le réseau d'irrigation
- Raccourcit le cycle végétatif de la culture,

##### **V.2.3.2 Les inconvénients :**

- Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur ajoutée
- Exige un haut degré de compétence à tous les niveaux conception de l'installation conduites des arrosages par l'irrigant,
- Nécessite une main d'œuvre rigoureuse, en raison du risque lié à une éventuelle interruption des arrosages,

- Nécessité d'une station de filtration
- Travail technique et régulier de vérification et d'entretien de la station de filtration et des lignes de goutteur
- Fonctionne avec des matériels délicats à durée de vie relativement faible

#### **V.2.4. Irrigation souterraine**

##### **V.2.4.1. Les avantages :**

- Très faible coût d'investissement est de fonctionnement, sur des parcelles préalablement équipées en drainage souterrain
- Besoin en main d'œuvres insignifiants
- Absence de matériel n'en surface d'où aucun gêne pour l'exploitant;
- Ne mouille pas le feuillage, ce qui favorable du point de vue phytosanitaire
- Ne mouille pas le sol, ce qui favorable aux façons culturales

##### **V.2.4.2 Les inconvénients :**

- Maîtrise incomplète et aléatoire de l'alimentation hydrique des cultures, qui fait réserver cette technique aux productions à faible valeur ajoutée
- Technique utilisable seulement dans certaines conditions pédologiques, sur des parcelles justiciables d'un drainage souterrain;

#### **V.3. Le choix de la technique d'irrigation convenable :**

Le choix d'une technique d'irrigation repose sur ensemble de critères et de contraintes qui ont été étudiés par HI avec (1995) :

- Topographie pente du terrain géométrie de la parcelle
- Ressource en eau (qualité, quantité, débit dont on dispose)
- Nature de culture
- Nature de sol (perméabilité)
- Facteurs sociologiques et culturels
- Facteur économique
- Rentabilité de l'opération

Dans notre étude on va choisir irrigation des oliviers donc l'irrigation goutte à goutte

#### **V.4. Description de l'irrigation goutte à goutte :**

C'est une technique récente qui consiste à livrer quotidiennement à la plante ou à l'arbre la quantité d'eau dont elle a besoin.

L'eau est distribuée au niveau de la plante au moyen d'un distributeur avec un débit de (2-10l/h) pour les goutteurs et de 120 à 150 l/h pour micro-asperseurs.

#### V.4.1. Les composants d'une installation d'irrigation localisée :

Une installation d'irrigation localisée comprend les éléments suivants :

**a)- La ressource en eau :** C'est une borne alimentée par une conduite.

**b) - Station de tête :** La station de tête comprend les dispositifs de branchement sur le réseau général avec de différents appareils nécessaires pour garantir le bon fonctionnement et la sécurité du réseau. Elle est constituée de :

**b-1) – Manomètres :** Deux manomètres sont placés au début et à la fin de la tête, pour contrôler les variations de pression.

**b-2) – Compteur d'eau :** Les compteurs d'eau permettent :

- D'assurer du bon fonctionnement du réseau par un contrôle ponctuel du débit
- De connaître la quantité d'eau apportée sur une parcelle lors d'un arrosage

**b-3) – Vanne principale :** Les vannes peuvent être commandées automatiquement, en fonction des besoins.

**b-4) – Complexe d'injection de l'engrais :** Un mélangeur d'engrais est branché sur la tête du réseau de distribution, permettant l'injection des engrais solubles dans le réseau d'irrigation.

**b-5) – Filtre :** Le filtre est un accessoire indispensable pour éviter l'obstruction des goutteurs. La capacité d'un filtre ainsi que les types de filtres utilisés, à sable, à tamis, à disques, sont déterminés par la nature et l'importance de la charge de l'eau utilisée.

**c) – Canalisation principale d'amenée :** La canalisation d'amenée transporte l'eau entre la station en tête et les différents postes d'arrosage, il s'agit en général d'une conduite de diamètre de 100 à 200 mm. Les matériaux utilisés étant le polyéthylène (PE) ou de chlorure de polyvinyle P.V.C, cette canalisation doit être enterrée pour être protégée de l'action des ultraviolets

**d) – Canalisation secondaire (porte rampe) :** C'est la canalisation qui relie la conduite principale avec les rampes d'alimentation. Cette canalisation est généralement en P.V.C ou en Polyéthylène. Le diamètre dépend du débit et des pertes de charge totales, il varie entre 25 et 90 mm. Pour le polyéthylène souple et de 12 à 300 mm. Pour le P.V.C.

