

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR  
HYDRAULICS

"The Mujahid Abdellah ARBAOUI"



المدرسة الوطنية العليا للدراسات  
الهيدروليكية  
"المجاهد عبد الله عرابوي"

ⵎⵓⵔ ⵏ ⵓⵎⵓⵔ ⵏ ⵓⵎⵓⵔ ⵏ ⵓⵎⵓⵔ ⵏ ⵓⵎⵓⵔ

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : IRRIGATION ET DRAINAGE**

### **THEME :**

**ETUDE D'EXPLOITATION DES EAUX USEES  
EPUREES POUR L'IRRIGATION A PARTIR DE LA  
STEP D'AIN EL TURCK VERS LE PERIMETRE  
D'EL ANÇOR W. (ORAN) 120ha**

### **Présenté par :**

**Mme MEZERAI KHAOULA**

### **Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
Mr. RASSOUL Abdelaziz	Professeur	Président
Mme AZIEZ Ouahiba	MCB	MEMBRE
Mme SAIL Nadhira	MCB	MEMBRE
Mr KERID Rachid	MCA	MEMBRE
Mr. MEDDI Mohamed	Professeur	Promoteur

**Session MARS 2024**

## Remerciement

Tout d'abord je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné cette ambition, force, volonté et courage pour réaliser ce modeste travail qui a été fait avec amour, passion et honnêteté.

Ensuite je tiens à remercier mes chers parents, qui se sont donné cœurs et âmes pour que je réussisse, qui m'ont aidé moralement et financièrement, et qui m'ont toujours encouragé à donner le meilleur de moi-même.

Toute ma gratitude à mon promoteur Mr MEDDI Mohammed pour sa disponibilité, son aide et ses conseils.

Je remercie également les membres du jury qui me feront l'honneur d'évaluer et d'apprécier mon travail.

Ainsi que toutes mes gratitudes à l'ensemble des enseignants de l'ENSH qui m'ont éclairé, orienté et aidé durant toute ma formation.

Sans oublier mes amis qui m'ont beaucoup encouragé, et toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

*Dedicace*

Je dédie ce travail

A mes très chers parents que je ne pourrais jamais assez les remercier car leur affection, leur bienveillance et leur présence à mes cotés

sont la source de ma force.

Une spéciale dédicace à mon promoteur ma petite famille ma chère maman

A mon cher papa MEZERAI Mostefa surtout et mes oncles MEZERAI Boucif et MEZERAI Rachid

A mes collègues de classe Irrigation

et tous ceux qui m'aiment et qui m'aident Mme Aziez et Mr Benkaci tout long d'année d'études

Une spéciale dédicace à mon amie Nounou et Ahlamouche

Je vous remercie de tout mon cœur, et vous souhaite tout le bonheur du monde.

Que dieu vous garde pour moi.

## ملخص

ان الهدف من مذكرة نهاية الدروس هو دراسة مشروع تصميم شبكة السقي المتواجدة بمحيط العنصر -ولاية وهران – بمياه الصرف الصحي المعالجة من محطة التصفية لذلك قمنا بإجراء دراسة عامة عن الخصائص المناخية وكذا خصائص التربة ونوعية المياه اللازمة حسب المعايير المستعملة للسقي

## الكلمات الرئيسية:

تصميم شبكة السقي محيط العنصر  
ولاية وهران  
مياه الصرف الصحي المعالجة  
محطة التصفية

## Résumé

L'objectif de la note de fin de cours est d'étudier le projet de conception du réseau d'irrigation situé à proximité d'El-Ençor - wilaya d'Oran - avec les eaux usées traitées de la station d'épuration.

Nous avons donc réalisé une étude générale sur le climat caractéristiques, ainsi que les caractéristiques du sol et la qualité de l'eau requise selon les normes utilisées pour l'irrigation.

## Mots clés:

El Ançor, wilaya d'Oran,  
reseau d'irrigation, station d'épuration,  
eaux usées traitées

## Abstract

The aim of the end-of-lessons note is to study the design project for the irrigation network located in the vicinity of El-Ençor - Oran Province – with treated wastewater from the filtration station.

Therefore, we conducted a general study on the climatic characteristics, as well as the characteristics of the soil and the quality of water required according to the standards used for irrigation.

## Key words

El Ançor, Oran province,  
irrigation network,  
filtration station, treated wastewater

# Sommaire

## Chapitre I: Analyse des conditions naturelles

Introduction generale .....	10
I.1-Situation Géographique.....	13
I.2- présentation de périmètre .....	13
I.3-les ressources en eau pour l'irrigation .....	14
I.4-population de la zone d'étude.....	14
I-5-les critères du choix du périmètre .....	15
I-6- occupation agricole .....	15
I-7- proposition des variantes des sites potentielles destinée a l'irrigation .....	15
I-8-Temperature moyenne .....	16
I-9-Evaporation potentielle .....	16
I-10-Pluviometrie .....	17
I-11- Les vents .....	17
I-12- Humidité.....	18
I-13- L'insolation .....	18
I.14-Classification du climat.....	19
I.15-Classification du climat selon l'indice de Mr MARTONE.....	19
I.16-Classification du climat selon diagramme de Mr EMBERGER .....	20
I.17-Classification du climat selon pluviothermique de Gaussen.....	20
Conclusion .....	21

## Chapitre II : Présentation de la STEP et la qualité des eaux

Introduction.....	12
II.2- Localisation de la step .....	12
II.3- Relief .....	12
II.3-1-la topographie du terrain .....	13
II.3-2-capacité de traitement .....	14
II.3-3-données recueillies sur la station d'épuration .....	14
II.4-Characteristiques de l'effluent traitée.....	15
II.5-Qualité d'eau d'irrigation .....	15
II.6-Salinité .....	15
II.7-Sodisation .....	16
II.8-Conclusion .....	17

## Chapitre III : Etude Hydrologique

III-1-Etude géologie .....	17
III-1-A-Geologie régionale .....	18
III-2-Etude du contexte hydrologique .....	19
III-3-Etude statistique .....	19
III-4-Traitement des données .....	20
III-5-Ajustement de la série pluviométrique .....	20
III-6-Determination de l'années de calcul .....	22

III-7-Conclusion.....	22
-----------------------	----

#### **Chapitre IV : Etude Agro-Pédologique**

IV-1-Introduction.....	23
IV-2- Les données liées au sol .....	23
IV-3-La classification des soles du périmètre .....	24
IV-4-Etude d'aptitude .....	24
IV-5-Les cultures pérennes .....	25
IV-6-Les cultures céréalières et fourragères .....	25
IV-7-Les cultures maraichères .....	26
IV-8-Conclusion .....	26

#### **Chapitre V : Etudes Des Besoins Des Cultures**

V-1-Introduction .....	26
V-2-Calcul des besoins en eau d'irrigation pour les cultures .....	26
V-3-Evapotranspiration .....	26
V-4-Calcul de l'évapotranspiration .....	26
V-5-Determination de la pluie efficace .....	27
V-6-Calcul des besoins en eau .....	27
V-7-Estimation des volumes d'eau d'irrigation.....	27
V-8-Conclusion .....	27

#### **Chapitre VI : Choix Des Techniques D'irrigation**

VI -1-Introduction .....	28
VI-1-2-Choix des techniques d'irrigation .....	28
VI-1-3-Classification des techniques d'irrigation .....	28
VI-1-4- Avantages et inconvénients de l'irrigation .....	29
VI-2-1- Irrigation par aspersion .....	29
VI-2-2- Avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion .....	29
VI-3-1-Irrigation localisée .....	29
VI-3-2- Avantages et inconvénients de l'irrigation localisée .....	30
VI-4-Choix de la technique d'arrosage .....	31
VI-5-Conclusion .....	31

#### **Chapitre VII : Dimensionnement De La Conduite**

VII-1-Introduction.....	
VII-2-Decoupages des ilots d'irrigation .....	35
VII-3-Taille des ilots d'irrigation .....	37
VII-4-Le plan de bornage .....	40
VII-5-Dimensionnement .....	45
VII-6-Choix de tracé .....	47
VII-7-Choix du diamètre et du type des bornes .....	50
VII-II-Shéma d'aménagement hydro-agricole .....	54
VII- 1-Dimensionnement du réseau de distribution .....	56
VII-2-Calcul des pertes de charge.....	57

VII-3-Dimensionnement de la bache de distribution .....	59
VII-4-Etablissement des profils en long .....	61
VII-5-Pieces spéciales .....	62
VII-6-Vidange .....	64
VII-7-Conclusion .....	66

**Chapitre VIII : Dimensionnement de réseau d'adduction**

VIII-Introduction .....	68
VIII-1-Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte a goutte .....	70
VIII-2-Donées générales .....	71
VIII-3-Conditions hydraulique .....	72
VIII-4-Dimensionnement des canalisations du réseau .....	72
VIII-5-La pression d'eau a la borne de distribution .....	74
VIII-6-Conclusion .....	75

**Chapitre IX : Technico-Economique**

IX-Introduction .....	82
IX-1-Travaux concernant le réseau de distribution .....	83
IX-2-Calcul des volumes des travaux d'adduction .....	84
IX-3-Le réservoir de stockage .....	85
IX-4-Le devis des travaux .....	86
Conclusion générale .....	87

# Liste des tableaux

## **Chapitre I: Analyse des conditions naturelles**

Tableau I.1- Les coordonnées Lambert sur l'agrandissement au 1/25.000 .....	3
Tableau I.2 : Population de la zone d'étude.....	4
Tableau I.3 : Répartition des températures de la station d'Oran période 1962-1998.....	5
Tableau I.4 : Evaporation Potentielle enregistrée dans la région de Bousfer .....	6
Tableau I.5 : Répartition Mensuelle de la pluviométrie de la station de Bousfer période (1978-2009).....	6
Tableau I.6 : Moyennes interannuelles du vent (station d'Oran port en (m/s)) .....	7
Tableau I.7: Répartition de l'humidité moyenne (période observation 1950- 2004) .....	7
Tableau I.8 : Durée d'insolation (en heures).....	8
Tableau I.9 : Classification de climat selon Mr Martonne.....	9

