

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE AKLI MOAND OULHADJE-BOUIRA**



Faculté des Sciences et sciences appliquées  
Département de Génie Civil

**Mémoire de fin d'étude**

Présenté par :  
Mr RAHAL BEDREDDINE  
Mr BOUDLAL LYES

En vue de l'obtention du diplôme de **Master** en :

Filière : **Génie Hydraulique**  
Option : **ressources hydraulique**

**Thème :**

**Contribution à l'étude de faisabilité d'un  
périmètre d'irrigation (le cas du plateau d'El  
Asnam 2400 ha)**

**Devant le jury composé de :**

MERIDJA Madani	UAMOB	Président
KHALDI Ramzi	UAMOB	Encadreur
ABED Mourad	UAMOB	Examinateur
THELDJOUNE Mustapha	UAMOB	Examinateur

**Année Universitaire 2018/2019**

# Remerciements

**Au terme de ce travail réalisé, mes profonds et sincères remerciements vont :**

**Avant tout au bon DIEU de nous avoir donné la force et la patience pour mener à terme notre travail.**

**A notre encadreur Mr. KHALDI .R. enseignant à l'UAMOB pour sa Précieuse aide et ses critiques constructives.**

**A Mr. MERIDJA .M. Maître de conférences à l'UAMOB pour l'honneur qu'il nous a fait de vouloir présider le jury.**

**A Mr. THELJOUN .M, Mr. ABED. Enseignants au sein de la faculté des Sciences et Sciences Appliquées à l'UAMOB, d'avoir accepté d'examiner notre travail.**

**A Mr. THELJOUNE M, pour son aide à la réalisation de ce modeste travail et aussi pour son soutien moral.**

**A l'Office National d'Irrigation et de Drainage (ONID) de Raffour et El Asnam spécialement Tahar MEGLOULI**

**On exprime aussi notre gratitude à tous nos enseignants qui ont intervenu dans la formation du master « Ressources hydrauliques».**

**A NOS très chers parents, nos frères, nos sœurs et nos grands-parents. Pour leurs encouragements durant tout notre cycle d'études.**

**Nous ne saurions comment remercier nos chers amis en particulier, qui ont été là pour nous et qui nous ont soutenu et tendu la main quand on en avait besoin.**

**Enfin nos reconnaissances vont à tous ceux qui nous ont rendu service et qui nous ont aidé d'une façon ou d'une autre au long de notre projet.**

# Dédicaces

- ✓ Je dédie ce modeste travail :
- ✓ A ma grand-mère, que dieu la guérisse.
- ✓ A mes chers parents.
- ✓ A mes sœurs.
- ✓ A ma future épouse et bien aimée ASMA.
- ✓ A tous mes proches.
- ✓ A tous mes amis.

**BOUDLAL LYES**

# DEDICACE

**Je remercie Allah, le bon Dieu miséricordieux de m'avoir aidé à réaliser ce travail.**

**Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance à :**

**Mes parents pour leurs sacrifices afin d'atteindre mon but.**

**Mes frères Nazim et Aymen.**

**Tous mes amis de l'Hydraulique sans exception.**

**Tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans ma formation.**

**Tous mes amis : Mamoud, Foudhil, Saïd**

**T.A.Aziz et Moqran**

**Mes cousins(Foufa et Ghani) et cousines**

**Bady**

## Résumé :

L'objectif de notre mémoire s'inscrit dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués dont l'objectif est d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation.

Pour la conception d'un projet d'irrigation, l'agriculture et le concepteur devront disposer de suffisamment d'informations sur la disponibilité et la nature de la ressource en eau, le type du sol, les caractéristiques des parcelles à irriguer, le type de cultures à irriguer et leurs besoins en eau, et le choix de la technique et du système d'irrigation.

Notre travail consiste à l'évaluation de la performance au niveau du périmètre de plateau d'El-Asnam situé dans la wilaya de Bouira qui s'étend sur une superficie classée de 2400 ha.

Dans cette optique notre travail a été basé sur la détermination des besoins en eau des cultures et le volume d'eau à apporter par l'irrigation au cours de la période de la croissance pour assurer aux cultures, un approvisionnement hydrique adéquat et continu. Nous avons également, étudié le dimensionnement de la parcelle d'où on a projeté les systèmes d'irrigation les plus efficaces tels que : l'aspersion, avec une qualité de fonctionnement de 75%, et le goutte à goutte avec une qualité de fonctionnement de 85 %. Ceci permet d'intensifier les cultures et de moderniser l'agriculture dans la région de Bouira.

L'analyse des résultats obtenus, révèle que le plateau d'El-Asnam est considéré comme un pôle socio-économique, traduit par la création d'un nombre de postes d'emplois considérable, suivi par une production importante de tous types de cultures confondues.

En ce qui concerne l'usage de l'eau agricole l'efficacité hydraulique est de l'ordre de 79%.

Mots clés : Irrigation, plateau d'El-Asnam, performance, Besoins en eau des cultures, Aspersion, goutte à goutte.

## Abstract

The purpose of our dissertation is in line with the current policy of irrigated perimeter management, the objective of which is to increase agricultural yield through the use of the best irrigation systems.

For the design of an irrigation project, agriculture and the designer should have sufficient information on the availability and nature of the water resource, the type of soil, the characteristics of the plots to be irrigated, the type crops to irrigate and their water needs, and the choice of irrigation technique and system.

Our work consists of the performance evaluation at the El-Asnam plateau perimeter located in the wilaya of Bouira, which covers an area of 2,400 ha.

From this perspective, our work has been based on the determination of the water needs of the crops and the volume of water to be supplied by the irrigation during the period of the growth to assure to the cultures, an adequate and continuous water supply. We have also studied the sizing of the plot from which the most efficient irrigation systems have been projected, such as: sprinkling, with an operating quality of 75%, and drip with a quality of operation of 85%. This makes it possible to intensify crops and modernize agriculture in the Bouira region.

The analysis of the results obtained reveals that the El-Asnam Plateau is considered as a socio-economic center, resulting in the creation of a considerable number of jobs, followed by a significant production of all types of crops. Confused.

Regarding the use of agricultural water, the hydraulic efficiency is of the order of 79%.

Key words: Irrigation, El-Asnam plateau, performance, Crop water requirements, Aspersion, drip.

## ملخص

الغرض من أطروحة هو تحسين كفاءة الإنتاج الزراعي، والهدف منها هو زيادة الغلة الزراعية من خلال استخدام أفضل أنظمة الري. لتصميم مشروع الري، ينبغي أن يكون لدى المزارع والمصمم معلومات كافية عن مدى توفر وطبيعة الموارد المائية، ونوع التربة، وخصائص الأراضي المراد ربيها، ونوع المحاصيل التي يجب ربيها واحتياجاتها من المياه، واختيار تقنية الري ونظامه. تقع هضبة محيطنا في ولاية البويرة التي تغطي مساحة قدرها 2400 هكتار، من هذا المنظور من إمدادات المياه وتوريد المواد الغذائية للمحصول، وإمدادات المياه الكافية والمستمرة. لقد درسنا تصميم أنظمة الري الأكثر كفاءة، مع 75٪ من تكاليف التشغيل، و85٪ من تكاليف التشغيل. وهذا يجعل من الممكن تكثيف المحاصيل وتحديث الزراعة في منطقة البويرة. يكشف تحليل النتائج التي تم الحصول عليها أن هضبة الأسمام تعتبر مركزاً اجتماعياً اقتصادياً، مما أدى إلى خلق عدد كبير من الوظائف، يليه إنتاج كبير لجميع أنواع المحاصيل. الخلط. فيما يتعلق باستخدام المياه الزراعية، تبلغ الكفاءة الهيدروليكية 79٪. الكلمات المفتاحية: الري، هضبة الأسمام، الأداء، متطلبات المياه المحصولية، الرش، بالتنقيط.

## SOMMAIRE

Introduction Générale :.....	1
<b>Chapitre I :</b>	
I.1 Introduction :.....	3
I.2 Présentation de la wilaya de bouira.....	3
I.3 Présentation du secteur agricole : .....	4
I.4 Localisation du périmètre d'étude :.....	4
I.5 Caractéristiques des superficies du Périmètre du plateau d'elasnam :.....	4
I.6 Situation géographique :.....	5
I.7 Caractéristiques topographiques de la zone.....	5
I.7.1 Relief.....	5
I.8 Caractéristiques hydrographique.....	6
I.9 Climatologie .....	6
I.9.1 Introduction.....	6
I.9.2 Aperçu climatologique à la région d'étude.....	7
I.9.3 Choix de la station météorologique .....	7
I.9.4 Etude des précipitations .....	8
I.9.5 Pluviométrie.....	8
I.9.6 Température .....	9
I.9.7 Le vent : .....	10
I.9.8 Le siroco : .....	11
I.9.9 Humidité relative : .....	11
I.9.10 Insolation.....	12
I.9.11 Evaporation .....	12
I.9.12 Indices Agro météorologiques : .....	13
I.9.13 L'indice d'aridité de De-Martonne : .....	13
I.9.14 Quotient pluviométrique d'emberger :.....	14
I.9.15 Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen :.....	15
I.9.16 Description de graphique .....	16
I.9.17 Etude socio-économique : .....	16
I.10 Conclusion :.....	17

## Chapitre II : Ressources en eau et sol

II.1	Introduction.....	18
II.2	Ressources en sol.....	18
II.3	Géologie – géomorphologie.....	19
II.4	Description des unites cartographiques.....	19
II.4.1	Unité cartographique 01.....	19
II.4.2	Unité cartographique 02.....	20
II.4.3	Unité cartographique 03.....	20
II.4.4	Unité cartographique 04.....	20
II.4.5	Unité cartographique 05.....	20
II.4.6	Unité cartographique 06.....	21
II.4.7	Unité cartographique 07.....	21
II.4.8	Unité cartographique 08.....	21
II.4.9	Unité cartographique 09.....	22
II.4.10	Unité cartographique 10.....	22
II.5	Aperçu géologique.....	22
II.6	Ressources en eaux.....	23
II.6.1	Les ressources en eaux superficielles.....	23
II.6.2	La qualité d'eau.....	25
II.6.3	Compositions chimiques de l'eau d'irrigation.....	25
II.6.4	La conductivité électrique.....	25
II.6.5	Coefficient d'adsorption du sodium S.A.R.....	26
II.7	Les eaux souterraines .....	27
II.7.1	Hydrogéologie .....	27
II.7.2	Structure de la nappe des poudingues .....	27
II.7.3	Caractéristiques hydrodynamiques.....	27
II.7.4	Évolutions piézométrique.....	28
II.7.5	Analyse des coupes hydrogéologiques.....	28
II.8	Etude hydrologique.....	28
II.8.1	Homogénéisation.....	30
II.8.2	Résultat Hyfran :.....	32
II.8.3	Etude fréquentielle des pluies annuelles.....	32

II.8.4	Traitement des données.....	32
II.8.5	Test de validité de l'ajustement.....	35
II.9	Détermination de l'année de calcul.....	36
II.10	Conclusion :.....	37

### **CHAPITRE III : Calcul des besoins en eau**

III.1	Introduction :.....	38
III.2	Calcul des besoins en eau du périmètre :.....	38
III.2.1	Evapotranspiration:.....	38
III.2.2	Evaporation de référence :( ET <sub>0</sub> ou ETP): .....	38
III.2.3	L'évapotranspiration maximale (ETM) :.....	38
III.2.4	Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence (ET <sub>0</sub> ou ETP).....	38
III.2.4.1	Les méthodes directes .....	39
III.2.4.2	Les méthodes indirectes:.....	39
III.3	Calcul de la pluie efficace :.....	41
III.4	Occupation des sols et choix des cultures :.....	41
<b>a)</b>	La céréaliculture :.....	42
<b>b)</b>	Cultures maraîchères :.....	42
<b>c)</b>	Cultures fourragères :.....	42
<b>d)</b>	Arboriculture :.....	42
III.5	Assolement et rotation des cultures :.....	42
III.6	Calcul du besoin en eau d'irrigation des cultures :.....	42
III.7	Calcul de débit spécifique :.....	47
III.8	Calcul de débit caractéristique :.....	47
III.9	Estimation des besoins en eau totaux du périmètre : .....	48
III.10	Conclusion :.....	48

### **CHAPITRE IV :**

IV.1	Introduction.....	49
IV.2	Types d'adduction.....	49
IV.2.1	Adduction gravitaire.....	49
IV.2.2	Adduction par refoulement.....	49

IV.2.3 Adduction mixte.....	49
IV.3 Le réseau hydraulique.....	49
IV.3.1 Détermination du diamètre de la conduite d'adduction.....	49
IV.3.1.1 Formule de BONIN.....	49
IV.4 La station de pompage .....	50
IV.4.1 Equipement de la Station de pompage.....	50
IV.5 Réservoir de régulation (stockage).....	51
IV.6 Tracé du réseau de distribution .....	51
a- 1 <sup>ère</sup> phase : Tracé par proximité.....	52
b- 2 <sup>ème</sup> phase : Tracé à 120 <sup>0</sup> .....	52
IV.7 Découpage des îlots d'irrigation.....	52
IV.8 Taille des îlots d'irrigation.....	52
IV.8.1 Grande parcellaire (>10 ha).....	53
IV.8.2 Petite parcellaire (<10 ha).....	53
IV.8.3 Micro parcellaire (<5 ha).....	53
IV.9 Modalités de distribution.....	53
IV.9.1 Distribution à la demande .....	53
IV.9.2 Distribution au tour d'arrosage.....	53
IV.10 Calcul du débit aux bornes.....	54
IV.11 Choix du diamètre de la borne.....	54
IV.12 Dimensionnement du réseau de distribution .....	54
IV.12.1 Caractéristiques des conduites du réseau de distribution gravitaire .....	54
IV.12.2 Vitesses admissibles .....	54
IV.12.3 Choix du matériau des conduites .....	55
IV.12.4 Caractéristiques des canalisations.....	55
IV.12.5 Calcul des diamètres .....	56
IV.12.6 Stimation des pertes de charge.....	56
IV.12.7 Etablissement des profils en long .....	57
IV.13 Pièces spéciales.....	57
IV.13.1 Vannes de sectionnement.....	57
IV.13.2 Ventouses.....	20
IV.13.3 Vidange.....	58
IV.14 Conclusion : .....	58

## **CHAPITRE V :**

V.1	Introduction.....	59
V.2	Les différentes techniques d'arrosages.....	59
V.2.1	L'irrigation de surface.....	59
V.2.1.1	Irrigation par ruissellement ou par planche.....	60
V.2.1.2	Irrigation par submersion.....	60
V.2.1.3	L'arrosage à la raie.....	61
V.2.2	L'irrigation par aspersion.....	62
V.2.2.1	Caractéristiques d'irrigation par aspersion.....	62
V.2.2.2	Structure d'un réseau d'aspersion.....	62
V.2.2.3	Les appareils d'aspersion.....	64
V.2.3	L'irrigation localisée :.....	66
V.2.3.1	Caractéristiques de l'irrigation localisée.....	66
V.2.3.2	Composition du système d'irrigation localisée.....	67
V.2.3.3	Différents types de distributeurs.....	68
V.2.4	Nano irrigation.....	68
V.2.5	Choix de la technique d'irrigation.....	69
V.3	Conclusion.....	71

## **CHAPITRE VI :**

VI.1	Introduction.....	72
VI.2	Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion.....	72
VI.2.1	Données générales.....	72
VI.2.2	Dimensionnement théorique .....	73
VI.2.3	Calcul de la portée du jet (L).....	73
VI.2.4	Ecartements entre les rampes et arroseurs.....	73
VI.2.5	Débit de l'asperseur.....	74
VI.2.6	Vérification de la pluviométrie de la buse.....	74
VI.2.7	Calcul du tour d'eau .....	74
VI.2.8	Calcul des caractéristiques des équipements d'asperseur .....	75
VI.2.9	Calcul du volume fourni par un asperseur par mois.....	75
VI.2.10	Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle .....	75
VI.2.11	Nombre d'asperseurs pour toute la parcelle .....	75
VI.2.12	Longueur de la rampe .....	75

VI.2.13	Nombre asperseur/rampe .....	75
VI.2.14	Nombre de position des rampes.....	75
VI.2.15	Nombre de rampes qui travaillent en même temps .....	75
VI.2.16	Calcul du débit de rampe .....	76
VI.2.17	Débit d'installation .....	76
VI.2.18	Calcul du Diamètre de la rampe .....	76
VI.2.19	Dimensionnement de la porte-rampe.....	76
VI.2.20	Calcul des pertes de charge : .....	77
VI.2.21	Calcul de la pression en tête du réseau .....	78
VI.3	Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte .....	78
VI.3.1	Données générales.....	78
VI.3.2	Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée .....	78
VI.3.3	Calcul hydrauliques.....	81
VI.3.4	Dimensionnement des canalisations du réseau . .....	83
VI.3.5	Vérification des pertes de charges.....	83
VI.3.6	Calcul des diamètres des conduites tertiaire.....	84
VI.3.7	La pression d'eau à la borne de distribution.....	84
VI.4	Conclusion.....	86
 <b>CHAPITRE VII</b>		
VII.1	Introduction.....	87
VII.2	Performance hydraulique.....	87
VII.3	Indicateurs d'uniformité.....	88
VII.4	Uniformité de distribution.....	88
VII.5	Indicateurs d'efficacité hydraulique.....	89
VII.5.1	L'efficacité de transport (ET) .....	89
VII.5.2	L'efficacité d'application (EA).....	89
VII.5.3	Performance agronomique.....	89
VII.6	Rendement (t/ha).....	90
VII.7	Productivité de l'eau et efficacité de l'utilisation de l'eau.....	90
VII.8	Analyse de la mise en valeur du périmètre.....	90
VII.9	Performance économique.....	90
VII.9.1	Productivité.....	90
VII.9.2	Efficacité économique .....	91

VII.10 Aspect environnementale.....	91
VII.11 Impact économique.....	91
VII.12 Impact social.....	92
VII.13 Conclusion.....	95
Conclusion générale .....	96
Référence Bibliographies : .....	98
Annexe .....	99

.

## Liste de figures

### CHAPITRE I

Figure 1 : Carte administrative de la willaya de Bouira .....	3
Figure 2 : Situation de périmètre .....	4
Figure 3 : Localisation du plateau d'El Asnam .....	5
Figure 4 : bassin versant de l'oued Zaiane au 1/200.000 .....	6
Figure 5 : carte pluviométrique de l'algérie du nord.....	7
Figure 6 : Carte de positionnement des stations pluviométriques de Bouira. ....	8
Figure 7 : Répartition mensuelle des températures moyennes mensuelles, maximales et minimales du plateau d'EL'Esnam (station de Bouira). ....	10
Figure 8 : Humidité relative pour la région Bouira. (Source O.N.M).....	11
Figure 9 : Insolations mensuelles interannuelles aux niveaux de station de Bouira .....	12
Figure 10 : baque d'indice d'aridité annuelle de De Martonne.....	13
Figure 11 : Diagramme bioclimatique d'Emberger .....	15
Figure 12 : Diagramme ombrothermique (station de Bouira).....	16

### CHAPITRE II

Figure 1 : carte géologique de la nappe d'l Asnam.....	23
Figure 2 : Situation géographique et coordonnées du barrage de TILES DIT.....	23
Figure 3 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	27
Figure 4 : coupe hydrogéologique.....	28
Figure 5 : série pluviométrique de Bouira.....	30
Figure 6 : résultat de teste d'homogénéité .....	32
Figure 7 : Ajustement des pluies annuelles à la loi de Normale .....	34
Figure 8 : Ajustement des pluies annuelles à la loi log-Normale.....	34

### CHAPITRE IV

Figure 1 : schéma du réseau hydraulique de périmètre d'EL ASNAM .....	50
---	----

### CHAPITRE V

Figure 1 : Système d'irrigation .....	59
Figure 2 : L'irrigation par ruissellement .....	60
Figure 3 : L'irrigation par submersion .....	61
Figure 4 : Structure du réseau d'aspersion .....	63

### CHAPITRE VI

Figure 1 : Schéma explicatif des distributeurs .....	80
Figure 2 : Schéma explicatif du dispositif des goutteurs .....	85

## Liste des tableaux

### CHAPITRE I

Tableau 1 : Les Superficie Agricole de Bouira .....	4
Tableau 2 : Cordonnés de la station météorologique de Bouira.....	8
Tableau 3 : Pluies moyennes annuelles obtenues.....	8
Tableau 4 : Répartition mensuelles et annuelles des pluies .....	9
Tableau 5 : Température moyenne mensuelles et annuelles à la station de Bouira .....	9
Tableau 6 : Températures mensuelles moyennes du sol (°C) .....	10
Tableau 7 : Moyennes mensuelles de la vitesse du vent maximal et vent moyen en m/s.....	10
Tableau 8 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco .....	11
Tableau 9 : moyennes mensuelles mesurées à la station de Bouira .....	11
Tableau 10 : Evaporation moyennes mensuelles et annuelles à la station de Bouira. ....	12
Tableau 11 : Classification du climat selon de Martonne .....	14
Tableau 12 : precipitation et temperature station de Bouira .....	15
Tableau 13 : Répartition des exploitations agricoles de la commune d'El-Asnam.....	16
Tableau 14 : La répartition de la main-d'œuvre.....	16

### CHAPITRE II

Tableau 1 : Composition chimique moyenne de l'eau .....	25
Tableau 2 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	26
Tableau 3 : Classification des eaux en fonction du SAR .....	26
Tableau 4 : Caractéristiques destation pluviométrique. ....	29
Tableau 5 : Série pluviométrique du plateau d'El Asnam.....	29
Tableau 6 : Résultats de test de Wilcoxon .....	31
Tableau 7 : Résultat du test khi carré pour les deux lois utilisées.....	35
Tableau 8 : Quantiles de pluies pour la station de Bouira.....	36
Tableau 9 : Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche (freq= 80%) .....	37

### CHAPITRE III

Tableau 1 : Précipitations efficaces dans la zone de projet .....	41
Tableau 2 : Système de cultures dans le plateau El'asnam .....	42
Tableau 3 : les superficies des différentes occupations de la zone d'étude .....	43
Tableau 4 : Calendrier cultural selon l'assolement choisi .....	43
Tableau 5 : caractéristique de sol du plateau El-Asnam .....	42
Tableau 6 : Besoin en eau d'blé/avoine .....	42
Tableau 7 : besoin en eau d'orge.....	43
Tableau 8 : besoin en eau de la pomme de terre .....	43
Tableau 9 : besoin en eau de piment / poivron.....	43
Tableau 10 : besoin en eau de tomate .....	44
Tableau 11 : besoin en eau de laitue .....	44
Tableau 12 : besoin en eau d'haricot.....	44

Tableau 13 : besoin en eau carotte .....	45
Tableau 14 : besoin en eau oignon/ail .....	45
Tableau 15 : besoin en eau de pommier .....	45
Tableau 16 : besoin en eau olivier.....	46
Tableau 17 : besoin en eau pêcher.....	46
Tableau 18 : besoins totaux en eau d'irrigation du l'assolement 1 .....	46
Tableau 19 : besoins totaux en eau d'irrigation du l'assolement 2 .....	47
Tableau 20 : volumes des besoins en eau d'irrigation .....	48

#### **CHAPITRE IV**

Tableau 1 : Choix du diamètre de la borne .....	54
Tableau 2 : liste des diamètres et des vitesses admissibles .....	55
Tableau 3 : Coefficients e différents types de matériau .....	57
Tableau 4 : Choix de la ventouse .....	58
Tableau 5 : Choix de la vidange.....	58

#### **CHAPITRE V**

Tableau 1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.....	71
---	----

#### **CHAPITRE VI**

Tableau 1 : Résultat de calcul pratique d'aspersion .....	77
Tableau 2 : Diamètre de la rampe .....	84
Tableau 3 : Diamètre porte rampe.....	84
Tableau 4 : Diamètre des conduites tertiaires .....	84
Tableau 5 : Les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable .....	85

#### **CHAPITRE VII**

Tableau 1 : bilan campagne (campagne 2018).....	92
Tableau 2 : les principaux agrégats lies à l'activité du périmètre (2014/2018) .....	92
Tableau 3 : récapitulatif du cout de revient.....	93
Tableau 4 : principaux agrégats -suivi campagne d'irrigation 2018.....	94

## **LISTE DES ABREVIATIONS :**

ONM : Office National de la Météo.

ANRH : Agence National des Ressources Hydriques.

ONID : Office National d'Irrigation et de Drainage.

Q : Quotient pluviométrique d'EMBERGER.

ADE : Algérienne des Eaux.

AEP : Alimentation en Eau Potable.

AEI : Alimentation en Eau d'Irrigation

APC : Assemblée Populaire Communale.

S.A.R : Sodium Absorption Ratio.

$K_C$  : Coefficient cultural.

ETM : L'évapotranspiration maximale. (mm)

ET0 ou ETP : L'évapotranspiration de référence. (mm)

B : Besoins en eau d'irrigation. (mm)

Peff : Pluie efficace. (mm)

RFU : Réserve facilement utilisable. (mm)

Da : Densité apparente.

P T : pommes de terre.

D : Diamètre. (mm)

E : Rugosité absolue.

DA : Dinar Algérien.

C.T.N : Cote de terrain naturel. (m)

C E : Conductivité électrique.

E.A.I : Exploitation agricole individuel

E.A.C : Exploitation agricole collective

DN : Diamètre Nominal. (mm)

H : Hauteur. (m)

ha : Hectare.

Max. : Maximum.

Min. : Minimum.

Moy. : Moyenne.

NGA : Niveau géographique de l'Algérie.

PEBD : Polyéthylène à Basse Densité.

PEHD : Polyéthylène à Haute Densité.

PN : Pression Nominale.

PVC : Polyvinyle de Chlorure.

Q : débit. ( $m^3/s$ )

R : Réservoir.

SAI : Surface Agricole Individuel.

SAU : Surface Agricole Utile.

SAT: Surface Agricole Totale.

S.B.V : Sous bassin versant.

SP : Station de Pompage.

SPT : Station de Pompage Tilesdit.



# Introduction générale

---

La problématique actuelle de l'eau en Algérie marque la présence de faits saillants, caractérisés essentiellement par l'accroissement des besoins, la surexploitation et la rareté des ressources, capables de conduire à une situation de pénurie qui menacerait le développement économique du pays.

La rareté de l'eau a été une question importante depuis plusieurs décennies dans l'agriculture algérienne identifiée comme étant l'activité principale qui contribue à cette rareté, l'agriculture irriguée étant le principal utilisateur des eaux mobilisées (environ 70 à 80%) L'augmentation de l'efficacité de l'usage de l'eau d'irrigation par le secteur agricole, le plus grand utilisateur est l'une des solutions à la raréfaction de cette ressource.

C'est dans ce cadre de rationalisation de la consommation agricole de l'eau que l'Etat Algérien a entamé, depuis les années 2000 une politique qui vise la gestion rationnelle des ressources en eau pour faire face à des défis majeurs, donc une nécessité accrue d'augmenter la production agricole pour satisfaire les besoins d'une population en nette croissance. Cet accroissement s'accomplit sous les conditions des ressources en eau de plus en plus limitées et coûteuses, l'Algérie est classée parmi les régions pauvres en matière de ressources en eau. Dans ce contexte il est très important de s'interroger sur les facteurs pertinents qui influencent la performance d'un système d'irrigation et sur les possibilités de son amélioration dans une situation physique et économique donnée.

Notre l'objectif de recherche s'inscrit dans cette optique, il s'agit d'élaborer une réflexion selon les données obtenues lors de calcul des différents indicateurs de performance, et apporter les solutions à ce phénomène de rentabilité des systèmes mis en place, et les contraintes confrontées en matière de gestion du périmètre influençant sur la performance.

Ce mémoire est présenté en six chapitres : Le premier chapitre traite du cadre, se focalise sur la présentation de la zone d'étude d'un point de vue géographique, géomorphologique et climatique, dont l'objectif est à déterminer l'indispensabilité de l'irrigation.

Le deuxième chapitre se propose de présenter les ressources en eau en termes de qualité dans la zone d'étude. Et la détermination des pluies fréquentielles, et leurs répartitions mensuelles par le biais d'ajustement à la loi normale.

Le troisième chapitre dresse un constat sur le périmètre d'irrigation. En premier lieu les cultures aptes à cultiver sur le périmètre, puis l'estimation de leurs besoins en eau, une fois convertis en volume, ce dernier permet de confirmer ou d'infirmer que le volume d'eau stocké au niveau de la retenue est suffisant ou non pour l'irrigation du périmètre.

Le quatrième chapitre est consacré pour l'architecture du périmètre, commençant par le dimensionnement de la conduite d'adduction et son tracé, suivie par le découpage des ilots et enfin le réseau de distribution avec ses différents paramètres hydrauliques.

L'analyse de l'influence mutuelle du contexte hydraulique et du contexte socioéconomique fera l'objet du chapitre 7 où on se propose d'étudier la performance globale et ses déterminants à l'échelle de la parcelle toute en analysant la performance globale à l'échelle des exploitations agricoles et ses déterminants.

La conclusion porte d'une part sur les principaux résultats en relation avec la performance actuelle des exploitations agricoles.

# ***CHAPITRE I***

## I.1 Introduction :

Lors d'une étude d'un projet d'irrigation d'un périmètre, on a besoin de faire une analyse des conditions naturelles aux quelles le périmètre est confronté. Dans ce chapitre, on va essayer de définir le maximum des conditions pour mieux comprendre le lieu naturel.

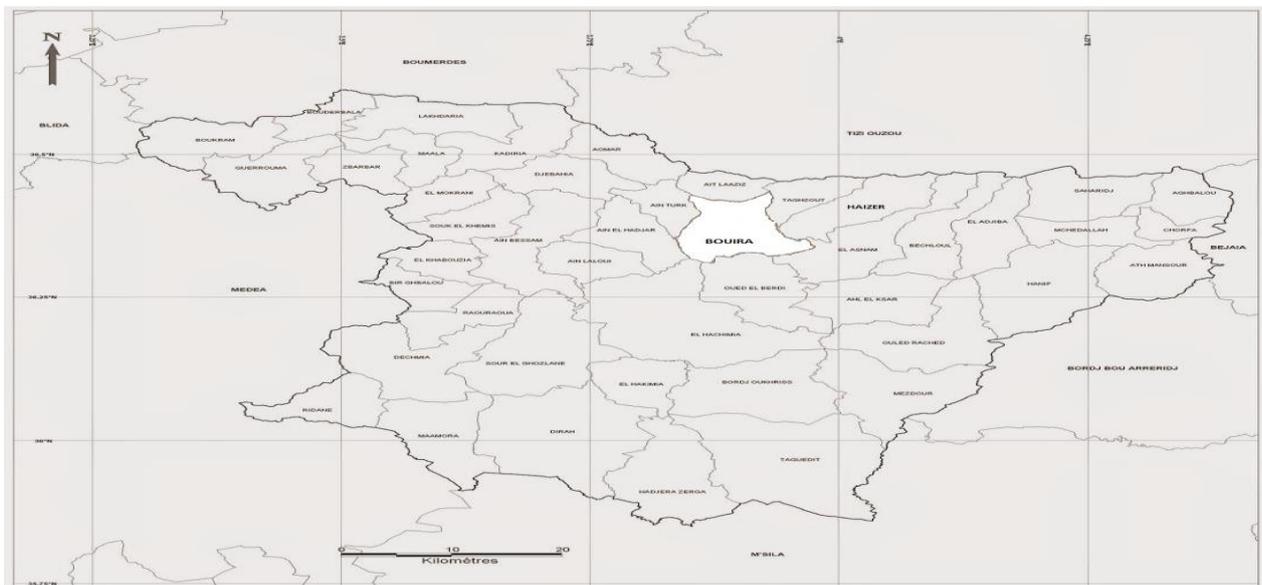
L'étude détaillée des principaux facteurs climatiques, vont nous permettre de déterminer le type de climat caractérisant la zone, ceci pour un meilleur aménagement du périmètre d'étude.

## I.2 Présentation de la wilaya de bouira :

Issue du découpage de 1974, la wilaya de Bouira est située au sud-est d'Alger avec une superficie de 4454 km<sup>2</sup>. Elle est délimitée

- au nord par les wilayas de Boumerdes et Tizi-Ouzou,
- au sud M'sila et Médea,
- à l'est Bejaia et Bordj bouarreridj
- et à l'Ouest Blida et Médéa.