**e) – Rampe d'alimentation :** En irrigation localisée la couverture de la parcelle est intégrale et les rampes sont placées parallèlement entre les rangs de cultures.

- La pression de fonctionnement des rampes généralement égale à 1 bar.

f) – **Les distributeurs** : Les distributeurs répartissent l'eau sur la parcelle au voisinage de la culture. Ils sont conçus pour dissiper l'énergie de pression existante dans la rampe et pour donner un débit faible aussi régulier que possible.

On distingue trois modes d'apport d'eau sur la parcelle :

- Ponctuel pour les goutteurs et les gaines
- Sous forme de petites surfaces pour les mini-diffuseurs et les micro-asperseurs.
- Linéaire, en bande humides continues, pour les ajutages et les tubes poreux.

Les distributeurs sont caractérisés par leur débit, leur mode de fonctionnement hydraulique leur loi débit-pression, leur mode de fixation sur la rampe.

**f.1.) – Le débit** : Le débit varie de 1,5 à 2 l/h pour les gaines ou les goutteurs et de 120 à 150 l/h pour les micro-asperseurs.

**f.2.) – Le mode de fonctionnement hydraulique** : Selon le procédé utilisé pour dissiper la pression existante dans la rampe, on distingue :

- les distributeurs à circuit long
- les distributeurs à circuit court.

**f.2.1.) – Les distributeurs à circuit long** : Ils comportent un cheminement de grande longueur (0,1 à 2) m. où la pression de la rampe est dissipée sous forme de perte de charge.

Il existe :

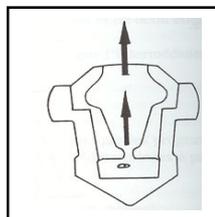
- Distributeur à circuit long uniforme



- Distributeur à circuit long non uniforme



**f.2.2.) – Distributeur à circuit court** : Dans ce type de circuit, l'eau passe par un orifice de section réduite à travers duquel la pression existante dans la rampe est transformée en vitesse et sort sous forme d'un jet très fin



**f-3) Mode de fixation sur la rampe :** On distingue trois types de fixation :

- Fixation en dérivation
- Fixation en ligne
- Fixation intégré

**f-4) Types de distributeurs :** La distribution de l'eau d'irrigation au niveau des plantes se fait par des goutteurs, des mini diffuseurs, tubes poreux, des gaines et des ajustages calibrés.

**a) Les goutteurs :** Les débits des goutteurs sont de 1 à 8 l/h et ils ont une pression de 1 bar. En pratique on utilise le plus souvent 2 l/h pour les cultures maraîchères et 4 l/h pour les cultures pérennes. Il existe deux types de goutteurs : les goutteurs à circuit long et les goutteurs à circuit court. Dans les goutteurs à circuit long ; l'eau suit un cheminement de 0,1 à 1m pour dissiper la charge. Dans les goutteurs à circuit court; l'eau sera distribuée à partir des orifices de section réduite.

La pression dans la rampe se transforme en vitesse et l'eau sort sous forme d'un jet très fin qui doit être brisé.

On distingue trois types de goutteurs : les goutteurs en ligne, les goutteurs en dérivation et les goutteurs intégrés. Ces goutteurs sont très sensibles à l'obstruction.

Le débit d'un goutteur et la pression disponible dans la rampe est :

$$Q = K.H^x$$

Q : débit du goutteur (l/h)

H : pression s'exerçant dans la rampe

x : exposant dont la valeur dépend du régime d'écoulement hydraulique.

K : coefficient donné par le constructeur.

Selon la sensibilité de leur débit aux variations de pression, les distributeurs sont classés en non autorégulant et en autorégulant. Pour les goutteurs non autorégulant  $x = 0,3$  à  $0,8$  et pour les goutteurs autorégulant  $x$  et voisin de 0.

Le tableau ci-dessous donne quelques valeurs de  $x$  pour différents types de distributeur.