## **Chapitre II: Présentation de la STEP et la qualité des eaux**

Tableaux II.1: Capacité de traitement de la STEP à l'horizon 2030 .....	14
Tableaux II.2: Les concentrations des polluants à l'entrée de la step .....	15
Tableaux II.3: Les concentrations des rejets .....	16
Tableaux II.4: Les résultats des analyses de l'eau usée avant traitement .....	17
Tableaux II.5: Norme de qualité d'eau usée épurée apte à la réutilisation en irrigation (normes OMS, FAO) .....	18
Tableaux II.6: comparaison des éléments nutritifs des eaux usées par rapport aux normes de la qualité des eaux réutilisées .....	21
Tableaux II.7: Concentration maximale en éléments traces recommandés pour les eaux d'irrigation (AYERS et WESTTOD, 1985).....	22
Tableaux II.8: Classification des eaux d'irrigation .....	23
Tableaux II.9: Seuils de résistance de quelques plantes cultivées à la salinité .....	23
Tableaux II.10: Seuils des brûlures par les Na cl.....	24
Tableaux II.11: Concentration maximale en Bore dans l'eau d'arrosage.....	24

## **Chapitre III: Etude géologique et hydrologique**

Tableau III.1: Pluies moyennes mensuelles observées à la station Bousfer(040301) .....	34
Tableau III.2: Détails du procédé de Test d'homogénéité pour la station de Bousfer code (040301).....	35
Tableau III.3: Ajustement à la loi de Gauss.....	37
Tableau III.4: Précipitations moyennes mensuelles interannuelle en mm.....	39
Tableau III.5: Précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul .....	39

## **Chapitre IV: Etude Agro-pédologique**

Tableau IV.1: Symbole des cultures pérennes .....	43
Tableau IV.2: Symbole des cultures céréalières, fourragères et industrielles.....	44
Tableau IV.3: Symbole des cultures maraîchères .....	44

## **Chapitre V: Etude des besoins des cultures**

Tableau V.1 : l'occupation du sol dans le périmètre concernée.....	48
Tableau V.2: synthèse des calculs de la RFU de chaque unité cartographique .....	49
Tableau V.3: Evapotranspiration de référence de la zone de projet .....	51
Tableau V.4: les pluies efficaces .....	51
Tableau V.5: Calendrier culturel.....	52
Tableau V.6: détermination des besoins en eau des cultures .....	52
Tableau V.7: récapitulatif des besoins totaux en eau .....	53

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

Tableau VI-1- Le bilan de consommations et l'apport journalier d'eau.....	56
---	----

Tableau VI.2-Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT) .....	63
Tableau VI.3-Frais d'exploitation .....	63
Tableau VI.4-Frais d'amortissement .....	64
Tableau VI.5-Bilan .....	64
Tableau VI.6-repartition des cultures sur la parcelle .....	66
Tableau VI.7- calculs des paramètres pour l'abricotier .....	69
Tableau VI.8-calcul de D cal de la rampe pour l'abricotier .....	71
Tableau VI.9-calcul de D cal de la porte rampe pour l'abricotier .....	71
Tableau VI.10-calculs des paramètres pour le pommier .....	72
Tableau VI.11- calcul de D cal de la rampe pour le pommier .....	72
Tableau VI.12-calcul de D cal de la porte rampe pour le pommier .....	72

## Liste des figures

### **Chapitre I: Analyse des conditions naturelles**

Figure I-1: Carte de la situation administrative de la wilaya d'Oran  
(Wikipédia)

.....  
2

Figure I-2: Vue satellitaire du réseau routier  
(googlemaps)

.....  
2

Figure I-3: Délimitation de la zone  
d'étude

.....  
3

Figure I-4: Histogramme de la température mensuelle de la zone  
d'étude

.....  
5

Figure I-5: Distribution mensuelle de  
l'humidité

.....  
8

Figure I.6: Diagramme bioclimatique  
d'EMBERGER

.....  
10

Figure I-7: Climogramme pluviothermique de  
GAUSSEN

.....  
11

### **Chapitre II: Présentation de la STEP et la qualité des eaux**

Figure II.1: Localisation de la STEP et délimitation des  
périmètres

.....

12

Figure II.2 : Carte dun relief(Oran  
nord)

---

13

**Chapitre III: Etude géologique et hydrologique**

FigureIII.1 : Ajustement à la loi de  
gauss

---

38

## **Liste des planches**

Planche n°1: occupation du sol

Planche n°2: shema de distribution

Planche n°3: profil en long de la conduite

Planche n°4: conduite de reseau

## **Introduction générale**

L'eau est un bien économique, social et environnemental. Il est donc nécessaire d'en garantir la disponibilité dans le temps au moyen de formes d'exploitation durables qui permettent de faire face aux exigences actuelles sans menacer l'équilibre environnemental.

La population dans la région de la Méditerranée, augmentera encore la pression sur les ressources en eau. Pour les trente prochaines années,

Le Plan bleu prévoit une diminution importante des ressources par habitant, surtout dans les pays méditerranéens du Sud et de l'Est. Il est urgent de réduire la consommation et de préserver la ressource en eau, à travers une gestion efficace de tout le cycle de l'utilisation de l'eau, à partir de la gestion optimale des réservoirs ou des autres sources d'approvisionnement (puits, sources) à la réhabilitation des réseaux d'adduction, de distribution et de collecte des égouts en passant par la gestion efficace des installations de traitement (potabilisation et épuration).

Les meilleures techniques disponibles devraient être identifiées et utilisées pour associer l'utilisation rationnelle des ressources en eau naturelles à d'autres sources d'approvisionnement non conventionnelles, notamment le traitement des eaux usées.

Les eaux usées après épuration sont utilisées pour des usages agricoles au lieu d'être rejetées.

Dans le cas des eaux épurées d'Ain Turck, une désinfection par ultraviolet serait recommandée à la place de la coloration pour traiter tout ou partie du débit.

Le stockage des eaux épurées rejetées se fait dans un bassin jouant le rôle d'un réservoir de stockage, cet ouvrage offre l'avantage suivant:

Garantir une offre d'eau à la demande du calendrier d'irrigation des cultures et indépendamment des variations de débit journalier des effluents épurés

Le présent travail a pour objectif la conception du réseau d'irrigation qui servira pour l'irrigation du périmètre d'Al Ançor de la Wilaya d'Oran et à partir des eaux usées traitées issues de la station d'épuration d'Ain Turk, pour ce faire, nous sommes basés sur l'étude des caractéristiques climatiques, topographiques, géologiques ainsi que la caractéristique de sol et la qualité de l'eau.

**CHAPITRE I :**  
**ANALYSE DES CONDITIONS**  
**NATURELLES**

## Introduction

Avant tout projet d'irrigation, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du milieu notamment le périmètre irrigué,

et les facteurs qui influent sur la conception du projet, parmi eux, nous citons:

les données climatiques, ainsi que les paramètres agronomiques de la zone d'étude qui vont nous permettre de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation du réseau d'irrigation.

Le site d'étude est situé dans la commune d'EL ANCOR de la wilaya d'ORAN qui est une région à vocation agricole.

### I-1-SITUATION GEOGRAPHIQUE :

La commune d'El Ançor s'étend sur une surface de 6560 ha, elle s'organise sur la plaine côtière appartenant à l'ensemble de celle d'Ain El Turck et Bousfer, elle est située à l'Ouest de la métropole d'Oran à environ 25 km. Elle est limitée :

- Au Nord par la mer méditerranée
- A l'ouest par la commune d'Ain kerma.
- A l'Est par la commune de Bousfer.
- Au Sud par la commune de Boutlelis.

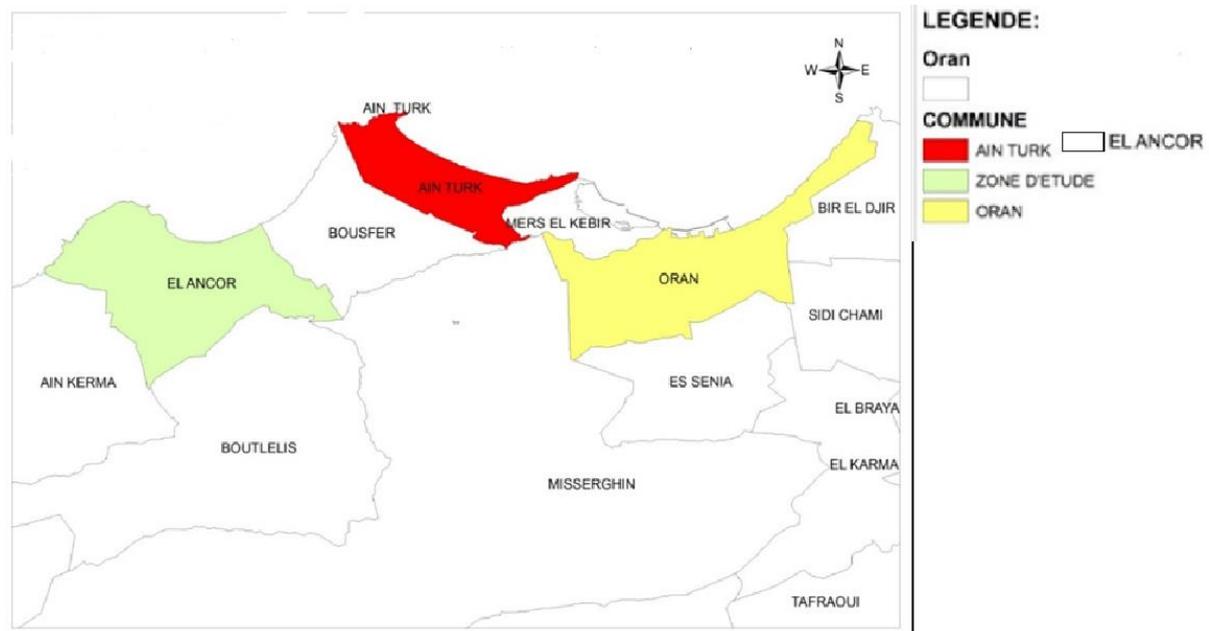


Figure I-1- Situation géographique de la ville d'El Ançor



Figure I-2-Réseau Routier de Bousfer et El Ançor

Tableau I-1-Source : données statistiques annuelle 2018 subdivisions Ain Turck :

Commune	Terres utilisées par l'agriculture (ha)		% para port la superficie agricole totale de la Daïra	Exploit Forestiers (Ha)	Terrains improductifs non affectés à l'agriculture (ha)		Surfaces totales de la commune (ha)
	Total des exploitations	Ferme pilotes			Le domaine public, et le domaine maritime	Terrain urbains terrains industrielles et divers	
EL ANÇOR	2708,4		49	1500	674	2382	7264,4

**I-2-PRESENTAION DE PERIMETRE EL ANÇOR :**

Le futur périmètre à irriguer est considéré comme extension du périmètre Si Tarik. Ce dernier est actuellement irrigué à partir de la STEP de Ain El Turck et représente une superficie de 120ha. L'irrigation transite par 3 bassins de régulations implantés dans le périmètre et représente un volume de 200m<sup>3</sup> et 2\*500m<sup>3</sup>. L'adduction vers les nouveaux périmètres de 120Ha d'El Ançor et de Bousfer se fait à partir du point de piquage de la conduite de refoulement situé au niveau du troisième réservoir de 500m<sup>3</sup>. Les terres agricoles qui peuvent être irriguées à partir de la STEP dépassent les 1500 ha.