La wilaya abrite les barrages de Tilesdit (167 millions de mètres cubes) et de Koudiet Acerdoune (640 millions de mètres cubes). Sa vocation principalement agricole lui ouvre de larges perspectives dans les activités de transformation agroalimentaire.



**Figure 1 :** Carte administrative de la willaya de Bouira

### I.3 Présentation du secteur agricole :

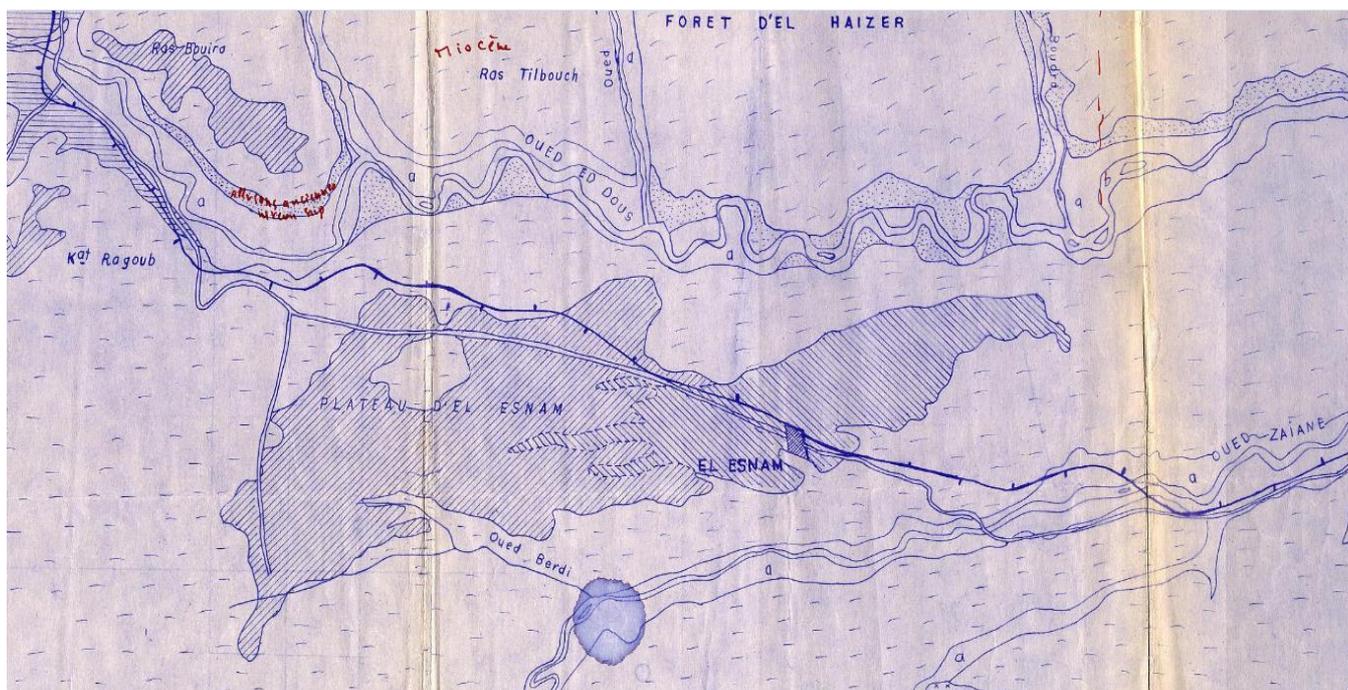
L'agriculture constitue la vocation prédominante dans l'activité économique de la Wilaya de Bouira, qui revêt par ailleurs un caractère spécifiquement rural.

**Tableau 1** : Les Superficie Agricole de Bouira

Superficie Agricole	Superficie Agricole Totale (SAT)	Superficie Agricole Utile (SAU)	Dont irriguée	Parcours
Superficie ha	293.645	189.960	15472	15472

### I.4 Localisation du périmètre d'étude :

Le périmètre du plateau d'el-Asnam, est intégré dans le projet de périmètre irrigué du plateau d'El-Asnam et de la vallée du sahel pour une superficie de plus de 8.000 hectares, comprise entre les wilayas de Bouira et de Bejaia, le plateau d'El-Asnam s'étend sur une superficie totale de 2 400 hectares



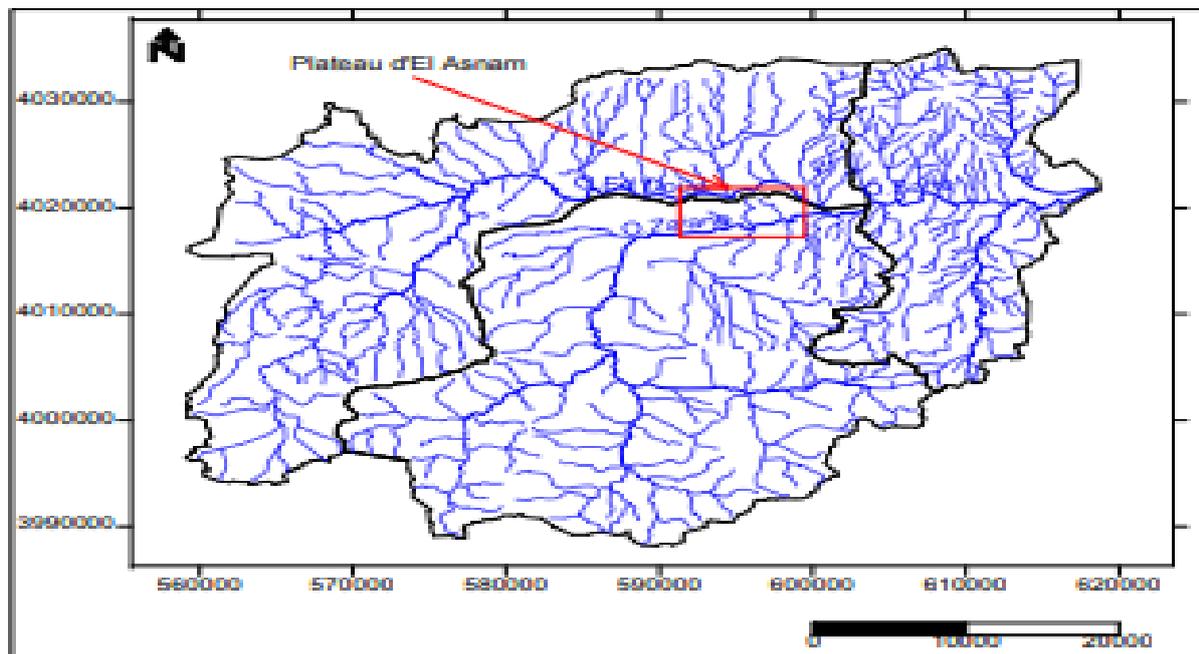
**Figure 2** : Situation de périmètre

### I.5 Caractéristiques des superficies du Périmètre du plateau d'elasnam :

- Sup classe : 2400 ha.
- Sup équipées : 2260 ha
- Sup irrigable : 2200 ha.
- Sup irriguée : 2012 ha (campagne d'irrigation 2018 - Source ONID).

## I.6 Situation géographique :

La région d'étude appartient à la wilaya de Bouira, le plateau d'El Asnam avec une superficie de 2400 ha, qui se situe à 13 km à l'Est du chef-lieu de la wilaya de Bouira. Il couvre une surface de l'ordre de 55 km<sup>2</sup>, chevauchant deux sous bassins à savoir l'Oued Ed Dous au Nord et l'Oued Zaiane au Sud-est. Ces deux oueds sont les affluents de l'Oued Sahel, lui-même affluent de l'Oued Soummam. Ce plateau abrite une nappe d'eau importante exploitée pour les besoins en eau potable des principales agglomérations de la zone Bouira - El Asnam, et aussi pour l'irrigation Le périmètre sera desservi par le barrage de Tilesdit, situé sur l'oued El-Dhous dans la commune de Bechloul à environ 47 km au nord-est du chef-lieu de la wilaya de Bouira .avec une capacité est de 167,2 Hm<sup>3</sup>.



**Figure 3 :** Localisation du plateau d'El Asnam

## I.7 Caractéristiques topographiques de la zone

### I.7.1 Relief

Le relief joue un rôle primordial dans le comportement hydrologique d'un bassin, car de nombreux paramètres hydrométéorologiques varient avec l'altitude (précipitations, températures, etc.), l'éloignement de la mer et la morphologie du bassin. En outre, la pente influe sur la vitesse d'écoulement.

Concernant les deux bassins Oued Ziane montrent que plus de 70% de la surface totale des bassins correspond à des altitudes allant de 520 à 550 m et que les altitudes supérieures à 550 m sont peu étendues.

La forme des bassins présente un état de jeunesse où le potentiel érosif est important.

## I.8 Caractéristiques hydrographique

C'est l'une des plus importantes caractéristiques d'un bassin. Le réseau hydrographique se définit comme l'ensemble des cours d'eau naturels ou artificiels, permanents ou temporaires, qui participent à l'écoulement.

Le plateau d'El Asnam est localisé dans le bassin versant de l'Oued Ziane (voir fig N°4). Ce bassin présente une superficie totale de 1005.4 km<sup>2</sup> et un périmètre total de 165.88 km.

La plaine d'El Asnam correspond à un bassin sédimentaire d'orientation Est - Ouest. Elle est limitée au Nord par l'Oued Eddhous, au sud par des forêts Kessana. Cette plaine abrite une nappe d'eau alluviale importante exploitée pour les besoins en eau potable des principales agglomérations de la zone Bouira - El .Asnam.

L'extension des alluvions d'El Asnam présente une superficie de 21,34km<sup>2</sup> et un périmètre de 36,60 km

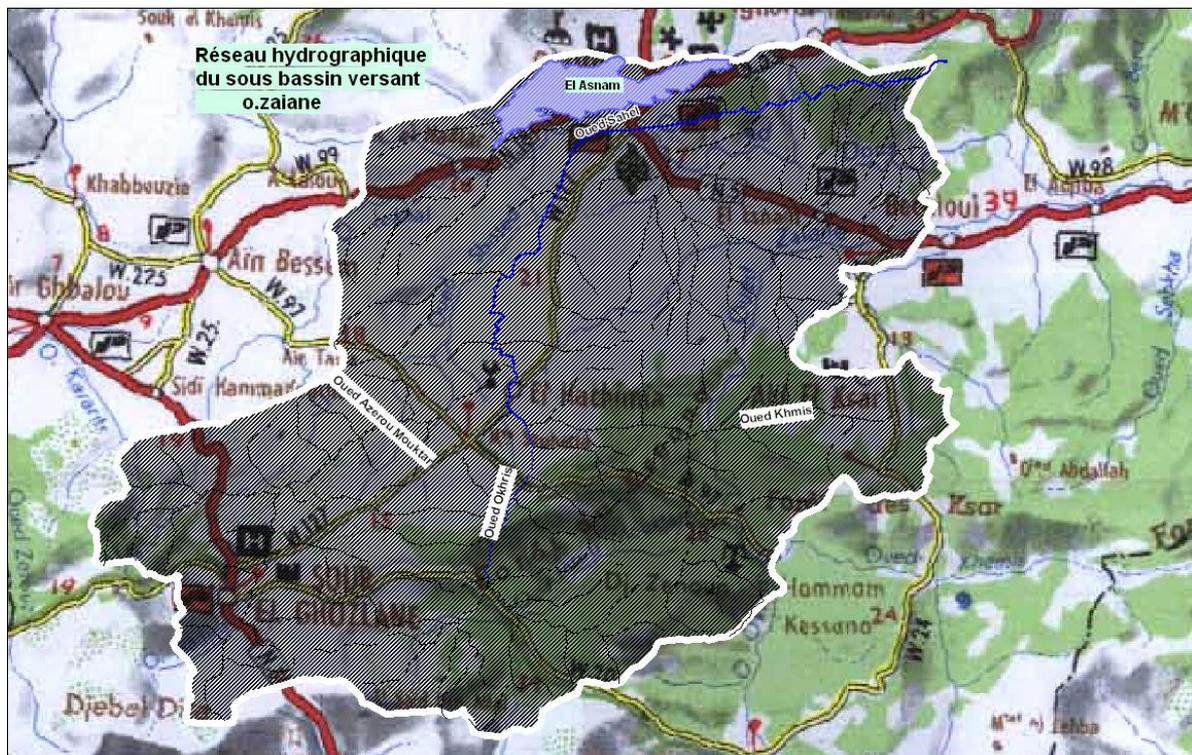


Figure 4 : bassin versant de l'oued Ziane au 1/200.000

## I.9 Climatologie

### I.9.1 Introduction

En Algérie, les données hydro climatiques sont en général fournies par des organismes publics tels que : l'agence national des ressources hydrauliques (A.N.R.H) et l'office national de la météorologie (O.N.M).

Pour les besoins de notre projet d'étude, nous avons pris les données disponibles de la station climatologique de l'office national de la météorologie (O.N.M), de Bouira

Les données météorologiques et climatologiques sont d'une valeur très importante pour gérer et planifier un projet d'irrigation.

Les températures, l'humidité relative, l'intensité des vents et leur direction, la fréquence des jours de sirocco ; sont les plus déterminants.

### I.9.2 Aperçu climatologique à la région d'étude

La situation géographique de la plaine alluviale d'El Asnam jouit d'un climat de type méditerranéen (semi-aride), avec une température moyenne annuelle de 20°C, des précipitations moyennes annuelles qui varient de 400 à 600 mm et une évaporation de 94%.

Selon la carte pluviométrique du nord de l'Algérie :

La saison pluvieuse dans la plaine d'El Asnam s'étend du mois d'octobre au mois de mars et le reste de l'année hydrologique (correspondant à la période d'étiage) s'étendant du mois de juin au mois de septembre.

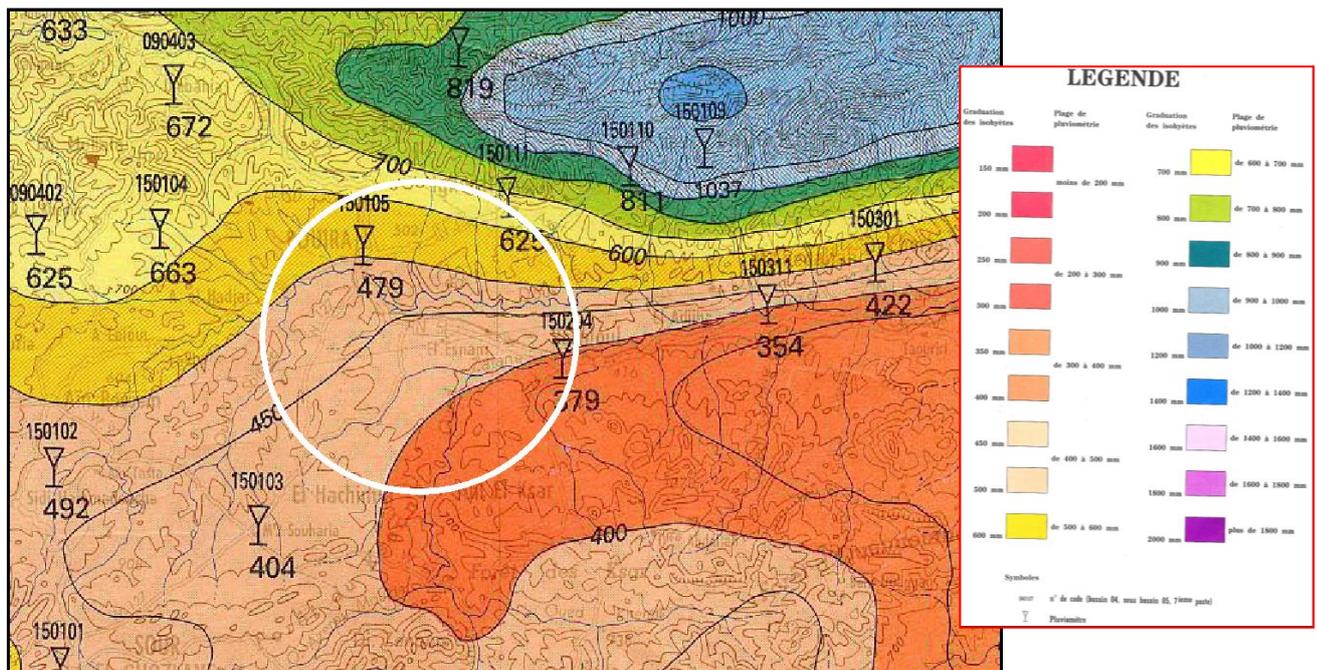


Figure 5 : carte pluviométrique de l'algérie du nord

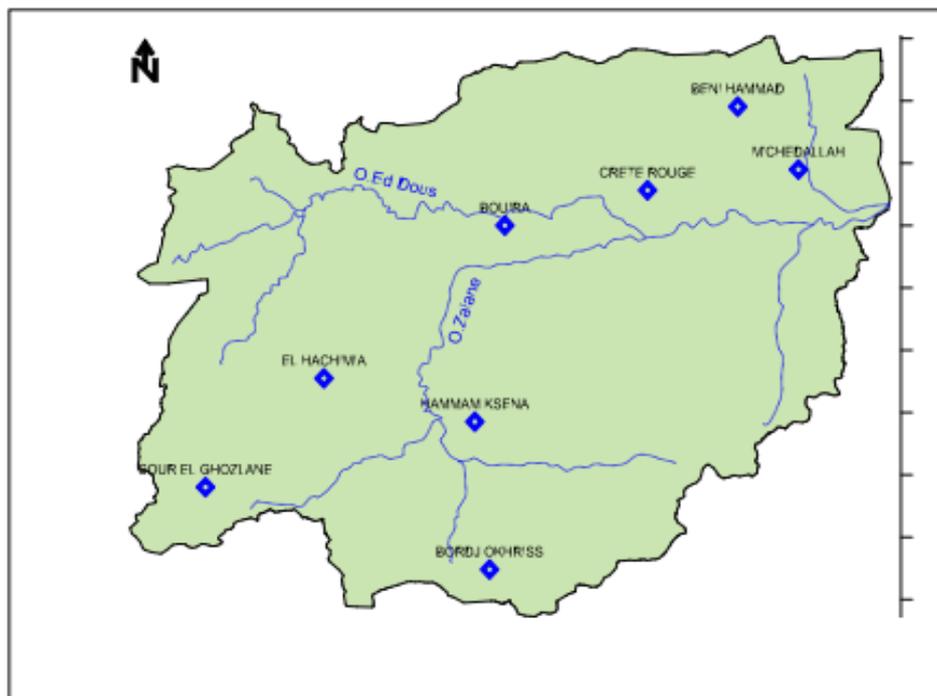
### I.9.3 Choix de la station météorologique

Les données climatiques présentées ci-après sont collectées, auprès de la station de Bouira, géré par l'ANRH, dont le code est 150105.

Le tableau suivant donne les coordonnées géographiques de la station météorologique :

**Tableau 2 :** Cordonnés de la station météorologique de Bouira.

Station	Code	X(m)	Y(m)	Z(m)	Année de fonctionnement
Bouira	150105	616000	337250	520	1995-2018

**Figure 6 :** Carte de positionnement des stations pluviométriques de Bouira.

#### I.9.4 Etude des précipitations

Les données collectées proviennent de la station météorologique de Bouira, les relevés pluviométriques observés sur lesquels se base notre étude ont couvert la période allant de 1995 à 2018 soit une série de vingt-quatre ans.

**Tableau 3 :** Pluies moyennes annuelles obtenues.

Nom de la station	Code	Pluies moyennes annuelles (mm)
Bouira	150105	486.3mm

#### I.9.5 Pluviométrie

La connaissance des moyennes pluviométriques mensuelles qui tombent dans la région d'étude ainsi que leur répartition temporelle permet de mieux apprécier les besoins en eau d'irrigation.

L'analyse des pluies mensuelles permet de connaître la répartition de la pluviométrie à l'échelle de l'année, ce qui permet de déduire les déficits d'écoulements saisonniers.

Les précipitations moyennes annuelles, représentées sont évaluées selon la moyenne pondérée dans notre station, elles sont d'environ 486.3 mm (Source la station Météorologique de Bouira).

La répartition des pluies mensuelles et annuelles est représentée sur le tableau suivant.

**Tableau 4 : Répartition mensuelles et annuelles des pluies**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total annuel
Pluie (mm)	34.39	44.17	56.90	64.82	75.3	51.92	47.79	46.89	36.15	14.04	3.13	11.48	486.3

Source : ONM BOUIRA

Les données du tableau indiquent que les précipitations sont irrégulières mais généralement moyennes, la pluviométrie annuelle moyenne est de 486.3 mm.

### I.9.6 Température

Ce paramètre est un facteur très important dans l'évaluation du déficit d'écoulement, qui rentre dans l'estimation du bilan hydrologique. Les relevés moyens mensuels des températures ont été enregistrés par la station de Bouira

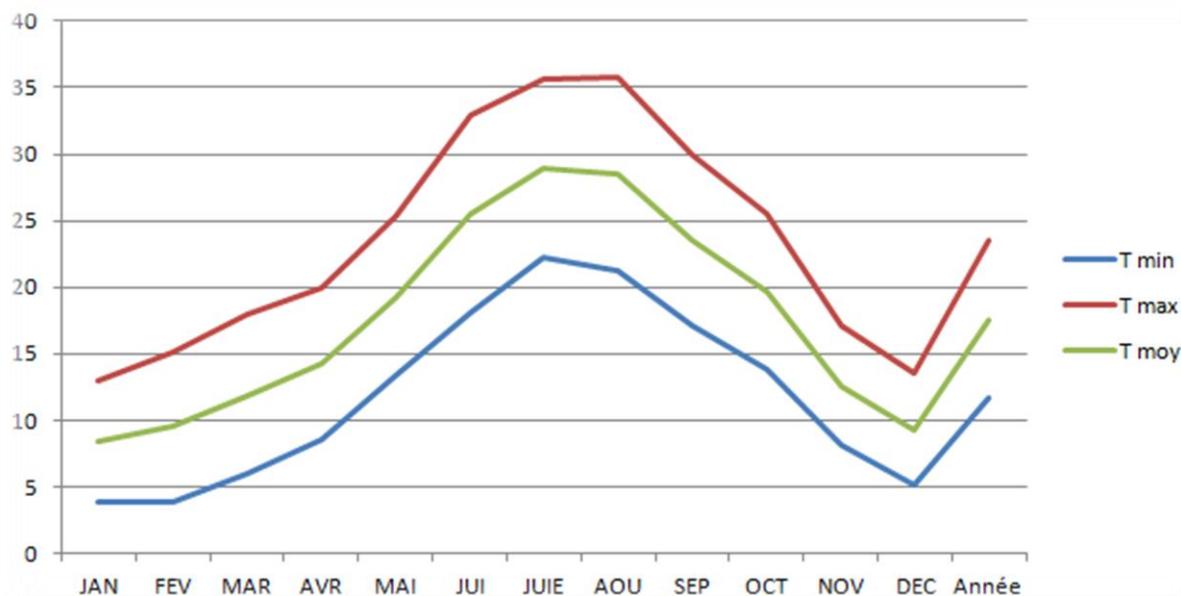
Les températures ambiantes ont été mesurées à l'aide de thermomètre à minima et à maxima. Le tableau suivant résume les moyennes mensuelles et annuelles correspondant à la période d'observation.

**Tableau 5 : Température moyenne mensuelles et annuelles à la station de Bouira**

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIE	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Année
T min	3.8	3.9	6.0	8.5	13.4	18.1	22.2	21.3	17.1	13.9	8.2	5.1	11.7
T max	13.0	15.1	17.9	20.0	25.3	32.9	35.6	35.7	30.0	25.5	17.1	13.5	23.5
T moy	8.4	9.5	11.9	14.2	19.3	25.5	28.9	28.5	23.5	19.7	12.6	9.3	17.6

Source : ONM BOUIRA

La température moyenne annuelle est de l'ordre de 17,6 °C. On constate que les mois les plus chauds sont juillet et août avec une température de 35.7°C en raison des courants chauds provenant du Sud. Les mois froids sont décembre, janvier et février.



**Figure 7 :** Répartition mensuelle des températures moyennes mensuelles, maximales et minimales du plateau d'EL'Asnam (station de Bouira).

#### I.9.6.1 La température moyenne de sol :

- La distribution moyenne mensuelle de la température de sol est représentée ci-après :

**Tableau 6 :** Températures mensuelles moyennes du sol (°C)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
<b>T<sub>smoy</sub>°C</b>	3.4	3.2	3.1	5.2	7.8	13.4	15.7	17.3	15.9	11.3	7.9	0.28	8.6

Source : ONM BOUIRA

#### I.9.7 Le vent :

C'est un agent climatique influant directement sur le climat d'une région, en raison des dégâts qu'il cause, notamment en agriculture.

**Tableau 7 :** Moyennes mensuelles de la vitesse du vent maximal et vent moyen en m/s

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIE	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Moyenne annuelle
<b>V<sub>moy</sub> (m/s)</b>	3.9	2.4	4.6	5.5	3.8	5.0	4.5	3.9	4.5	4.9	4.0	5.2	4.3
<b>V<sub>max</sub> (m/s)</b>	25	20	27	38	27	33	31	29	35	30	31	36	30

Source : ONM BOUIRA

Dans la zone d'étude, les vents soufflent dans des directions à différentes intensités en fonction des saisons, les vents les plus dominants sont ceux du Ouest et Est.

Durant les trois mois : janvier, février, mars, la valeur maximale reste inférieure à 28 m/s. Pendant le reste de l'année, elle dépasse 28m/s en moyenne pour atteindre son maximum en mois d'avril 38 m/s. Ces vents agissent sur la nébulosité en réduisant les écrans nuageux pour faire place aux rayons solaires qui augmentent les températures favorisant l'évaporation

### I.9.8 Le siroco :

Le vent du Sud ou siroco, souffle dès la fin du printemps et durant l'été accentuant ainsi le dessèchement du sol et l'évapotranspiration des végétaux.

**Tableau 8 :** Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIE	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
<b>Nombre moyen</b>	0.7	0.4	1.9	1.5	2.1	3.0	4.5	4.6	3.9	2.5	0.1	0.3

Source : ONM BOUIRA

Le nombre de jours de sirocco est en moyenne de 25.5 jours par an, il débute du mois de avril et jusqu'au mois d'Octobre. La période de pointe est observée en Aout avec 4.6 jours.

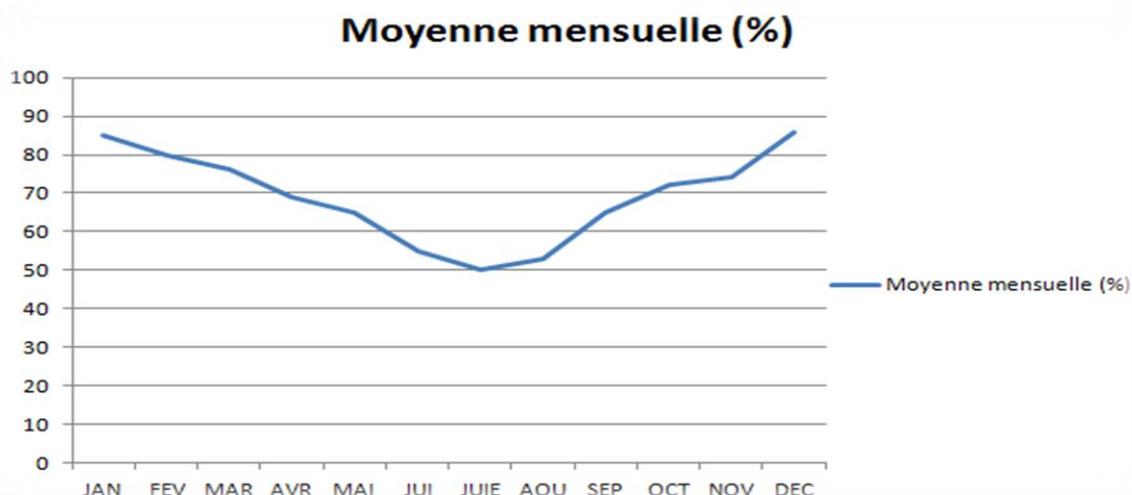
### I.9.9 Humidité relative :

C'est le quotient entre la tension de vapeur réelle et la tension de vapeur saturante. L'humidité de la région montre un écart important entre la période hivernale et estivale.

**Tableau 9 :** moyennes mensuelles mesurées à la station de Bouira

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIE	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
<b>Moyenne mensuelle (%)</b>	85	80	76	69	65	55	50	53	65	72	74	86

Source : ONM BOUIRA

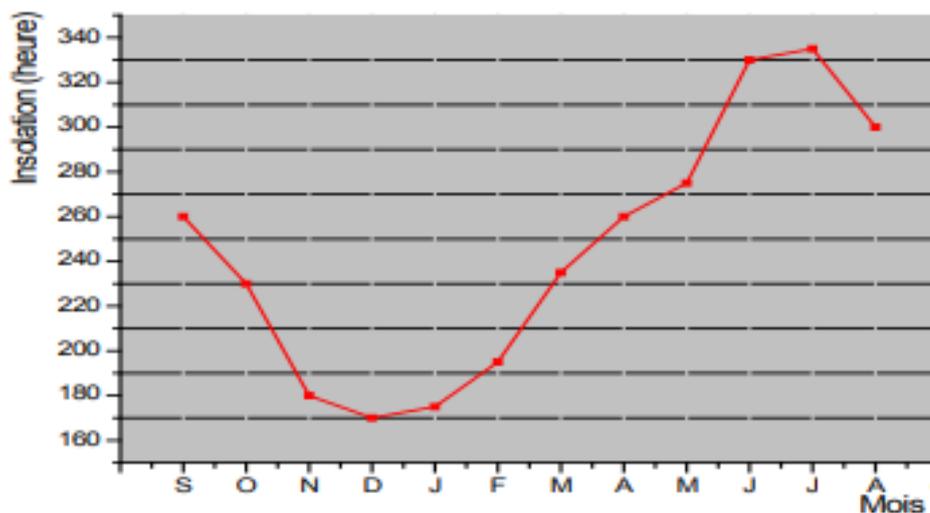


**Figure 8 :** Humidité relative pour la région Bouira. (Source O.N.M)

L'humidité est supérieure à 70% sur les 6 mois de l'année et ceci à partir du mois d'Octobre. Le maximum est enregistré en saison hivernale 85% alors que le minimum 48% est observé en été.

### I.9.10 Insolation

L'insolation ou radiation solaire globale représente la durée totale mensuelle d'ensoleillement en supposant un ciel dégagé de nuages, elle est mesurée à l'aide de l'héliographe CAMPBELL et exprimée en heures.



**Figure 9 :** Insulations mensuelles interannuelles aux niveaux de station de Bouira

Nous remarquons que les heures d'insolation augmentent en été jusqu'à atteindre 334 heures en juillet pour décroître en hiver avec une insolation minimale de 170 heures en décembre.

### I.9.11 Evaporation

Selon Musy, 2005 l'évaporation se définit comme étant le passage de la phase liquide à la phase vapeur, il s'agit de l'évaporation physique. Les plans d'eau et la couverture végétale sont les principales sources de vapeur d'eau. On parle de sublimation lors du passage direct de l'eau sous forme solide (glace) en vapeur.

Le principal facteur régissant l'évaporation est la radiation solaire. Les mesures de l'évaporation ont été effectuées sous abri à l'aide de l'évaporé-mètre "Piche" à la station de Bouira,

**Tableau 10 :** Evaporation moyennes mensuelles et annuelles à la station de Bouira.

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIE	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Année
Evapo (mm)	65.5	71.1	115.4	137.4	179.6	280.5	336.1	305.2	193.6	156.3	79.3	63.5	1983.6

Source : ONM BOUIRA

D'après ce tableau, l'évaporation est relativement faible dans la période allant de Novembre à Février et importante en période estivale. L'évaporation annuelle est égale à 1983.6 mm (presque 2m).

**I.9.12 Indices Agro météorologiques :**

Pour la classification du climat, on utilise généralement les paramètres agro-météorologiques, qui reposent sur la température et la pluviométrie de la zone étudié

Le but de ce calcul c'est la détermination de type de climat et voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes.