**Tableau V-1: Valeurs de  $x$  pour différents types de distributeurs**

Type de distributeur	Valeur de $x$
Circuit court à double orifice	0,38
Circuit court à simple orifice	0,48
Circuit long à double orifice	0,55
Circuit long à simple orifice	0,7 à 0,8

**b) Les mini-diffuseurs :** Les mini-diffuseurs fonctionnent comme des petits asperseurs statiques ne couvrant qu'une partie de la surface du sol au voisinage des cultures. Le débit nominal est compris entre 20 à 70 l/h sous une pression de 1 à 2 bar. Les mini-diffuseurs sont toujours placés en dérivation. Ils sont directement fixés sur la rampe (rampe suspendue) ou reliés à celle-ci par un tube conducteur, dans ce cas, le mini diffuseur est placé sur un support.

**c) Les tubes poreux :** Les tubes poreux sont constitués d'un tuyau de 15 à 25 mm de diamètre dont la paroi à structure poreuse laisse passer l'eau. Vu l'hétérogénéité de la porosité de leur paroi, ce qui entraîne une forte variabilité des débits. Ils sont très utilisés en agriculture.

**d) Les gaines :** Ce sont des tuyaux en plastique qui remplissent simultanément l'amené et la distribution des doses d'irrigation. Le débit de ces gaines est de 1 à 8 l/h par mètre linéaire, selon l'écartement des orifices (20 à 120 cm), et la pression (0,15 à 1 bar).

**e) Les ajutages calibrés :** Ce sont des orifices calibrés fixés en dérivation sur la rampe à intervalles réguliers (2,5 à 6,5m) et recouverts d'un manchon brise-jet. Avant son infiltration l'eau distribuée s'écoule dans de petites rigoles, formant une série de petits bassins dans lesquels est posée la rampe d'irrigation sous une pression de 1 bar le débit varie de 35 à 100 l/h.

### Conclusion :

Dans ce chapitre on a étudié d'une façon générale différents types d'irrigations qui existent et aussi le choix de leur utilisations en fonction des besoins ainsi que le facteur économique qui est très nécessaires pour assurer ce choix, et on a remarqué que le meilleur outil dans le domaine d'irrigation c'est d'utiliser l'irrigation goutte à goutte car elle permet d'avoir un meilleur rendement et plus elle aide à économiser l'eau mais la seule contrainte dans cette dernière c'est que son matériel est très cher par rapport aux autres matériels.

# CHAPITRE VI

DIMENSIONNEMENT DE RESEAU  
D'IRRIGATION

**Introduction :**

Un réseau d'irrigation est l'ensemble d'organes, d'ouvrages et appareils qui assurent le transport, la répartition et la distribution à chaque exploitation agricole, dans chaque parcelle des eaux destinées à l'irrigation, sans oublier par ailleurs les organes qui doivent éventuellement évacuer les eaux en excès.

**VI.1. Données générales :**

Espacement entre arbres : 5m

Espacement entre rangs : 5m

Surface de périmètre : 26.20 ha

Culture : oliviers

- **Caractéristique de goutteur**

Débit nominal: 4l/h

Pression nominale : 10 mce

Espacement des goutteurs : 1m

- **Caractéristiques des conditions climatiques**

Besoins en eau journaliers: 8.24mm/j

- **Caractéristiques des conditions de travail**

Une irrigation journalière

Temps maximum journaliers de travail: 20h/24h

- **Détermination des données de bases**

Surface totale à irriguée:  $s(t) = 26.20$  ha

**VI.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée:****VI.2.1. Influence du taux de couverture du sol :**

Principalement l'irrigation localisée est utilisée pour les cultures en ligne où une partie seulement de la surface est occupée par les plantes ; donc les chiffres des besoins en eau déterminés par les méthodes où toute la surface est considérée à irriguée doivent être multipliés par un coefficient de réduction «  $Kr$  » dépendant du taux de couverture «  $Cs$  »

Le coefficient  $K_r$  est donné par plusieurs formules comme:

- La formule de Keller et Karmeli (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0,85}$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0,5(1 - C_s)$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0,1 + C_s$$

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

$K_r = 0,71$  selon Keller et Karmeli.

$K_r = 0,80$  selon Freeman et Garzoli.

$K_r = 0,70$  selon Decroix (CTGREF).