**Tableau I-2- Répartition des terres à irrigués à partir de la STEP d’Ain Türck :**

Commune	Superficie en ha	Domaine	Observation
EL ANÇOR	320	Zidane Benaouda, Hadjazi miloud , Benamar Boubakeur	En court de realization

**TABLEAU I-3-Répartition générale des terres des communes d’El Ançor :**

Commune	Terres utilisées par l’agriculture (ha)	% para port la superficie agricole totale		Exploitations forestiers (ha)	Terrains improductifs non affectes à l’agriculture (ha)	Surfaces totales de la commune (ha)		% para port la superficie TOTAL totale
		Ferme pilotes				Domaine public, Maritime	Terrains urbains, Industriels et divers	
EL Ançor	2708,4		68	1500	674	2382	7264,4	64
<b>Total</b>	<b>3870,55</b>	<b>124</b>	<b>100</b>	<b>2895</b>	<b>814</b>	<b>3840</b>	<b>11419,55</b>	<b>100</b>
<b>Total</b>	<b>3994,55</b>							

**I-3-LES RESSOURCES EN EAU POUR L’IRRIGATION :**

L’inventaire des points d’eau dans les deux communes fait ressortir que les potentialités souterraines sont actuellement les seules ressources exploitées en irrigation. La zone d’étude compte deux (02) forages et 105 puits, dont le débit est moyen à faible. Le déficit en eau sera très élevé si on tient compte des surfaces potentiellement irrigables. Ce déficit est remarquable lors des périodes estivales ou les besoins en eau des cultures sont importants. Donc, il est nécessaire de trouver d’autre source pour combler ce déficit hydrique en irrigation, telle que la réutilisation des eaux usées épurées en irrigation ouvrages de mobilisation des ressources en eau.

**I-4-Population de la zone d’étude :** Le nombre d’habitant de ces deux communes dépasse les 37.387 habitants répartir comme suit

Tableau I-4 : Population de la zone d’étude :

commune	Nombre habitant par sexes		total
	Féminin	masculin	
ANCOR	5652	5484	11.136

(Sources communes d'EL ANCOR)

### **I-5- Les critères du choix du périmètre**

- L'absence de contrainte topographique
- Le périmètre se caractérise par un relief plat avec une légère pente qui permet une irrigation gravitaire facile (pente 0.7 %)
- Eloignement moins par rapport à la station d'épuration
- L'existence des sites pour implantation des ouvrages d'irrigation
- L'existence d'une chaîne montagneuse à proximité du périmètre permis l'implantation des ouvrages d'irrigation (réservoir de stockages.)
- Contrainte d'eau pour combler le déficit en eau d'irrigation dans cette zone, notamment en période de sécheresse, les eaux traitées par leur volume de plus en plus important se sont présentées comme une solution intéressante.

**I-6-Occupation agricole :** Sur les 2932,77 ha qui constituent la surface agricole totale 14.33% sont des terrains incultes tandis que 85.67% représente la surface utile dont 96,56% sont exploités en sec, essentiellement par la céréaliculture, et seulement 3,44% des terres sont utilisés par les cultures irriguées à savoir l'arboriculture, la vigne et le maraichage

### **I-7-PROPOSITIONS DES VARIANTES DES SITES POTENTIELLES DESTINEES A L'IRRIGATION**

Le futur périmètre à irrigué est considéré comme extension du périmètre de benamar boubaker. Ce dernier est actuellement irrigué à partir de la STEP de AIN EL TURCK sur une superficie de 500 ha par le biais de 3 bassins de régulations implantées dans le périmètre dont le volume est de (200m<sup>3</sup> et 2\*500m<sup>3</sup>). L'adduction vers le nouveau périmètre d'EL ANÇOR (320ha) se fait à partir du 3 -ème réservoir de 500m<sup>3</sup>

- Une mission de reconnaissance a été effectuée en 2018 au niveau de la zone d'étude en présence des services de l'hydraulique et de l'agriculture de la daïra de AIN EL TURCK, afin de procéder au choix du périmètre d'irrigation.

Les terres agricoles qui peuvent être irrigué à partir de la STEP dépassent les 1500 ha dans cette zone. Mais notre étude portera uniquement sur l'irrigation d'une superficie de 120 ha.

L'enquête effectuée sur terrain d'une part et l'analyse de toutes les informations recueillies d'autre part, nous a permis de nous prononcer pour une proposition de quatre variantes du site potentiels à irriguer. Les quatre sites sont situés au sud d'ouest par rapport la STEP à une distance de 10 km



Figure I-3-Situation géographique des villes d’El Ançor

**I-8-Température moyenne :** Les relevés climatologiques disponibles intéressent particulièrement la station d’Oran, dont l’extrapolation sur l’ensemble du bassin est admise avec quelques précautions. La répartition géographique des températures dans le bassin, montre aussi bien pour les valeurs extrêmes que pour les moyennes, deux contrastes thermiques remarquables, épousant l’orographie locale. La température moyenne est estimée à 17,40°C. Le tableau suivant résume les paramètres moyens thermiques estimés à la station d’Oran comme dans les autres stations avoisinantes, extraits des différentes séries d’observations météorologiques et des annuaires édités antérieurement.

**Tableau I-5 : Répartition des températures de la station d’Oran**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	moy
T° moy (°C)	23,1	19,1	14,7	11,6	10,8	11,9	13,3	15,2	18,2	21,6	24,7	25,5	17,5
T° max (°C)	30,6	25,6	17,3	13,8	16,6	15,2	19	22	26,5	31	31,7	<b>33</b>	12,7
T° min (°C)	15,6	12,6	12,1	9,4	<b>5</b>	8,6	7,6	8,4	9,9	10,2	17,7	19	11,34

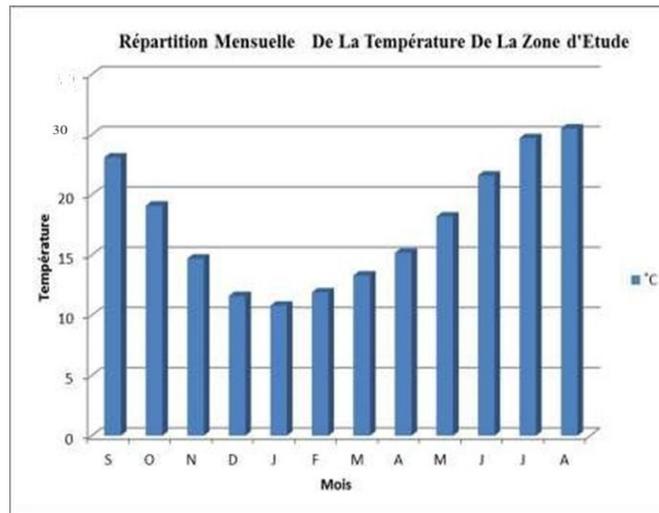


Figure I-4- Histogramme de la température mensuelle de la zone d'étude

**I-8-Evaporation potentielle :** La répartition mensuelle illustre notamment le type de variations irrégulières dont les écarts par rapport à la moyenne sont nettement considérables pendant la journée. C'est l'effet caractéristique du climat continental qui agit directement sur le comportement des facteurs évaporant. La tranche d'eau évaporée annuellement sur une surface libre est estimée à près de 1222 m

**TABLEAU I-6-Evaporation Potentielle enregistrée dans la région d'EL ANCOR station d'ORAN :**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
Evapo (mm)	130	86	56	42	43	54	85	110	138	154	168	156	1222

Source ANRH

**I-9-Pluviométrie :** Le réseau pluviométrique, bien que peu étoffé, est cependant réparti d'une façon suffisamment satisfaisante pour évaluer, sans faire trop d'erreurs, les précipitations annuelles sur l'ensemble du bassin. Les données disponibles couvrent, en effet, une période longue pour la station de Bousfer, dont d'autres stations auxiliaires, situées à la périphérie du bassin étudié, ont été exploitées en termes d'extrapolation spatiale de la pluie. Comme les périodes diffèrent d'une station à l'autre pour estimer la pluviométrie annuelle, il a été étudié pour cette station l'évolution de ce paramètre pratiquement sur l'ensemble de phases humides et sèches donnant la répartition mensuelle pluviométrique

**TABLEAU I-7-Répartition Mensuelle de la pluviométrie de la station de Bousfer :**

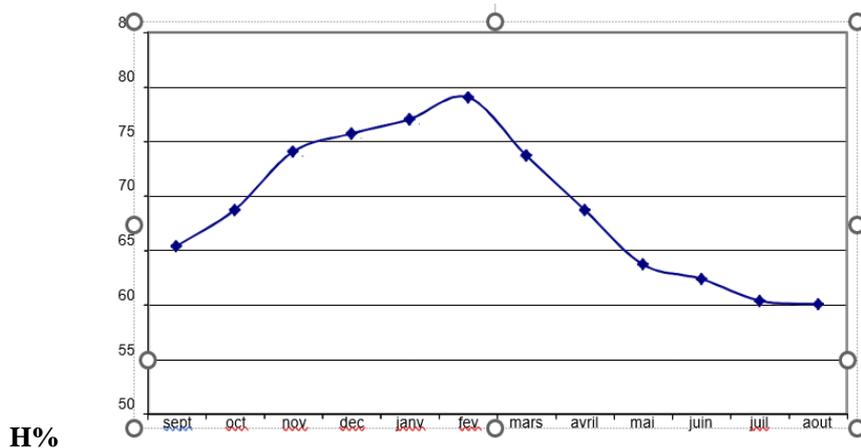
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Juil	A	An.
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------	---	-----

<b>P(mm)</b>	9.4	35.9	52.9	72.6	63	51.9	39.8	39	24.1	6.3	0.4	1	<b>396.3</b>
<b>En %</b>	2.4	9.1	13.3	18.3	15.9	13.1	10.1	9.9	6.1	1.6	0.1	0.3	<b>100</b>

**I-9-Humidité :** En saison estivale, il y'a moins humidité, mais plus humide en saisons pluvieuses en raison des masses d'air très chargées en vapeur d'eau venant précipiter leur tribut de pluie directement sur le relief en montagne. L'humidité relative annuelle moyenne est évaluée respectivement à environ 69%. On lit sur le graphe que l'humidité relative dans cette zone ne s'abaisse jamais, en toutes saisons, en dessous de 50%.