Les indices les plus connue sone ceux De MARTON (1926) et E.EMBERGER (1932).

**I.9.13 L'indice d'aridité de De-Martonne :**

Est un paramètre qui permet la classification du climat en fonction d'un rapport de la pluviométrie annuelle sur la température, Cet indice permet de préciser le degré de sècheresse de la région et par conséquence de renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation.

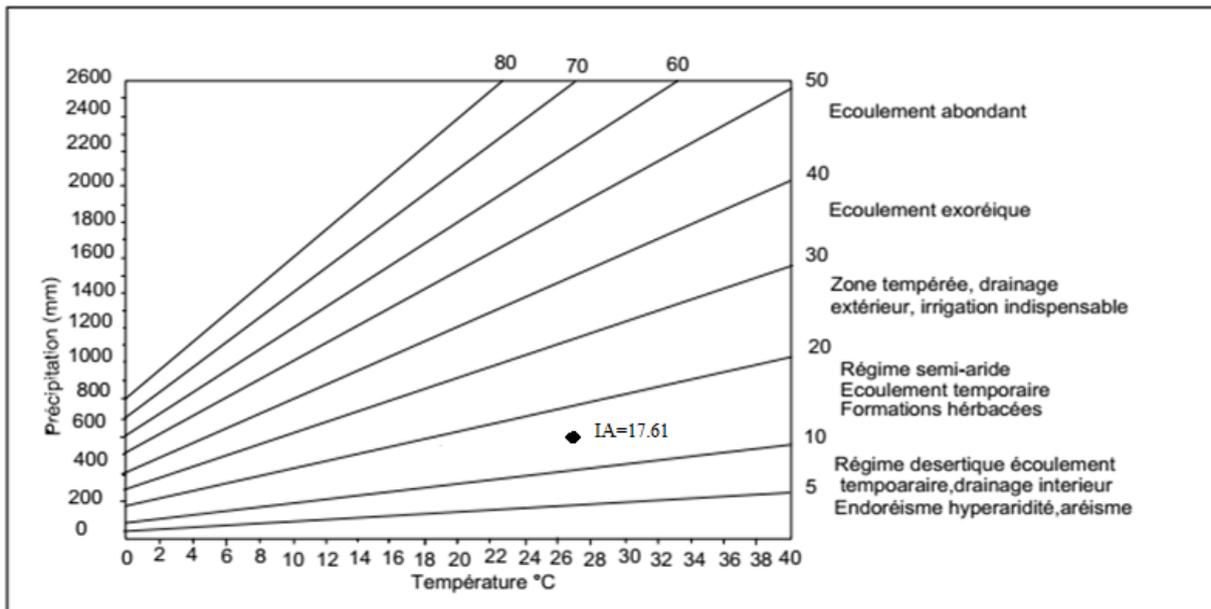
$$I_A = \frac{P}{T + 10} \dots\dots\dots(I-1)$$

Avec :

**I<sub>A</sub>** : Indice climatique.

**P** : Précipitation moyenne annuelle (mm).

**T** : Température moyenne annuelle (°C).



**Figure 10 :** abaque d'indice d'aridité annuelle de De Martonne

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

**Tableau 11** : Classification du climat selon De Martonne

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

Dans notre cas, nous avons :

Avec :  $P = 486.3 \text{ mm}$  et  $T = 17.6^\circ \text{ C}$

$$AN : IA = \frac{486.3}{17.6+10} = 17.61$$

Etant donné que  $IA = 17.61$

D'où notre climat est sec, on conclue que l'irrigation est souvent indispensable.

#### I.9.14 Quotient pluviométrique d'Emberger :

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

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

Q : Quotient pluviométrique d'EMBERGER

P : Précipitation moyenne annuelle mm

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en  $K^\circ$  (degré kelvin)

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en  $K^\circ$

Avec

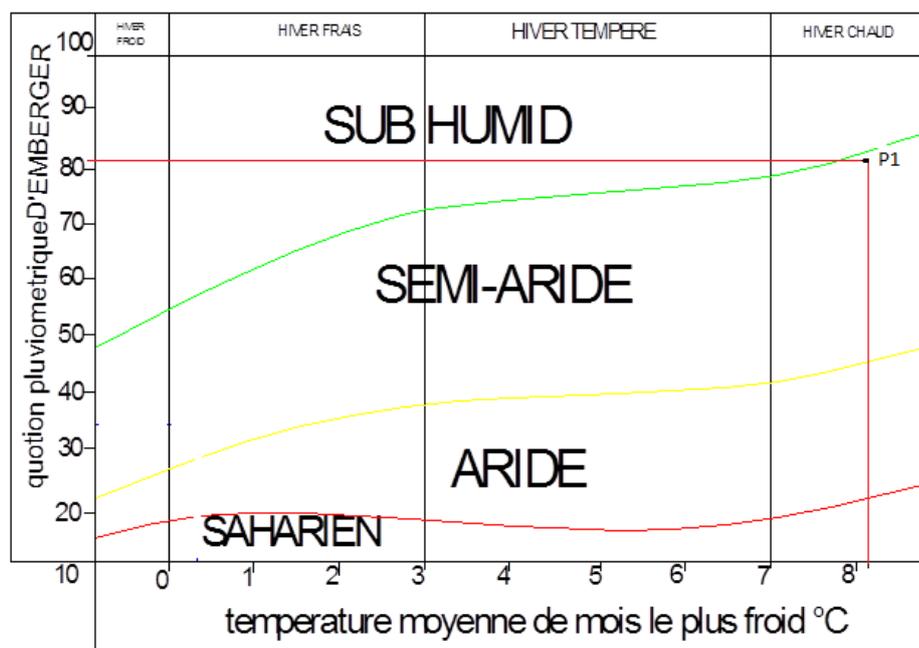
P : 486.3 mm

M : 28.9°C soit 28.9+273

m : 8.4 °C soit 8.4+273

On aura :

$$Q = \frac{2 \times 1000 \times 486.3}{(28.9 + 273)^2 - (8.4 + 273)^2} = 81.3 \text{ mm}$$



**Figure 11 :** Diagramme bioclimatique d'Emberger

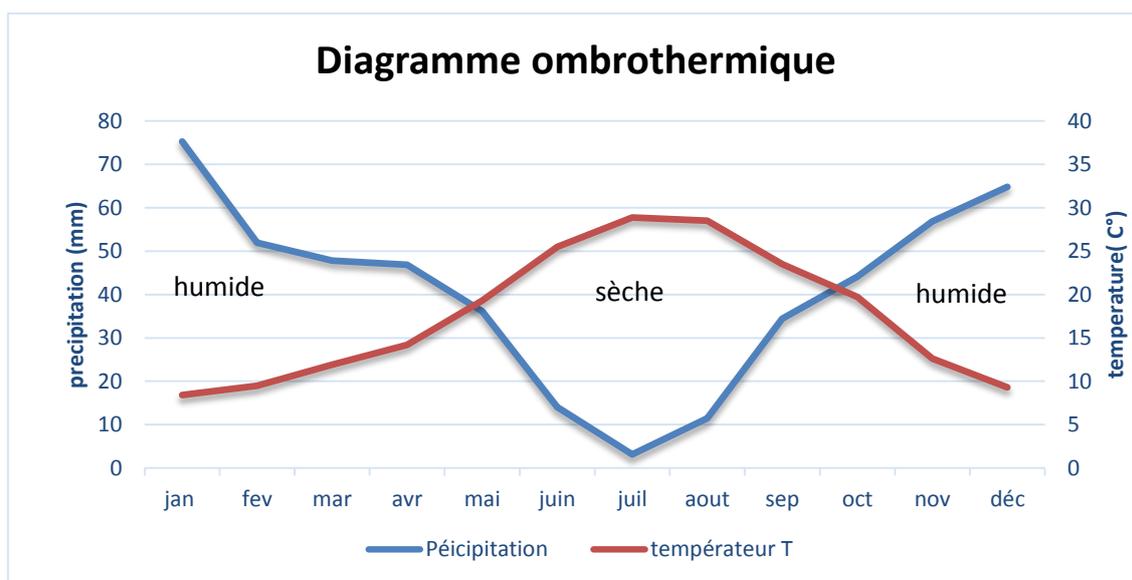
En fonction de la température moyenne minimale de mois le plus froid, on peut confirmer que notre région est située dans la région **semi-aride**.

#### I.9.15 Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gausсен :

Il est établi selon la méthode mise au point par F.BANGNOULS et GAUSSEN ce diagramme nous permettra de valuer en saison sèche et humide, et sa position dans le temps, en faisant intervenir la pluviométrie et la température sur un même graphique.

**Tableau 12 :** précipitations et températures station de Bouira

Mois	jan	Fév	mars	avri	Mai	juin	juil.	aout	sep	Oct	nov	Déc
<b>p (mm)</b>	75.3	51.92	47.79	46.89	36.15	14.04	3.13	11.48	34.39	44.17	56.90	64.82
<b>T° moy (C°)</b>	8.4	9.5	11.9	14.2	19.3	25.5	28.9	28.5	23.5	19.7	12.6	9.3
<b>2T</b>	16.4	19	23.8	28.4	38.6	51	57.8	57	47	39.4	25.2	18.6



**Figure 12 :** Diagramme ombrothermique (station de Bouira)

### I.9.16 Description de graphique

D'après le graphe on remarque les deux courbes 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 humide est de 7 mois allant de mois octobre jusqu'à de mois avril et la saison sèche est de 5 mois allant de mois juin jusqu'à de mois septembre.

Donc le climogramme de Gaussen confirme que le climat de cette zone est semi-aride alors pendant cette période l'irrigation est indispensable.

### I.9.17 Etude socio-économique :

El-Asnam est caractérisée par sa vocation agricole notamment céréalière, l'espace agricole est constitué par des plaines, des collines et piémonts et une zone montagneuse. La commune totalise des exploitations agricoles réparties dans le tableau (15).

**Tableau 13 :** Répartition des exploitations agricoles de la commune d'El-Asnam.

Exploitation	nombre	Superficie (ha)
E.A.C	30	526.3
E.A.I	32	465.7
Ferme pilote	1	1041.6

Source : DSA de Bouira

**Tableau 14 :** La répartition de la main-d'œuvre

MAIN D'ŒUVRE PERMANENTE		MAIN D'ŒUVRE SAISONNIERE	
hommes	femmes	hommes	femmes
5058	318	2222	445
5376		2667	

Source : DSA de Bouira

**I.10 Conclusion :**

Le plateau El-Asnam se caractérise par trois (03) étages bioclimatiques successifs du nord au sud : Humide tempéré, subhumide et semi-aride, d'où la présence d'une période d'enneigement et de gel fréquente localisée dans la partie nord.

Le plateau d'El-Asnam se caractérise par un climat méditerranéen marqué par deux saisons contrastées :

- ✓ Une saison chaude sèche et prolongée, allant de Juin à septembre ;
- ✓ Une saison froide et pluviale durant le reste de l'année.

Les précipitations sont irrégulières mais généralement moyenne, la pluviométrie annuelle moyenne est de **486.3mm**.

# ***CHAPITRE II***

## II.1 Introduction

Avant d'entamer un projet d'irrigation il faut faire des analyses bien détaillées sur les compositions des sols, et il faut aussi localiser et quantifier l'eau nécessaire à cette irrigation.

Pour cela, et à travers ce chapitre nous étudierons les ressources en sol et nous présenterons les ressources en eau et leurs qualités dans notre zone d'étude.

## II.2 Ressources en sol

L'étude agro-pédologique a pour objectifs de définir les sols destinés à l'irrigation ou de localiser les zones aptes à sa mise en valeur, ainsi que les caractéristiques hydrodynamiques, physicochimiques et morphologiques de ces sols indispensables pour le calcul des doses d'arrosage et l'emplacement des réseaux d'irrigation et de drainage.

### II.2.1. Classification des sols

La présente étude étant complémentaire de l'étude agro pédologique réalisée en 1966, on s'y référera pour connaître plus en détail le milieu physique.

Au cours de la prospection de terrain qui s'est déroulée en juillet-août 1989, 200 fosses pédologique creusées au tractopelle ont été décrites jusqu'à 1,2 m de profondeur. 10 unités ont été recensées, correspondent à l'ordre des sols dans la classification.

Des mesures de vitesse d'infiltration ont été réalisées sur le site des profils les plus représentatifs des différentes classes de sols (4 sites avec 3 répétitions).

10 unités cartographiques recensées appartiennent à 4 types de sols :

- ✓ Les sols bruns calcaires (unités 1 à 5)
- ✓ Les sols bruns (unité 6 à 7)
- ✓ Les sols châtaîns (unité 8 à 9)
- ✓ Les sols fersiallitiques (unité 10)

Il est intéressant de noter que le principal facteur limitant de ces sols (à savoir leur épaisseur utile inférieure à 100 cm) est à imputer à des conséquences de processus pédo-génétiques qui sont :

- La formation des croûtes et encroûtements calcaires du sommet du substratum, au **Moulouyen**, décrits ci-dessous ; ce sont des obstacles qui sont à l'origine des seuls sols non profonds rencontrés, à savoir ceux des unités 4 et 5 ;
- La formation d'horizons médians vertiques à forte teneur en argiles et faces de glissement, qui constituent un obstacle pour des cultures à enracinement profond requérant des sols non compacts comme le pêcher.

Les unités cartographiques reconnues sur le terrain sont présentées ci-après sous formes de fiches d'unité cartographique.

Ce sont des unités de sols dont le degré d'homogénéité est en accord avec l'échelle de l'étude.

### II.3 Géologie – géomorphologie

Le territoire étudié constitue la majeure partie du plateau d'El Asnam : c'est un replat bordé par des talus de 50 à 100 m de dénivelé, limités au nord par la vallée de l'Oued Eddous et au sud par celle de l'Oued Ziane.

L'observation d'une carte topographique de la région révèle que ce plateau, dont l'altitude avoisine 525 m, est la zone la moins accidentée du bassin versant de l'Oued Ziane.

Sa masse est un monoclin à pendage nord, constitué de puissants dépôts continentaux. Ce sont des produits d'érosion épanchés durant l'Aquitaniens, par des cours d'eau provenant du massif du Djurdjura.

Il s'agit de conglomérats plus au moins consolidés, alternant avec des argiles sableuses, facilement observables sur les talus abrupts qui limitent le plateau.

Sur celui-ci, cet Aquitaniens est à l'affleurement dans les unités 4 et surtout 5. Sur le terrain, ce sont des buttes et des versants plus ou moins érodés à surface brun-jaunâtre à jaune, à cause de la présence d'une accumulation calcaire peu profonde développée dans le mètres supérieur de l'Aquitaniens ; principalement d'âge **MOULOUYEN** (Quaternaire ancien),

Cette accumulation calcaire de sol tonique présente :

1. En son sommet, une croûte calcaire, zonaire, rosée, parallèle à la surface du sol, continue, fracturée, de 5 à 20 cm d'épaisseur ;
2. Puis en encroûtement calcaire, tufeux, friable à concrétions calcaires et /ou galets.

C'est cette accumulation calcaire qui limite l'épaisseur utile des sols de l'unité 4 et surtout 5 ; elle s'observe à moins de 1,2 m de profondeur dans la majorité des sols des autres unités (sauf dans les unités 7 et 8, les seules à être non calcaires et, éventuellement, caillouteuses).

Sur le reste du plateau, les sols sont développés dans des formations superficielles métriques qui recouvrent ce substratum Aquitaniens ; ce sont :

1. Pour les unités 1 et 6 à 10, des alluvions qui confèrent à l'ensemble du plateau la propriété de terrasse alluviale ;
2. Pour les unités 2 et 3 des alluviocolluvions accumulées dans des fonds évasés de vallons.

### II.4 Description des unités cartographiques

#### II.4.1 Unité cartographique 01

**Classement pédogénétique** : sol brun calcaire sur encroûtement calcaire.

**Classement d'après les caractéristiques principales** : sol profond de texture moyenne sur fine, neutre ou calcaire sur très calcaire.

**Superficie** : 104 ha, soit 4% du territoire étudié

**Localisation** : Centre de la zone étudiée, près de sa limite méridionale.

**roche-mère - géomorphologie** : minces alluvions sur marnes et argiles (aquitaniens)-replat, terrasse.

**Relief – topographie** : subplan – pente de 0,5 à 1%

**Principales variante observées :** Unité hétérogène : sol parfois caillouteux (moins de 50%), limité par la croûte et l'encroûtement calcaire ; localement très calcaire.

#### II.4.2 Unité cartographique 02

**Classement pédogénétique :** sol brun calcaire sur croûte et encroûtement calcaire.

**Classement d'après les caractéristiques principales :** sol profond de texture moyenne sur fine, caillouteux, très calcaire.

**Superficie :** 232 ha, soit 10% du territoire étudié

**Localisation :** principalement au centre de la zone étudiée.

**roche-mère - géomorphologie :** minces alluvions sur conglomérats et marnes (aquitaniens)- fonds de vallons, bas de versants.

**Relief – topographie :** subplan – pente de 0,2 à 1%

**Principales variante observées :** Unité relativement homogène ; charge caillouteuse localement plus forte ; éventuellement la texture est moyenne sur le profil.

#### II.4.3 Unité cartographique 03

**Classement pédogénétique :** sol brun calcaire sur croûte et encroûtement calcaire.

**Classement d'après les caractéristiques principales :** sol profond de texture fine, caillouteux, calcaire.

**Superficie :** 271 ha, soit 12% du territoire étudié

**Localisation :** centre grande zone s'étendant de la limite ouest aux abords d'el Asnam.

**roche-mère - géomorphologie :** minces alluvions sur conglomérats et marnes (aquitaniens)- fonds de vallons, bas de versants.

**Relief – topographie :** subplan – pente de 0,5 à 1,5%

**Principales variante observées :** Unité homogène : la principale variante concerne les teneurs en  $\text{CaCO}_3$  de la tranche superficielle du sol qui peuvent être plus élevées. Très exceptionnellement, croûte calcaire peu profonde (40 à 50 cm).

#### II.4.4 Unité cartographique 04

**Classement pédogénétique :** sol brun calcaire sur encroûtement calcaire.

**Classement d'après les caractéristiques principales :** sol approfondissable de texture moyenne, caillouteux, très calcaire.

**Superficie :** 372 ha, soit 15% du territoire étudié.

**Localisation :** zones éparses, en bordure du territoire étudié et dans sa partie centrale méridionale.

**roche-mère - géomorphologie :** conglomérats, marnes (aquitaniens) à encroûtement calcaire (moulouyen) sous mince couverture alluviale. Buttes, versants.

**Relief – topographie :** collines et versants : pente de 1 à quelques %.

**Principales variante observées :**

Unité assez hétérogène car :

- la charge caillouteuse peut être plus forte (> 50 %) ;
- le sol encore moins profond : croûte calcaire à 30-50 cm de profondeur.

#### II.4.5 Unité cartographique 05

**Classement pédogénétique :** Sol brun calcaire sur encroûtement et croûte calcaire.

**Classement d'après les caractéristiques principales :** Sol difficilement approfondissable de texture moyenne, caillouteux, très calcaire.

**Superficie :** 287 ha, soit 12% du territoire étudié.

**Localisation :** zone éparses en bordure du territoire étudié et au sud-ouest de celui-ci.

**Roche-mère - géomorphologie :** conglomérats, marnes (Aquitaniens) à encroûtement ou croûte calcaire (MOULOUYEN)- Buttes, versants érodés.

**Relief – topographie :** collines et versants : pente variable, généralement de 2 à 5 %.

**Principales variante observées :**

Unité la plus hétérogène :

- La charge caillouteuse peut être plus forte (> 50 %) ;
- Le sol le plus profond : croûte calcaire à 50-70 cm de profondeur.

#### II.4.6 Unité cartographique 06

**Classement pédogénétique :** Sol brun modal.

**Classement d'après les caractéristiques principales :** Sol profond de texture moyenne sur fine, calcaire.

**Superficie :** 27 ha, soit 1% du territoire étudié.

**Localisation :** dans la partie septentrionale du territoire étudié.

**Roche-mère - géomorphologie :** alluvions anciennes sur marnes, conglomérats (Aquitaniens). Versants, fonds de vallons. Terrasse.

**Relief – topographie :** Subplan – pente de l'ordre de 1%

**Principales variante observées :** Unité peu étendue, très homogène ; exceptionnellement, la texture peut être fine dans la surface.

#### II.4.7 Unité cartographique 07

**Classement pédogénétique :** Sol brun modal.

**Classement d'après les caractéristiques principales :** Sol profond de texture fine, neutre.

**Superficie :** 332 ha, soit 14% du territoire étudié

**Localisation :** Au Nord-Ouest et Nord-est d'El Asnam.

**Roche-mère - géomorphologie :** Alluvions anciennes sur marnes, conglomérats (Aquitaniens). Versants, fond de vallons. Terrasses.

**Relief – topographie :** Subplan – pente de 0,5 à 1%

**Principales variante observées :** Unité homogène : localement la tranche superficielle du sol est de texture moyenne et calcaire (surtout en bas de versant). Eventuellement, caractères vertiques de 60 à 90 cm de profondeur.

#### II.4.8 Unité cartographique 08

**Classement pédogénétique :** Sol châtain vertique.

**Classement d'après les caractéristiques principales :** Sol profond de texture fine, neutre.

**Superficie :** 230 ha, soit 10% du territoire étudié

**Localisation :** Au Nord-Ouest de la zone étudiée et au Nord d'El Esnam.

**Roche-mère - géomorphologie :** Alluvions anciennes. Versants. Terrasse.

**Relief – topographie :** Subplan – pente de 0,5 à 1%

**Principales variante observées :** Unité homogène : absence éventuelle de caractères vertiques. Sol pouvant être calcaire et caillouteux à partir de 90-100 cm de profondeur.

#### II.4.9 Unité cartographique 09

**Classement pédogénétique :** Sol châtain vertique.

**Classement d'après les caractéristiques principales :** Sol profond de texture fine, caillouteux, Très calcaire.

**Superficie :** 256 ha, soit 10% du territoire étudié

**Localisation :** Au Nord-Ouest d'El Asnam et en bordure Ouest de la zone étudiée.

**Roche-mère - géomorphologie :** Alluvions anciennes. Versant. Terrasse.

**Relief – topographie :** Subplan – pente de 0,5 à 1,5 % atteignant 3 à 5 % à proximité de la limite nord.

**Principales variante observées :** Unité relativement hétérogène car la charge en éléments grossiers peut être différente (< ou > à 15-50 %), et le sol localement peu calcaire en surface (< 7-10 % caco3 actif) ; localement, absence de caractères vertiques.

#### II.4.10 Unité cartographique 10

**Classement pédogénétique :** Sol fersiallitique à réserve calcique.

**Classement d'après les caractéristiques principales :** Sol profond de texture fine, calcaire ou neutre sur très calcaire.

**Superficie :** 277 ha, soit 12% du territoire étudié

**Localisation :** principalement dans l'extrémité Est de la zone étudiée.

**Roche-mère - géomorphologie :** Alluvions anciennes. Versant. Terrasse.

**Relief – topographie :** Subplan – pente de 0,5 à 1,5 % (sauf aux alentours du sondage 173).

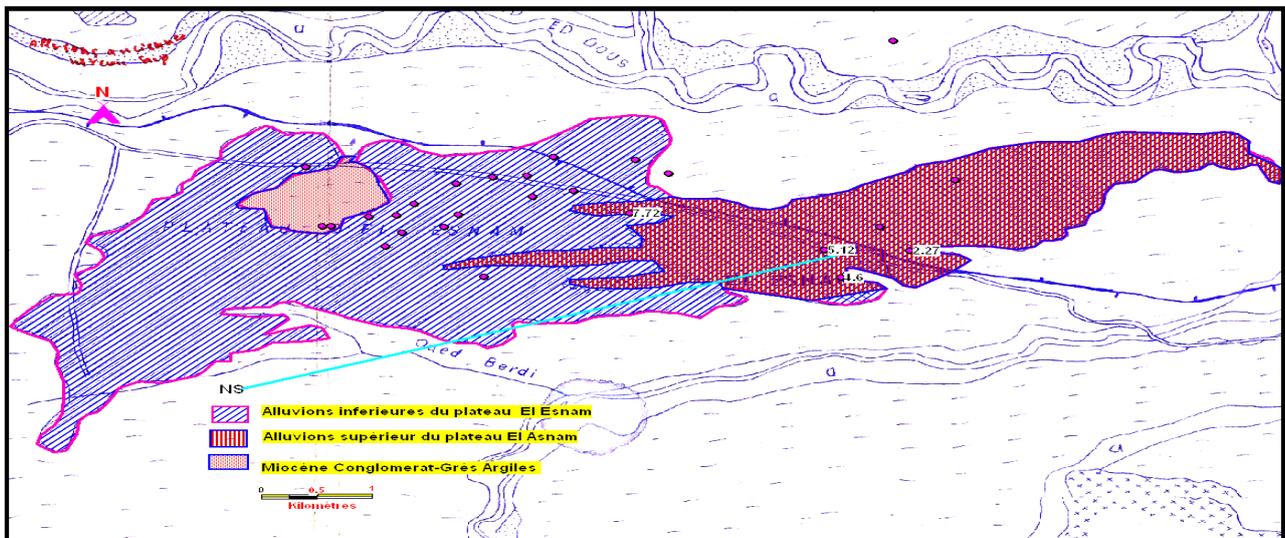
**Principales variante observées :** Unité relativement homogène : la principale variante et en relation avec la croûte et encroûtement calcaire peu profonds.

### II.5 Aperçu géologique

La région d'étude appartient à la carte géologique d'El Asnam N°89 au 1/50.000<sup>ème</sup>. Du point de vue géologique, la zone recèle des potentialités en eau souterraines importantes du fait de la présence des terrains perméables pouvant contenir une nappe d'eau qui circule à travers cet aquifère.

En effet, il existe deux formations géologiques perméables à savoir :

- **Alluvions récentes des vallées :** basse plaine, plus ou moins bien conservée, dans les vallées importantes, avec alluvions limono sableuses et caillouteuses mélangées ;
- **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. L'ensemble est généralement coloré en rouge brique. Son épaisseur maximum est plus de 150 m à la bordure Nord de la feuille. Elle se réduit progressivement vers le sud, où il n'y a souvent plus qu'une pellicule de terres rougeâtres.



**Figure 1 :** carte géologique El Asnam.

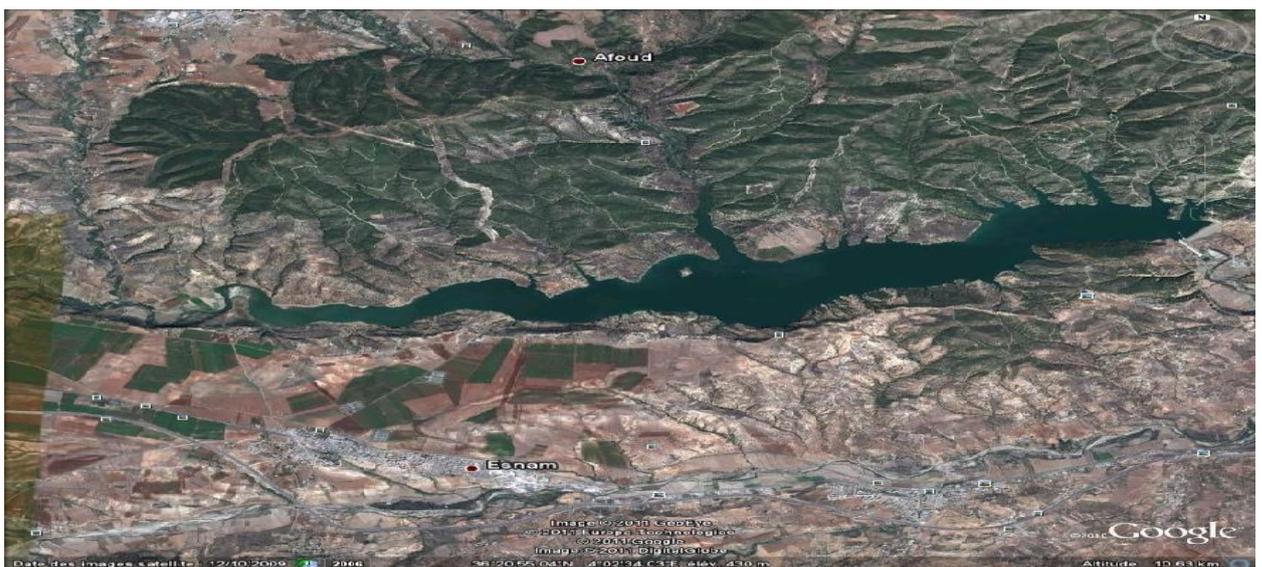
## II.6 Ressources en eaux

Avant d'entamer une étude d'aménagement hydro-agricole, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire à l'irrigation. Pour cela on va présenter les ressources en eau qui vont irriguer notre zone d'étude.

### II.6.1 Les ressources en eau superficielles

Généralement l'eau pour les besoins agricoles est exploitée superficiellement dans cette région à cause de disponibilité des barrages au bord de périmètre d'étude.

#### a) Barrage de Tilesdit



**Figure 2 :** Situation géographique et coordonnées du barrage de TILES DIT

Le barrage de Tilsdit est situé sur l'oued El-Dhous dans la commune de Bechloul à environ 4,7 km au nord-est du chef-lieu de la wilaya de Bouira, il a été mis en eau à partir de l'an 2003.

Le barrage de Tilesdit est dimensionné pour la régularisation des apports de l'Oued Edhous ainsi que ; pour le transfert des apports de deux affluents le rejoignant sur la rive gauche, à l'aval du site de Tilesdit.

Le barrage de TILES DIT est prévu pour une capacité de 167 Hm<sup>3</sup> ; cette dernière a fortement diminué par rapport au problème d'érosion, les eaux de ce barrage sont affectées comme suit :

- ✓ AEP : ville de Bouira et communes limitrophes : 20,23 Hm<sup>3</sup>/an ;
- ✓ AEP : de la daïra de mansoura de la wilaya de Bordj-Bou-Argeridj ;
- ✓ AEI : zone industrielle de Sidi Khaled : 1,15 Hm<sup>3</sup>/an ;
- ✓ Irrigation :
  - Plateau d'El-Asnam (2 200 ha): 12 Hm<sup>3</sup>/an;
  - Vallée du Sahel (3 400 ha) : 27,2 Hm<sup>3</sup>/an :(périmètre de M'chedallah).

### **b) Caractéristiques générales du barrage**

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

- ✓ Coordonnées de l'Ambert (Km) : X=626.17 ; Y=340,02 ;
- ✓ Surface de bassin versant d'Eddous: 843 Km<sup>2</sup> ;
- ✓ Surface du lac au NRN : 810ha ;
- ✓ Précipitations moyennes : 655 mm/an ;
- ✓ Apports solides : 698 000T/an ;
- ✓ Apports moyens annuels : 83 Hm<sup>3</sup> ;
- ✓ Volume annuel régularisé par la retenue avec les apports d'Eddous seul : 65m<sup>3</sup> ;
- ✓ Volume annuel régularisé avec le transfert des apports des Oueds Berd et Barbar 77Hm<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 remblais 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 quatre pertuis de section (1x2) m<sup>2</sup> :
  - 02 pertuis supérieurs avec seuils au niveau : 40.00mNGA, 423.00mNGA ;
  - 02 pertuis inférieurs avec seuils au niveau : 423,00mNGA.
- ✓ Débit maximal de prise d'eau : 1,00m<sup>3</sup> /s ;
- ✓ Nombre de conduites de prise d'eau : 02 ;
- ✓ Conduite forcée en acier de diamètre : 1400mm ;
- ✓ Cote de l'axe des conduites : 407,10mNGA ;
- ✓ Cote de la centrale de commande des équipements hydromécaniques : 409,00mNGA ;

Les deux conduites de prise d'eau traversent le barrage dans une galerie sous l'épaulement rive droite qui comprend aussi la conduite de la vidange :

- ✓ 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 50 m ;
- ✓ Un coursier de 315 m de longueur et 50 m de largeur ;
- ✓ Un canal de restitution.