On prend le cas le plus défavorable ( $K_r = 0,80$ ),

Irrigation traditionnelle demanderait pour le mois de pointe  $ETM_{\text{pointe}} = 8.24\text{mm/jour}$   
(tableau des besoins en eau). En irrigation localisée les besoins se réduisent à  $B_{\text{net}} = ETM_{\text{pointe}} * K_r$

### VI.2.2. Les besoins net :

$$B_{\text{net}} = ETM_{\text{pointe}} * K_r \quad \text{donc} \quad B_{\text{net}} = 8.24 * 0.8 = 6.59\text{mm/j}$$

$$\mathbf{B_{\text{net}} = 6.59\text{mm/j}}$$

### VI.2.3. Les besoins brut :

$$B_{\text{brut}} = \frac{B_{\text{net}}}{C_u} \quad \text{donc} \quad B_{\text{brut}} = \frac{6.59}{0.9} = 7.32\text{mm/j}$$

$$\mathbf{B_{\text{brut}} = 7.32\text{mm/j}}$$

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

### VI.2.4. Pourcentage de sol humidifié :

$$q_g = 4\text{l/h}$$

$$e_g = 1\text{m}$$

$$e_r = 5\text{m}$$

D'après l'annexe on trouve  $P = 32\%$

**VI.2.5.Dose nette pratique :**

$$D_{\text{nette}} = \text{RFU} * P = 120 * 0.32 = 38.40 \text{ mm}$$

$$\mathbf{D_{\text{nette}}=38.40\text{mm}}$$

**VI.2.6.Dose brut :**

$$D_{\text{brut}} = \frac{D_{\text{net}}}{R_p} \quad \text{donc} \quad D_{\text{brut}} = \frac{38.40}{0.85} = 45.20\text{mm}$$

$$\mathbf{D_{\text{brut}}=45.20\text{mm}}$$

$R_p$  : coefficient d'uniformité  $R_p = 85\%$

**VI.2.7.Dose réelle :**

$D_{\text{réel}} = (80-90\%)*\text{la dose pratique}$

$$D_{\text{réel}} = 0.90 * 38.40 = 32.64\text{mm}$$

$$\mathbf{D_{\text{réel}}=34.56\text{mm}}$$

**VI.2.8.Fréquence d'arrosage :**

La fréquence ou espacement entre deux arrosages. Cette valeur dépend de la transpiration journalière moyenne dans la période de pointe des cultures et de la dose appliquée à chaque arrosage.

$$F = \frac{D_{\text{réel}}}{D_{\text{net}}} = \frac{34.56}{6.59} = 5 \text{ jours}$$

$$\mathbf{F=5 \text{ jours}}$$

**VI.2.9. Durée d'arrosage:**

Ecartement des lignes  $E = 5\text{m}$ . On a le choix entre différents goutteurs de débits variés

$q = (1 : 2 : 4 : 6 : 8) \text{ l/h}$ .

$$d = \frac{D_{\text{brut}} * E_g * E_r}{q_g} = \frac{45.20 * 1 * 5}{8} = 28.25 \text{ heures}$$

$$\mathbf{d=28.25 \text{ heures}}$$

**VI.2.10.La durée d'arrosage journalière  $d_j$ :**

$$D_j = \frac{\text{irrigation}}{\text{jours}} = \frac{28}{5} = 5 \text{ h/j}$$

$$\mathbf{D_j=5 \text{ h/j}}$$

**VI.2.11. Nombre de poste :**

$$N_{\text{poste}} = \frac{T_{\text{max}}}{t} = \frac{20}{5} = 4 \text{ postes}$$

$$N_{\text{poste}} = 4 \text{ postes}$$

**VI.3. Choix des goutteurs dans la zone d'étude et la densité des cultures**

Pour nos cultures en utilise, généralement, 2 goutteurs de débits de 4l/s.

Pour chaque poste on doit déterminer les paramètres de calcul.

**VI.3.1. Nombre d'arbre par rampe :**

$$L_{\text{poste}} = L_r = 100\text{m} \quad \text{avec } L_{\text{poste}} = \text{longueur de poste}$$

$$L_{\text{poste}} = L_{\text{pr}} = 120\text{m} \quad \text{avec } l_{\text{poste}} = \text{largueur de poste}$$

$$N_{\text{arbres}} = \frac{L_r}{Ea} = \frac{100}{5} = 20 \text{arbres}$$

**VI.3.2. Nombre des goutteurs par rampe :**

$$N_g = N_{\text{arbres}} * n \quad \text{donc } N_g = 20 * 2 = 40 \text{goutteurs}$$

Avec  $N_{\text{arbre}}$  : nombre des arbres

**VI.3.3. Le nombre des rampes :**

$$N_{\text{rampe}} = \frac{L_{\text{pr}}}{E_r} = \frac{120}{5} = 24 \text{rampes}$$