**TABLEAU I-7-Répartition de l'humidité moyenne (période observation 1965- 2015)**

Station	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jet	A	AN.
Oran-port	65	69	74	77	77	79	74	69	64	62	60	60	69
Oran-port	69			78			69			61			69
Saisons	Automne			Hiver			Printemps			Eté			



**Figure I-5-Stations d'ORAN port : Distribution mensuelle de l'humidité**

**I-10-L'insolation :** Cette donnée est utile pour le calcul de l'évapotranspiration, qui conditionne les besoins en eau des cultures, d'une part, et d'autre part la durée d'ensoleillement est nécessaire pour la maturation des cultures. La durée d'insolation est donnée au tableau en heures par mois. La moyenne journalière mensuelle d'insolation la plus faible est enregistrée en Décembre (5,87h), alors que la plus grande en Juillet (11h) : une moyenne de durée d'insolation journalière annuelle de 8.36h.

**I-8- Tableau Durée d'insolation (en heures) :**

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Année
Min	209	177	127	154	147	175	182	234	277	268	314	292	/
Max	287	275	232	239	225	241	302	338	328	361	361	345	/

Moy	260	228	200	182	188	202	235	276	301	319	341	319	3051
Heur/jr	8.67	7.35	6.67	5.87	6.06	7.21	7.58	9.20	9.71	10.6	11.0	10.3	8.36

Source ANRH

**I-11-Classification du climat selon l'indice de MARTONNE**

L'indice d'aridité de MARTONNE, donné par l'expression [1-1], est un paramètre qui permet la classification du climat, afin de nous renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation par rapport au climat.

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

Avec :  $I_A$  : indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

**Tableau I-9- Classification de climat selon 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

Pour :  $P=396,3$  mm       $T=17.4^{\circ}C$   
 »  $14,46 \frac{396,3}{17,4 + 10}$

On aura  $I_A = 14,46$       donc       $10 < I_A < 20$

D'où notre climat est sec, donc l'irrigation est souvent indispensable.

**I-12-Classification du climat selon diagramme d'EMBERGER**

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER s'exprime par la formule suivante :

$$O = \frac{P}{M^2 - m^2}$$

Q : coefficient pluviothermique d'EMBERGER

.P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales  
(Kelvin).

m : moyenne des températures minimales  
(Kelvin).

$$M = 32 + 273 = 305 \text{ K}$$

$$m = 5 + 273 = 278 \text{ K}$$

A.N :

$$Q = 2000 \cdot \frac{396,3}{(305)^2 - (278)^2} = 50,35$$

D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER on peut dire que le climat de notre région est un climat semi-aride.

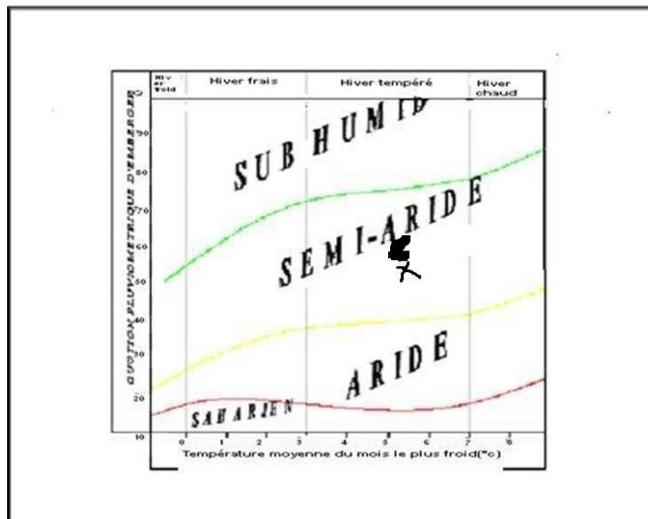


Figure I-6-Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

**I-13-Classification du climat selon pluviothermique de Gausse :**

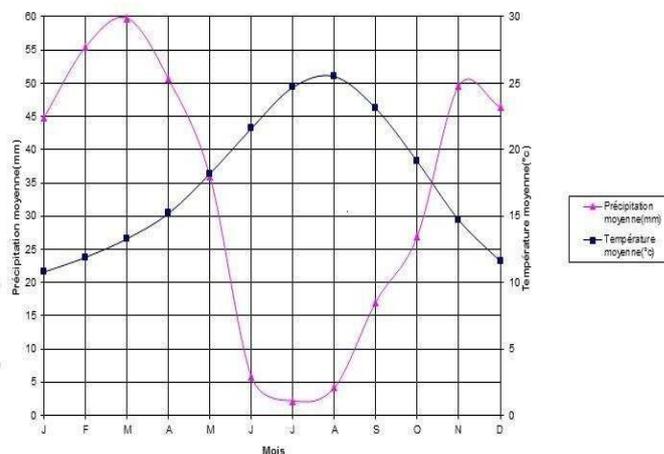


Figure I-7-Climogramme de GAUSSEN

La période sèche s'étend sur plus de 5 mois ce qui confirme le caractère semi-aride de cette zone qui est du mois de Mai au mois de Septembre

**I-14-Conclusion**

D'après la situation géographique et les données exposées à travers ce chapitre, Ainsi les graphes élaborés pour illustrer les variations du climat au sein de la zone étudiée. La zone d'étude est située dans l'étage bioclimatique semi-aride supérieur caractérisé par un hiver tempéré, suivant le diagramme d'EMBERGER

**CHAPITRE II :**  
**PRESENTATION DE LA STEP**  
**ET LA QUALITE DES EAUX**





Figure II-3-representation de la step (Google earth)

### II-3-Relief

Le choix du site d'implantation sur le terrain mis à disposition a été dicté par les critères suivants :

#### II-3-1 -La topographie du terrain :

Le terrain est considéré comme n'étant pas inondable. Les limites du terrain mis à disposition pour la construction des ouvrages se situent entre les cotes 90 m et 75 m. Les équipements électroniques et électriques sensibles sont protégés des plus hautes eaux fixées à la cote 75 m. Les effluents sont acheminés à la station depuis le point de rejet existant par une canalisation DN800 dont le fil d'eau à l'entrée de la station se situe à la cote 85 m.

Le calage de la station a été étudié de manière à ce qu'elle soit alimentée gravitairement depuis le point d'arrivée des eaux.

#### II-3-2-Capacite de traitements

La station est dimensionnée pour satisfaire à la situation estimée pour 2030, sa capacité de traitement est de 30000 m<sup>3</sup>/j.

L'ensemble de l'installation est dimensionné pour un débit de pointe de 2000 l/h

#### II-3-3- Données recueillies sur la station d'épuration sont les suivantes :

- Type de la station : station par boue activée.
- Volume journalier traité.....30.000m<sup>3</sup>/j (horizon 2030)
- Volume annuel ..... 10 950 000 m<sup>3</sup>/an.
- Besoin annuel moyen des cultures par ha..... 6000 m<sup>3</sup>/ha
- Superficie irrigable à partir de la station..... 1825 ha à l'horizon 2030

Sources (études, réalisation et exploitation d'une station d'épuration des eaux usées d'Ain El Turck-tome2-STEREAU)

#### II-4-Caractéristiques de l'effluent traitée :

La future station d'épuration garantira les qualités des rejets indiqués dans le tableau ci-après.

Tableaux II-1- Les résultats des analyses de l'eau usée après traitement

Paramètres	symbole	Unite	Valeurs maximales	Valeurs Minimales	Valeurs Moyennes
Indice PH	PH		7.11	6.56	6.84
Conductivité	CE	ms/cm	2509	2200	2354.5
Chlorures mg/l	Cl	Mg/l	701.3	508.40	604.85
Sulfures	S	Mg/l	0.0001	0.0008	0.00045
M.E.S à 105°C(mg/l)	M.E.S	mg/l)	1201.50	512.2	856.85
DCO	DCO	Mg/l O2	700	228	464
DBO5	DBO5	MG/ l O2	360	123	241.5
Phosphore soluble	P soluble	Mg/l	41.13	24.99	33.06
Phosphates	PO4	Mg/l	40.64	20.82	30.73
Azote kjeldhal	N	Mg/l	67.10	42.6	54.85
Chrome	Cr	Mg/l	0.4418	0.2097	0.3257
Zinc	Zn	Mg/l	2.73	0.9977	1.8686
Nikel	Ni	Mg/l	0.0781	0.0446	0.06135
Mercure	Mg	Mg/l	0.0093	0.0007	0.005
Fer	Fe	Mg/l	0.7487	0.3629	0.5558

Sources (documents CPP - analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées d'Ain Turck)

### II-5-Qualité de l'eau d'irrigation

Lorsqu'on veut réaliser un aménagement hydro agricole, l'un des chapitres les plus importants qu'il ne faut pas négliger est celui de la qualité des eaux d'irrigation. Si cette eau est médiocre comme c'est le cas des eaux usées, il faut prendre le problème bien au sérieux et ne pas se limiter à une analyse superficielle

### II-6-Salinité

Le principal critère d'évaluation de la qualité d'une eau naturelle, dans la perspective d'un projet d'irrigation, est sa concentration totale en sels solubles dans l'eau traitée.

La connaissance de la conductivité électrique, permet de classer les eaux d'irrigation en 04 classe représentée dans le tableau suivant :

Tableau II-2-Classification des eaux d'irrigation :

C.E *10 <sup>3</sup> mmhos/cm	APPRECIATION
< 0.25	C1: Eau faiblement saline, peut être utilisée pour irriguer la plupart des cultures sur la plupart des sols.

0.25 - 0.75	C2: Eau moyennement saline, peut être utilisée si un lessivage moyen intervient.
0.75 -2.25	C3: Eau fortement saline, peut être utilisée si un lessivage du sol et culture totalement en sel.
2.25- 5	C4: Eau très fortement saline, ne convient pas à l'irrigation dans la canalisation ordinaire.

Quand les eaux réutilisées ont été chlorées et que le résiduel en chlore est trop élevé au moment de l'irrigation, il faut stocker l'eau dans un réservoir ouvert pendant quelques heures. Une teneur en chlore résiduel inférieur à 1 mg/l est sans danger pour le ferrailage, mais une concentration supérieure à 5 mg/l serait néfaste aux cultures si on utilise le système d'irrigation pour aspersion.