Le barrage de Tilesdit crée une retenue de caractéristiques suivantes :

- ✓ Niveau de la retenue normale : 454,30m NGA ;
- ✓ Niveau des plus hautes eaux : 458,90m NGA ;
- ✓ Cote du couronnement du barrage : 460,80mNGA ;
- ✓ Cote d'eau morte : 424 ,50mNGA ;
- ✓ Niveau maximal à l'aval du barrage : 430,90mNGA ;
- ✓ Volume utile de la retenue : 167,2 Hm<sup>3</sup> ;
- ✓ Capacité utile : 147 Hm<sup>3</sup> ;
- ✓ Crue du projet : 525 m<sup>3</sup>/s ;

### II.6.2 La qualité d'eau

La vérification de la qualité de l'eau d'irrigation est nécessaire pour assurer le bon développement des cultures ainsi que le bon fonctionnement de réseau d'irrigation. De plus, elle permet de préserver le sol et l'environnement.

Notre région d'étude est alimentée à partir du barrage de Tilesdit. Pour ce fait, l'eau du barrage qui alimente le plateau d'El-Asnam doit répondre aux normes requises, pour qu'elle soit utilisable. Par conséquent, une analyse physico-chimique est indispensable.

### II.6.3 Compositions chimiques de l'eau d'irrigation

**Tableau 1 :** Composition chimique moyenne de l'eau

Elément	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	NO3 (mg/l)	SO4 (mg/l)	CE (mmhos/cm)	Alcalinité (Total mg par CaCO <sub>3</sub> )	PH
Quantité	70	26	17	0.3	167	0.74	130	7.1

### II.6.4 La conductivité électrique

La conductivité électrique caractérise la salinité totale de l'eau, ce que l'on appelle les risques salins liés à une présence excessive de sels, quelle que soit leur nature, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm. On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique, selon la classification américaine.

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

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux	Remarque
<b>C1</b>	$CE \leq 0,25$	Eau à faible salinité	Convient pour toutes les cultures
<b>C2</b>	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau à salinité moyenne	Convient pour les plantes moyennement tolérantes
<b>C3</b>	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau à forte salinité	Ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes
<b>C4</b>	$CE > 2,25$	Eau à très forte salinité	Eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

### II.6.5 Coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

La qualité des eaux pour l'irrigation est déterminée par la méthode de Sodium Absorption Ratio (S.A.R.). Pour apprécier le risque lié à une teneur relative excessive en sodium (risque alcalin), on compare la concentration en ions Na (facteur de dispersion) et celle en ions Ca et Mg qui eux sont des agents de floculation, au moyen du paramètre suivant:

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \quad \dots\dots\dots(II-1)$$

Avec : Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, et Mg<sup>++</sup> en meq/l.

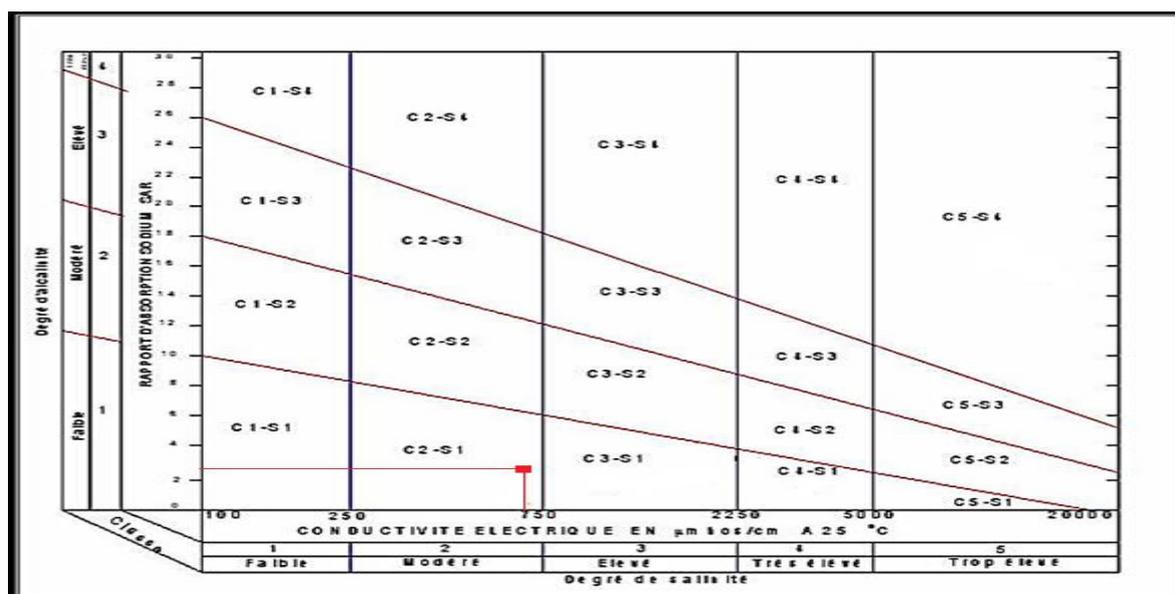
**Tableau 3 :** Classification des eaux en fonction du SAR

Classes	S.A.R.	Risque 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

Pour notre cas :

$$S.A.R = \frac{17}{\sqrt{\frac{70+26}{2}}} = 2,45$$

Donc le  $SAR \leq 10$  alors l'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.



**Figure 3 :** Diagramme de classification des eaux d'irrigation

D'après le diagramme Riverside on remarque que la classification des eaux superficielles est **C2S1**, caractérisé par une salinité moyenne, et une conductivité électrique de 0.74mmhos/cm. En effet ces eaux peuvent être utilisées pour l'irrigation de périmètre.

## II.7 Les eaux souterraines

### II.7.1 Hydrogéologie

On note dans le plateau d'El Asnam, la présence de deux nappes superposées, l'une phréatique formée par des alluvions récentes peu épaisses, de 0 à 8 m de profondeur.

La deuxième, plus importante, est la nappe des poudingues de l'aquitainien (Miocène). Elle est constituée par une succession de poudingues, de graviers, et d'argiles brunes.

Les argiles sont généralement parsemées de graviers, donc il s'agit d'une formation semi-perméable.

### II.7.2 Structure de la nappe des poudingues

La structure de ces formations a été mise en évidence par l'étude géophysique. Cette étude démontre que l'épaisseur varie d'Ouest en Est de 36 à 140 m, et du Sud vers le Nord de 90 à 50 m. Les poudingues forment une grande plage tout le long de la route nationale N° 05.

### II.7.3 Caractéristiques hydrodynamiques

Les essais de pompages effectués dans la région, donnent une valeur de transmissivité de  $6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ . La perméabilité est de  $1,5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  pour une épaisseur moyenne de 40 m de l'aquifère.

### II.7.4 Évolutions piézométrique

Les mesures piézométriques effectuées dans le plateau d'El Asnam en Mai 2010 (hautes eaux) et en septembre 2009 (basse eaux), permis de constater une baisse du niveau piézométrique de la nappe, variant de 0.3 à plus de 1 mètre dans la majeure partie de la plaine

Cette baisse du niveau de la nappe de plateau d'El Asnam est due à l'intense exploitation des eaux souterraines durant la période d'étiage pour satisfaire les besoins en AEP et l'irrigation.

Par ailleurs, on constate au niveau de quelques points de mesures une remontée du niveau statique de la nappe, allant de 0,1 à 2.8 mètres Cette remontée de la nappe dans ces régions est le résultat de l'infiltration efficace des eaux d'irrigation provenant du barrage Tilisdit.

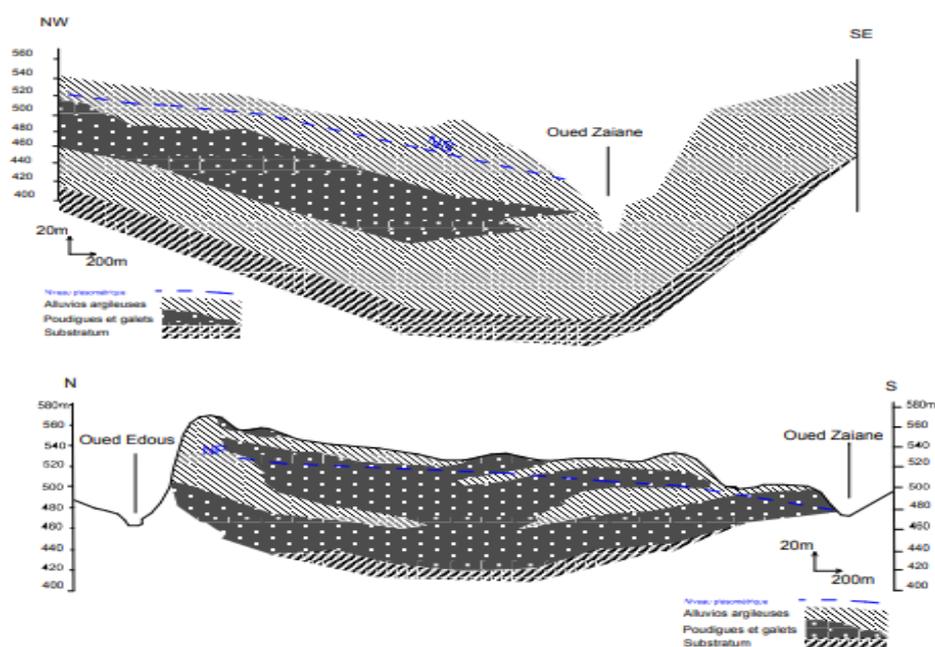


Figure 4 : coupe hydrogéologique.

### II.7.5 Analyse des coupes hydrogéologiques

Les coupes hydrogéologiques nous permet de déduire que :

La nappe alimente en partie les Oueds Zaiane et Ed Dous, ce qui indique l'existence d'un échange entre la nappe et les oueds.

### II.8 Etude hydrologique

L'hydrologie est la science qui étudie le cycle d'eau de la nature donc c'est une étude primordiale en irrigation, cette étude nous permet de déterminer l'année de calcul à partir de l'analyse fréquentielle de la pluviométrie. De ce fait, l'analyse hydrologique se base sur l'exploitation des données, présentées souvent sous forme de séries statistiques.

Tableau 4 : Caractéristiques de station pluviométrique.

Nom de la station	Code	Coordonnées en Lambert		Altitude (m)	Période d'observation	Nbr d'années observée
		X (Km)	Y (Km)			
Bouira	150105	616000	337250	520	1995-2018	24

**Tableau 5 : Série pluviométrique du plateau d'El Asnam**

	janv	fevr	Mar	avrl	mai	Juin	Juie	Aou	Sept	Oct	Nov	Dec	Ann
<b>1995</b>	153.5	28	90.9	15.9	01.6	29.5	13.6	22.1	7.5	21.9	13.7	20.9	<b>419.1</b>
<b>1996</b>	63.8	122.3	33.6	72.3	46.4	17.5	15.7	9.3	34.3	13.5	22.9	42.4	<b>493.7</b>
<b>1997</b>	40.0	09.0	16.0	80.2	23.6	1.8	1.2	21.9	34.4	73.2	63.4	55.8	<b>420.5</b>
<b>1998</b>	9.4	54.2	28.6	49.5	136.4	4.5	2.7	4.1	46.7	40.1	91.1	35.6	<b>502.9</b>
<b>1999</b>	69.5	36.2	66.7	3.3	24.3	1.8	0.8	5.4	65.2	21.5	33.4	123.3	<b>451.4</b>
<b>2000</b>	5.1	2.0	17.0	27.0	28.3	0.1	0.2	5.7	14.7	79.9	38.4	52.4	<b>270.8</b>
<b>2001</b>	150.3	44.2	2.8	50.5	17.9	2.9	0.1	4.4	37.3	3.1	8.2	19.3	<b>341.0</b>
<b>2002</b>	25.6	29.1	24.0	15.9	17.7	2.7	2.2	55.7	12.2	18.4	124.2	129	<b>456.7</b>
<b>2003</b>	175.9	79.3	8.1	105.9	14.4	8.4	3.7	7.1	59.4	107.2	44.1	116.6	<b>703.1</b>
<b>2004</b>	64.5	14.2	52.5	50.9	90.9	2.1	0.1	15.9	20.3	31.6	54.3	107.3	<b>504.6</b>
<b>2005</b>	59.0	90.2	23.8	22.1	1.9	6.9	0.1	4.8	15.3	67.2	38.8	74.0	<b>404.1</b>
<b>2006</b>	60.6	61.8	23	35.4	46.0	12.6	9.6	3.3	39.6	1.6	45.1	80.9	<b>419.5</b>
<b>2007</b>	5.7	38.5	183.4	84.3	29.8	19.7	6.2	16.5	60.4	63.7	85.9	38.0	<b>632.1</b>
<b>2008</b>	6.5	32.5	58.8	37.9	67.8	24.1	0.1	0.3	41.2	49.7	60.6	51.9	<b>428.4</b>
<b>2009</b>	96.9	22.2	57.9	90.1	34.4	1.2	0.5	8.7	67.4	11.9	73.6	60.7	<b>525.5</b>
<b>2010</b>	47.6	71.4	59.7	15.7	46.9	37.3	0.4	24.2	6.0	80.5	87.2	27.0	<b>503.6</b>
<b>2011</b>	33.1	108.7	55.5	84.8	89.7	45.1	2.9	17.0	7.1	38.3	58.0	42.6	<b>582.6</b>
<b>2012</b>	24.2	70.3	11.4	74.2	28.0	1.7	0.1	13.2	4.6	46.4	137.1	130.6	<b>541.8</b>
<b>2013</b>	153.1	31.7	0.0	11.6	0.0	0.0	0.0	15.1	82.4	24.5	58.1	23.8	<b>400.3</b>
<b>2014</b>	46.8	50.2	144.1	36.8	52.3	12	1.2	0.5	48.5	40.1	31.8	45.5	<b>509.8</b>
<b>2015</b>	97.0	126.5	38.4	1.5	14	1.2	2.3	2.0	18.4	29.4	23.0	148.2	<b>495.9</b>
<b>2016</b>	194.1	36.8	22.8	25.6	7.4	41.9	10	6.5	47.6	23.2	39.9	54.9	<b>501.7</b>
<b>2017</b>	193	36	23	23	8.0	30	1.0	3.0	25	43.3	37.0	42	<b>464.3</b>
<b>2018</b>	32.0	51	105	111	40.0	32.0	0.6	9.0	30.0	130	96.0	33.0	<b>699</b>
<b>MOY</b>	<b>75.3</b>	<b>51.92</b>	<b>47.79</b>	<b>46.89</b>	<b>36.15</b>	<b>14.04</b>	<b>3.13</b>	<b>11.48</b>	<b>34.39</b>	<b>44.17</b>	<b>56.90</b>	<b>64.82</b>	<b>486.3</b>

**Données de la série**

Description	Données	Statistiques de base	Tests d'hypothese	Graphiques
Titre du projet				
Série pluviométrique de Bouira				
Nombre de données [n] :		24		
Minimum :		271		
Maximum :		703		
Moyenne :		486		
Écart-type :		100		
Médiane :		495		
Coefficient de variation [Cv] :		0.206		
Coefficient d'asymétrie [Cs] :		0.408		
Coefficient d'aplatissement [Ck] :		3.15		

**Figure 5 : caractéristiques de la série pluviométrique de Bouira**

### II.8.1 Homogénéisation

Avant de déterminer les différentes caractéristiques des précipitations une vérification d'homogénéité de la série pluviométrique est nécessaire et pour cela on procède au Test de Wilcoxon, cette méthode repose sur le procédé suivant :

- On divise la série complète en deux sous séries ( X1 ,.....Xn ) et ( Y1 ,.....Ym ) avec  $n > m$  et  $n$  ,  $m$  représentent les tailles des deux échantillons.
- On constitue par la suite, la série X union Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. à ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

La condition pour que la série soit homogène est :

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

$W_x$  : représente la somme des rangs des  $X_i$

$$W_{\min} = \left( \frac{(n+m+1)n-1}{2} \right) - 1.96 \left( \frac{nm(n+m+1)}{12} \right)^{1/2} \dots\dots\dots(\text{II-2})$$

$$W_{\max} = [(n+m+1)n - W_{\min}] \dots\dots\dots(\text{II-2})$$

$n$  : Taille de l'échantillon  $X$  ;

$m$  : Taille de l'échantillon  $Y$  ;

Les résultats des tests de Wilcoxon appliqués à la station pluviométrique sont donnés dans le Tableau suivant :

**Tableau 6** : Résultats de test de Wilcoxon

Rang	Série original	Série X (mm)	Séries Y (mm)	Série triée (croissant)	X U Y
01	419.1	419.1	503.6	270.8	X
02	493.7	493.7	582.6	341.0	X
03	420.5	420.5	541.8	400.3	Y
04	502.9	502.9	400.3	404.1	X
05	451.4	451.4	509.8	419.1	X
06	270.8	270.8	495.9	419.5	X
07	341.0	341.0	501.7	420.5	X
08	456.7	456.7	464.3	428.4	X
09	703.1	703.1	699	451.4	X
10	504.6	504.6		456.7	X
11	404.1	404.1		464.3	Y
12	419.5	419.5		493.7	X
13	632.1	632.1		495.9	Y
14	428.4	428.4		501.7	Y
15	525.5	525.5		502.9	X

16	503.6			503.6	Y
17	582.6			504.6	X
18	541.8			509.8	Y
19	400.3			525.5	X
20	509.8			541.8	Y
21	495.9			582.6	Y
22	501.7			632.1	X
23	464.3			699	Y
24	699			703.1	X

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

- ✓  $n = 15$
- ✓  $m = 09$
- ✓  $W_x = 161$
- ✓  $W_{min} = 142.13$
- ✓  $W_{max} = 232.87$

Donc :

$$142.13 < 161 < 232.87$$

La condition du test  $W_{min} < W_x < W_{max}$  est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station de Bouira est homogène.

### II.8.2 Résultat Hyfran :

Description | Données | Statistiques de base | Tests d'hypothèse | Graphiques

Nom du test : Test d'homogénéité à l'échelle annuelle (Wilcoxon) [Subdiviser l'échantillon]

Titre du projet : Série pluviométrique de Bouira

**Hypothèses**  
 H0 : Les moyennes des deux sous-échantillons sont égales  
 H1 : Les moyennes des deux sous-échantillons sont différentes

**Résultats**  
 Valeur de la statistique : |W| = 1.61  
 p-value : p = 0.107  
 Début du premier groupe : 1995  
 Fin du premier groupe : 2009

**Conclusion**  
 Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %  
 On ne peut pas conclure que les moyennes des deux sous-échantillons sont différentes

Figure 6 : résultat de teste d'homogénéité

### II.8.3 Etude fréquentielle des pluies annuelles

Les données de pluies annuelles sont souvent ajustables à des lois statistiques nombreuses, ceci est dû à la faible variabilité interannuelle pour certaines stations.

Dans notre cas, on utilise celle qui garantit le meilleur ajustement possible.

Les lois d'ajustement qui garantissent les meilleures adaptations en référence à notre choix d'utiliser :

- Loi de Gauss ou loi Normale.
- Loi de Galton ou loi log –Normale.

### II.8.4 Traitement des données

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

Ajustement de la série pluviométrique :

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

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

Le procédé de calcul consiste à (Roche, 1964) :

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

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} \dots\dots\dots(\text{II-3})$$

$du$  (Fréquence au non dépassement)

$u$  Est la variable réduite de Gauss.

$$u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} \dots\dots\dots(\text{II-4})$$

Elle est donnée par

Le procédé d'ajustement consiste à :

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

Avec :

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

- ✓ •  $\bar{x}$ : Moyenne arithmétique ;
- ✓ •  $x_{p\%}$  : Précipitation de probabilité P% ;
- ✓ •  $\sigma$  : Écart type ;
- ✓ •  $Cv$  : Coefficient de variation ;
- ✓ •  $Cs$  : Coefficient d'asymétrie ;

❖ Ajustement à la loi log-normale (Galton) :

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

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} \dots\dots\dots(\text{II-3})$$

**du** (Fréquence au non dépassement)

$$u = \frac{\ln x - \overline{\ln x}}{\sigma_{\ln x}} \dots\dots(\text{II-4})$$

Avec la valeur réduite  $u$  est donnée par :

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

Procédé de l'ajustement :

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

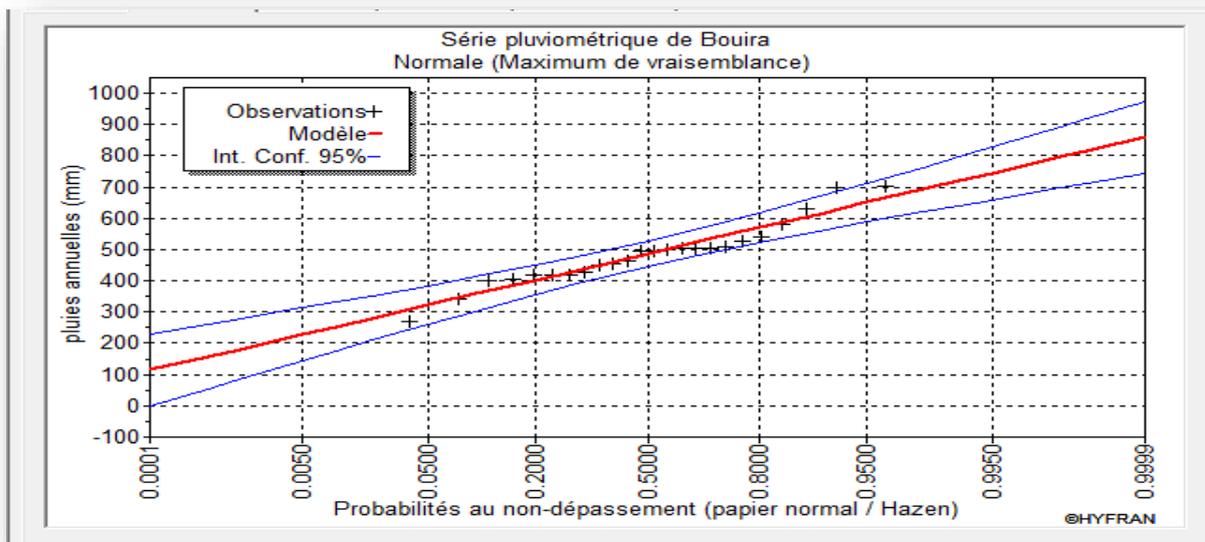
Avec

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

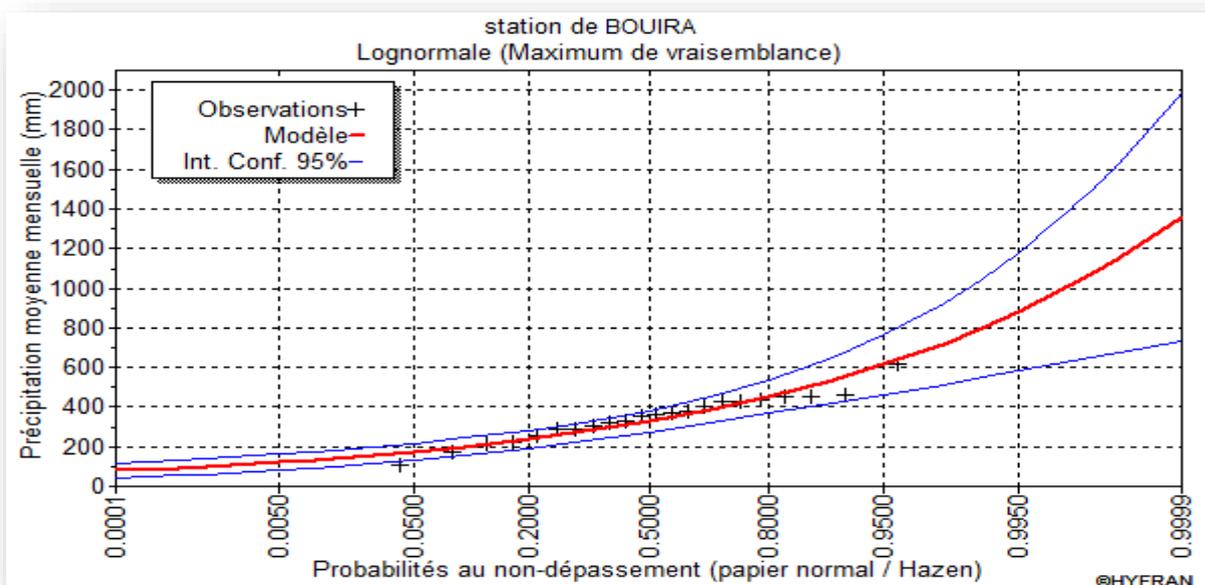
$\overline{\ln x}$  : Moyenne arithmétique du log des précipitations observées.

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

$$\begin{aligned} \delta_{\ln x} &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i) - \overline{\ln(X)}]^2} \quad \text{Si } n < 30. \\ \delta_{\ln x} &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i) - \overline{\ln(X)}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30. \end{aligned} \dots\dots(\text{II-5})$$



**Figure 7 :** Ajustement des pluies annuelles à la loi de Normale



**Figure 8 :** Ajustement des pluies annuelles à la loi log-Normale

### II.8.5 Test de validité de l'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 ( $\chi^2$ ).

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

On divise cet échantillon en un certain nombre de classes  $K$  contenant chacune

$n_i$  valeurs expérimentales. Le nombre  $V_i$  est le nombre théorique de valeurs sur un échantillon de  $N$  valeurs affectées à la classe  $i$  par la loi de répartition, donnée par la relation suivante :

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

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

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

$$\lambda = K - 1 - P$$

Avec :

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

On calcule  $\chi^2$ .

On calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma$  :  $\gamma = k - 1 - m$

On détermine  $\chi^2$  théorique sur la table de Pearson

Avec :

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

La loi est adéquate pour une erreur  $\alpha = 0.05$  si et seulement si :

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

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

**Tableau 7** : Résultat du test khi carré pour les deux lois utilisées

Lois	Khi carré $\chi^2$ calculée	Probabilité $p$	Degré de liberté $\gamma$	Nombres de classes $k$	Khi carré $\chi^2$ théorique	Comparaison
Normale	5.17	0,2706	4	7	9,488	adéquate
Log-Normale	6.33	0,1756	4	7	9,488	adéquate

Donc :

$\chi^2$  calculée <  $\chi^2$  théorique (pour les deux lois).

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

D'après le test de Khi carré, on déduit que la loi normale présente un meilleur ajustement de la série des pluies annuelles à la station de Bouira.

## II.9 Détermination de l'année de calcul

La détermination de l'année de calcul a pour but de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante ; elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%), (de l'année de calcul de P80%).

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

**Tableau 8 :** Quantiles de pluies pour la station de Bouira

T=1/q	q= F(X) (probabilité au non-dépassement)			
Période du retour	fréquence	quantiles	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
100.0	0.0100	254	39.9	175-332
50.0	0.0200	281	36.5	209-352
20.0	0.0500	322	31.7	260-384
10.0	0.1000	358	27.8	304-413
5.0	0.2000	402	23.9	355-449
3.3	0.3000	434	21.8	391-477
2.0	0.5000	486	20.4	446-526
1.5000	0.6667	529	21.4	487-571
1.2500	0.8000	571	23.9	524-617

Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% on utilise la loi Suivante :

$$P_{\text{moy } 80\% \text{ chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \frac{P_{\text{théorique (80\%) annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) annuelle}}} \dots \dots \text{(II-7)}$$

$$\text{Tel que : } P_{\text{théorique } 80\% \text{ annuelle}} = 402\text{mm}$$

$$P_{\text{théorique } 50\% \text{ annuelle}} = 486\text{mm}$$

Donc :

$$P_{\text{moy } 80\%} = 0.82 P_{\text{moy mensuelle}}$$

$P_{\text{moy de chaque mois}}$  et  $P_{\text{moy } 80\%}$  sont donnés par le tableau suivant :

**Tableau 9 :** Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche (freq= 80%)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	juin	juil	aout	annu
<b>P<sub>moy</sub> (mm)</b>	34.39	44.17	56.90	64.82	75.3	51.92	47.79	46.89	36.15	14.04	3.13	11.48	486.3
<b>P<sub>80%</sub> moy (mm)</b>	28.19	36.21	46.65	53.15	61.74	42.57	39.18	38.45	29.64	11.51	2.56	9.41	398.7

**II.10 Conclusion**

Au cours de ce chapitre, nous avons étudié la problématique des ressources en eau au terme de source et qualité d'eau de la zone d'étude.

Quant à l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles, il faut signaler que le test de Khi carré a montré un ajustement meilleur avec la loi normale.

A partir de cette loi, nous avons déterminé les pluies mensuelles de l'année de calcul nécessaire au dimensionnement de notre périmètre.

# ***CHAPITRE III***

### III.1 Introduction

La valorisation des ressources en eau permet de mieux ajuster les besoins en eau dans le temps, cela nécessite l'estimation des besoins en eau d'une façon réaliste et précise pour assurer un optimum de consommation en eau pour une production de qualité et une bonne rentabilité.

L'objectif de cette estimation des besoins en eau dans la cadre de notre étude est de prévoir la quantité d'eau globale nécessaire pour toute la période de végétation.

### III.2 Calcul des besoins en eau du périmètre

La pièce de base pour la quantification des besoins en eau du périmètre est le calendrier des cultures, établi par des agronomes. Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme la dose apportée à la plante dans des moments propices, afin de mettre celles-ci dans les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal. Pour cela on définit :

#### III.2.1 Evapotranspiration

L'évapotranspiration est un phénomène combiné entre l'évaporation de l'eau du sol (phénomène physique) et la transpiration de la couverture végétale (phénomène physiologique). En le considérant comme la totalité de la consommation d'eau d'une plante en place, à savoir, l'eau de constitution, l'eau de végétation et les consommations annexes (évapotranspiration directe du sol, herbes...). L'évapotranspiration d'une culture s'exprime en millimètres d'eau, c'est-à-dire en litres d'eau par mètre carré de surface du sol, Nous distinguons :

#### III.2.2 Evaporation de référence (ET<sub>0</sub> ou ETP)

L'évapotranspiration de référence c'est l'ensemble des pertes en eau d'une culture de référence (gazon) couvrant totalement le terrain, ayant une hauteur uniforme de quelques centimètres, à son stade de développement végétatif maximal et suffisamment pourvue en eau.

#### III.2.3 L'évapotranspiration maximale (ETM)

Elle représente la quantité d'eau maximale susceptible d'être perdue lorsque la plante est mise en bonnes conditions d'alimentation hydrique et pour un sol proche de la capacité au champ.

$$ETM = K_C \cdot ET_0 \quad \dots \text{(III-1)}$$

$K_C$  : Il représente le coefficient cultural, il dépend du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

#### III.2.4 Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence (ET<sub>0</sub> ou ETP)

On distingue généralement deux (02) méthodes :

- Les méthodes directes.
- les méthodes in directes.

**III.2.4.1 Les méthodes directes****a) l'évapotranspiration ou cuve lysimétrique**

Un appareil qui sert à mesurer l'évapotranspiration dans un sol nu ou généralement sur un lieu planté (couvert végétal).

**b) Le bac évaporant (bac Colorado)**

Un appareil simple qui permet de mesurer directement l'évapotranspiration d'une nappe d'eau libre. Sous réserve qu'il soit correctement installé.

**III.2.4.2 Les méthodes indirectes**

Ces méthodes de calcul de l'ETP se font suivantes des formules ne comportant que des données climatiques.

**a) La formule de BLANEY et CRIDDLE**

A la suite de plusieurs expérimentations, BLANEY et CRIDDLE, il est révélé que la température et la durée de jour sont les facteurs déterminants pour le calcul de l'ETP (évapotranspiration potentielle), proposés selon la formule suivante :

$$ETP = K (0.46t + 8.13) P \dots \dots \dots (III-2)$$

Tel que :

- ETP : Evapotranspiration potentielle en mm/jour.
- t : température moyenne (en degré Celsius) durant la période considérée (généralement le mois).
- P : pourcentage de la durée moyenne du jour pendant la même période, par rapport à la durée moyenne de jour pour l'année.
- K : coefficient dépendant du stade végétatif de la culture et de la température moyenne (de la zone climatique).