Avec :  $L_{\text{pr}}$  = longueur de la porte rampe

**VI.3.4. Débit de la rampe :**

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 40 * 4 = 160 \text{l/h}$$

$$Q_r = 160 \text{l/h}$$

**VI.4. Calcul hydraulique :****VI.4.1. Débit :**

$$Q_r = Q_g \cdot N_g / r$$

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

$Q_r$  : Débit de rampe

$Q_g$  : Débit de goutteur

$N_g/r$  : Nombre des goutteurs par rampe

$N_r$  : Nombre des rampes

$Q_{pr}$  : Débit de porte rampe

**VI.4.2. Pertes de charge :**

Pour la détermination des pertes de charges pour les différents tronçons on a :

Dans une canalisation assurant un service d'extrémité

$$j_{PEBD} = 0.478 \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75}$$

$$j_{PVC} = 0.452 \cdot D^{-4.76} \cdot Q^{1.75}$$

Dans une canalisation assurant un service en route

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

Ou :

$L$  : La longueur de la conduite ;(m)

$Q$  : Débit (l/h)

$D$  : diamètre intérieur de la canalisation (mm)

NB :

$Ph_l$  : Perte de charge linéaire

$Ph_s$  : Perte de charge singulière

$Ph_t$  : Perte de charge totale

**VI.4.3. Conditions hydrauliques**

Variation maximale de débits entre goutteurs  $\Delta q/q = 10\%$

Variation maximale de la pression  $q = K \cdot H^x$

$$\frac{\Delta q}{qg} = x \cdot \frac{\Delta H}{Hn}$$

Avec :  $qg$  : Débit d'un goutteur

$Hn$  : Pression nominale

$$0.1 = 0.5 \cdot \frac{\Delta H}{10} \quad \Delta H = 2 \text{ mce}$$

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

$$Pdc \text{ (sing)} = 2 \cdot 0.1 = 0.2 \text{ mce}$$

$$Pdc \text{ (sing)} = 0.2 \text{ mce}$$

$$Pdc \text{ (linéaire)} = 2 - 0.2 = 1.8 \text{ mce}$$

$$Pdc \text{ (linéaire)} = 1.8 \text{ mce}$$

La répartition de la perte de charge est :

$$PDC \text{ de la porte rampe} = \frac{1}{3} PDC \text{ linéaire} = \mathbf{0.6 \text{ m}}$$

$$PDC \text{ des rampes} = \frac{2}{3} PDC \text{ linéaire} = \mathbf{1.2 \text{ m}}$$

#### VI.4.3.1. Position de porte rampe :

La valeur du diamètre de la rampe dépend de la position de la porte rampe

La porte rampe sur le coté

**Tableau VI.1 : Caractéristiques de la rampe**

cultures	$L_r$ (m)	$N_g$	$Q_r$ (l/h)	$Ph_l$ (m)	$D_{cal}$ (mm)	$D_n$ (mm)	$Ph_l$ (m)
oliviers	100	40	160	1.2	11.39	16	0.24

Les valeurs de pertes de charges sont inférieures à 1, 2mce (la valeur maximale)

Théoriquement, on trouve  $D_n=13\text{mm}$ , ce diamètre ne trouve pas le commerce donc on adapte  $=16\text{mm}$ .

#### VI.4.3.2. Détermination des portes rampes :

**Tableau VI.2 : Caractéristiques de porte rampe**

Cultures	$L_{pr}$ (m)	$N_r$	$Q_{pr}$ (l/h)	$Ph_l$ (m)	$D_{cal}$ (mm)	$D_n$ (mm)	$Ph_l$ (m)
oliviers	120	24	3840	0.6	44.15	50	0.33

Les valeurs de pertes de charges sont inférieures à 0,6m.c.e (la valeur maximale).

**VI.4.4. Calcul de la canalisation principale****➤ Le débit :**

$$Q_{\text{poste}}=3840\text{l/h pour 4 postes on a Qilot}=15360\text{ l/h}$$

Le débit de la conduite principale est de :

$$Q = 15360\text{ l/h.}$$

$$\mathbf{Q = 15360\text{l/h}}$$

**➤ Les vitesses**

On suppose La vitesse pour tous les éléments du réseau est =1.5 m/s

$$Q = v.s$$

$$S = \frac{Q}{v} = \frac{15360}{1.5 \cdot 3600 \cdot 1000} = 3.85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