### II-7-Sodisation :

L'accumulation de sodium sur le complexe absorbant des sols peut dégrader les propriétés physiques des sols. Un excès de sodium par rapport aux alcaline - teneur (calcaire, magnésium) dans le complexeabsorbant provoque un dé flocculation des argiles.

Ainsi, les risques de sodisation sont caractérisés par deux paramètres : le SAR (SodiumAbsorption Ratio) et la conductivité électrique.

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})^{1/2}}$$

(Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> en meq/l)

Une minéralisation élevée des eaux a un **S.A.R.** important et peut avoir des effets néfastes sur le sol, altération de la structure de celui-ci entraînant une réduction de la perméabilité

### II-8- Conclusion

Les eaux usées urbaines et industrielles, séparées ou mélangées, contiennent de nombreuses matières qui représentent selon leur composition un danger pour les milieux récepteurs. La pollution sera causée par la présence d'éléments nocifs contenus dans l'eau sous forme dissoute ou particulaire.

Compte-tenu des éléments présents dans les eaux usées, la réutilisation d'une eau de mauvaise qualité peut présenter des risques pour la santé et l'environnement, et poser des problèmes d'ordre technique en bouchant les conduites et les systèmes d'irrigation par exemple. D'un point de vue sanitaire, la quantité de contaminants qui parvient dans l'environnement se nomme la charge excrétée.Sa composition dépend de la population à l'origine de la production des eaux usées, et notamment de la proportion d'individus infectés et des conditions d'hygiène.Elle peut être considérablement réduite par un traitement adéquat. Ce dernier est donc impératif dans le cas d'une REUE.

# **CHAPITRE III :**

# **ETUDE HYDRAULOGIQUE**

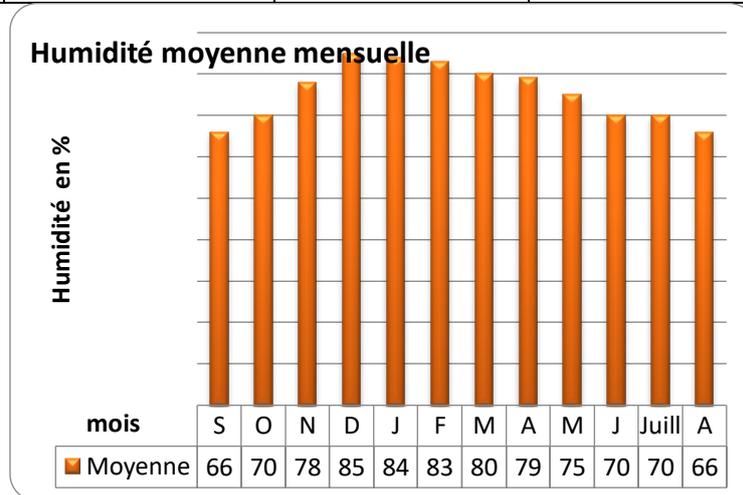
**III – 1 -Etude géologie :**

**III – 1 -A- GEOLOGIE REGIONALE**

La zone d'étude fait partie de l'Atlas tellien qui est une entité géographique qui a pour limites méridionales les hauts plains et hauts plateaux et elle fait partie de l'orogénèse alpine. La structure géologique se caractérise par des emplacements de nappes d'âge Miocène. La zone d'étude fait partie ainsi du massif côtier d'Oran entre Madagh et Murdjajo.

**TABLEAU III-1-Répartition de l'humidité moyenne (période observation 1990-2015) :**

Station	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jui	A
Humidité relative en %	66	70	78	85	84	83	80	79	75	70	70	66
	71.33			84			78			68.67		
Saison	Automne			Hiver			Printemps			Été		



**Figure III-1- Distribution mensuelle de l'humidité**

**III – 2 Etude du contexte hydrologique :**

La présente étude a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet pour une série d'observation requise de 32 ans(1988-2018), tels que : Le calcul des besoins des cultures a projeté dans le périmètre.

- Le dimensionnement de réseau de distribution.
- Homogénéité de la série pluviométrique
- La série à laquelle nous faisons allusion cette partie est la série enregistrée au niveau de la stationpluviométrique de BOUSFER (AIN EL TURCK : **040301**), les valeurs de cette série sont représentées dans le tableau :
- Cette série est caractérisée par le fait qu'elle s'étend sur une durée d'observation
- de 31 ans ce qui nous permettra de bien apprécier les variations de la pluviométrie au niveau de larégion.

□ Donc, nous allons dans cette partie tester l’homogénéité de cette série afin de détecter et de corriger les anomalies où les valeurs erronées qui peuvent exister. Pour cela nous allons utiliser le test de Wilcoxon.

□ **Test de Wilcoxon :**

□ Ce test consiste à diviser la série pluviométrique d’origine en deux sous séries X et Y de telle sorte que N1 et N2 représente respectivement la taille des deux sous séries, (généralement on prend  $N2 > N1$ ).

□ Nous allons par la suite classer les valeurs de la série pluviométrique d’origine par ordre croissant en prenant le soin d’attribuer pour chaque valeur son rang et le nom de la sous série à laquelle elle appartient.

□ Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci- dessous est vérifiée. Avec :  $W_{min} < W_x < W_{max}$

**TABLEAU III – 2- Pluies moyennes mensuelles observées à la station de Bousfer (040301) :**

	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	Annuel
1988	28,9	5,3	13,1	96	1,4	126,5	214,2	84,6	0	3,2	0	0	573,2
1989	18,4	35	19,3	0	9,5	69,1	96,5	279,3	57	6,8	0	11,3	602,2
1990	22,2	4,7	99,3	9	45,2	89,5	31,5	137,5	80,7	15,4	7,6	15,8	558,4
1991	36,7	65,2	26,9	64,5	2,5	36	41,8	7,2	46,3	4,2	12,5	14,6	458,4
1992	0	26,8	110,3	16,2	70,1	11,8	38,2	79,2	27,2	0	0	0	379,8
1993	0	66	47	12,5	23,1	142,7	38,8	25,8	16,9	2,2	5,4	0	380,4
1994	20,9	74,2	79,3	64,4	9,3	74,3	104,8	29,8	15,3	0	0	0,6	472,9
1995	16	31,4	40,2	204,3	18,7	73,4	53,6	60,8	10,7	47,6	0	2,5	559,2
1996	6,4	0,4	0	16,4	24,4	55	1,3	67,7	41,9	5,5	0	10	229
1997	1,2	22,2	0	51,5	0	23,7	16,1	10,3	11,7	0	0,7	0,5	137,9
1998	0	0	15,3	77,3	44,7	39,8	29,9	12,6	88,1	3,2	0	0	310,9
1999	10	1,1	107,2	28,4	45,2	20,3	54	21,4	51,7	0	0	0	339,3
2000	9,8	0,8	55	45	79,9	86,3	76,9	40,2	2,5	8	0	6,8	411,2
2001	28,3	30,2	87,1	35,9	36,5	146,9	18,6	2,2	12,5	2,4	25,7	6,9	433,2
2002	4,7	34,4	26,1	30,8	25,3	31,6	7,1	28,9	28,9	7,7	0,9	0	226,4
2003	17,8	11,1	44,8	8,5	19,1	23,4	178	35,9	26,1	5,2	2,1	12,6	384,6
2004	10,2	6	15,8	38,3	144,9	34,4	25	65,8	16,7	5,2	3	0,3	331,2
2005	17,5	10,5	41	80	36,9	65,7	158,9	4,9	23	0	0	0,5	438,9
2006	31,1	42,2	13,9	32,7	15,6	21,7	101,7	83,3	124	30,9	1	1,4	499,5
2007	0,6	19,1	33,5	21,2	0	70	16,6	71,5	88,5	0	0	1	322
2008	9	2	71,3	3,5	100,3	57,4	6,2	19,3	22,2	0,2	5,6	0	297
2009	36,9	30,8	33,2	13,5	28,7	68,2	176,9	15,1	1,1	9	0	3,2	416,6
2010	12,3	32,3	19,8	63,8	75,2	94,8	100,4	41,5	46,3	5,3	3,1	3,6	498,4

2011	36,1	39,8	0,8	32,3	102,3	50,4	0,2	148	14,3	3,7	0,6	12,1	390,2
2012	78,7	38,5	57,6	67,3	30,1	44,5	45,3	23,2	77,8	0,4	0,6	0,7	464,7
2013	13,9	6,5	47,5	11	107,8	69,6	93,6	0	0	2,3	0	0	352,2
2014	26,9	24,9	73,9	74,7	0	70,7	4,8	11,4	38,5	0	0	0	255,1
2015	14,4	77,2	69	39,5	65,7	48,4	6,9	4	9,2	4	0,8	0	339,1
2016	25,2	38,6	150,8	30,7	1,8	7,3	27	121,7	75,1	1	0	28,2	507,4
2017	0	21,8	97	20,4	104,6	84,9	16,8	28,8	13,8	3,1	0	0,1	391,3
2018	8,9	33,2	53,9	108,4	45,3	23,2	75,5	37,3	75,2	9	1,2	0,6	471,7
2019	4,1	31,7	35,6	88	21,3	70,3	55,5	19,1	4,9	1,1	0,2	0,5	332,3

**TABLEAU III –3 -Détail de Test d’homogénéité pour la station de Bousfer code(040301) :**

Série	Série X	Série Y	RANG	TRI	Xuy
573,2	573,2	384,6	1,00	137,9	X
602,2	602,2	331,2	2,00	226,4	X
558,4	558,4	438,9	3,00	229	X
458,4	458,4	499,5	4,00	255,1	X
379,8	379,8	322	5,00	297	X
380,4	380,4	297	6,00	310,9	X
472,9	472,9	416,6	7,00	322	X
559,2	559,2	498,4	8,00	331,2	X
229	229	390,2	9,00	332,3	Y
137,9	137,9	464,7	10,00	339,1	X
310,9	310,9	352,2	11,00	339,3	X
339,3	339,3	255,1	12,00	352,2	x
411,2	411,2	339,1	13,00	379,8	Y
433,2	433,2	507,4	14,00	380,4	X
226,4	226,4	391,3	15,00	384,6	Y
384,6		471,7	16,00	390,2	X
331,2		332,3	17,00	391,3	X
438,9			18,00	411,2	X
499,5			19,00	416,6	Y
322			20,00	433,2	Y
297			21,00	438,9	X
416,6			22,00	458,4	Y
498,4			23,00	464,7	X
390,2			24,00	471,7	Y
464,7			25,00	472,9	Y
352,2			26,00	498,4	Y

255,1			27,00	499,5	Y
339,1			28,00	507,4	Y
507,4			29,00	558,4	Y
391,3			30,00	559,2	Y
471,7			31,00	573,2	Y
332,3			32,00	602,2	Y

N1	N2	W <sub>min</sub>	W <sub>x</sub>	W <sub>max</sub>
15	17	103,86	257	391,14

$$103,86 < 257 < 391,14$$

La condition de M<sup>F</sup> Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station de Bousfer code (040301) est homogène.