**b) La formule de TURC**

$$ETP = 0.40 (I_g + 50) \times T / (T + 15) \text{ en mm/mois.}$$

Dans le quelle :

- ETP : évapotranspiration mensuelle (mm/ mois).
- $I_g$  : radiation globale en  $(\text{cal}/\text{cm}^2/\text{jour})$ .
- T : température moyenne mensuelle ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Avec :

$$I_g = I_{ga} (0.18 + 0.62) h/H \dots \dots (III-3)$$

Tel que :

- $I_{ga}$  : radiation maximale théorique.
- H : durée astronomique de jour en (heur/mois).
- h : durée de l'insolation de la station considérée en (heur/mois).

### c) La formule de PANMEN

Il est supposé que la formule de **PANMEN**, donne les estimations les plus significatives de l'ETP, dans les différents climats mais reste, que l'inconvénient majeur se situe à l'exigence d'un nombre important de données climatiques à introduire dont certaines sont souvent indisponibles au niveau de la même station. donc, La formule la plus employée aujourd'hui est la formule de Penman-Monteith modifiée :

$$ET0 = \frac{0,408 \Delta (Rn-G) + \gamma \frac{Cste}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1+0,34 u_2)} \dots \text{(III-4)}$$

Tel que :

ETo : évapotranspiration de référence [mm jour-1],

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

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

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

u2 : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s-1],

es : pression de vapeur saturante [kPa],

ea : pression de vapeur réelle [kPa],

es-ea : déficit de pression de vapeur saturante [kPa],

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

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

Dans le tableau suivant représentons l'évapotranspiration de référence ET0 calculée à l'aide du logiciel **CROPWAT 8.0** selon la formule Penman & Monteith.

**Tableau1** : Calcul de l'ET0 obtenir à l'aide du logiciel CROPWAT

Pays		Algerie		Station		Bouira	
Altitude	520 m.	Latitude	61.00 °N	Longitude	3.00 °E		
Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ETo
	°C	°C	%	m/s	heures	MJ/m²/jour	mm/mois
Janvier	3.8	13.0	85	3.9	5.6	2.1	23.22
Février	3.9	15.1	80	2.4	6.9	5.0	21.41
Mars	6.0	17.9	76	4.6	7.5	9.4	59.75
Avril	8.5	20.0	69	5.5	8.6	14.9	99.72
Mai	13.4	25.3	65	3.8	9.1	18.8	137.55
Juin	18.1	32.9	55	5.0	10.0	21.2	214.56
Juillet	22.2	35.6	50	4.5	11.7	22.3	246.66
Août	21.3	35.7	53	3.9	9.9	17.4	204.26
Septembre	17.1	30.0	65	4.5	8.6	11.8	128.43
Octobre	13.9	25.5	72	4.9	7.4	6.4	79.56
Novembre	8.2	17.1	74	4.0	6.0	2.7	42.03
Décembre	5.1	13.5	86	5.2	5.4	1.4	26.09
<b>Moyenne</b>	<b>11.8</b>	<b>23.5</b>	<b>69</b>	<b>4.3</b>	<b>8.1</b>	<b>11.1</b>	

### III.3 Calcul de la pluie efficace

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissèlement de surface, et par percolation en profondeur etc...

Ces pertes sont estimées à 20 % de la pluie tombée .Pour l'appréciation de la pluie efficace ( $P_{\text{eff}}$ ) = 80 %.

**Tableau 1 : Précipitations efficaces dans la zone de projet**

Mois	Précipitation (mm)	Pluie efficace (mm)
Sep	28.19	22.55
Oct	36.21	28.96
Nov	46.65	37.32
Déc	53.15	42.52
Jan	61.74	49.39
Fev	42.57	34.0
Mars	39.18	31.34
Avr	38.45	30.76
Mai	29.64	23.71
Juin	11.51	9.20
Juil	2.56	2.04
Aout	9.41	7.52
Année	398.7	318.96

### III.4 Occupation des sols et choix des cultures

Pour évaluer les besoins en eau des cultures de plateau, il faut d'abord définir l'occupation et la répartition culturelle dans le périmètre, en tenant compte des différentes contraintes, d'ordre climatique, social, et agro-pédologique.

Le choix des cultures à mettre en place doit coïncider avec les critères suivant :

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

Pour l'établissement du calendrier cultural adaptable aux diverses conditions du plateau d'El Asnam, nous avons tenu compte :

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

Pour notre périmètre le choix des cultures s'est basé comme suit :

**a) La céréaliculture**

La superficie cultivée en céréales occupe 1050 ha de la surface totale cultivée. Soit 52.18% Les agriculteurs pratiquent le plus souvent la culture de blé / orge.

**b) Cultures maraîchères**

Sur l'ensemble des exploitations enquêtées, 28.33% sont occupées par le maraichage, soit une superficie totale de 570 ha.

**c) Cultures fourragères**

Les cultures fourragères s'étendent sur une superficie de 300 ha. Soit 14.9%.

Les fourrages verts plus nutritifs et plus énergétiques, ne sont pas pratiqués d'une part et d'autre part l'élevage bovin est quasiment absent dans les exploitations. Elles sont cultivées généralement au mois de Mars.

**d) Arboriculture**

L'irrigation de l'arboriculture dans la zone d'étude est relativement faible. L'occupation du sol par l'arboriculture (olivier) est de 92 ha, Soit 4.5 %.

**Tableau 2 : Système de cultures dans le plateau L'Asnam**

Cultures	
céréalicultures	blé
	orge
Cultures fourragères	Avoine
Maraichage	Pomme de terre saison
	Pomme de terre arrière-saison
	Oignon sec
	Ail
	laitue
	Tomate
Cultures arboricoles à noyaux	Piment/poivrant
	pêcher
Cultures arboricoles à pépins	Olivier
	pommier

### III.5 Assolement et rotation des cultures

Pour mieux valoriser et préserver les ressources du sol, nous avons pris en considération un assolement de cultures maraîchères/céréalières.

La répartition des cultures dans le périmètre est détaillée comme suit :

**Tableau 3 :** les superficies des différentes occupations de la zone d'étude

Les cultures (assolement 1)	Superficies occupées (ha)	Les cultures (assolement 2)	Superficies occupées (ha)
blé	700	Pomme de terre	700
Orge	350	Blé	350
avoine	300	Orge	300
Pomme de terre	500	Carotte	700
Piment / poivron	25	Haricot	50
Oignon sec / ail	25	tomate	50
laitue	20	Piment / poivron	20
pêcher	21	pêcher	21
pommier	30	pommier	30
Olivier	41	Olivier	41
<b>Total</b>	<b>2012</b>	<b>Total</b>	<b>2012</b>

Les assolements préconisés, permettent une meilleure occupation du sol du périmètre, et une meilleure rotation des cultures.

Le calendrier cultural est détaillé comme suit :

**Tableau 4 :** Calendrier cultural selon l'assolement choisi

CULTURES / MOIS	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT
BLE / AVOINE			←									
ORGE GRAIN		←										
ORGE EN VERT		←										
MAIS												
TOMATE												
P DE TERRE												
AR SAIS												
LUZERNE	←											
OIGNON / AIL	←											
CHOUX	←											
CAROTTE	←											
HARICOT	←											
COMCOMBRE												
PETIT POIS												
PECHER	←											
POMMIER	←											
OLIVIER	←											

### III.6 Calcul du besoin en eau d'irrigation des cultures

Les besoins en eau mensuels sont déterminés par le bilan hydrique suivant :

$$B = ETM - (P_{eff} + RFU) \dots \dots (III-5)$$

Avec :

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

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

P<sub>eff</sub> : est la pluie efficace

RFU : Réserve facilement utilisable qui représente l'humidité du sol du mois i-1, calculée comme suit :

$$RFU = (H_{cc} - H_{pf}) Y \cdot Da \cdot Z \dots \dots (III-6)$$

$$RFU = (31-21) / 100 * 1.33 * 2/3 * Z$$

$$RFU = 0.08 * Z$$

Avec :

**Tableau 5** : caractéristique de sol du plateau El-Asnam

Les Caractéristiques de sol	
(Da) : Densité apparente	<b>1.33</b>
H <sub>pf</sub> (%) : Point de flétrissement	<b>21</b>
H <sub>cc</sub> (%) : Capacité de rétention	<b>31</b>
Y : degré de tarissement	<b>2/3</b>
(Z): profondeur d'enracinement (mm) qui dépend de la culture et du stade végétatif	

Les résultats de calcul de chaque culture sont récapitulés dans les tableaux suivants :

**Tableau 6** : Besoin en eau d'blé/avoine

mois	P (80%)	P eff (mm)	ET0 (mm)	KC	Z (m)	ETM (mm)	RFU (mm)	Bnet (mm)
Sept	28.19	22.55	128.43	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Oct	36.21	28.96	79.56	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Nov	46.65	37.32	42.03	0,6	0.3	25.21	24	0.00
Déc	53.15	42.52	26.09	0,8	0.5	20.87	40	0.00
Jan	61.74	49.39	23.22	0,95	0.5	22.05	40	0.00
Fév	42.57	34.0	21.41	1,1	0.6	23.55	48	0.00
Mar	39.18	31.34	59.75	1,1	0.6	65.72	48	0.00
Avri	38.45	30.76	99.72	1,1	0.6	109.7	48	30.94
Mai	29.64	23.71	137.55	1	0.6	137.55	48	65.84
<b>Juin</b>	<b>11.51</b>	<b>9.20</b>	<b>214.56</b>	<b>0,7</b>	<b>0.6</b>	<b>150.2</b>	<b>48</b>	<b>93</b>
Juil	2.56	2.04	246.66	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
Ao	9.41	7.52	204.26	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00

Tableau 7 : besoin en eau d'orge

mois	P (80%)	P eff (mm)	ET0 (mm)	KC	Z (m)	ETM (mm)	RFU (mm)	Bnet (mm)
Sept	28.19	22.55	128.43	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oct	36.21	28.96	79.56	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nov	46.65	37.32	42.03	0.5	0.3	21.01	24	0,00
Déc	53.15	42.52	26.09	0.7	0.5	18.26	40	0,00
Jan	61.74	49.39	23.22	0.85	0.5	19.73	40	0,00
Fév	42.57	34.0	21.41	0.95	0.6	20.33	48	0,00
Mar	39.18	31.34	59.75	0.85	0.6	50.78	48	0,00
Avri	38.45	30.76	99.72	0.85	0.6	84.76	48	6,00
Mai	<b>29.64</b>	<b>23.71</b>	<b>137.55</b>	<b>0.75</b>	<b>0.6</b>	<b>103.1</b>	<b>48</b>	<b>31.39</b>
Juin	11.51	9.20	214.56	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juil	2.56	2.04	246.66	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ao	9.41	7.52	204.26	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau 8 : besoin en eau de la pomme de terre

mois	P (80%)	P eff (mm)	ET0 (mm)	KC	Z (m)	ETM (mm)	RFU (mm)	B net (mm)
Sept	28.19	22.55	128.43	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oct	36.21	28.96	79.56	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nov	46.65	37.32	42.03	0.00	0,00	0,00	0,00	0,0
Déc	53.15	42.52	26.09	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jan	61.74	49.39	23.22	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fév	42.57	34.0	21.41	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mar	39.18	31.34	59.75	0,75	0.1	45.0	8.0	5.66
Avri	38.45	30.76	99.72	0,9	0.25	89.74	20	39.0
Mai	29.64	23.71	137.55	1,1	0.35	151.31	28	100.0
Juin	<b>11.51</b>	<b>9.20</b>	<b>214.56</b>	<b>0,8</b>	<b>0.4</b>	<b>171.65</b>	<b>32</b>	<b>130.45</b>
Juil	2.56	2.04	246.66	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ao	9.41	7.52	204.26	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau 9 : besoin en eau de piment / poivron.

mois	P (80%)	P eff (mm)	ET0 (mm)	KC	Z (m)	ETM (mm)	RFU (mm)	B net (mm)
Sept	28.19	22.55	128.43	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oct	36.21	28.96	79.56	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nov	46.65	37.32	42.03	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Déc	53.15	42.52	26.09	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jan	61.74	49.39	23.22	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fév	42.57	34.0	21.41	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mar	39.18	31.34	59.75	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Avri	38.45	30.76	99.72	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mai	29.64	23.71	137.55	0,6	0.4	82.53	32	26.81
Juin	11.51	9.20	214.56	0,85	0.5	183.37	40	134.17
Juil	<b>2.56</b>	<b>2.04</b>	<b>246.66</b>	<b>0,9</b>	<b>0.7</b>	<b>222</b>	<b>56</b>	<b>164.0</b>
Ao	9.41	7.52	204.26	0,7	0.7	143	56	79.5

**Tableau 10** : besoin en eau de tomate

mois	P (80%)	P eff (mm)	ET0 (mm)	KC	Z (mm)	ETM (mm)	RFU (mm)	Bnet (mm)
Sept	28.19	22.55	128.43	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Oct	36.21	28.96	79.56	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Nov	46.65	37.32	42.03	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Déc	53.15	42.52	26.09	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Jan	61.74	49.39	23.22	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Fév	42.57	34.0	21.41	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Mar	39.18	31.34	59.75	0.5	0.7	29.8	56	0.00
Avri	38.45	30.76	99.72	0.85	0.9	84.76	72	0.00
Mai	29.64	23.71	137.55	1.15	1.2	158.18	96	38.47
<b>Juin</b>	<b>11.51</b>	<b>9.20</b>	<b>214.56</b>	<b>0.9</b>	<b>1.2</b>	<b>193.1</b>	<b>96</b>	<b>87.9</b>
Juil	2.56	2.04	246.66	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
Ao	9.41	7.52	204.26	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00

**Tableau 11** : besoin en eau de laitue

mois	P (80%)	P eff (mm)	ET0 (mm)	KC	Z (mm)	ETM (mm)	RFU (mm)	Bnet (mm)
Sept	28.19	22.55	128.43	1.0	0.2	128.43	16	89.88
Oct	36.21	28.96	79.56	0.9	0,25	71.60	20	22.64
Nov	46.65	37.32	42.03	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Déc	53.15	42.52	26.09	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Jan	61.74	49.39	23.22	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Fév	42.57	34.0	21.41	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Mar	39.18	31.34	59.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Avri	38.45	30.76	99.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mai	29.64	23.71	137.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Juin	11.51	9.20	214.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Juil	2.56	2.04	246.66	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
<b>Ao</b>	<b>9.41</b>	<b>7.52</b>	<b>204.26</b>	<b>0.8</b>	<b>0.1</b>	<b>163.41</b>	<b>8</b>	<b>147.9</b>

**Tableau 12** : besoin en eau d'haricot

mois	P (80%)	P eff (mm)	ET0 (mm)	KC	Z (mm)	ETM (mm)	RFU (mm)	Bnet (mm)
<b>Sept</b>	<b>28.19</b>	<b>22.55</b>	<b>128.43</b>	<b>0.8</b>	<b>0.1</b>	<b>102.74</b>	<b>8</b>	<b>72.2</b>
Oct	36.21	28.96	79.56	1.1	0.15	87.52	12	46.56
Nov	46.65	37.32	42.03	0.95	0.2	39.93	16	0.00
Déc	53.15	42.52	26.09	0.95	0.25	24.78	20	0.00
Jan	61.74	49.39	23.22	0.7	0.3	16.25	24	0.00
Fév	42.57	34.0	21.41	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Mar	39.18	31.34	59.75	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Avri	38.45	30.76	99.72	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Mai	29.64	23.71	137.55	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Juin	11.51	9.20	214.56	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00
Juil	2.56	2.04	246.66	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
Ao	9.41	7.52	204.26	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00

**Tableau 13 : besoin en eau carotte**

mois	P (80%)	P eff (mm)	ET0 (mm)	KC	Z (mm)	ETM (mm)	RFU (mm)	Bnet (mm)
Sept	28.19	22.55	128.43	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
Oct	36.21	28.96	79.56	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
Nov	46.65	37.32	42.03	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
Déc	53.15	42.52	26.09	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
Jan	61.74	49.39	23.22	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
Fév	42.57	34.0	21.41	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
Mar	39.18	31.34	59.75	0.45	0.1	26.88	8	0.00
Avri	38.45	30.76	99.72	0.75	0.2	74.79	16	28.03
Mai	29.64	23.71	137.55	1.05	0,25	144.42	20	100.7
<b>Juin</b>	<b>11.51</b>	<b>9.20</b>	<b>214.56</b>	<b>0.9</b>	<b>0,3</b>	<b>193.1</b>	<b>24</b>	<b>160.0</b>
Juil	2.56	2.04	246.66	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
Ao	9.41	7.52	204.26	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00

**Tableau 14 : besoin en eau oignon/ail**

mois	P (80%)	P eff (mm)	ET0 (mm)	KC	Z (mm)	ETM (mm)	RFU (mm)	Bnet (mm)
Sept	28.19	22.55	128.43	1.1	0.3	141.27	24	94.72
Oct	36.21	28.96	79.56	1.1	0.4	87.52	32	26.56
Nov	46.65	37.32	42.03	0.9	0.5	37.82	40	0.00
Déc	53.15	42.52	26.09	0.85	0.6	22.17	48	0.00
Jan	61.74	49.39	23.22	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
Fév	42.57	34.0	21.41	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
Mar	39.18	31.34	59.75	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
Avri	38.45	30.76	99.72	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
Mai	29.64	23.71	137.55	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
Juin	11.51	9.20	214.56	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
Juil	2.56	2.04	246.66	0.00	0,00	0,00	0,00	0.00
<b>Ao</b>	<b>9.41</b>	<b>7.52</b>	<b>204.26</b>	<b>0.7</b>	<b>0.3</b>	<b>143</b>	<b>24</b>	<b>111.5</b>

**Tableau 15 : besoin en eau de pommier**

mois	P (80%)	P eff (mm)	ET0 (mm)	KC	Z (m)	ETM (mm)	RFU (mm)	Bnet (mm)
Sept	28.19	22.55	128.43	0.7	1.5	89.9	120	0.00
Oct	36.21	28.96	79.56	0.7	1.5	55.7	120	0.00
Nov	46.65	37.32	42.03	0.7	1.5	29.42	120	0.00
Déc	53.15	42.52	26.09	0.7	1.5	18.26	120	0.00
Jan	61.74	49.39	23.22	0.7	1.5	16.25	120	0.00
Fév	42.57	34.0	21.41	0.7	1.5	15	120	0.00
Mar	39.18	31.34	59.75	0,8	1.5	47.8	120	0.00
Avri	38.45	30.76	99.72	0.85	1.5	84.76	120	0.00
Mai	29.64	23.71	137.55	0.85	1.5	116.92	120	0.00
Juin	11.51	9.20	214.56	0.7	1.5	150.2	120	21
<b>Juil</b>	<b>2.56</b>	<b>2.04</b>	<b>246.66</b>	<b>0.7</b>	<b>1.5</b>	<b>172.66</b>	<b>120</b>	<b>50.62</b>
Ao	9.41	7.52	204.26	0.7	1.5	143	120	13.6

Tableau 16 : besoin en eau olivier

mois	P (80%)	P eff (mm)	ET0 (mm)	KC	Z (mm)	ETM (mm)	RFU (mm)	Bnet (mm)
Sept	28.19	22.55	128.43	0,65	1.5	83.48	120	0.00
Oct	36.21	28.96	79.56	0,6	1.5	47.73	120	0.00
Nov	46.65	37.32	42.03	0,6	1.5	25.22	120	0.0
Déc	53.15	42.52	26.09	0,5	1.5	13.04	120	0.00
Jan	61.74	49.39	23.22	0,5	1.5	11.61	120	0.00
Fév	42.57	34.0	21.41	0,6	1.5	12.84	120	0.00
Mar	39.18	31.34	59.75	0,65	1.5	38.83	120	0.00
Avri	38.45	30.76	99.72	0,7	1.5	69.80	120	0.00
Mai	29.64	23.71	137.55	0,75	1.5	103.16	120	0.00
Juin	11.51	9.20	214.56	0,8	1.5	171.65	120	42.45
Juil	<b>2.56</b>	<b>2.04</b>	<b>246.66</b>	<b>0,7</b>	<b>1.5</b>	<b>172.66</b>	<b>120</b>	<b>50.62</b>
Ao	9.41	7.52	204.26	0,7	1.5	143	120	15.48

Tableau 17 : besoin en eau pêcher

mois	P (80%)	P eff (mm)	ET0 (mm)	KC	Z (m)	ETM (mm)	RFU (mm)	Bnet (mm)
Sept	28.19	22.55	128.43	0.55	1.5	70.63	120	0.00
Oct	36.21	28.96	79.56	0.55	1.5	43.75	120	0.00
Nov	46.65	37.32	42.03	0.55	1.5	23.11	120	0.00
Déc	53.15	42.52	26.09	0.75	1.5	19.56	120	0.00
Jan	61.74	49.39	23.22	0.75	1.5	17.41	120	0.00
Fév	42.57	34.0	21.41	0.75	1.5	16.0	120	0.00
Mar	39.18	31.34	59.75	0,75	1.5	44.81	120	0.00
Avri	38.45	30.76	99.72	0.65	1.5	64.84	120	0.00
Mai	29.64	23.71	137.55	0.65	1.5	89.40	120	0.00
Juin	11.51	9.20	214.56	0.65	1.5	139.5	120	10.3
Juil	<b>2.56</b>	<b>2.04</b>	<b>246.66</b>	<b>0.65</b>	<b>1.5</b>	<b>160.3</b>	<b>120</b>	<b>38.26</b>
Ao	9.41	7.52	204.26	0.65	1.5	132.8	120	5.28

Tableau 18 : besoins totaux en eau d'irrigation du l'assolement 1

	Blé/Avoi	Orge	PT	Pim/Poi	Oign/Ail	Laitue	Pêcher	Pommier	Olivier	Total
Sept	0	0	0	0	94.72	89.88	0	0	0	<b>184.6</b>
Oct	0	0	0	0	26.56	22.64	0	0	0	<b>49.2</b>
Nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Déc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Jan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Fév	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Mar	0	0	5.66	0	0	0	0	0	0	<b>5.66</b>
Avri	30.94	6	39	0	0	0	0	0	0	<b>75.94</b>
Mai	65.84	31.39	100	26.81	0	0	0	0	0	<b>224.04</b>
Juin	93	0	<b>130.45</b>	134.17	0	0	10.3	21	42.45	<b>431.37</b>
Juil	0	0	0	164	0	0	38.26	50.62	50.62	<b>303.5</b>
Ao	0	0	0	79.5	111.5	147.9	5.28	13.6	15.48	<b>373.26</b>
<b>Total</b>	<b>189.78</b>	<b>37.39</b>	<b>275.11</b>	<b>404.48</b>	<b>232.78</b>	<b>260.42</b>	<b>53.84</b>	<b>85.22</b>	<b>108.55</b>	<b>1647.57</b>

**Tableau 19** : besoins totaux en eau d'irrigation du l'assolement 2

	orge	Blé/Avoi	PT	carotte	haricot	tomate	Pim/Poi	Pêcher	Pommier	Olivier	Total
Sept	0	0	0	0	72.2	0	0	0	0	0	72.2
Oct	0	0	0	0	46.56	0	0	0	0	0	46.56
Nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar	0	0	5.66	0	0	0	0	0	0	0	5.66
Avri	6	30.94	39	28.03	0	0	0	0	0	0	103.97
Mai	31.39	65.84	100	100.7	0	38.47	26.81	0	0	0	363.21
Juin	0	93	130.45	160	0	87.9	134.17	10.3	21	42.45	679.27
Juil	0	0	0	0	0	0	164	38.26	50.62	50.62	303.5
Ao	0	0	0	0	0	0	79.5	5.28	13.6	15.48	113.86
<b>Total</b>	<b>37.39</b>	<b>189.78</b>	<b>275.11</b>	<b>288.73</b>	<b>118.76</b>	<b>126.37</b>	<b>404.48</b>	<b>53.84</b>	<b>85.22</b>	<b>108.55</b>	<b>1688.23</b>

### III.7 Calcul de débit spécifique

Le débit spécifique est défini comme le débit fictif continu maximum qui est fonction des besoins en eau de chaque culture durant la période de pointe, il est évalué d'après la formule suivante :

$$qs = \frac{Bnet \cdot 10 \cdot 1000}{Nj \cdot Ni \cdot 3600 \cdot Ei} \text{ L/s/ha} \dots\dots\dots(\text{III-7})$$

Tel que :

**Bnet** : besoin net du mois de pointe en mm/mois.

**Ni** : nombre des heures d'irrigation=20h

**Nj** : nombre de jours du mois de pointe =30 jours

**Ei** : Efficience d'irrigation≈0.75

Les besoins de pointe correspondent au mois de juin, sont donc 679.27mm/mois, Le débit spécifique calculé est très important, il est de 3,93 l/s/ha, ce débit dépasse les normes (1,5 l/s/ha), ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement des conduites du réseau.

On a deux méthodes pour estimer le débit spécifique :

- Prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures ;
- Prendre en considération le débit spécifique de la culture la plus exigeante ou de la culture la plus dominante.

Alors on doit prendre le débit spécifique de la culture la plus dominante, celui de la pomme de terre  $qs = 0.80$  l/s/ha, est inférieur à 1,5 l/s/ha donc le choix de ce débit reste valable.

### III.8 Calcul de débit caractéristique

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

$$Q_{car} = q_s \cdot S \dots \dots (III-8)$$

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

$S$  : la superficie totale à irriguer = 2012ha

$$Q_{car} = q_s \cdot S = 0.80 \cdot 2012 = 1609.6 \text{ l/s}$$

### III.9 Estimation des besoins en eau totaux du périmètre

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

**Tableau 20** : volumes des besoins en eau d'irrigation

Cultures	Superficie (ha)	Besoins net annuels (m <sup>3</sup> /ha)	Efficienc	Besoins bruts annuels (m <sup>3</sup> /ha)	Volumes des besoin en eau (m <sup>3</sup> )
<b>Orge</b>	300	373.9	0.75	280.42	84126
<b>Blé/avo</b>	350	1897.8	0.75	1423.35	498172.5
<b>Pomme de terre</b>	700	2751.1	0.75	2063.32	1444324
<b>Carotte</b>	700	2887.3	0.75	2165.47	1515829
<b>Haricot</b>	50	1187.6	0.75	890.7	44535
<b>Tomate</b>	50	1263.7	0.75	947.77	47388.5
<b>Pim/poi</b>	20	4044.8	0.75	3033.6	60672
<b>Pêcher</b>	21	538.4	0.85	457.64	9610.44
<b>Pommier</b>	30	852.2	0.85	724.37	21731.1
<b>Olivier</b>	41	1085.5	0.85	922.67	37829.47
<b>Total</b>	<b>2012</b>	<b>16882.3</b>	<b>0.75</b>	<b>12661.7</b>	<b>25475340.4</b>

Le volume d'eau stocké dans le barrage est 167 Hm<sup>3</sup>, et le besoin total du périmètre est de 25475340.4 m<sup>3</sup>, soit 25.47 hm<sup>3</sup>. Donc on remarque que la retenue est capable de satisfaire les besoins de notre périmètre sans problème.

### III.10 Conclusion

Lors de ce chapitre nous avons estimé les besoins en eau des cultures ainsi que le volume nécessaire pour le mois de pointe et pour l'ensemble de l'année. Les résultats obtenus permettent de confirmer que le volume d'eau stocké au niveau de la retenue est suffisant pour l'irrigation de notre périmètre.

# ***CHAPITRE IV***

## IV.1 Introduction

Le système d'adduction consiste à transporter l'eau de la source vers un point d'accumulation, donc du Barrage Tilesdit à partir d'une station de pompage vers un réservoir de stockage.

## IV.2 Types d'adduction

D'après leur fonctionnement, les adductions peuvent être classées en trois groupes :

- Adduction gravitaire ;
- Adduction par refoulement ;
- Adduction mixte.

### IV.2.1 Adduction gravitaire

C'est une adduction où l'écoulement se fait gravitaire. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte supérieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

### IV.2.2 Adduction par refoulement

C'est une adduction où l'écoulement se fait sous pression à l'aide des machines hydro-électriques. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte inférieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée

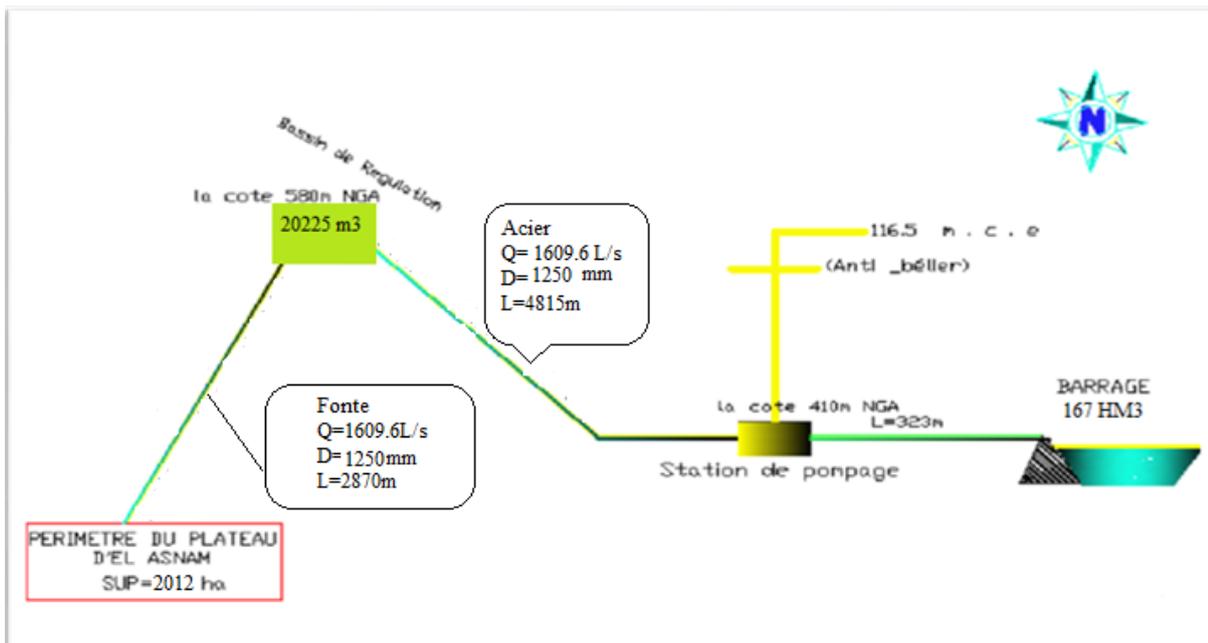
### IV.2.3 Adduction mixte

C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduite est assuré par un réservoir.

## IV.3 Le réseau hydraulique

Le périmètre du plateau d'EL-ESNAM s'étend sur une superficie totale classée de 2400 ha. La distribution de l'eau se fait à partir du bassin de régulation dont l'eau est refoulée par la station de pompage et alimenté gravitairement par un réseau ramifié.

L'aspiration de l'eau d'irrigation se fait 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.



**Figure 1 :** schéma du réseau hydraulique de périmètre d'EL ASNAM

### ➤ Description du schéma

La première partie consiste à refouler l'eau du Barrage Tilesdit à partir d'une station de pompage située au pied du barrage, par un tronçon de diamètre 1250 mm et d'un débit de 1609 l/s et d'une longueur de 4815 m (acier) vers le réservoir de régulation situé à une cote 580 m NGA. Avec une capacité de 20225 m<sup>3</sup>

Et la deuxième partie consiste à distribuer l'eau gravitèrment du réservoir vers le réseau de notre périmètre afin de découper les ilots d'irrigation.

Par un tronçon de diamètre 1250 mm et d'un débit d'environ 1609 l/s et d'une longueur de 2870 m (fonte).

## IV.4 Détermination du diamètre de la conduite d'adduction

### IV.4.1 Formule de BONIN

$$D = \sqrt{Q}$$

$$D = \sqrt{1.6096} = 1.26 \text{ m} = 1260 \text{ mm}$$

## IV.5 La station de pompage

La station de pompage du périmètre de El 'Asnam implantée en amont du barrage de TILES-DIT dans le côté droit de la digue à quelque centaines de mètres du trop-plein (déversoir du barrage). La station de pompage est destinée à pomper de l'eau du barrage par voie d'une conduite d'aspiration de 1.25 m de diamètre, et d'une capacité de pompage équivalente à 5760 m<sup>3</sup>/h à plein régime vers un bassin de régulation d'une capacité d'accumulation de 20 225 m<sup>3</sup>. implanté en amont de notre périmètre.