**➤ Le diamètre :**

D'après cette formule on va calcule le diamètre de la conduite principale est :

$$S = \frac{\pi d^2}{4} ; D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.00385}{\pi}} = 70.03 \text{ mm on prend diamètre normalisé : } D_n = 80 \text{ mm}$$

Pour la conduite principale :

On choisit un diamètre commercialisable de 80mm.

$$\mathbf{DN= 80\text{mm}}$$

**➤ La perte de charge**

Elle est donnée toujours par la formule suivante

$$\text{P.d.c} = \frac{0.478}{2.75} * 80^{-4.75} * 15360^{1.75} * 100$$

$$\text{P.d.c} = 0.34 \text{ m.c.e.}$$

$$\mathbf{\text{P.d.c} = 0.34 \text{ m.c.e}}$$

**Conclusion :**

Dans ce chapitre on a déterminé le nombre de postes ainsi que leurs compositions en rampes et portes rampes et leurs dimensions.

# CONCLUSION GENERALE

## Conclusion générale

Dans ce modeste travail, loin de prétendre être spécialiste dans l'un ou l'autre des domaines, nous tenions avec humilité voulue, à rassembler l'ensemble des données mise a notre disposition pour les analyser, discuter et commenter les résultats obtenus .les principales conclusions qui se dégagent de ce modeste travail peuvent se résumer comme ainsi :

-Les données climatiques indiquent que le climat est semi aride avec une température moyenne annuelle 17.02C°, précipitations moyennes annuelles de 468.77mm.

-L'étude géologique révèle que le plateau d'EL ASNAM remplie par des sédiments alluvions d'âge Miocène dont la nature lithologique de ces formation favorise l'infiltration et le stockage des eaux de pluies

-L'étude hydrogéologique indique que l'épaisseur de plateau est assez variable et peux éteindre les 150 m vers le Nord.

- Le périmètre de plateau d'el Asnam, est riche en ressources d'eau superficielle (eau du barrage), les eaux de barrages de Telsdit sont de classe C2-S1 se qui montre que la qualité de ces eaux est moyen et que cette eau est acceptable pour l'irrigation.

-Le choix du schéma de l'irrigation est effectué sur la base des calculs technico-économiques préliminaires

-La projection des systèmes d'irrigation d'une manière rigoureuse permet :

- La réduction des pertes ou déficits enregistrés dans le sol
- L'utilisation des systèmes d'irrigation permet :
  - D'augmenter ou d'améliorer le rendement
  - Améliorer l'efficience et l'uniformité
- Choisir le meilleur système d'irrigation goutte a goutte

-Le dimensionnement d'un réseau d'irrigation, s'appuis sur diverses étapes en sachant :

- Etablir la carte de projection des systèmes d'irrigation et champs à Irriguer.
- Calculer les différents paramètres pour la projection de système

Et on connaissant :

-  La situation géographique
-  La quantification des ressources contenues dans le sol
-  Les pertes (l'évapotranspiration).

Enfin pour une gestion rationnelle de ces ressources hydriques nous proposons quelque recommandations qui sont observer avec soins ;

- Surveillance du niveau piézométrique pour éviter sa surexploitation ;
- Protection de la nappe contre le phénomène de pollution en évitant tout activité polluante ;
- Parce que le plateau d'El Asnam est a vocation agricole, l'utilisation des engrais en quantité élevée risque d'entraîner la dégradation de la ressource en eau souterraine ;
- Sensibiliser les gens a préservé cette molécule géniale le H<sub>2</sub>O.
- Développement des connaissances des ouvriers concernent l'agriculture en générale et l'irrigation particulièrement.
- Protection des sols contre l'érosion.

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## Références bibliographiques

-**Association GERSAR**, 1990, Etude d'aménagement hydro-agricole de la vallée de l'oued Sahel et du plateau d'El Asnam.

-**ANRH**, Annuaire hydrologique :données stations hydrométriques

-**BAHBOUH L.S**, 2010 : Cours et travaux pratiques d'agro-pédologie, 3<sup>ème</sup> Année ENSH, Blida ;

-**CROPWAT** : logiciel pour la détermination de besoins en eau des cultures. Version 2001

-**MESSAHEL. M**, 2013 : Cours d'irrigation et drainage, 5<sup>ème</sup> Année, ENSH.Blida ;

-**TOUIBIA.B**, Manuel pratique d'hydrologie, ENSH,2010

## Références sitographiques

-[www.vulgarisation.net](http://www.vulgarisation.net)

-[www.ducouret.fr/Irrigation](http://www.ducouret.fr/Irrigation)

-[www.kompass.fr/annuaire-entreprise-produit/materiel-d-irrigation.html](http://www.kompass.fr/annuaire-entreprise-produit/materiel-d-irrigation.html)

ANNEXE

## Annexe N°1 : Valeurs du coefficient cultural Kc

7.

### VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL K<sub>c</sub> EN FONCTION DU STADE DE CROISSANCE DE DIFFERENTES CULTURES ANNUELLES

Tableau n° 3

cultures annuelles	POURCENTAGE DE LA PERIODE DE CROISSANCE									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Betterave à sucre	0,45	0,50	0,70	0,90	1,05	1,15	1,25	1,25	1,15	1,10
Coton	0,20	0,30	0,40	0,60	0,90	1,00	1,00	0,90	0,700	0,60
Haricots	0,50	0,65	0,80	1,00	1,10	1,15	1,10	0,95	0,80	0,70
* Mais Grains	0,45	0,55	0,65	0,80	1,00	1,08	1,08	1,02	0,95	0,85
Mais Fourrage	0,45	0,50	0,60	0,70	0,90	1,02	1,10	1,10	1,05	0,95
Maraichage	0,35	0,50	0,65	0,75	0,80	0,82	0,80	0,75	0,65	0,50
Melons	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	0,82	0,80	0,75	0,72	0,70
Pomme de terre	0,35	0,45	0,60	0,85	1,10	1,25	1,35	1,38	1,35	1,25
Sorgho grain	0,30	0,50	0,70	0,50	1,10	1,05	0,95	0,80	0,70	0,60
Tomates	0,45	0,45	0,50	0,65	0,85	1,00	1,02	0,95	0,85	0,75

Annexe N°2 : Valeurs du coefficient cultural Kc pour les cultures pérennes

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL Kc POUR  
LES CULTURES PERENNES

Tableau n° 5

CULTURES PERENNES	MOIS ( Hemisphere Nord )											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Agrumes	0.64	0.66	0.68	0.70	0.71	0.72	0.72	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65
Arbres fruitiers à feuilles caduques.....	0.17	0.25	0.40	0.65	0.68	0.95	0.90	0.80	0.50	0.30	0.20	0.15
Arbres fruitiers avec couv. herb	0.65	0.75	0.85	0.95	1.10	1.15	1.10	1.05	0.95	0.90	0.80	0.60
Avocats	0.25	0.40	0.60	0.70	0.77	0.82	0.77	0.70	0.62	0.52	0.42	0.32
Luzerne	0.60	0.75	0.85	1.00	1.10	1.15	1.10	1.05	1.00	0.90	0.80	0.65
Prairies	0.50	0.60	0.75	0.85	0.90	0.92	0.92	0.90	0.88	0.80	0.65	0.55
Noyers	0.10	0.15	0.20	0.45	0.70	0.95	1.00	0.85	0.65	0.65	0.30	0.15
Vigne	0.20	0.25	0.30	0.50	0.70	0.80	0.80	0.75	0.65	0.50	0.35	0.20

///

### Annexe3: Caractéristiques hydrique de quelque sol

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

### Annexe 4 : Valeurs minimale et maximale de la Profondeurs d'enracinement de diverses Cultures

Cultures	Z m
Tomates	1 - 1,2
Cultures maraîchères	0,3 - 0,6
Agrumes	1 - 1,2
Arbres fruitiers à feuilles caduques	1 - 2
Vigne	1 - 3

## Annexe 5 : Guide d'estimation du pourcentage en sol humidifié

### ANNEXE:4 GUIDE D'ESTIMATION DE P

(p = pourcentage de sol humidifié pour divers débits de distributeurs et divers espacements entre rampes et entre distributeurs dans le cas d'une seule rampe rectiligne, équipée de distributeurs uniformément espacés délivrant une dose de 40 mm par arrosage sur l'ensemble de la surface )

Ecartement entre rampes S <sub>i</sub> en m	Débit des distributeurs														
	moins de 1,5 l/h			2 l/h			4 l/h			8 l/h			Plus de 12 l/h		
	Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, Sd en m en sol de texture grossière (G), moyenne (M), fine (F)														
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
0,2	0,5	0,9	0,3	0,7	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,3	1,6	2,0	
Pourcentage en sol humidifié p %															
0,8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40