**III-3-Etude statistique des précipitations :**

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses ; on utilise pour notre projet, celles qui garantissent le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées sont les suivantes : Loi Gauss ou loi Normale.

**III-4-Traitement des données :**

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

Station de **Bousfer** : Minimum : 2,22      Maximum : 59,77      Moyenne : 398,89  
 Ecart-type : 108,85      Coefficient de variation (Cv) : 0.3      Coefficient d'asymétrie (Cs) : 0.22

**III-5-Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gauss (loi Normale) :**

On soumet la série pluviométrique annuelle de la station retenue à l'ajustement à la loi Normale. 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

$$F(X) = \frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\delta}\right)^2}$$

Pour notre projet, il sera utile de connaître les variations annuelles des précipitations pour une période de retour de 5 ans.

L'ajustement est fait au moyen d'un logiciel "Hydrolab" qui est disponible au centre de calcul de l'ENSH. Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de Bousfer sont regroupés dans le tableau et la figure

**Tableau III-4- : Ajustement à la loi de Gauss :**

Taille n=32      moyennes=398,89375      Ecart-type=108,859667  
 I.C. à(en%) =95      U Gauss=1,9604

Valeurs Depart	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expé	Variable réduite	Valeur expé	Valeur théorique	Borne inf	Borne sup
573,2	137,9	1	0,0156	-2,154	137,9	164,375408	76,2564545	222,529737
602,2	226,4	2	0,0469	-1,676	226,4	216,411417	142,510755	266,996143

558,4	229	3	0,0781	-1,418	229	244,524787	177,825318	291,50039
458,4	255,1	4	0,1094	-1,230	255,1	264,996183	203,249797	309,634354
379,8	297	5	0,1406	-1,078	297	281,592419	223,639994	324,557145
380,4	310,9	6	0,1719	-0,947	310,9	295,83564	240,953224	337,550227
472,9	322	7	0,2031	-0,830	322	308,503544	256,186611	349,271236
559,2	331,2	8	0,2344	-0,724	331,2	320,05183	269,922223	360,107732
229	332,3	9	0,2656	-0,626	332,3	330,773393	282,532273	370,310712
137,9	339,1	10	0,2969	-0,533	339,1	340,869826	294,271211	380,054672
310,9	339,3	11	0,3281	-0,445	339,3	350,487669	305,322336	389,468112
339,3	352,2	12	0,3594	-0,360	352,2	359,738491	315,82359	398,650489
411,2	379,8	13	0,3906	-0,277	379,8	368,710863	325,882863	407,682368
433,2	380,4	14	0,4219	-0,197	380,4	377,477929	335,587632	416,631907
226,4	384,6	15	0,4531	-0,118	384,6	386,102499	345,011363	425,559286
384,6	390,2	16	0,4844	-0,039	390,2	394,640677	354,21799	434,519944
331,2	391,3	17	0,5156	0,039	391,3	403,146823	363,267556	443,56951
438,9	411,2	18	0,5469	0,118	411,2	411,685001	372,228214	452,776137
499,5	416,6	19	0,5781	0,197	416,6	420,309571	381,155593	462,199868
322	433,2	20	0,6094	0,277	433,2	429,076637	390,105132	471,904637
297	438,9	21	0,6406	0,360	438,9	438,049009	399,137011	481,96391
416,6	458,4	22	0,6719	0,445	458,4	447,299831	408,319388	492,465164
498,4	464,7	23	0,7031	0,533	464,7	456,917674	417,732828	503,516289
390,2	471,7	24	0,7344	0,626	471,7	467,014107	427,476788	515,255227
464,7	472,9	25	0,7656	0,724	472,9	477,73567	437,679768	527,865277
352,2	498,4	26	0,7969	0,830	498,4	489,283956	448,516264	541,600889
255,1	499,5	27	0,8281	0,947	499,5	501,95186	460,237273	556,834276
339,1	507,4	28	0,8594	1,078	507,4	516,195081	473,230355	574,147506
507,4	558,4	29	0,8906	1,230	558,4	532,791317	488,153146	594,537703
391,3	559,2	30	0,9219	1,418	559,2	553,262713	506,28711	619,962182
471,7	573,2	31	0,9531	1,676	573,2	581,376083	530,791357	655,276745
332,3	602,2	32	0,9844	2,154	602,2	633,412092	575,257763	721,531046

<b>Fréquence</b>	<b>U.Gauss</b>	<b>Val.théo.</b>	<b>Borne inf.</b>	<b>Borne sup.</b>	<b>Valeur</b>	<b>Fréq. théo.</b>	<b>Pér. Ret.</b>
0,8	0,841	490,494448	449,643512	543,04929	490,494448	0,800	5,0
0,5	0,000	398,893761	358,758098	439,029426	398,893761	0,500	2,0
0,2	-0,841	307,293052	254,73821	348,143988	307,293052	0,200	1,3

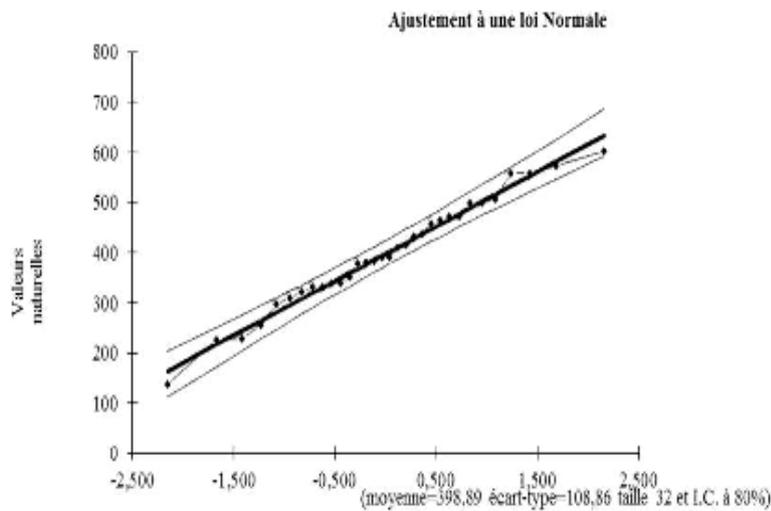


Figure III-2- Ajustement à la loi de Gauss

**III –6- Détermination de l'année de calcul**

La détermination de l'année de calcul à 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%). Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% on utilise la loi suivante :

$$P_{\text{moy } 80\% \text{ de chaque mois}} \square P_{\text{moy de chaque mois}} \cdot \frac{P_{\text{théorique (80\%) annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) annuelle}}}$$

**Tableau III-5- Précipitations moyennes mensuelles interannuelle en mm**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Juil	A	An.
P(mm)	9.4	35.9	52.9	72.6	63	51.9	39.8	39	24.1	6.3	0.4	1	<b>396.3</b>
En %	2.4	9.1	13.3	18.3	15.9	13.1	10.1	9.9	6.1	1.6	0.1	0.3	<b>100</b>

**TABLEAU III-6-Précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul :**

Mois	Sept	Oct	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Total
P <sub>moy80%</sub>	13,6	21,6	39,6	37,1	35,7	44,1	47,8	40,6	28,6	4,1	1,8	3,3	319,1

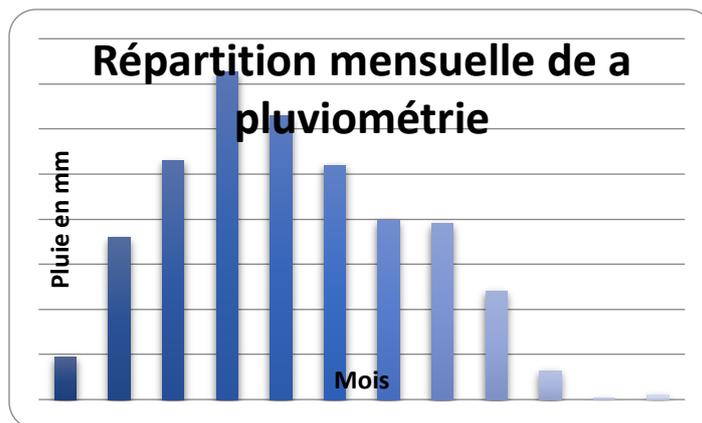


FIGURE III-3

Tableau III-7 : CLIMATOLOGIE :

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Pluies (mm)	63.0	51.9	39.8	39.0	24.1	6.3	0.4	1.0	9.4	35.9	52.9	72.6
T max (°C)	15.3	18.3	19.1	20.4	24.7	29.6	32.1	32.9	29.09	25.01	19.8	17.3
T min (°C)	6.9	6.16	9.12	11.46	12.98	15.72	18.02	19.04	16.69	14.11	9.8	7.06
HR. (%)	84	83	80	79	75	70	70	66	66	70	78	85
Vitesse de vent (m/s)	5.8	5.8	5.7	6.1	5.8	6	5.5	5.4	5.1	4.5	5.1	4.1
Ins. (h)	5.7	6.0	7.2	8.5	9.7	10.6	11.0	10.3	8.67	7.35	6.3	5.9

Calcul de l'ETP de la région d'El Ançor par le Cropwat

Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ETo
	°C	°C	%	m/s	heures	MJ/m²/jour	mm/mois
Janvier	6.0	16.0	84	5.8	5.7	9.7	50.65
Février	5.5	19.0	83	5.8	6.0	12.1	62.89
Mars	8.0	20.1	80	5.7	7.2	16.4	90.15
Avril	11.5	20.4	79	6.1	8.5	20.7	104.12
Mai	13.0	24.7	75	5.8	9.7	24.0	145.92
Juin	15.7	29.6	70	6.0	10.9	26.2	188.11
Juillet	18.0	32.1	70	5.5	11.0	26.0	206.62
Août	19.0	32.9	66	5.4	10.3	23.7	211.79
Septembre	16.7	29.1	66	5.1	8.7	19.1	162.89
Octobre	14.1	25.0	70	4.5	7.3	14.3	116.45
Novembre	9.8	19.8	78	5.1	6.3	10.7	70.64
Décembre	7.1	17.3	85	4.1	5.9	9.2	45.96
Moyenne	12.0	23.8	76	5.4	8.1	17.7	1456.19

Figure III-4- Calcul de L'ETP entrées dans le Cropwat

Précipitations par mois - D:\données bouhzam\primetre EL ANçor(2)\mission I PHA...