### IV.5.1 Equipement de la Station de pompage

La station de pompage est équipée de :

- 02 transformateurs, installés sur l'arrivée des câbles d'alimentation énergétique, et séparé de la station de pompage par un mur mitoyen.
- 04 groupes motopompes (03 de service et 01 de réserve). chacun est d'une capacité nominale de 533 L/s soit 1918 m<sup>3</sup>/h qui relèvent les eaux vers la conduite de refoulement.
- Une armoire de commande.
- Système de refroidissement
- Variateur pour chaque pompe
- La télégestion
- Une salle électrique.
- 2 anti- bélier. (refoulement / aspiration)
- Deux compresseurs.
- La protection cathodique.

La station de pompage et le réseau hydraulique seront exploités par l'ONID. Le fonctionnement de la Station de pompage est entièrement automatique et ne nécessite que des prestations d'entretien et de contrôle réguliers.

La station de pompage est alimentée en énergie électrique de haute tension à partir d'une seule source distincte garantis ainsi le fonctionnement permanent des installations même en cas de coupure de courant.

### IV.6 Réservoir de régulation (stockage)

Caractéristiques :

- Capacité totale de bassin : 20225 m<sup>3</sup>.

Démentions :

- Une hauteur de 5 mètres.
- La longueur est 90 m.
- La largeur est 45 m.

Type :

- En béton

Forme :

- Rectangulaire

Altitude :

- 590 m

Cote du font :

- 572m

Cote du niveau :

- 579.5m

Cote à la berne :

- 580m

### IV.7 Tracé du réseau de distribution

Pour le choix du tracé de la conduite d'adduction, il est indispensable de :

- de chercher un profil en long aussi régulier que possible avec un tracé le plus court possible
- Éviter les forêts, bois et zones marécageuses ;
- Éviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds etc.) ;

Une fois que le plan de bornage est établi, nous procéderons à la liaison, le plus économiquement possible, des différentes bornes et l'origine du réseau.

#### a- 1<sup>ère</sup> phase : Tracé par proximité

Il s'agit d'un tracé avec des longueurs aussi minimales que possible, ayant pour sommet les seules bornes du réseau. Dans certains cas, on utilise l'algorithme de M<sup>r</sup> Kruskal.

#### b- 2<sup>ème</sup> phase : Tracé à 120<sup>0</sup>

Dans ce tracé, les bornes d'irrigation sont reliées par deux segments, formant entre eux un angle de 120<sup>0</sup>.

#### c- 3<sup>ème</sup> phase : tracé économique

Le tracé économique est voisin du tracé à 120<sup>0</sup> mais avec des angles aux points de jonction modifiés en fonction des positions des points.

### IV.8 Découpage des îlots d'irrigation

La délimitation et le parcellement des surfaces à irriguer ont été déterminés sur la base de la disponibilité des ressources hydriques, de la nature topographique et pédologique des terres, et en coordination étroite avec les agriculteurs.

L'étude de base a montré que la surface totale à irriguer est de 2012 ha (campagne d'irrigation 2018 - Source ONID).

La délimitation de la surface à irriguer se base sur les critères suivant qui ont été discutés dans la phase de l'étude de base :

- Distance de la source ;
- Cout de l'investissement ;
- Favoriser le gravitaire au pompage ;

### IV.9 Taille des îlots d'irrigation

Après une analyse des caractéristique des parcelles individuelles, les îlots d'irrigation types sont définis à partir :

- De la morphologie du terrain.
- Des caractéristiques de l'infrastructure actuelle sur les parcelles.

- La forme de l'ilot type devra être aussi régulière que possible afin d'exploiter au mieux l'équipement d'irrigation.
- Le regroupement concernera avant tout les parcelles homogènes.

Après analyse foncière, topographique et hydraulique, trois (3) modèles d'exploitations ont été définis.

#### **IV.9.1 Grande parcellaire (>10 ha)**

On recherchera une géométrie de l'ilot permettant de pratiquer différents modes d'irrigation, y compris le système gravitaire dans de bonnes conditions techniques et économiques. L'ilot idéal a les caractéristiques suivantes :

- Forme géométrique
- Born placée au point haut
- Largeur : 400 à 600 m avec la borne centrée
- Longueur maximale : 500 à 1000 m

#### **IV.9.2 Petite parcellaire (<10 ha)**

En petit parcellaire, les critères de dimensions de la parcelle restent identiques à ceux définis précédemment pour le grand parcellaire, mais généralement ils ne sont pas contraignants : la longueur et la largeur de la parcelle restent inférieures aux limites précédemment définies ; sauf dans quelques cas de parcelles de forme très irrégulières (parcelles très longues et très étroites).

#### **IV.9.3 Micro parcellaire (<5 ha)**

Le micro parcellaire se caractérise par des parcelles exploitées par plusieurs familles séparément ou en commun en petites superficies : le choix des systèmes d'irrigation et de production étant restreint.

### **IV.10 Modalités de distribution**

#### **IV.10.1 Distribution à la demande**

Cette technique laissant le choix à l'agriculteur d'utiliser sa propre borne ou prise d'irrigation en temps opportun, ce mode est très complexe, car les appels de débits sont totalement aléatoires.

#### **IV.10.2 Distribution au tour d'arrosage**

C'est un mode de desserte spécifique et très rigide, à module fixe et uniforme sur tout le réseau, chaque irrigant pourra irriguer au cours d'un tour d'eau, pendant une durée proportionnelle à la Surface irriguée. On distingue :

### a) Tour d'arrosage à la borne

Chacune des bornes du réseau reçoit un débit correspondant au débit fictif continu des superficies irriguées qu'elles desservent, chaque borne est équipée d'un limiteur de débit commun aux différentes prises.

### b) Tour d'arrosage à l'antenne

Dans le cas des petites propriétés, les modules disponibles lors de l'application des modalités précédentes, pourront être trop faibles, d'où l'option de regrouper plusieurs bornes sur une seule antenne donnée.

## IV.11 Calcul du débit aux bornes

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

$$Q_b = Q_s * S \dots (IV-1)$$

$Q_b$  = Débit de chaque ilot (l/s)

$Q_s$  = Débit spécifique (l/s/ha)

$S$  = Superficie de l'ilot (ha)

## IV.12 Choix du diamètre de la borne

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

**Tableau 1 : Choix du diamètre de la borne**

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	D= 65mm
$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s $< Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22) l/s	D= 100mm
$80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22) l/s $< Q < 120 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33) l/s	D= 150mm

## Schéma de distribution

Le réseau secondaire approvisionnera tous les îlots d'irrigation. Les conduites du réseau secondaire seront de diamètre moyen et devront supporter une pression plus réduite à celles du réseau primaire, sachant qu'elle sera limitée par les vannes régulatrices de pression qui seront installées dans le cas de hautes pressions.

## IV.13 Dimensionnement du réseau de distribution

### IV.13.1 Caractéristiques des conduites du réseau de distribution gravitaire

Après avoir calculé les débits de chaque ilot et déterminé les critères hydrauliques de la conduite gravitaire, nous procédons à la deuxième étape de calcul celle du réseau de distribution, c'est-à-dire de l'ouvrage vers les bornes.

### IV.13.2 Vitesses admissibles

La fixation d'un seuil de vitesse admissible dans les conduites, permet en outre l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum, un compromis technique :

- De faire une économie sur le coût des canalisations ;

- D'éviter les risques entraînés par des vitesses importantes (risque d'érosion) et les vitesses faibles (risque de dépôts solides).

La vitesse admissible est choisie entre 0.5 m/s, comme vitesse minimale, et 2.5 m/s comme vitesse maximale

**Tableau 2** : liste des diamètres et des vitesses admissibles

Diamètre (mm)	Seuil des vitesses admissibles (m/s)	
	Vitesse minimum	Vitesse maximum
100	0,20	1,80
125	0,25	1,85
150	0,25	1,95
200	0,35	2,00
250	0,40	
300	0,40	
350	0,40	
400	0,50	
500	0,50	
600	0,50	
700	0,50	
800	0,50	
900	0,50	
1000	0,50	
1100	0,50	
1250	0,50	
1500	0,50	
2000	0,50	

#### IV.13.3 Choix du matériau des conduites

Le choix du matériau est l'un des compromis entre critères à voir :

- ✚ La satisfaction des conditions hydrauliques (débit, pression).
- ✚ La disponibilité sur le marché local.
- ✚ L'intérêt économique.
- ✚ Du type de sol.

#### IV.13.4 Caractéristiques des canalisations

##### A. Conduites en fonte

Présentent plusieurs avantages :

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

Leur inconvénient est :

- ✚ coût relativement important.

### B. Conduite en acier

- ✚ Les conduites en acier sont plus légères que les conduites en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose
- ✚ Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement).

Leur inconvénient est :

- ✚ la corrosion.

### C. Conduite en PEHD

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants

- ✚ Bonne résistance à la corrosion
- ✚ Disponible sur le marché
- ✚ Une pose de canalisation facile
- ✚ Leur coût est relativement faible.

Leur inconvénient est :

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

Dans notre cas, les conduites seront en fonte si leur diamètre est supérieur ou égal à 400mm et en PEHD dans le cas contraire.

#### IV.13.5 Calcul des diamètres

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses.

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \dots\dots\dots(\text{IV-2})$$

Avec :

**Q** : débit, exprimé en m<sup>3</sup>/s

**D** : diamètre exprimé en mm

**V** : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.2 m/s

#### IV.13.6 Estimation des pertes de charge

Pour la détermination du diamètre de la conduite gravitaire du barrage vers la bêche, nous avons utilisé la formule de perte de charge de Darcy-Weisbach, détaillée comme suit :

$$J = \frac{f \cdot V^2}{D_h \cdot 2g}$$

Le facteur de proportionnalité étant le coefficient de frottement « f » Colebrook white :

$$f = \left[ \frac{1}{\left[ -1.8 * \log_{10} \left( \left( \frac{e/D}{3.7} \right)^{1.11} + \frac{6.9}{Re_{pipe}} \right) \right]} \right]^2 \dots\dots\dots(IV-3)$$

Avec :

$\Delta H$  : Perte de charge totale (m) ;

$L_g$  : Longueur géométrique de la conduite (m) ;( $L_g=630m$ )

$V$  : vitesse d'écoulement (m/s)

$D_{av}$  : Diamètre calculé de la conduite (m) ;

$e$  : coefficient de rugosité tenant compte du type du matériau.

$Re$  : Nombre de Reynolds

**Tableau 3** : Coefficients e différents types de matériau

Matériau ou type de conduite	Rugosité absolue E (m)
fonte et PEHD	$0.2 \cdot 10^{-3}$
Plastique	$2 \cdot 10^{-3}$
Amiante ciment	$3 \cdot 10^{-3}$

#### IV.13.7 Établissement des profils en long

Les profils en long ont été établis à partir des levées sur site et au moyen du logiciel Autocad Cet outil informatique a pour objet :

- ✚ De calculer la position de la ligne du projet, c'est - à dire l'axe des conduites successives  
constituant le profil en long des canalisations,
- ✚ De dessiner les profils en long du terrain naturel et du projet.

#### IV.14 Pièces spéciales

##### IV.14.1 Vannes de sectionnement

Elles sont nécessaires pour l'exploitation des réseaux et permettent d'en isoler une partie pour l'intervention sans arrêter totalement l'irrigation.

Il est prévu d'installer des vannes de sectionnement au départ de toutes les branches et des sous branches importantes.

##### IV.14.2 Ventouses

Elles sont destinées à évacuer les poches d'air et sont placées aux points hauts des adductions et systématiquement entre deux vannes.

Le choix de la ventouse est fait directement en fonction du diamètre de la conduite. Elle est portée sur le profil en long et désignée par le diamètre de l'orifice assurant

l'évacuation de l'air.

La mise en place de ventouses à chaque point haut, espacées de 500 mètres au maximum, est également indispensable.

Le tableau ci-après précise le choix de la ventouse en fonction du diamètre de la conduite.

**Tableau 4 : Choix de la ventouse**

DIAMETRE DE LA CONDUITE	TYPE DE VENTOUSE
$D < 500$ mm	D 80 mm
$600 < D < 900$ mm	D 100 mm
$900 < D < 1200$ mm	D 150 mm
$D > 1200$ mm	D 200 mm

#### IV.14.3 Vidange

Les vidanges sont placées en des points bas pour permettre l'évacuation gravitaire de l'eau. Pour les branches extrêmes de petit diamètre la vidange sera faite par pompage vu les faibles volumes à évacuer ou par des bornes placées à des points bas.

Le tableau ci-après précise le choix de la vidange en fonction du diamètre de la conduite.

**Tableau 5 : Choix de la vidange**

Diamètre de la conduite	Type de vidange
$100 < D < 500$ mm	D 100 mm
$600 < D < 800$ mm	D 150 mm

#### IV.15 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordé les variantes d'aménagement du système d'adduction et détaillé les structures et facteurs régissant la conception et la gestion d'un système d'adduction ainsi que les calculs hydraulique des canalisations. Dans le cadre de la réalisation du projet, le périmètre est découpé en 105 bornes d'irrigation, avec une superficie totale de 2012 ha.

En deuxième phase, nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du système d'adduction du périmètre d'étude, ce qui a permis d'estimer les pressions aux bornes. Ces pressions sont généralement satisfaisantes et dans certains cas supérieurs à 6.5 bars, ce qui nécessite l'installation de brise charge au niveau de ces points sensib

# ***CHAPITRE V***

## V.1 Introduction

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour récompenser le déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique et garantir un rendement optimum des cultures, il existe plusieurs techniques ou modes d'irrigation. Dans l'étude comparative entre divers modes d'irrigation permet de mieux choisir le système d'irrigation qui s'adapte à la région d'étude.

Dans ce chapitre, nous présenterons d'abord les différents systèmes d'irrigation, ensuite nous définirons les différents éléments qui nous permettront de choisir le système adapté au plateau de EL'ASNAM.

## V.2 Les différentes techniques d'arrosages

Les techniques d'arrosages peuvent être regroupées en trois (03) classes (Tiercelin, 2006), soit :

- L'irrigation de surface.
- L'irrigation par aspersion.
- L'irrigation localisée (micro irrigation).
- L'irrigation sous terraine (nano irrigation)

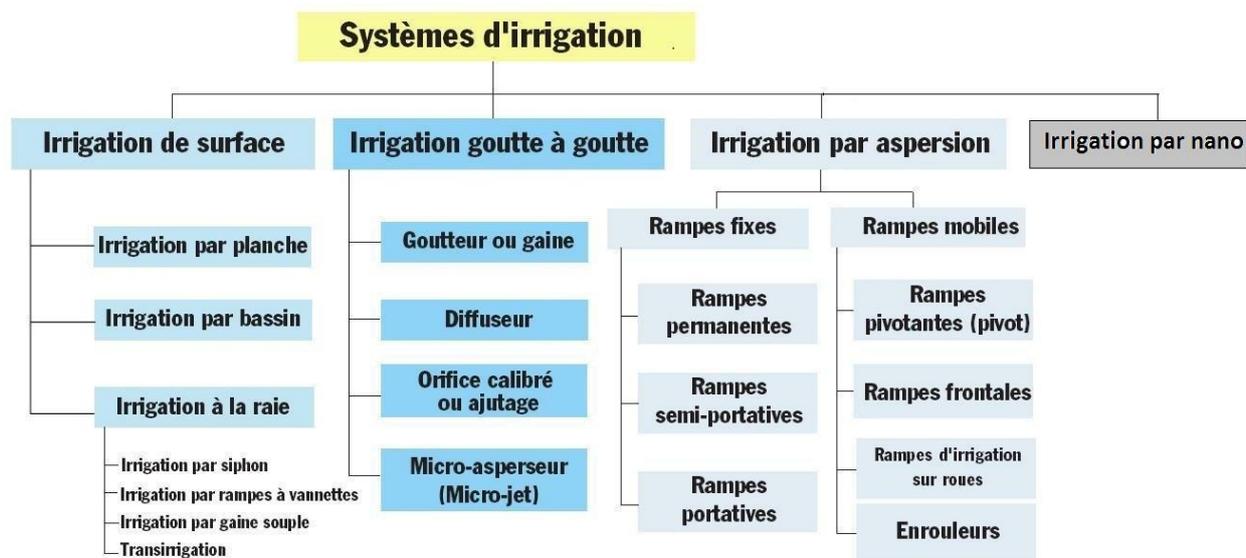


Figure 1 : Système d'irrigation

### V.2.1 L'irrigation de surface

L'irrigation de surface est régie par un écoulement gravitaire, constituée d'un ensemble de canaux qui distribuent et répartissent l'eau d'irrigation d'amont en aval, dans les différents points.

De ce fait le tracé est conditionné par les contraintes topographiques, et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration, et capillarité) vu que les dessertes en eau se font gravitairement.

On distingue :

### V.2.1.1 Irrigation par ruissellement ou par planche

Dans cette technique, on fait diviser la surface à irriguer en bandes rectangulaires prise dans le sens de la plus grande pente. En général, la longueur des planches varie de 5 à 30 m, et leur largeur de 50 à 800 m. ce type d'irrigation elle convient le mieux aux pentes inférieures à 0,5%. Les sols convenant le mieux à cette technique sont les sols moyennement filtrants.

L'irrigation par planches s'applique aux cultures telles que les prairies, les céréales et les vergers.

La préparation des planches est minutieuse et coûteuse, elle exige une main-d'œuvre qualifiée et des équipements de terrassement performants. Les pertes par percolation profonde et en colature sont importantes, l'efficacité d'irrigation ne dépasse pas 50%.



**Figure 2 :** L'irrigation par ruissellement

#### 1) Les avantages

- Les investissements pour l'équipement sont peu élevés
- possibilité de lessivage sans risques d'érosion
- Matériel d'irrigation assez simple

#### 2) Les inconvénients

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

### V.2.1.2 Irrigation par submersion

Dans cette technique, l'eau submerge le terrain et s'y infiltre. Dans la pratique de la submersion, l'eau est apportée et répandue aussi vite que possible sur l'ensemble de la parcelle à irriguer avant la phase d'infiltration proprement dite. La pratique de la submersion, nécessite l'aménagement du terrain en bassins de submersion, avec des petites digues de 30 à 40 cm de hauteur et une revanche minimum de 10 cm. La technique de submersion s'applique de préférence en terrains presque plats (moins de 0,1 % de pente). Ce système d'irrigation est

employé généralement dans les rizicultures. L'efficacité de la technique d'irrigation en submersion se situe entre 45 et 60%.



**Figure 3 : L'irrigation par submersion**

### **1) Les avantages**

- Destruction des adventices
- protection contre le gel

### **2) les inconvénients**

- Tassement du sol.
- Diminution de la porosité d'où diminution de la perméabilité.
- Nécessite d'assainissement (drainage).
- Manque d'aération.

#### **V.2.1.3 L'arrosage à la raie**

Cette technique consiste à amener l'eau à la plante, par une série plus au moins dense (espacement d'environ 0,75 à 1 m.) de petits fossés à ciel ouvert à pente faible mais régulière. Les raies sont tracées suivant la ligne de plus grande pente du terrain pour des pentes < 02 %. Pour des pentes > 02 %. Les raies sont orientées obliquement par rapport à la ligne de plus grande pente.

L'arrosage à la raie se pratique sur les terrains d'environ 0,5 à 4 % de pente et convient à toutes les cultures de céréales et de plantes sarclées (Maïs, Coton, Pomme de terre etc.).

Cette technique exige une main d'œuvre abondante et qualifiée pour la conduite des arrosages. L'efficacité des arrosages telle qu'elle est constatée peut se situer entre 40 % et 50 %.

### V.2.2 L'irrigation par aspersion

En irrigation par aspersion, l'eau parvient aux cultures sous forme de gouttes de pluie (pluie artificielle), grâce à l'utilisation de divers appareils de projection, alimentés sous pression.



Pour cette technique d'irrigation aucun nivellement de la surface n'est nécessaire. Cependant, la pente générale du sol ne doit pas en principe dépasser 10% pour les machines à irriguer.

Pour ce qui est de type de sol, l'irrigation par aspersion s'adapte à tous les types de sols ayant une bonne capacité d'infiltration ( $I > 4$  mm/h pour sols peu perméables, jusqu'à  $I < 50$  mm/h pour sols perméables). L'irrigation par aspersion présente une bonne efficacité située entre 65% à 85% essentiellement en fonction de la technique d'aspersion utilisée.

L'irrigation par aspersion est utilisée pour l'arrosage des cultures les plus diverses : Fourragères, maraîchères, céréales, vergers, vigne, etc.

Les techniques d'arrosage appliquées en irrigation par aspersion dépendent du matériel utilisé. Elles se divisent en deux grandes catégories :

- L'aspersion simple (rampes perforées, asperseurs, canons)
- Les machines à irriguer (rampes frontales, pivots, enrouleurs, etc.)

#### 1) Les avantages

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer.
- Augmentation du coefficient d'utilisation des terres.
- Permet une économie d'eau importante.
- Nécessite moins de main d'œuvre.
- Possibilité d'automatisation du système.
- Assure une forte oxygénation à l'eau.

#### 2) Les inconvénients

- Coût très élevé (prix d'achat du matériel très important).
- Une évaporation intense si les gouttes d'eau sont fines.
- Tassement du sol.
- Favorise le développement des mauvaises herbes.
- L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante.

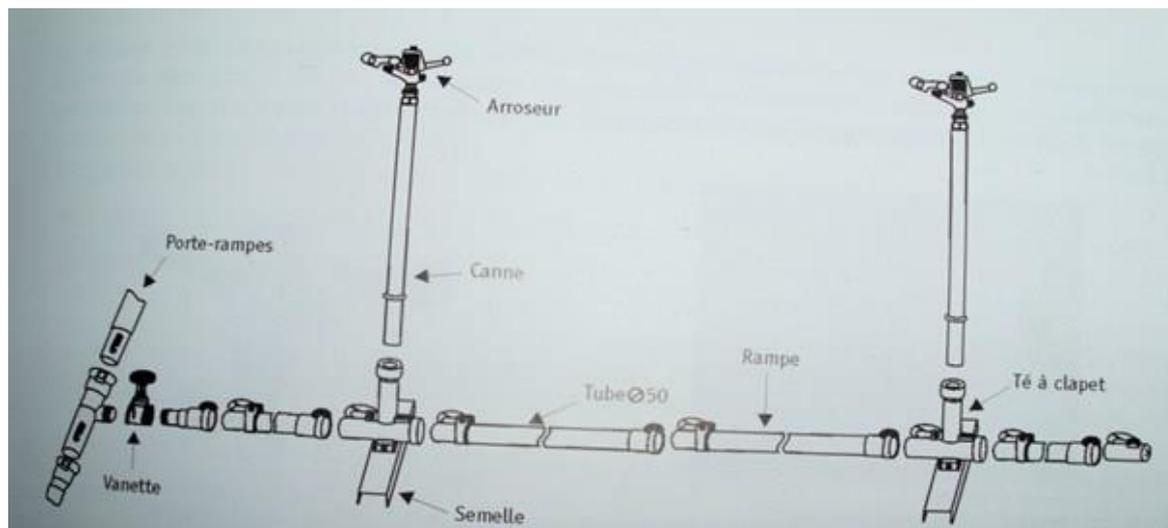
#### V.2.2.1 Caractéristiques d'irrigation par aspersion

Les asperseurs sont peu susceptibles au colmatage, néanmoins un minimum de précautions doit être pris avec la buse de petit diamètre. Un des inconvénients de l'aspersion est la nécessité au départ pour chaque irrigant d'un investissement relativement important du premier établissement (frais d'installation), et exige une main d'œuvre d'exploitation.

#### V.2.2.2 Structure d'un réseau d'aspersion

Le réseau d'irrigation par aspersion est un réseau de distribution d'eau caractérisée par une structure de canalisations sous pression, enterrée alimentant un ensemble de bornes d'irrigation

sur lesquelles se greffent les installations mobiles d'irrigation par aspersion. La fonction d'un réseau d'irrigation est principalement agro-économique.



**Figure 4** : Structure du réseau d'aspersion

### A) borne d'irrigation

Les réseaux mobiles sont branchés sur des bornes d'irrigation piquées sur les conduites de distribution, une borne peut être piquée d'une prise.

### B) la canalisation

#### 1) canalisation principale

Elle est généralement enterrée pour des diamètres de plus de 100mm et peut être constituée de métaux différents : fonte, acier, ou les matières plastiques (PVC, PE), de nos jours les conduites en fonte et en PVC sont les plus utilisées.

#### 2) les porte-rampes

Ils sont en général superficiels et mobiles, et sont installés souvent pour la durée de la campagne d'irrigation, ils sont en matières différentes (acier galvanisé, en alliage léger, en PE et PVC), ils sont équipés de rampes, les diamètres les plus utilisés : Aluminium, et alliage, 2",3",3"1/2,4",5" ,6" avec des dimensions pour l'acier galvanisé de 50mm, 70mm, 85mm.

#### 3) Les rampes

Ce sont des tuyaux légers qui portent les asperseurs, ils sont superficiels généralement en PVC, PE, ou en aluminium. L'assemblage des conduites est réalisé par des emboîtements auto étanches, emboîtement à vis et des raccords ou joint brisés.

### C) Les accessoires

#### ❖ Coude et tés

Ils permettent de donner la forme géométrique voulue à l'installation des rampe ou le diamètre, 76/98, 76/102, 102/76, 76/50.

#### ❖ Vanne et robinet vannes (hydrant) :

Permettent la mise en eau et la coupure du réseau, ou asperseur.

❖ **les tuyaux allongés**

Ils servent à élever les asperseurs dans le cas de l'arrosage des cultures hautes (maïs).

❖ **les stabilisateurs et trépieds**

Ils permettent d'éviter la rotation des canalisations et de tenir droit les arroseurs.

❖ **les bouchons et les éléments d'assemblage**

Ils servent à obstruer l'extrémité des canalisations, les éléments d'assemblages, assurent le raccordement des conduites usinées.

❖ **Raccords rapides**

Ils permettant le montage ou le démontage presque instantané de l'installation et doivent en plus assurer une bonne étanchéité et un accrochage sur les éléments les uns aux autres.

### D) La pompe

On utilise en général les pompes centrifuges. Le choix de la pompe dépend du débit à assurer et la hauteur manométrique de fonctionnement.

### V.2.2.3 Les appareils d'aspersion

Leur rôle est de répartir l'eau d'irrigation sur le sol sous forme de pluies, le plus uniformément possible.

La transformation du jet en goutte peut s'obtenir de différentes façons :

- Jet libre où la dispersion s'obtient simplement par effet aérodynamique
- Jet éclaté en permanence : le jet se heurte à un obstacle fixé qui le fait éclater.
- Jet éclaté par intermittence : un obstacle mobile provoque l'éclatement périodique du jet.

#### a) Les arroseurs à bras oscillants 1 ou 2 jet

Cet appareil, souvent appelé simplement asperseur ou sprinkler, est le plus utilisé, il constitue un appareil réduit et fixé sur les canalisations mobiles ou monté sur un support lui-même relié par un tuyau souple à la canalisation, et peuvent fonctionner en basse et moyenne pression.

L'eau arrive à travers une buse dont le diamètre varie de 4 à 7 mm (pour une seule buse), et peut être à double buses pour augmenter l'uniformité d'arrosage. La pluviométrie horaire d'aspersion varie de 3 à 15 mm/h parfois jusqu'à 20 mm/h, la portée de l'asperseur varie de 10 à 20 m et la pression de 2 à 4 bars.

Les arroseurs à deux buses assurent une meilleure répartition de l'eau mais à égalité de débit et de pression leur portée est plus faible que celle du même arroseur équipé d'une seule buse.

- ❖ **Dispositifs d'arrosage** : Pour avoir une bonne répartition de l'eau acquise par le recoupement du jet, on peut jouer sur la géométrie des installations, qui est de trois types (Tiercelin, 2006) :
- ❖ **Dispositif en carré (asperseur au sommet des carrés)** : Les asperseurs sont disposés, simultanément ou par poste successifs aux sommets d'un quadrillage régulier dont la longueur du côté dépend du pourcentage de recoupement choisi. Les espacements les plus couramment rencontrés sont : 6x6, 12x12, 18x18, 24x24.
- ❖ **Dispositif en triangle** : Le dispositif théorique est celui du triangle équilatéral.

- ❖ **Dispositif en rectangle** : Il s'agit d'un dispositif où l'espacement des appareils sur la rampe est inférieur à celui entre rampe.

### b) Les canons

Il s'agit d'un appareil à jet unique fonctionnant à des pressions suffisamment élevées (7 à 20 bar) ce qui accroît la dépense d'énergie. Le diamètre de l'ajutage varie de 9 à 16 mm, et de 25 à 30 mm et de portée de 20 à 25m, et de 60 à 80, les débits varient de 3 à 20 l/s.



### c) Les pivots fixés ou déplaçables

C'est un appareil d'irrigation automatique arrosant un cercle ou une portion de cercle, de façon à se déplacer et arroser de grands champs à partir d'une pompe ou d'un puits central. Il est relativement coûteux, mais les frais de main d'œuvre durant la saison sont faibles, il convient aux grands champs et relativement plats.

### d) L'enrouleur

C'est le matériel d'irrigation par aspersion le plus utilisé en France. Il se compose essentiellement :

D'un asperseur, canon d'arrosage le plus souvent monté sur un support à roue, parfois un traîneau.

D'un flexible d'alimentation de l'asperseur en PE de diamètre et longueur variable.

D'une bobine d'enroulement du flexible, fixé ou montée sur treuil.

D'un moteur hydraulique (piston, turbine) assurant la rotation de la bobine d'enroulement.



### V.2.3 L'irrigation localisée :

L'irrigation localisée ou micro-irrigation, est une méthode qui regroupe plusieurs systèmes de distribution de l'eau à la parcelle (**Olliee et Poirée, 1981**). Elle se caractérise par :

- La mise en place sur la parcelle d'un réseau de canalisation
- Une discontinuité des points d'apport permettant de n'irriguer que les zones utiles à la plante
- Des débits faibles généralement inférieurs à 12 l/h
- Une distribution fréquente pour maintenir un certain volume d'eau à un niveau voisin de la capacité au champ.



Selon le type de distribution utilisé, l'eau se localise par points (goûteurs, gaines), par lignes (tubes poreux) ou par surface plus au moins grandes (muni diffuseurs, micro-asperseurs).

#### 1) Les avantages

- Economie d'eau : l'eau est apportée directement et exclusivement au niveau des racines donc l'humidité au voisinage des racines restent élevée.
- Réduction des adventices (mauvaises herbes).
- Contrôle de la fertilisation : dosage régulier en engrais.
- Installation fixe sur le terrain, donc très faible besoin de main d'œuvre.
- Meilleure utilisation des sols difficiles : les sols très lourds sont difficiles à irriguer par aspersion, de plus l'exploitation plus facile : ne gêne en rien les autres opérations culturales.
- Protection sanitaire plus efficace sur les feuillages : les produits phytosanitaires ne sont pas lessivés par l'irrigation.

#### 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 : étude préliminaire agro pédologique, conception de l'installation, conduite des arrosages par l'irrigation.
- Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation.
- Contrôle difficile des goutteurs pour éviter leur obstruction.

#### V.2.3.1 Caractéristiques de l'irrigation localisée

Le principe d'irrigation localisée, n'est en fait qu'une amélioration des techniques traditionnelles. Il consiste à apporter l'eau sous faible pression jusqu'aux racines de chacune des plantes et à la distribuer au compte-goutte, en surface ou en souterrain, à l'aide de petits tuyaux, posés sur le sol ou enterrés. Bien menée, cette technique permet de diminuer la consommation d'eau : elle n'humidifie que la portion de sol située au voisinage immédiat des racines, et elle limite les pertes par évaporation, ruissellement ou infiltration profonde (**Ollier et Poiree, 1981**). Cependant, elle ne peut être utilisée que pour des cultures en ligne, telles les cultures maraîchères et fruitières, et elle nécessite l'usage d'une eau filtrée afin de ne pas obstruer les petits tubes par lesquels l'eau est distribuée.

**a) Qualité de l'eau**

Elle représente un élément essentiel en micro-irrigation, car le colmatage des distributeurs est le premier risque que doit affronter l'ingénieur. Les eaux de mauvaise qualité sont généralement issues des eaux de surface (rivière, canaux lacs, bassins) riches en impuretés sous forme minérale ou organique. Si les éléments les plus gros sont retenus par une filtration efficace, les éléments très fins par contre traversent les filtres et se déposent à l'intérieur des distributeurs entraînant peu à peu une diminution de leur débit.

**V.2.3.2 Composition du système d'irrigation localisée****a) point de fourniture d'eau**

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

**b) L'unité de tête**

Cette unité reliée au point de fourniture d'eau elle permet de réguler la pression et le débit, de filtrer l'eau et d'y introduire des éléments fertilisants. Parfois, des régulateurs de pression et des filtres secondaires sont placés en tête des portes rampes ou même des rampes. Pour introduire des éléments fertilisants, on utilise le plus souvent un réservoir que l'on remplit d'engrais solubles.

Une fraction du débit est dérivée de la conduite principale, envoyée dans le réservoir, s'y enrichit en engrais puis est réinjectée dans la conduite principale.

Quand l'eau contient beaucoup de sable, on doit installer des filtres spéciaux, appelés dessaleurs, qui fonctionnent suivant le principe au vortex.

**c) La conduite principale**

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

**d) Le porte-rampes**

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

**e) Les rampes**

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

## f) Les distributeurs

Les distributeurs constituent la partie essentielle de l'installation. C'est à partir d'eux que l'eau sort, à la pression atmosphérique, en débits faibles et réguliers (2-4 l/h). Il existe de nombreux types différents, des ajutages ou des mini diffuseurs dont le débit est plus important (12 l/h).

### V.2.3.3 Différents types de distributeurs

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

### V.2.4 Nano irrigation

Nano irrigation est une nouvelle technologie qui, par moyen de libérer lentement une petite quantité d'eau, il mouille en permanence le sol, ce qui permet 24 heures l'irrigation des cultures.

La technologie de base de Nano irrigation est le MOISTUBE et la couche interne est une membrane semi-perméable.

Il existe de nombreux micropores invisibles dans la membrane semi-perméable. Le montant est d'environ 100 000 / cm et les diamètres sont de 10 ~ 900 NM. Les fonctions membranaires comme suit :

En raison de l'effet d'une certaine énergie potentielle, l'eau passera à travers la membrane directement sur la zone à faible énergie potentielle. Ces énergies potentielles peuvent être : potentiel de soluté, le potentiel hydrique du sol, le potentiel d'eau atmosphérique, le potentiel hydrique des racines, pression potentielle etc.

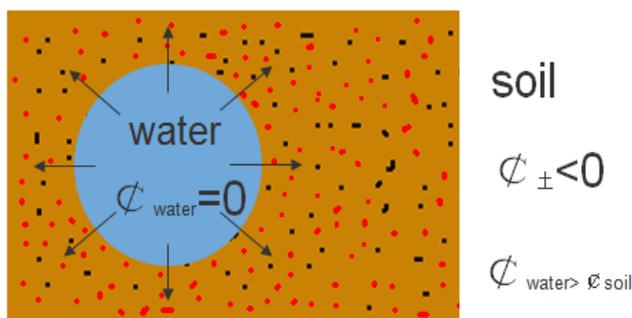
Après avoir rempli le nanotube avec de l'eau, de l'enterrer dans le sol, l'eau passera à travers la paroi du tube au sol en raison de l'effet potentiel de l'eau du sol.

On peut observer que :

1. Le processus de l'eau en mouvement est automatique et lent.
2. L'effet du potentiel de l'eau provoque la différence permettant la migration  $\phi_{\text{eau}} > \phi_{\text{sol}}$ .
3. La direction est permutation du tube intérieur au tube extérieur.
4. Le terminal de migration est  $\phi_{\text{eau}} = \phi_{\text{sol}}$ . Le processus ne s'arrêtera pas et continuera jusqu'à ce qu'il atteigne son point d'équilibre.

#### Pourquoi cette technologie avancée irrigation vert ?

- Il diffère d'autre irrigation d'approvisionnement en eau intermittent
- La méthode nanotube irrigation permet une irrigation continue pour la première fois



- Les caractéristiques de l'irrigation en continu sont les suivantes : Son comportement d'alimentation d'eau est adapté au comportement d'absorption d'eau des plantes. Ils synchronisent ensemble, avec la quantité correspondant.

C'est une méthode d'irrigation qui s'adapte étroitement aux processus vitaux des plantes.

Irrigation souterrain permet la fourniture d'eau et d'engrais directement aux racines des plantes, empêchant la perte par évaporation, ruissellement et des pertes d'infiltration souterraine. La quantité d'eau consommée correspond aux processus physiologiques de cultures, fournissant une méthode d'irrigation qui permet des économies d'eau très élevé. La méthode d'irrigation nanotube permet d'économiser 60 à 80% de la consommation d'eau par rapport à l'irrigation au goutte à goutte.

Le système est exempt de équipements électromécaniques tels que des pompes à eau, moteur et de commande des armoires et ne nécessite aucune salle de pompe. Les coûts de construction sont faibles et il est facile à installer.

### V.2.5 Choix de la technique d'irrigation

Le choix d'une technique d'irrigation repose sur la détermination de certains facteurs ou contraintes à savoir :

#### a) Les contraintes naturelles

Les conditions naturelles telles que le type de sol, la pente du terrain, le climat, la qualité de l'eau et sa disponibilité, jouent un rôle très important dans le choix adéquat d'une technique d'irrigation

#### b) L'évaporation

Notre zone d'étude est caractérisée par une évaporation élevée durant l'été , ce qui provoque une perte d'eau importante

#### c) le vent

Dans le cas du périmètre d'El Asnam, les vents sont plus ou moins irréguliers, ils ont des vitesses fréquentes, varient de 2.4 - 5 m/s.

#### d) Type de sol

La rétention en eau diffère suivant le type de sol, le taux d'infiltration et la capacité de rétention sont spécifiques à chaque sol, la connaissance des conditions d'humidité est importante. Les sols sableux sont caractérisés par une faible capacité de rétention et un taux d'infiltration élevé. C'est pourquoi, en sols sableux, la dose d'arrosage est faible mais les arrosages sont moins espacés, surtout quand ces sols ne sont pas profonds. Dans ces conditions, l'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte est plus appropriée que l'irrigation de surface. Avec du limon ou de l'argile les trois méthodes sont utilisables, mais l'irrigation de surface est la plus courante. Les sols argileux à faible taux d'infiltration offrent des conditions idéales à l'irrigation de surface. Quand le sol est hétérogène à l'intérieur d'un périmètre d'irrigation, l'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte assure une meilleure uniformité de distribution que l'irrigation de surface.

**e) La pente**

Presque la totalité du périmètre à des pentes qui varient entre [3% – 5%] et le reste à des pentes supérieures à 5%, donc la première ne présente aucune contrainte particulière

**f) La ressource en eau**

L'agriculteur doit s'assurer de sa disponibilité au moment voulu pour irriguer, car la connaissance de la quantité d'eau disponible en période de pointe permet de déterminer la superficie à irriguer ; Et en qualité (bonne, médiocre ou mauvaise) pour savoir le niveau de traitement et de filtration nécessaires à son utilisation.

Facteurs conditionnant le choix de la méthode d'irrigation:

- La disponibilité de l'eau dans le temps, en débit et en pression,
- La qualité d'eau,

**g) La disponibilité de l'eau**

L'efficacité d'un réseau d'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte est généralement supérieure à celle d'un réseau d'irrigation de surface ; par conséquent ces deux méthodes sont préférables à l'irrigation de surface au cas où les ressources en eau sont limitées. Par ailleurs, il est bon de rappeler que l'efficacité d'irrigation dépend aussi bien des compétences de l'agriculteur que de la méthode utilisée.

**h) La qualité de l'eau**

Avec une eau chargée de sédiments, il est plus convenable d'utiliser la technique d'irrigation de surface que les autres techniques par aspersion ou au goutte à goutte. En effet, les sédiments peuvent provoquer l'obstruction des asperseurs ou des goutteurs. Dans le cas d'une eau saline, l'irrigation au goutte à goutte est particulièrement appropriée. En effet, comme l'eau est fournie aux pieds des plantations, la salinité du sol ne sera pas sérieusement affectée par l'irrigation à l'eau saline. Dans le cas d'une irrigation par aspersion par une eau saline ou par une eau usée épurée on risque la création de plusieurs problèmes à savoir :

La production d'aérosols ceux-ci dispersés par les vents, peuvent propager les germes pathogènes vers les voies de circulation et les habitations, contamination des feuillages

**i) Les contraintes techniques**

- Qualification de main d'œuvre
- Entretien du matériel.

Pour le choix de la technique d'irrigation, une analyse multicritère doit être qui est fonction de plusieurs paramètres

**Tableau 1** : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage

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

**Remarque :**

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

+ + : Adapté ; + + + : Très Adapté

**V.3 Conclusion**

La technique d'irrigation devient plus facile à distinguer et à mettre en place une fois que toutes les contraintes précédentes sont définies et connues, en tenant compte des conditions climatiques de la région d'étude et de la nature du sol, de l'aptitude culturale et de volume d'eau disponible, on peut choisir la technique d'irrigation par le goutte à goutte et l'aspersion, ces techniques présentent beaucoup d'avantages par rapport à d'autres techniques d'irrigations, et répond conformément aux besoins de notre étude.

Donc pour les cultures céréales et maraichères on opte pour l'irrigation par aspersion, pour les arboricultures on opte pour l'irrigation par le goutte à goutte.

# *CHAPITRE VI*

## VI.1 Introduction

L'irrigation de la parcelle est relative à la mise en œuvre de l'eau d'irrigation délivrée aux prises du réseau. On entend par parcelle d'irrigation l'unité de surface disposant d'une prise individualisée sur le réseau de distribution. Les équipements mis en jeu ou les aménagements de terrain sont fonction de la technique d'irrigation adoptée par les irrigants : irrigation de surface, irrigation par aspersion, irrigation localisée.

Ce présent chapitre a pour but le dimensionnement d'un réseau d'aspersion, et d'un réseau goutte à goutte.

## VI.2 Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion

On va projeter une installation d'aspersion semi-mobile comprenant des canalisations principales fixes et des rampes mobiles. Pour ce fait on va prendre un îlot qui va servir de modèle pour tous les autres, aléatoirement on a pris l'îlot N°3 ( pommes de terre ) sur notre périmètre qui s'étend sur une superficie égale à 12,8 Ha qui présente des dimensions de 500x256, elle est alimentée par la Borne N°3 qui dispose d'une pression de **5.6** bars .

### VI.2.1 Données générales

Choix de la culture : nous avons choisi l'irrigation de la pomme de terre, cette culture présente des avantages agronomiques et économiques importants.

Choix des parcelles et de l'îlot : les parcelles choisies pour l'arrosage par aspersion sont dans l'îlot n°03, sous la parcelle, qui présente une superficie de 12.8 ha.

La parcelle est de forme rectangulaire présente des dimensions de 500x256m, elle est alimentée par la borne N°03 qui dispose d'une pression de 5.6bars.

Temps de travail : 20 heures par jour, et 26 jours par mois

Besoins de pointe : 130.45 mm/mois pour le mois de pointe.

Perméabilité du sol : le sol est de type argileux-limoneux avec une perméabilité estimée à :

$K = 5 \text{ mm/h}$ .

Dose pratique : RFU : elle est calculée comme suit :

$$\text{RFU} = Y (\text{Hcc} - \text{Hpf}) \cdot \text{Da} \cdot \text{Z} \dots (\text{V-1})$$

Y : degré de tarissement : égal à 2/3 ;

Da : densité apparente : égale à 1.33

Z : profondeur d'enracinement mm (0.4 m pour la pomme de terre)

Hcc: humidité à la capacité au champ (31%)

Hpf : humidité au point de flétrissement (21%).

$\text{RFU} = (31-21) / 100 * 1.33 * 2/3 * 0.4 = 32 \text{ mm}$

### VI.2.2 Dimensionnement théorique

#### a) Calcul du diamètre de l'ajutage

La perméabilité du sol  $K = 5 \text{ mm/h}$  ; On pose  $p \leq k$  tel que  $p$  : pluviométrie de la buse  
Le diamètre de la buse se calcule par la formule suivante :

$$P = \frac{1.5 \cdot d}{1.04} \dots\dots\dots (\text{V-2})$$

D'où :

$$d = \frac{5 \cdot 1.04}{1.5} = 3.5$$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type PERROT (**Annexe**), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 3.57 mm

### VI.2.3 Calcul de la portée du jet (L)

La portée du jet est la distance de l'appareil au point du rayon arrosé, permet de définir la surface circulaire arrosée par l'appareil, se calcule par l'équation suivante :

$$L = 3 \cdot d^{0.5} \cdot h^{0.25} \dots\dots\dots (\text{V-3})$$

Avec :

$d$  : le diamètre de la buse (mm)

$h$  : pression à la buse (m), dans notre cas  $P = 3 \text{ bars}$ , hauteur d'eau = 30m

$$L = 3 * (3.57)^{0.5} * (30)^{0.25} = 13.13 \text{ m}$$

Théoriquement, cette formule est valable, mais demande encore plus de précisions en fonction du diamètre choisi et recommandé par le fournisseur.

D'après le catalogue (annexe), pour le diamètre de la buse de 3.57 mm à une pression minimale de 3 bars, la portée calculée est de 14m.

### VI.2.4 Ecartements entre les rampes et arroseurs

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

- El entre les lignes d'arrosage : 1,25L (vent faible) à 1,02 L (vent fort).

- Ea entre les arroseurs sur la rampe : 0,8 L (vent faible) à 0,5 L (vent fort).

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent (<10Km/h).

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vents de l'ordre de 5 m/s=18Km/h, donc on prend les valeurs suivantes :

$$El = 13.39 \text{ m}$$

$$Ea = 6.5 \text{ m}$$

Les valeurs normalisées des écartements sont comme suit :

$E_l=12\text{m}$ ,  $E_a=12\text{m}$ .

La surface mouillée ( $m^2$ ) =  $144\text{ m}^2$

### VI.2.5 Débit de l'asperseur

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

$m= (0.94-0.95)$  pour les pressions moyennes où le diamètre des buses  $< 12\text{ mm}$

$m= (0.98-0.99)$  pour des grandes pressions où le diamètre des buses  $> 12\text{ mm}$

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

$$q = 0,95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot (3,5 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 30} = 0.00022\text{m}^3/\text{s} \dots\dots (\text{V-4})$$

Avec  $q$  débit de l'asperseur ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).  $q= 0.79\text{ m}^3/\text{h}$

### VI.2.6 Vérification de la pluviométrie de la buse

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

$$p = \frac{q}{E_l \cdot E_a} \dots\dots (\text{V-5})$$

$$\text{D'où } p = \frac{0.79}{12 \cdot 12} 1000 = 5.4\text{mm} / \text{h}$$

### VI.2.7 Calcul du tour d'eau

$$T_{\text{eau}} = \frac{\text{Dose}_{\text{RFU}} \cdot N}{B_{\text{mp}}} \dots\dots (\text{V-6})$$

Dose = RFU =  $400 \cdot 0.08 = 32\text{ mm}$

$T_{\text{eau}} = (32 \cdot 26) / 130.45 = 636\text{ jours}$

On prend un  $T_{\text{eau}} = 06\text{ jours}$ , on irrigue (04) fois par mois .

Efficiéce d'irrigation =  $0.75$

nouvelle dose brute =  $6 \times 4.35\text{ mm} / 0.75 = 34.8\text{mm}$

Temps d'arrosage par position sans dépasser la capacité d'infiltration

$$T_a = \frac{\text{dose}}{p} ; \text{Dose} = 34.8\text{ mm}$$

$$P = 5.4\text{ mm}/\text{h} \text{ d'où } : T_a = \frac{34.8}{5.4} = 6.44\text{heures}$$

Donc :  $T_a = 6\text{ heures}$

Alors on pourra adopter trois positions par jour pour un asperseur.

### VI.2.8 Calcul des caractéristiques des équipements d'asperseur

#### VI.2.9 Calcul du volume fourni par un asperseur par mois

$$V_{asp} = N_{pj} * N_{irr}(\text{par mois}) * Dose * E_a * E_l \dots (V-7)$$

$$V_{asp} = (2 * 26 * 40.58 * 12 * 12) / 1000 = 303.8 \text{ m}^3$$

#### VI.2.10 Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle

$$V_t = \text{besoins mensuels en eau} * \text{surface} \dots (V-8)$$

$$V_t = 130.45 / 1000 * 500 * 256 = 16697.6 \text{ m}^3$$

#### VI.2.11 Nombre d'asperseurs pour toute la parcelle

Le nombre d'asperseurs se calcule par le rapport entre toute la quantité d'eau à épandre durant le mois de pointe sur la quantité que peut apporter un seul asperseur.

$$N_{asp} = V_t / V_{asp} \dots (V-9)$$

$$= 16697.6 / 526 = 31.74$$

Donc on prend 32 asperseurs.

#### VI.2.12 Longueur de la rampe

Cette étape de dimensionnement diffère d'une parcelle à une autre car elle basée sur les dimensions de la parcelle ainsi que la façon dont on projette le réseau d'aspersion, dans notre cas nous avons :

$$L_r = \text{largeur de terrain} / 2 - E_a / 2 \dots (V-10)$$

$$= 256 / 2 - 12 / 2 = 122 \text{ m}$$

#### VI.2.13 Nombre asperseur/rampe

$$N_{\text{asperseur/rampe}} = L_r / E_a \dots (V-11)$$

$$= 122 / 12 + 1 = 11 \text{ asperseurs}$$

#### VI.2.14 Nombre de position des rampes

$$N_r = \frac{L_r}{E_l} = \frac{500}{12} \approx 42 \dots (V-12)$$

$L_r$  : longueur du terrain = 500 m,  $E_l$  : espacement entre les rampes (=12m).

Le nombre de poste égale à 42 postes.

#### VI.2.15 Nombre de rampes qui travaillent en même temps

$$N_{rw} = N_{asp} / (\text{nbr asp/ rampe}) \dots (V-13)$$

$$= 32 / 11 = 3 \text{ rampes}$$

On travaille avec (3) rampes

**VI.2.16 Calcul du débit de rampe**

$$Q_{\text{rampe}} = Q_{\text{asp}} \times N_{\text{asp/rampe}} \dots \text{(V-14)}$$

Le débit de la rampe :

$$\begin{aligned} Q_{\text{rampe}} &= 0.79 \times 11 = 8.69 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 0.0024 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

**VI.2.17 Débit d'installation**

$$Q_{\text{Installation}} = Q_{\text{r}} \times N_{\text{rampe}} \text{ (mm temps)} \dots \text{(V-15)}$$

Donc le débit d'installation :  $Q_{\text{Installation}} = 8.69 \times 3 = 26.07 \text{ m}^3/\text{h}$

**VI.2.18 Calcul du Diamètre de la rampe**

$$D_{\text{ec}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{r}}}{\pi \cdot v}} ; \quad V = V_{\text{ec}} = (1.25-1.5) \text{ m/s} \dots \text{(V-16)}$$

$$D_{\text{ec}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8.69 / 3600}{3.14 \cdot 1.38}} = 0.047 \text{ m} = 47 \text{ mm}$$

Les conduits en PEHD disponibles sur le Marché ont les diamètres suivants:

50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 ; 125 ; 160 et 200mm.

Le diamètre normalisé ( $D_{\text{r}}=50 \text{ mm}$ ).

La nouvelle vitesse sera:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} :$$

$$V = (4 \cdot 0.0024) / (3.14 \cdot (50 \cdot 10^{-3})^2) = 1.22 \text{ m/s}$$

**VI.2.19 Dimensionnement de la porte-rampe**

La longueur de la porte-rampe est calculée par :

$$L_{\text{pr}} = 500 - 18/2 = 494 \text{ m}$$

On recalcule avec la porte-rampe :

$$\begin{aligned} Q_{\text{p\_rampe}} &= Q_{\text{r}} \cdot N_{\text{asp/rampe}} \cdot N_{\text{rampe}} \dots \text{(V-18)} \\ Q &= 0.079 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Ou :  $V \leq V_{\text{ADM}} ; V_{\text{adm}} (1.25 ; 1.5) \text{ m/s}$

On suppose que  $V = 1.38 \text{ m/s}$  et on calcule  $D_{\text{pr}}$

$$D_{\text{pr}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8.69 / 3600}{3.14 \cdot 1.38}} = 0.065 \text{ m} = 65 \text{ mm}$$

On prend le diamètre normalisé ( $D_{\text{pr}}=63 \text{ mm}$ ), cependant, les pertes de charges dépassent les Normes de Christiansen.

On prend donc un diamètre de la porte rampe de 63 mm.

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} \dots\dots\dots (V-19)$$

$$V = (4 \cdot 0.0024) / (3.14 \cdot (63 \cdot 10^{-3})^2) = 0.77 \text{ m/s}$$

**VI.2.20 Calcul des pertes de charge :**

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

$$\Delta H = \left( \frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{Q^{1.852}}{D^{4.87}} \dots\dots\dots (V-20)$$

Pour la rampe et la porte rampe :

$$\Delta H = \left( \frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{Q^{1.852}}{D^{4.87}} * L \dots\dots\dots (V-21)$$

$\Delta H$  = Perte de charge unitaires (m/m)

Q : Débit de la conduite en m<sup>3</sup>/s

CH : Coefficient équivaut à 130.

- Pour la rampe on a : L=122m, D= 0.050m, Q= 0.0024 m<sup>3</sup>/s

$\Delta H_{rampe} = 6m$

- Pour la porte rampe on a : L=491m, D=0.063m, Q=0.0024m<sup>3</sup>/s

$\Delta H_{porte-rampe} = 7.42m$ .

Les pertes de charges totales pour les rampes sont de 7.42m et 6m pour la porte rampe

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 1 : Résultat de calcul pratique d'aspersion**

Paramètres	Porte Rampe	Rampe
Longueur (m)	491	122
Diamètre (mm)	63	50
Débit (m3/h)	8.69	8.69
Vitesse (m/s)	0.77	1.22
Perte de charge totale (m)	7.42	6

$\Delta H_t = 7.42 + 6 = 13.42m$  de perte de charge, la règle de Christiansen est donc respectée.

### VI.2.21 Calcul de la pression en tête du réseau

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

$$H = H1 + H2 + H3.... \text{ (V-22)}$$

H : pression à la tête de la parcelle.

H1 : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).

H2 : perte de charge totale de la rampe

H3 : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H=30+13.42+0=43.42\text{m.}$$

P=4.4 bar, ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de 5.6 bars

## VI.3 Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

L'irrigation localisée, concerne les cultures en ligne, nous l'appliquons dans notre cas à la parcelle contenant les oliviers.

### VI.3.1 Données générales

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

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°36 alimentée par la borne B 36 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 7.1 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 6.4ha (412X250).

➤ **Culture** : olivier

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe : 50.62 mm (Juillet), soit 1.7 mm/jour.

➤ **Caractéristique de goutteur**

- Débit nominal : 4 l/h
- Pression nominale : 10mce
- Espacement des goutteurs 1m
- Le nombre de goutteurs par arbre 2

### VI.3.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

#### 1) Influence du taux de couverture du sol

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

On applique alors à l'ETM un coefficient de réduction : Kr

Kr dépend du taux de couverture du sol ( $C_s$ ) par les plantes adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après.

➤ **KELLER et KARMELI (1 974)**

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

➤ **La formule de Freeman et garzoli**

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

➤ **La formule de Decroix (CTGREF)**

$$Kr = 0,1 + C_s$$

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

Kr = 0,71 Selon Keller et Karmeli ;

Kr = 0,80 Selon Freeman et Garzoli ;

Kr = 0,70 Selon Decroix (CTGREF)

On prend le (Kr = 0,80)

$$B_{ji} = B_j \cdot K_r$$

$$B_{ji} = 1,7 \cdot 0,8 = \mathbf{1,36 \text{ mm}}$$

## 2) Dose nette pratique

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

Le calcul de la réserve facilement utilisable dépend de la texture du sol c'est-à-dire sa capacité de rétention en eau. Puisque nous avons un sol limono-argileux sa rétention en eau est importante, donc on prend ( $Y=2/3$ ) comme un degré d'extraction de l'eau du sol

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

Tel que :  $H_{cc}$  : humidité à la capacité au champ (31%)

$H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement (21%)

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

$Z$  : profondeur d'enracinement en (1500 mm)

$D_a$  : densité apparente (1,33)

$$P\% = \frac{n \cdot S_d \cdot S_h}{S_a \cdot S_r} \dots \dots \dots \text{(V-23)}$$

$P$  : Volume du sol humidifié

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

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

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

$S_r$  : Ecartement entre rangs d'arbre

$S_a$  : espacement des arbres sur les rangs

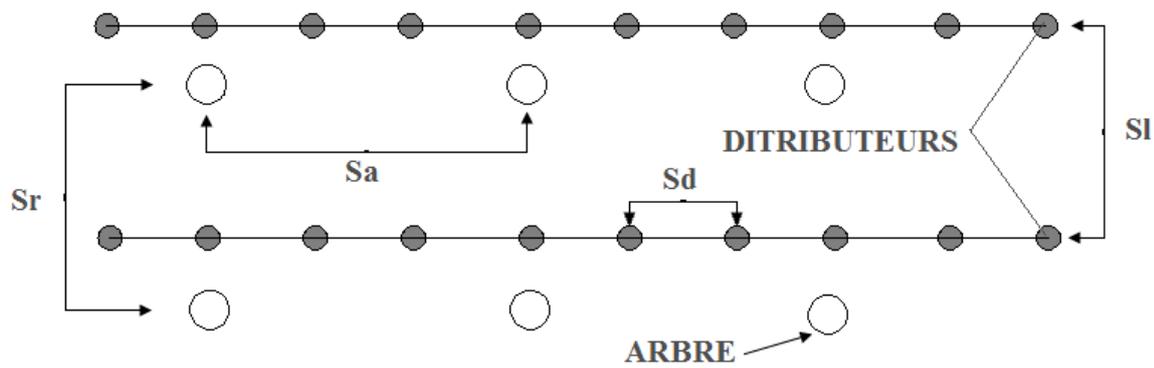


Figure 1 : Schéma explicatif des distributeurs

Le calcul de la réserve facilement utilisable dépend de la texture du sol c'est-à-dire sa capacité de rétention en eau. Puisque nous avons un sol limono-argileux sa rétention en eau est importante, donc on prend (Y=2/3) comme un degré d'extraction de l'eau du sol.

$$RFU = (31-21) / 100 * 1.33 * 2/3 * 1500 = 120 \text{ mm}$$

$$\text{Donc } P\% = \frac{2 * 1 * 2}{4 * 4}$$

$$P\% = 25 \text{ donc } D_p = 120 * 0,25 = 30 \text{ mm}$$

### 3) Fréquence des arrosages

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{Bjl} \dots \dots (V - 24)$$

$$= \frac{30}{1.7} = 17.6 = 18 \text{ jours}$$

### 4) Calcul de la nouvelle dose réelle

$$\text{Dose}_{réelle} = N_j \times \text{Dose}_{cor} \dots \dots (V-25)$$

$$= 18 \times 1.7 = 30,6 \text{ mm}$$

D'où

$$\text{Dose}_{Brute} = \frac{\text{Dose}_{réelle}}{\text{eff} \times \text{Cu}} \dots \dots (V-26)$$

$$= 30.6 / (0,9 \times 0.9) = 37.77 \text{ mm}$$

### 5) Durée d'arrosage

$$\Theta = \frac{Db * Sa * Sr}{n * qg} \dots \dots (V-27)$$

$$= \frac{*4*4}{2*4} = 75.55 = 76 \text{ heures}$$

### 6) Durée d'arrosage journalier

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} \dots (\text{V-28})$$

$$= \frac{76}{18} = 4.22 = 5 \text{ heures/jour}$$

### 7) Nombre de poste

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} \dots (\text{V-29})$$

$$= \frac{22}{5} = 4 \text{ postes}$$

Donc N = 4 postes

### 8) Surface de la parcelle (poste)

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} \dots (\text{V-30})$$

$$= \frac{6.4}{4} = 1.6 \text{ ha}$$

## VI.3.3 Calcul hydraulique

### 1) Conditions hydrauliques

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \dots (\text{V-31})$$

La variation maximale de la pression :

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

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = \frac{\Delta H}{H(n)} \dots (\text{V-32})$$

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

$H(n)$  pression nominal

$$0.1 = 0.5 \frac{\Delta H(\text{max.})}{10} \dots (\text{V-33})$$

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

La répartition de la perte de charge est :

Perte de charge singulière :  $p.c.s = 10\% * \Delta H = 0.2 \text{ m}$

Perte de charge linéaire :  $p.c.l = \Delta H - p.c.s = 1.8 \text{ m}$

1/3 sur les porte- rampes P.d.c (pr) = 0,6 m c e ;

2/3 sur les rampes P.d.c (r) = 1,2 m c e.

**2) Le débit**

$$Q_r = Q_g N_{g/r} \dots (V-34)$$

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r \dots (V-35)$$

Avec :

- $Q_r$  : 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

La longueur de la rampe (largeur de terrain) : 200 m

La longueur de la porte rampe (longueur de terrain) : 320 m

La longueur de la conduite secondaire : 100m (maximum)

**3) Le nombre d'arbres par rampe**

$$\begin{aligned} N_{\text{arbres}} &= \frac{L_r}{E_r} \dots (V-36) \\ &= \frac{200}{4} = 50 \text{ arbres} \end{aligned}$$

**4) Nombre des goutteurs par rampe**

$$\begin{aligned} N_g &= N_{\text{arbres}} * n \dots (V-37) \\ &= 50 * 2 = 100 \text{ goutteurs} \end{aligned}$$

**5) Le nombre des rampes**

$$\begin{aligned} N_{\text{rampe}} &= \frac{L_{pr}}{E_r} + 1 \dots (V-38) \\ &= \frac{320}{4} + 1 = 81 \text{ rampes} \end{aligned}$$

**6) Débit de la rampe**

$$\begin{aligned} Q_r &= N_g * Q_g \\ Q_r &= 100 * 4 = 400 \text{ l/h} \end{aligned}$$

**7) Débit de la porte rampe**

$$\begin{aligned} Q_{Pr} &= Q_r * N_r \\ &= 400 * 81 = 32400 \text{ l/h} \end{aligned}$$

**8) Débit de la conduite secondaire**

$$\begin{aligned} Q_{Cs1} &= Q_{Pr} * N_{Pr} \dots (V-39) \\ &= 32400 * 1 = 32400 \text{ l/h} \end{aligned}$$

### VI.3.4 Dimensionnement des canalisations du réseau

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

#### 1) La conduite tertiaire (conduite d'approche)

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

#### 2) Porte-rampes

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

#### 3) Les rampes

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

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

$$\phi_r(cal) = \left[ \frac{P.d.c(r)*2.75}{0.478*Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots(V-40)$$

$$\phi_{pr}(cal) = \left[ \frac{P.d.c(pr)*2.75}{0.478*Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots(V-41)$$

Avec :

- $P_{dc}(r)$  : la perte de charge dans la rampe
- $Q(r)$  : le débit de la rampe en l/h
- $L(r)$  : la longueur de la rampe en m
- $\phi_r(cal)$  : le diamètre de rampes
- $\phi_{pr}(cal)$  : le diamètre de porte rampe

$D_{rampe} = 18.33$  mm, on prend un diamètre normalisé : DN =**20 mm**

$D_{rampe} = 109,17$  mm, on prend un diamètre normalisé : DN =**110 mm**

### VI.3.5 Vérification des pertes de charges

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation on applique la formule de « Tison »

$$i = 0.478.D^{-4.75}.Q^{1.75} \text{ la perte de charge unitaire}$$

$$j = \frac{L}{2,75} i \text{ la perte de charge le long de la conduite en (m)}$$

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

$Q$  : débit (l/h)

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

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau

**Tableau 2** : Diamètre de la rampe

Culture	Lr (m)	Ng	Qr (l/h)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Jcal (m)
Olivier	200	100	400	18.33	20	1,19

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 1.2 mce (hr max).  
On applique le même procédé que les rampes, et on trouve

**Tableau 3** : Diamètre porte rampe

Culture	Lpr (m)	Nr	Qpr (l/h)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Jcal(m)
Olivier	320	81	32400	109.33	110	0.32

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

**Remarque :**

D'après les deux tableaux précédents, on constate que les pertes de charges totales (**1,51 m**) n'ont pas dépassé la limite imposée par la règle de Christiansen.