Station: BOUSFER-ORAN      Méthode Précipitations eff. Pourcentage fixé

	Pluie	Pluie eff.
	mm	mm
Janvier	63.0	50.4
Février	51.9	41.5
Mars	39.8	31.8
Avril	39.0	31.2
Mai	24.1	19.3
Juin	6.3	5.0
Juillet	0.4	0.3
Août	1.0	0.8
Septembre	9.4	7.5
Octobre	35.9	28.7
Novembre	52.9	42.3
Décembre	72.6	58.1
Total	396.3	317.0

Figure III-5- Calcul de la pluie efficace de la région d'El Ançor par le Cropwat

### III-7-Conclusion

Avec une pluviométrie moyenne d'environ 317mm par an, L'irrigation sera un moyen au quel nous devront faire appel de manière récurrente afin de palier au déficit en eau qu'enregistre la région. En fin nous allons terminer la conclusion de ce chapitre en attirant l'attention sur l'existence de certain risque lies au climat qui peuvent influencer négativement sur les rendements prévus s'ils ne sont pas pris en considération lors de l'élaboration du projet.

**CHAPITRE IV**  
**ETUDE**  
**AGRO-PEDOLOGIQUE**

### IV -1- Introduction

L'étude agro-pédologique a pour but de définir les sols destinés à l'irrigation ou de localiser les zones aptes à la mise en valeurs en irrigation ainsi les caractéristiques hydrodynamiques de ces sols indispensables pour le calcul des doses d'arrosages et l'emplacement des réseaux d'irrigation et de drainage Les principales contraintes et critères prises en considération pour la classification des sols sont : la texture, le critère d'hydromorphie, la présence et la profondeur de la nappe, la porosité, la salinité et le calcaire actif, bien qu'ils soient localisés dans des zones précises. A partir de ces critères et selon leurs intensités, une classification proposée par l'ANRH, selon laquelle on a la classification suivante des sols du périmètre de SIDI TARIK

### IV -2- Les données liées au sol :

Les données de sol sont nécessaires dans le pilotage des irrigations, pour la détermination de la réserve utile (RU) qui est liée à deux facteurs : **la texture** : Les valeurs de la RU selon les différentes textures de sol considérées sont généralement d'après la FAO (1987) : - sol grossier : 60 mm/m, - sol sableux : 100 mm/m, - sol limoneux : 140 mm/m, - sol argileux : 180 mm/m.

### IV -3- La classification des sols du périmètre

-La classification des sols utilisée est celle de l'ANRH

-La classe des sols peu évolués d'apport : Les sols peu évolués occupent une superficie assez importante. Cette catégorie de sols se localise à des divers endroits de la plaine alluviale, soit à proximité du lit majeur des affluents. Ils constituent les dépôts récents de la plaine. Ces types de sols ont en commun des caractères particuliers tels que : Absence de différenciation du profil. Texture hétérogène.

Perméabilité variable selon le type d'alluvionnement Structure peu développée.

### IV-4- Etude d'aptitude culturale selon les contraintes

A la lumière des résultats analytiques des sols et suite aux exigences édapho climatiques des différentes cultures, les types des cultures aptes pour les sols de la zone d'étude sont :

### IV-5- Les cultures pérennes

Leur principal facteur limitant est le climat de la région d'étude. Les arbres fruitiers pouvant s'accommoder à ce type de climat sans aucun danger sont : Abricotiers, pêcheurs en les plantant dans les sols à texture grossière l. Outre ces arbres fruitiers, nous préconisons les espèces telles que le figuier, amandier, l'olivier et le grenadier dans les sols à texture fines

### IV-6- Les cultures céréalières et fourragères

Les céréales sont déjà connues dans cette région, dont le mode de conduite est en extensif. Les

spéculation qui s'adaptent le mieux dans les sols de la zone d'étude sont : les orges en premier lieu et les blés tendres en second rang. Les cultures fourragères sont presque absentes dans la zone d'étude or elles ont un intérêt économique très important pour l'amélioration et l'entretien des cheptels. Cette spéculation jouera un rôle non négligeable dans l'amélioration de la structure des sols, enrichissement du sol et rentre dans l'assolement avec les autres cultures céréalières. Certaines fourragères s'adaptent mieux dans les sols à texture fine à moyenne telles que : la vesce avoine, fétuque, bersim, brome, mélilot, agropyrum et d'autres dans les textures grossières telle que le ray-grass et la luzerne

#### **IV-7-Les cultures maraîchères**

Les sols de la zone d'étude sont actuellement dépourvus de cultures maraîchères, on note la présence de quelques cultures dont le mode de conduit en plasticulture et quelques ares en plein champ. Les cultures primeurs ne peuvent être envisagées, sans aménagements spéciaux au préalable à cause de la longue période des gelées hivernales. Toutes les cultures maraîchères sont possibles, leur choix dépendra de certains critères physico- chimiques ; pour quelque maraîchère tels que : Oignon, ail, carotte, navet, cucurbitacée peuvent résister aux vents marins.

#### **IV-8-Conclusion**

Compte tenu des exigences climatiques des diverses cultures et selon leurs intérêts Agro économiques, des parcelles facilement aménageables, nous avons dressé la carte d'aptitudes culturales contenant une association des cultures de différentes spéculations afin de promouvoir un assolement aussi facile dans la rotation des sols. Cette orientation est faite pour la simple raison, si les ressources et les disponibilités en eaux de la station d'épuration ne sont pas limitées par leurs teneurs en charge polluante, leur choix se fait dans l'ordre indiqué ci-après.

**CHAPITRE V :**  
**ETUDE DES BESOINS DES**  
**CULTURES**

**V – 1- Introduction :**

Le besoin en eau d’irrigation, B, est la quantité d’eau que l’on doit apporter à la culture pour être sûre qu’elle reçoit la totalité de son besoin en eau ou une fraction déterminée de celui-ci. Si l’irrigation est la seule ressource en eau, le besoin en eau d’irrigation sera au moins égal aux besoins en eau de la culture et il est souvent plus important en raison des pertes à la parcelle.

**TABLEAU V– 1-Synthèses des données liées aux cultures :**

Cultures	Init	Dev	mi-sai	Arr-sai	Duree	Kc int	Kc mid	Kc inf
Olivier	150	50	90	75	365	0,3	0,5	0,3
Pécher	200	35	100	30	365	0,5	0,75	0,5
Vigne	40	60	60	60	365	0,5	0,5	0,5
Abricotier	200	35	100	30	365	0,5	0,8	0,5
Pommier	150	30	115	70	365	0,45	0,75	0,6
Argume	125	50	130	60	365	0,4	0,7	0,5
Poirier	145	50	110	60	365	0,45	0,75	0,6
Prunier	200	35	100	30	365	0,5	0,8	0,5

**V– 2-Calcul des besoins en eau d'irrigation pour les cultures :**

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = (P_{\text{eff}} + \text{RFU}) - \text{ETP}$$

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

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

$P_{\text{eff}} = A \cdot \text{Pluie}$  ; ou  $A = 0,8$  à  $0,9$  (pour notre cas on va prendre  $A = 0,8$ )

RFU : réserve facilement utilisable.

C’est l’un des points les plus délicats dans l’application de cette méthode à un terrain donné.

C’est la quantité d’eau stockée dans le sol et qui peut être utilisée par les végétaux pour assurer leur cycle biologique.  $\text{RU} = (\text{H}_{\text{cc}} - \text{H}_{\text{pf}}) \times \text{H} \times \text{D}$

$\text{H}_{\text{cc}}$ : la capacité au champ en %.

$\text{H}_{\text{pf}}$ : la capacité au point de flétrissement permanent en %.

H: la profondeur du sol en mm

D: la densité apparente.  $\text{RFU} = 2/3 \text{ RU}$

**Tableau V-2: synthèse des calculs de la RFU de chaque unité cartographique**

Designation des paramètres	Moyenne
----------------------------	---------

H <sub>cc</sub> : la capacité au champ en %.	15,70
H <sub>pf</sub> : la capacité au point de en %.	8.30
H: la profondeur du sol en mm	1200
D: la densité apparente.	1,4
Réserve utile (R.U) en mm	124.30
Réserve facilement utilisable (RFU) mm	82.88

SOURCE (laboratoire AGRO-HYD Group)

Interprétation : les valeurs présentées dans le tableau ci- dessus représentent la moyenne des résultats des profils de chaque unité cartographique sur une profondeur 1.2 met une densité apparente de 1.4. On prend une moyenne de RFU arrondi à 83 mm pour le calcul des besoins en eaux des cultures

### V – 3- Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR OU ETC) :

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

$$ET_{culture} = K_C * ET_0$$

l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions : agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales, donnée par l'expression ci-dessous : Avec :  $K_C$  : Représente le coefficient culturale, dépendant du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent. Dans notre projet, nous nous intéressons surtout à L'évapotranspiration de référence "ET<sub>0</sub>", car nous voudrions atteindre à tout prix, des rendements agricoles élevés et stables.

### V- 4- Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence :

C'est l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau où le sol est à sa capacité de retentions, autrement dit c'est la limite maximale de l'évapotranspiration concerne notre projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel appelé ; CROPWAT version 8, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de M<sup>r</sup> Penman & Monteith.

**V – 5- Détermination de la pluie efficace :**

Pluie efficace=0,8\*pluie moyenne mensuelle. L'entrée des données relatives à chaque culture et la date de semis. Les résultats sortis ont été transférés (tableaux des besoins en eau et de calendrier d'irrigation) de Cropwat vers Logiciel Excel, pour permettre le calcul du bilan.