**VI.3.6 Calcul des diamètres des conduites tertiaire**

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

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

Avec :

Q : débit de la conduite considérée (m<sup>3</sup>/s) ;

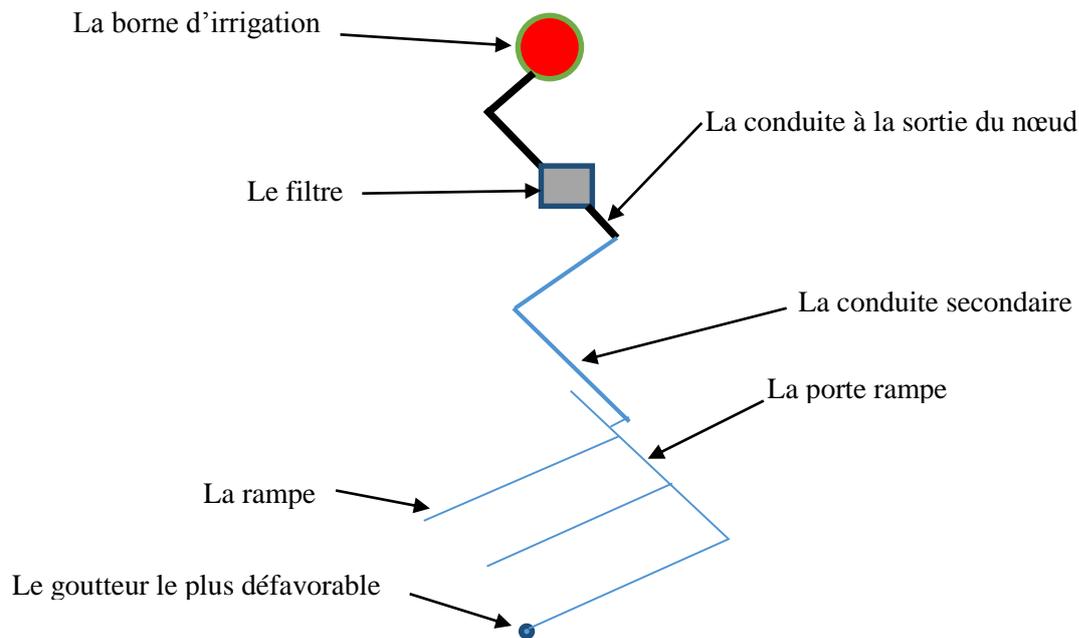
V : vitesse d'écoulement (m/s).

**Tableau 4** : Diamètre des conduites tertiaires

Culture	L(m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Pommier	100	0.0091	1.05	110.01	110	1,02	0.31

**VI.3.7 La pression d'eau à la borne de distribution**

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



**Figure 2** : Schéma explicatif du dispositif des goutteurs

**Tableau 5** : Les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
Longueur(m)	200	320	100
Diamètre(m)	20	110	110
Débit (m <sup>3</sup> /s)	$3,37 \cdot 10^{-5}$	0,0091	0,0091
Pertes de charge(m)	1,19	0,32	0,31

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

$$P(m) = 10 + 1,19 + 0,32 + 0,31 = 11,82 \text{ m}$$

Les pertes de charges ainsi que la pression calculée est de l'ordre de 1,2 bar ce qui est largement suffisant pour effectuer le système goutte à goutte dans cette parcelle.

### Remarque

Vu que les pertes de charges ainsi que la pression calculée est de l'ordre de 1,2 bars, dans le cas de l'ilot N°36 alimentée par la borne B 36, dont les pressions calculées sont de l'ordre de 7.1 bars, un réducteur de pression est indispensable.

**VI.4 Conclusion**

Le choix de techniques d'irrigation revêt une grande importance au sein d'un périmètre, puisqu'il régit l'intensification des cultures.

Dans ce chapitre, nous avons procédé au dimensionnement de deux systèmes d'irrigation : Aspersion et le système goutte à goutte.

L'introduction de ces systèmes permet une revalorisation de l'agriculture par une augmentation des rendements.

# ***CHAPITRE VII***

## VII.1 Introduction

La performance est une notion relative qui consiste à atteindre des objectifs donnés, en disposant de ressources forcément limitées et dans un environnement soumis à des changements. Murray-Rust et Snellen (1993), distinguent deux types de performances :

La performance opérationnelle qui s'intéresse à mesurer à tout moment si les objectifs sont atteints, pour répondre à la question : "est-ce que je fais les choses bien ?" et la performance stratégique, ou "performance de fonctionnement" qui évalue, à plus long terme, si les ressources disponibles sont utilisées pour aboutir efficacement les objectifs.

Aussi La performance est exprimée par différents types d'indicateurs. Ces indicateurs traduisent les objectifs spécifiques d'un système.

Un indicateur est considéré comme étant approprié s'il correspond au critère de performance pertinent, qui peut être quantitatif ou qualitatif. La performance peut être exprimée en termes d'efficacité et d'efficacités. L'efficacité met en relation les résultats obtenus et les moyens utilisés (ou les coûts engendrés), elle permet de répondre à la question :

"Est-ce que les résultats sont suffisants compte tenu des moyens utilisés ?".

La délimitation entre efficacité et efficacité se fait par les notions de non oisiveté des ressources (plein emploi) et de non gaspillage (utilisation de la juste quantité nécessaire, pas plus) (Guerrien, 2002).

En d'autres termes, l'efficacité requiert l'atteinte des objectifs, tandis que l'efficacité introduit la minimisation des ressources employées. L'objectif ultime de l'évaluation de la performance est de réaliser des institutions efficaces et efficaces qui se traduisent par un feedback pertinent à différentes échelles (Akbari et al. 2007).

Dans le secteur agricole, plusieurs approches ont été proposées pour l'analyse et l'évaluation de la performance des systèmes irrigués. Ces approches traitent, séparément ou à la fois, des aspects hydraulique, agronomique, économique, environnemental, social et organisationnel (Clemmens et al. 2000).

Dans le contexte actuel le défi du secteur agricole est bien d'avoir une productivité avec un volume d'eau fournie minimum, tout en se basant sur des systèmes économiques caractérisées par une efficacité élevée.

A travers ce chapitre, nous avons procédé au calcul de différents indicateurs de performances du périmètre, sur plusieurs aspects hydraulique, agronomique, social et environnemental ce qui nous permettra une analyse plus adéquate de notre problématique.

## VII.2 Performance hydraulique

La performance hydraulique des systèmes irrigués est exprimée en termes d'efficacité basée sur les quantités d'eau mesurées à différents points du système de distribution de l'eau. Le rapport des quantités en amont et en aval définit l'efficacité d'une partie bien déterminée du système. L'objectif principal de l'engineering en irrigation était toujours d'augmenter ces efficacités (Akbari et al. 2007). Plusieurs indicateurs ont été déterminés pour exprimer la performance hydraulique des systèmes irrigués. De même, la performance des systèmes d'irrigation est analysée en appliquant des modèles de bilan hydrique et dont les indicateurs de performance sont basés sur des résultats obtenus à la fin de la campagne d'irrigation.

Mais cette procédure ne reflète pas d'une façon précise les pratiques d'irrigation réelles, comme elle ne met pas en relief les différences des pratiques des irrigations entre les agriculteurs, sauf si les volumes d'eau par parcelle sont accessibles pour caractériser la variabilité qui existe entre agriculteurs (Lorite et al. 2004).

Il n'y a pas d'indicateur unique qui permette de définir à lui seul et de façon appropriée la performance hydraulique d'un système d'irrigation sur une parcelle. Les indicateurs les plus souvent utilisés sont des indicateurs d'uniformité et des indicateurs d'efficacité.

### VII.3 Indicateurs d'uniformité

Selon Burt (2000), l'accroissement des rendements serait le plus souvent dû à une amélioration des uniformités d'arrosage, d'où l'importance de cet indicateur de performance, pour lequel différents protocoles standards de mesure existent dans la littérature. Plusieurs paramètres ont été utilisés comme indicateurs d'uniformité d'application de l'eau. Les plus utilisés sont l'uniformité de distribution (UD) et le coefficient d'uniformité (CU) (Heermann et al. 1990)

### VII.4 Uniformité de distribution

L'uniformité de distribution (DU) est variable d'un système à un autre, en irrigation par aspersion elle est définie, par les hauteurs d'eau infiltrée (profondeur d'irrigation), qui est en fonction de plusieurs paramètres tels que : la pression de service, la variation de cette pression durant l'irrigation, de l'espacement entre les asperseurs, de diamètres des buses, des caractéristiques de l'asperseur et de la vitesse du vent.

Par contre en irrigation localisée, L'uniformité de distribution (DU) représente la lame d'eau infiltrée qui correspond aux débits des gouteurs, la variation est liée à la pression au niveau des distributeurs ainsi que sa variation, des caractéristiques des distributeurs et leur sensibilité à la variation de la pression et à l'obstruction.

### Coefficient d'uniformité

La définition du coefficient d'uniformité (CU) dépend du système d'irrigation. En irrigation par aspersion, il est plus fréquent d'utiliser le coefficient d'uniformité introduit par Christiansen (1942) :  $CU = 100 (1 - SD/M)$  où SD est l'écart type (standard de variation) et M la moyenne des hauteurs d'eau mesurées à l'aide de pluviomètres disposés au centre des mailles d'un réseau quadrillant la parcelle ou l'élément de parcelle étudiée.

Le CU permet de caractériser la qualité de l'application d'eau, sachant que, pour une dose requise donnée, l'uniformité de son application est fortement conditionnée par la vitesse du vent et le système d'irrigation utilisé. Par exemple, sous pivot, l'uniformité d'application peut être largement supérieure à celle des autres systèmes, en irrigation localisée, le CU s'exprime de la même manière que pour l'irrigation par aspersion, en remplaçant les hauteurs d'eau mesurées par les débits des distributeurs.

## VII.5 Indicateurs d'efficacité hydraulique

### VII.5.1 L'efficacité de transport (ET)

Traduit la performance de la technologie (Brouwer et al. 1989 ; van Halsema, 2002 ; van Halsema et al. 2012). Les fourchettes d'efficacité généralement utilisées pour caler les débits à libérer à la source selon la technique d'irrigation sont de l'ordre de  $30 < EI < 70$  en irrigation de surface et  $70 < EI < 90$  en irrigation sous pression (van Halsema et al. 2012, il généralement calculer sur les trois tronçons :

- l'adduction station de pompage –réservoir (conduite principale)
- distribution bassin de régulation –tête de réseau (conduite principale)
- tête de réseau-bornes d'irrigation jusqu'à la bouche d'arrosage (conduites secondaires et tertiaires)

### VII.5.2 L'efficacité d'application (EA)

S'intéresse aux phénomènes de flux d'eau à la parcelle, est généralement définie comme le rapport entre l'eau consommée ( $E_c$ ), « eau utilisée avantageusement par la plante dans la zone des racines (rhizosphère) et l'eau effectivement appliquée à la parcelle ( $E_i$ ). (Van Halsema et al. 2012) et s'exprime par :

$$E_a = (\text{Eau utilisé avantageusement}) / (\text{Eau total appliquée}) \times 100 = V_{zr} / V_T \times 100$$

Il est à noter que l'estimation des percolations sous la zone racinaire reste très difficile, à cet effet et dans l'hypothèse où l'humidité initiale est connue en début de campagne d'irrigation, et d'en déduire ainsi l'efficacité d'application. Des équipements tels que tensiomètres dans le voisinage et en dessous de la zone racinaire peuvent contribuer à préciser cette estimation.

Il est calculer par la multiplication des deux efficacités ( $E_a$  et  $E_t$ ) et s'exprime par :

$$E_G = E_a \times E_t$$

### VII.5.3 Performance agronomique

En agronomie, l'irrigation est considérée comme une des pratiques culturales que l'agriculteur est amené à gérer (Sabatier et Ruf, 1991). L'agronome s'est concentré sur l'étude de la productivité de l'eau et de la notion du complexe hydrique (relations eau-plante-climat) (Sarma et Rao, 1997), sachant que le secteur de l'agriculture fait face au défi de produire plus avec moins d'eau. Ce qui rend la connaissance de cette performance est très important dans le domaine d'irrigation. Elle est représentée par la formule suivante :

$$P_{ag} = (\text{Production (Kg)}) / (\text{eau appliquée (m}^3\text{)})$$

$$210000 \times 100 / 8863190 = 2.37 \text{ kg/m}^3 \quad 2.37 \text{ kg/1000l}$$

La production brute par unité d'eau d'irrigation à une valeur de  $2.37 \text{ kg/m}^3$  pour la culture de pomme de terre ; on note ainsi une certaine valorisation de l'eau d'irrigation bien qu'il ait un déficit d'eau pendant cette campagne. Cela pourrait être traduit par une sur dose d'irrigation fournie ( $12661.7 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) largement supérieur à la norme scientifique ( $5000 \text{ m}^3/\text{ha}$ )

afin d'obtenir la valeur de la performance agronomique au niveau du périmètre étudié il faut avoir une estimation en ce qui concerne les deux facteurs influençant sur la dite performance.

### VII.6 Rendement (t/ha)

Le rendement est considéré comme l'un des indicateurs de performance agronomique ; il doit être calculé sur trois à quatre ans pour tenir compte des variabilités interannuelles. sans augmentation des coûts de production. La qualité du suivi de la parcelle, la composition des intrants et leur mode d'application approprié, le respect du calendrier cultural, le contrôle efficace des adventices et la maîtrise de l'eau à la parcelle sont autant de principes d'amélioration des rendements. Notre étude montre que la production au niveau du périmètre reste moyenne par rapport à la norme en irrigation.

### VII.7 Productivité de l'eau et efficacité de l'utilisation de l'eau

L'efficacité de l'utilisation de l'eau (WUE) est un terme utilisé par les agronomes pour mettre en relation les rendements avec les quantités d'eau utilisées qui ne sont pas spécifiques à une source bien déterminée (Bluemling et al. 2007). Cet indicateur est profondément lié au système de production des cultures (Condon et al. 2004). Kar et al. (2007) ont montré que l'amélioration de WUE, en appliquant, dans certains mesures, plus d'irrigation, n'était pas significative en termes de rendement de culture.

Par ailleurs La productivité de l'eau agricole (AWP) diffère de l'efficacité de l'utilisation de l'eau (WUE) ; elle indique la marge d'amélioration des rendements par rapport à l'eau allouée à la transpiration.

### VII.8 Analyse de la mise en valeur du périmètre

L'intensité culturale annuelle est un bon indicateur de performance pour un bilan de fin de campagne, car il permet d'apprécier le taux moyen annuel d'occupation de la superficie irriguée. Généralement, l'intensité et l'occupation culturale assolement rotation. Et le respect du calendrier cultural.

### VII.9 Performance économique

#### VII.9.1 Productivité

La croissance économique dans les pays à vocation agricole exige une révolution au niveau de la productivité des exploitations agricoles (World Bank, 2008). La productivité est généralement définie comme le rapport entre une production quelconque et l'ensemble des intrants nécessaires pour la produire. Elle représente donc le degré d'efficacité avec laquelle une entreprise met à profit les ressources dont elle dispose pour fabriquer un produit (Gamache, 2005 En agriculture, deux considérations ont donné naissance à la productivité :

- le rendement et l'efficacité. Au sens strict du terme,

-le rendement est la production par unité de terre. Il mesure donc le rapport entre la quantité de produit agricole récoltée et la superficie de terre qui a produit cette récolte (Beitone et al. 2008). Dans ce sens, le rendement concerne la terre, alors que la productivité concerne le travail et le capital.

La productivité se mesure donc comme suit :

- productivité du travail=quantité produite/quantité de travail (nombre d'actifs agricoles)

- productivité de la terre = quantité produite/superficie de production
- productivité du capital = quantité produite/quantité de capital

### VII.9.2 Efficience économique

L'efficience économique ou "efficience totale" est déterminée conjointement par l'efficience technique et l'efficience allocative. Elle correspond aux produits de ces deux types Notion d'efficience et de productivité de l'eau agricole La conception de l'efficience d'irrigation, il nous donne une idée sur la gestion de l'eau d'irrigation en tenant compte de l'efficience globale de l'eau (transport et application) ,pour bien déterminer les pertes en eau engendrées durant la campagne d'irrigation.

### VII.10 Aspect environnementale

L'irrigation sur les exploitations agricoles pouvait être un levier pour favoriser des techniques et des pratiques agricoles plus durables, comme la mise en place de couverts d'inter cultures, l'implantation de haies, la pratique du semis-direct. Ces différentes pratiques agricoles peuvent alors augmenter la biodiversité à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation et même du territoire (mosaïques de cultures). L'irrigation, selon son pilotage, peut donc être un levier important pour augmenter la résilience des systèmes de culture et rendre l'agriculture plus agro-écologique et durable.

D'autres études à son sujet seront indispensables à l'avenir pour mieux définir son rôle.

#### Impact socio-économique

La connaissance de l'impact nous donne une idée sur plusieurs horizons tels que :

- l'impact du périmètre irrigué sur la situation de la population ;
- les systèmes de culture, les rendements et les tendances ;
- l'attribution effective des terres : propriétaires terriens et utilisateurs des terres ;
- l'allocation des ressources en eau et leur utilisation pour le périmètre irrigué, associée à l'évaluation de son efficacité ;
- les revenus agricoles ;
- l'organisation et les modes de gestion du périmètre irrigué ;
- les contraintes (techniques et organisationnelles) influant sur les performances du périmètre irrigué et la répartition

### VII.11 Impact économique

En vue de renseigner sur l'impact économique du périmètre, on a pris la campagne 2018 comme référence, pour évaluer les différents indicateurs liés à l'activité et le fonctionnement du périmètre.

En fonction de la dotation en eau d'irrigation affectée à l'irrigation. Au profit du périmètre qui est de l'ordre de 25.47 hm<sup>3</sup>

Durant la campagne 2018 allants du 01/01/2018 au 31/12/2018 dont les résultats sont résumées comme suit :

Volume alloué (Va)	:	30 hm <sup>3</sup>
Volume pompé (Vp)	:	25.47hm <sup>3</sup>
Volume mis en tête de réseau (V.MTDR = Vp x 0.98)	:	24.96 hm <sup>3</sup>
Volume distribué (Vd = Vp x 0.80)	:	19.96 hm <sup>3</sup>
Superficie irriguée	:	2012 ha (dont 700 ha P.T)

Consommation par hectare (pomme de terre)	:	12661.7 m3
Rendement moyen à l'hectare (pomme de terre)	:	300 quintaux
Rendement agricole total (700 ha PT)	:	210000 quintaux

A partir des résultats illustrés ci-dessus on constate que le périmètre du plateau joue un rôle primordial sur le plan économique avec une production annuelle en pommes de terre qui représente la culture stratégique et dominante dans le périmètre avec un taux de 34.7% de la Superficie totale irriguée qui est de l'ordre de 2012 ha, et avec une production totale de : 210000 qx pour une production moyenne 300qx /ha.

Il est jugé utile de signaler que lors de notre constat nous avons enregistré qu'un pourcentage avoisinant les 50 % de la production totale s'exporte vers les wilayas limitrophe pour cause d'absence des moyens et canaux d'écoulement de cette production (aires de stockages, marchés de gros).

**Tableau 1** : bilan campagne (campagne 2018)

Volume pompe (hm3)	Superficie irriguée (ha) en pomme de terre	Consommation (m3/ha)	Rendement moyen (qx/ha)	Rendement total (qx)	Investissement par hectare (da)
25.47	700	12661.7	250 à 350	210 000	600000
Investissement Global (da)	Produit financier p/ hectare (3000 da/qx)	Plus-value par da/ha	Plus-value globale (da)		Emploi direct et indirect (2,5 postes/ha)
420000000	900000	300 000.00	210 000 000		1 750

### VII.12 Impact social

L'accroissement des cultures maraîchères, et particulièrement celles des pommes de terre durant la campagne d'irrigation 2018, a considérablement développé le système de protection sociale dans la région, d'où résulte un impact positif sur la politique de l'emploi. Cette augmentation provient de l'effort d'organisation et de gestion adéquate du périmètre, pour une meilleure production permettant l'allongement de la durée de l'emploi pour atteindre 10 mois de travail par année, ce qui classera la région D'El-Asnam comme pôle économique non négligeable du fait de l'absorption d'un taux de chômage assez élevé, avoisinant 5 030 durant l'exercice 2018 réparties en deux catégories : (voir tableau N°02)

- La main d'œuvre directe : évaluée à 2012 postes d'emplois destinés à assurer les différentes tâches et opérations agricoles (plantation, suivi de l'irrigation, binage, buttage, amendements en produits phytosanitaire, et gardiennage).
- La main d'œuvre indirecte : évaluée à 3018 postes d'emplois réservés exclusivement à exécuter les tâches liées à l'arrachage, le transport, triage et stockage)

Tableau 2 : les principaux agrégats liés à l'activité du périmètre (2014/2018)

N°	Rubrique	Campagne 2014	Campagne 2015	Campagne 2016	Campagne 2017	Campagne 2018	Total
1	Superficie irriguée (ha)	1 115	1 230	1 580	1 715	2 012	7 652
	Main d'œuvre directe 1 poste/ha	1 115	1 230	1 580	1 715	2 012	8 500
	Main d'œuvre indirecte 1,5 poste ha	1 672	1 845	2 370	2 572	3 018	11 477
	Total main d'œuvre	1 787	3 075	3 950	4 287	5 030	19 977
<b>Prestation de service en mda</b>							
2	Travaux du sol en (mda) (20.000 da/ha)	22.3	24.6	31.6	34.3	40.24	153.04
	Transport (mda) (4.000,00 da/ha)	4.46	4.92	6.32	6.86	8.048	30.608
	Total (mda)	26.76	29.52	37.92	41.16	48.28	183.64

A partir des chiffres illustrés au tableau on constate que le périmètre influe positivement sur le volet social avec la création de 5030 postes d'emplois directes et indirectes, et une masse financière de 48.28 MDa sur le volet de prestation de service liée directement à l'activité du périmètre.

Tableau 3 : récapitulatif du cout de revient

N°	A g r e g a t s	Unite	Camp/2018
1	Volume alloué	Hm 3	30
2	Volume pompé	Hm3	25.47
3	Superficie irriguée	Ha	2012
4	Tarif en vigueur	Da/m3	2
5	Capacité de contribution de l'utilisateur (norme/ha x tarif)	Da/ha	14250
6	Total charges fixes	Da/an	16 800 000.00
7	Charges proportionnelles (énergie)	Da/an	43 215 000.00
8	Total charges	Da/an	60 015 000.00
9	Coût de revient	Da/m3	2.35
10	Déficit = 09-04	Da/m3	0.35
11	Prévisions de recouvrement	%	80
12	Vente d'eau totale	Da/an	22 936 800.00
13	Besoins en aides de l'état	Da/an	3 7 078 200.00
14	Besoins en aides de l'état/ ha irrigue	Da/ha	18428,51
15	Besoins en aides de l'état/ m3 distribue	Da/m3	1.45

En marge des résultats obtenus pour un volume lâché de : 25.47 HM3. sachant que un prix de vente de l'eau imposé à : 2.00 DA/M3 conformément aux statuts de l'organisme, cela donne que le coût de revient du M<sup>3</sup> d'eau pompé calculé par un logiciel de simulation (C E E) dépasse largement le prix de vente réglementé qui reste dérisoire si on tient compte de l'écart enregistré qui est de 0.35 Da/m3 pompé délivré à la borne, Ce déficit considérable s'est répercuté négativement sur le fonctionnement de l'Office et met l'office dans une situation délicate ,pour faire face aux charges liées à l'exploitation du réseau notamment en matière d'entretien, suivi et contrôle des équipements et infrastructures mises en place ,ainsi sur le plan de fonctionnement.

Tableau 4 : principaux agrégats -suivi campagne d'irrigation 2018

Différents agrégats	Valeurs
Volume alloué (hm3)	30
Volume pompe (hm3)	25.47
Nombre de jours de pompage	220
Volume moyen pompé par jour (m3)	115797
Nombre d'heures de fonctionnement	20 h
Fonctionnement moy /jour /pompe	6.7
Superficie souscrite	1100
Superficie irriguée	2012
Consommation moyenne à l'hectare	12661.7
Nbre d'irrigants au comptage	85

**Remarque**

L'analyse des données citées au tableau révèle que la dose d'irrigation à l'hectare est en dessus de la norme arrêtée qui est de 5000 m<sup>3</sup>/ ha pompé et délivré à la parcelle, soit une sur dose de 7661.7 m<sup>3</sup>/ha. Qui représente les pertes d'eau dans le réseau d'une part et l'utilisation des groupes motopompes dans les endroits caractérisés par une baisse de pression de service ce qui rend les débits enlevés à partir des bouches d'arrosage ( vannes hydrantes) supérieur au débit souscrit arrêté lors des souscriptions (contrat de fourniture d'eau ) établie étroitement entre l'utilisateur et le gestionnaire de périmètre fixe à 1 l/s/ha .

**VII.13 Conclusion**

L'appréciation des performances est indispensable pour savoir si les objectifs assignés sont réalisés et permet de déceler d'éventuelles insuffisances et offre la possibilité d'y remédier, à temps à partir les résultats obtenus des différents indicateurs liés au fonctionnement du périmètre du plateau el-Asnam on tire :

Sur le plan social : le périmètre est considéré comme un pôle non négligeable grâce à sa participation massive dans l'absorption du taux de chômage.

Sur le plan économique : assure une autosuffisance de la wilaya et approvisionne les wilayas limitrophes.

L'efficience évaluée à de 79%, avec des pertes d'eau au cours de la distribution de l'eau au niveau de la parcelle.

Cout de revient du m<sup>3</sup> pompé et délivré à la borne de 2.35 da/m<sup>3</sup> dépasse légèrement le prix réglementé fixé à 2 da/m<sup>3</sup>.

---

## Conclusion générale

---

Dans l'objectif de contribuer à la performance de l'irrigation au niveau du plateau d'El-Asnam, tous les indicateurs d'efficacité sont pris en compte, tels que l'efficacité hydraulique, agronomique économique et environnementale, ainsi que l'impact social du périmètre, ce qui exige une parfaite connaissance des données, agro –pédologiques, climatique y compris les besoins en eau.

L'étude hydrologique révèle que la région d'étude est caractérisée par un climat semi-aride, ce qui rend l'irrigation indispensable. Le calcul des besoins en eau a abouti à une valeur de 25.47 hm<sup>3</sup>. Inférieure au volume réellement délivré, cette différence est due aux pertes d'eau le long du réseau de distribution notamment au niveau de la parcelle traduit par l'utilisation de matériels de surface défaillant. et par la surdose d'irrigation,

Puis en fonction des besoins en eau des cultures on a procédé au calcul du débit caractéristique, la valeur obtenue est 1609.6 l/s, transitée dans une conduite d'adduction reliant la station de pompage au réservoir de régulation par un diamètre de 1250 mm, avec respect de la règle diamètre économique, constituant un compromis entre : coût, investissement, et fonctionnement. En ce qui concerne l'efficacité agronomique nous avons fait allusion à la productivité de la culture dominante (pommes de terre) au niveau du périmètre et la consommation en eau donnant une productivité de 2.37 kg /m<sup>3</sup> pompé et livré à la parcelle.

Par ailleurs et tenant compte du volume pompé et celui livré à la parcelle, le calcul de l'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation donne une valeur estimée à 79%, cette efficacité nécessite une amélioration pour garantir une gestion durable de la ressource. Suivi par le calcul de différents indicateurs de performances sur tous les plans confondus (social, économique et environnemental). L'analyse des résultats démontre que le périmètre constitue un pôle socio-économique très important par sa participation massive dans l'absorption d'un nombre considérable de main-d'œuvre direct et indirect chaque année avec une moyenne de 5 030 poste par /an, aussi une production de pommes de terre évaluée à 210000 qx/an, et un investissement de l'ordre de 42 milliards de dinars, engendrant une marge bénéficiaire pour l'agriculteur d'environ de 300 000.00 DA/ha, ce qui encourage les agriculteurs à réinvestir dans le même créneau

Il est à noter qu'à l'échelle de la parcelle, l'efficacité économique n'est pas corrélée aux indicateurs de performance hydraulique ; des parcelles caractérisées par une efficacité hydraulique amoindrie entraîne des pertes d'eau significatives économiquement efficaces : Une divergence.

L'efficacité économique représentée par le concept de l'efficacité technique, qui traduit le degré d'efficacité d'utilisation de l'ensemble des facteurs de production, reste satisfaisante par rapport à l'efficacité de l'utilisation de l'eau, doit être améliorée

Sur le plan environnemental, on conclut que la diversité et l'intensification culturale contribue à l'équilibre écologique et l'écosystème ainsi que la biodiversité. La seule contrainte est liée à l'utilisation intensive des intrants et d'amendements que ce soit produits phytosanitaires ou engrais qui risquent de polluer la nappe phréatique.

## Conclusion générale

---

Au dernier, un calcul du coût énergétique du mètre cube (m<sup>3</sup>) pompé à usage agricole évalue à 2.35da/m<sup>3</sup> qui dépasse le prix de vente de celui-ci fixé à 2 DA

Enfin les résultats obtenus permettent de suggérer les perspectives et les recommandations suivantes :

- La nécessité de rationalisation de l'utilisation de la ressource en eau.
- La bonne maîtrise de pilotage d'irrigation (dose, fréquence et tours d'eau).
- Assurer une bonne uniformité de l'eau.
- La mise en place d'un calendrier d'irrigation durant la campagne d'irrigation.
- Le respect des normes techniques en matière d'irrigation par l'utilisation de matériels de surface adéquats.
- Connaissance parfaite, des besoins en eau des cultures mises en place.
- La présence d'un fond d'entretien pour assurer le bon fonctionnement des équipements et ouvrages.
- Lutte contre les fuites.
- La conception d'un système de drainage avec un bon curage et reprofilage.
- La révision à la hausse du prix de vente du m<sup>3</sup> à usage d'irrigation pour une éventuelle valorisation.
- Respect de la règle assolement-rotation et l'aptitude culturale des sols.

## Référence bibliographies

---

1. **Mémoire de Magister : M elle ZERDANE Douniazad, 2013 : ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DE LA REGION DE BOUIRA. À L'U.S.T.H.B.**
2. **Mémoire de Master : Mer BOUTOUGHMAS ,2015/2016 : L'ETUDE D'AMENAGEMENT DU PERIMETRE DU HAUT ISSER DANS LA WILAYA DE MEDEA. À UAMOB.**
3. **Mémoire de master : M elle KHALDI Nessrine ,2011/2012 : CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA COMMUNE D'EL ASNAM (BOUIRA) A PARTIR DE BARRAGE DE TILES DIT. À PUMMTO.**
4. **Mémoire de Master en Hydraulique : Mme : AKSOUH Amina, AVRIL – 2017 : CARACTERISATION DES INTENSITES DE PLUIE DANS LA REGION CENTRE-EST DE L'ALGERIE EN TERMES D'EVOLUTION TEMPORELLE ET SPATIALE. ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdallah.**
5. **Mémoire de fin d'étude en irrigation et drainage : Mer BOUZIANE Rabah, septembre 2015 : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION DU PERIMETRE D'AIN BESSEM D'UNE SUPERFICIE DE 1500 HA A PARTIR DU BARRAGE LEKHEL (W .BOUIRA). ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE – ARBAOUI Abdellah.**
6. **Manuel technique de gestion intégrée des ressources en eau, juillet 2010 : INSTITUT INTERNATIONAL D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT.**
7. **Mémoire de fin d'étude en irrigation et drainage : Mer BOUHOU Mourad, 2012 : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION DE PERIMETRE (BLADE L'MADJENE HIZER) SUR UNE SUPERFICIE DE 500 HA. A L'U.S.T.H.B.**
8. **Office National d'irrigation et de drainage (ONID) Raffour et El Asnam.**
9. **Direction des services agricoles (DSA) Bouira.**

# ***ANNEXES***