**TABLEAU V-3-LES CULTURES CHOISIS POUR LE PERIMETRE :**

Pommier
Olivier
POIRIER
Oignon
ABRICOTIER
PRUNIER
Pêche
Poivron
Tomate
VIGNE

**Tableau V-4 Les données entrées dans le CROPWAT :**

Mois	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
PLUIES (mm)	63,0	51,9	39,8	39	24,1	6,3	0,4	1,0	9,4	35,9	52,9	72 ,6
T max	15,3	18,3	19,1	20,4	24,7	29,6	32,1	32,9	29,09	25,01	19,8	17,3
T min	6,9	6,16	9,12	11,46	12,98	15,72	18 ,02	19,04	16, 69	14,11	9,8	7 ,06
HR %	84	83	80	79	75	70	70	66	66	70	78	85

Vitesse de vent(m /s)	5,8	5,8	5,7	6,1	5,8	6	5,5	5,4	5,1	45	5,1	4,1
Ins (h)	5,7	6	7,2	8,5	9,7	10,6	11,0	10,3	8,67	7,35	6,3	5,9

**Tableau V -5 Les pluies efficaces :**

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff.(mm)
Janvier	63	50,4
Février	51,9	41,5
Mars	39,8	31,8
Avril	39,0	31,2
Mai	24,1	19,3
Juin	6,3	5,0
Juillet	0,4	0,3
Août	1,0	0,8
Septembre	9,4	7,5
Octobre	35,9	28,7
Novembre	52,9	42,3
Decembre	72,6	58,1
<b>Total</b>	<b>396,3</b>	<b>317,0</b>

**Tableau V-4- Les profondeurs d’enracinement des principales cultures :**

Cultures	Profondeur d’enracinement en m
Cultures maraichères	0,3 à 0,6
Tomate	1 à 1,2
Agrumes	1 à 1,2
Verges	1 à 2
Vignes	1 à 2,5

**V-6-Calcul des besoins en eau :**

**Evapotranspiration de référence de la zone de projet**

Country	algerie		Station	ancor			
Altitude	84 m.	Latitude	35.42 °N	Longitude	0.36 °E		
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m <sup>2</sup> /day	mm/day
January	6.9	15.3	84	6	6.0	10.0	0.89
February	6.2	18.3	83	6	7.0	13.2	1.42
March	9.1	19.1	80	6	7.0	16.1	2.11
April	11.5	20.4	79	6	9.0	21.4	3.11
May	13.0	24.7	75	5	9.0	22.9	3.70
June	15.7	29.6	70	5	10.0	24.9	4.40
July	18.0	31.1	70	6	11.0	26.0	4.77
August	19.0	32.9	66	4	10.0	23.3	4.36
September	16.7	29.1	66	5	8.0	18.2	3.16
October	14.1	25.0	70	5	7.0	14.0	2.10
November	9.8	19.8	78	5	6.0	10.4	1.22
December	7.1	17.3	85	4	5.0	8.4	0.82
Average	12.3	23.6	76	5	7.9	17.4	2.67

Figure V-1-

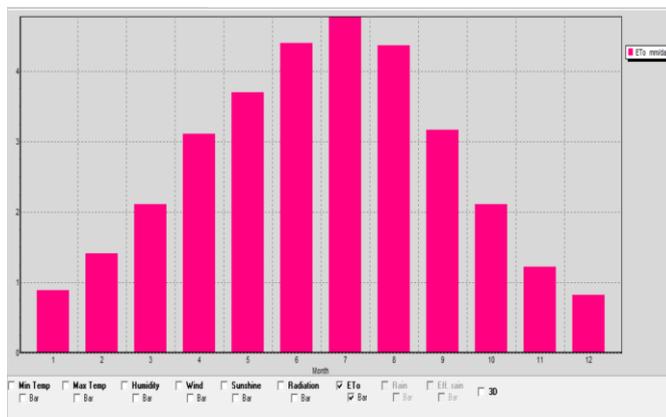


Figure V-2- Diagramme par Cropwat

Tableau V-7-les pluies efficaces :

Mois	Pluie (mm)	Pluie eff.(mm)
Janvier	35,7	28,6
Février	44,1	35,3
Mars	47,8	38,2
Avril	40,6	32,5
Mai	28,6	22,9
Juin	4,1	3,3
Juillet	1,8	1,4
Août	3,3	2,6
Septembre	13,6	10,9

Octobre	21,6	17,3
Novembre	39,6	31,7
Decembre	37,1	29,7
Total	319,1	255,3

Calculé par l'Excel :

**Tableau V-5- ABRICOTIER :**

Mois	Pe <sub>eff</sub> (mm)	E <sub>to</sub> (mm / mois)	K <sub>c</sub>	ETM (mm/mois)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	B <sub>net</sub> (mm)	B <sub>brute</sub> (m3)	(q_s) l/s/ha
Jan	50,4	50,65	0,7	35,455	0	0	0	0	-0,08387
Fev	41,5	62,89	0,7	44,023	62,3	20,7666667	0	0	-0,10238
Mars	31,8	90,15	0,6	54,09	55,2	18,4	3,89	51,8666 7	0,021829
Avr	31,2	104,12	0,6	62,472	43,4	14,4666667	16,80533	224,071 1	0,094306
Mai	19,3	145,92	0,6	87,552	0	0	68,252	910,026 7	0,383008
Juin	5	188,11	0,6	112,866	0	0	107,866	1438,21 3	0,605309
Juill	0,3	206,62	0,6	123,972	0	0	123,672	1648,96	0,694007
Aout	0,8	211,79	0,6	127,074	0	0	126,274	1683,65 3	0,708608
Sept	7,5	162,89	0,6	97,734	0	0	90,234	1203,12	0,506364
Oct	28,7	116,45	0,6	69,87	0	0	41,17	548,933 3	0,231033
Nov	42,3	70,64	0,7	49,448	0	0	7,148	95,3066 7	0,040112
Dece	58,1	45,96	0,9	41,364	0	0	0	0	-0,09392

**Tableau V-6 PECHER :**

Mois	Pe <sub>eff</sub> (mm)	E <sub>to</sub> (mm/ mois)	K <sub>c</sub>	ETM (mm/mois)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	B <sub>net</sub> (mm)	B <sub>brute</sub> (m3)	(q_s) l/s/ha
Jan	50,4	50,65	0,9	45,585	83	27,6666667	0	0	-0,18228
Fev	41,5	62,89	0,65	40,8785	62,3	20,7666667	0	0	-0,12002
mars	31,8	90,15	0,55	49,5825	55,2	18,4	0		-0,00347
Avr	31,2	104,12	0,55	57,266	43,3	14,4333333	11,63267	155,1022	0,065279
Mai	19,3	145,92	0,55	80,256	8,3	2,76666667	58,18933	775,8578	0,326539

**CHAPITRE V :**

**ETUDE DES BESOINS DES CULTURES**

Jun	5	188,11	0,55	103,4605	0	0	98,4605	1312,807	0,552528
Juill	0,3	206,62	0,55	113,641	0	0	113,341	1511,213	0,636033
Aout	0,8	211,79	0,55	116,4845	0	0	115,6845	1542,46	0,649184
Sept	7,5	162,89	0,55	89,5895	0	0	82,0895	1094,527	0,460659
Oct	28,7	116,45	0,8	93,16	0	0	64,46	859,4667	0,361728
Nov	42,3	70,64	0,9	63,576	0	0	21,276	283,68	0,119394
Dece	58,1	45,96	0,9	41,364	0	0	0	0	-0,09392

**Tableau V-7- POMMIER :**

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/ mois)	Kc	ETM (mm/mois)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	B <sub>net</sub> (mm)	B <sub>brute</sub> (m3)	(q_s) l/s/ha
Jan	50,4	50,65	0,7	35,455	83	27,6666667	0	0	-0,23912
Fev	41,5	62,89	0,7	44,023	72,6	24,2	0	0	-0,12164
Mars	31,8	90,15	0,5	45,075	62,5	20,8333333	0	0	-0,04241
Avr	31,2	104,12	0,5	52,06	54,8	18,2666667	2,593333	34,57778	0,014553
Mai	19,3	145,92	0,5	72,96	25,6	8,53333333	45,12667	601,6889	0,253236
Juin	5	188,11	0,5	94,055	0	0	89,055	1187,4	0,499747
Juill	0,3	206,62	0,5	103,31	0	0	103,01	1373,467	0,578058
Aout	0,8	211,79	0,95	201,2005	0	0	200,4005	2672,007	1,124582
Sept	7,5	162,89	0,95	154,7455	0	0	147,2455	1963,273	0,826293
Oct	28,7	116,45	0,95	110,6275	0	0	81,9275	1092,367	0,45975
Nov	42,3	70,64	0,95	67,108	0	0	24,808	330,7733	0,139214
Dece	58,1	45,96	0,95	43,662	0	0	0	0	-0,08102

**Tableau V-8- POIRIER :**

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/ mois)	Kc	ETM (mm/mois)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	B <sub>net</sub> (mm)	B <sub>brute</sub> (m3)	(q_s) l/s/ha
Jan	50,4	50,65	0,85	43,0525	83	27,6666667	-0	0	-0,19649
Fev	41,5	62,89	0,7	44,023	64,9	21,6333333	0	0	-0,10724
mars	31,8	90,15	0,5	45,075	54,8	18,2666667	0	0	-0,02801
Avr	31,2	104,12	0,5	52,06	47,1	15,7	5,16	68,8	0,028956
Mai	19,3	145,92	0,5	72,96	17,9	5,96666667	47,69333	635,9111	0,267639
Juin	5	188,11	0,5	94,055	0	0	89,055	1187,4	0,499747
Juill	0,3	206,62	0,75	154,965	0	0	154,665	2062,2	0,867929
Aout	0,8	211,79	0,95	201,2005	0	0	200,4005	2672,007	1,124582
Sept	7,5	162,89	0,95	154,7455	0	0	147,2455	1963,273	0,826293
Oct	28,7	116,45	0,95	110,6275	0	0	81,9275	1092,367	0,45975
Nov	42,3	70,64	0,95	67,108	0	0	24,808	330,7733	0,139214
Dece	58,1	45,96	0,95	43,662	0	0	0	0	-0,08102

Tableau V-9- PRUNNIER :

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/ mois)	Kc	ETM (mm/mois)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	B <sub>net</sub> (mm)	B <sub>brute</sub> (m3)	(q_s) l/s/ha
Jan	50,4	50,65	0,75	37,9875	83	27,6666667	-40,0792	-534,389	-0,22491
Fev	41,5	62,89	0,65	40,8785	70	23,3333333	-23,9548	-319,398	-0,13443
mars	31,8	90,15	0,55	49,5825	62,9	20,9666667	-3,18417	-42,4556	-0,01787
Avr	31,2	104,12	0,55	57,266	51	17	9,066	120,88	0,050875
Mai	19,3	145,92	0,55	80,256	16	5,33333333	55,62267	741,6356	0,312136
Juin	5	188,11	0,55	103,4605	0	0	98,4605	1312,807	0,552528
Juill	0,3	206,62	0,75	154,965	0	0	154,665	2062,2	0,867929
Aout	0,8	211,79	0,9	190,611	0	0	189,811	2530,813	1,065157
Sept	7,5	162,89	0,85	138,4565	0	0	130,9565	1746,087	0,734885
Oct	28,7	116,45	0,9	104,805	0	0	76,105	1014,733	0,427076
Nov	42,3	70,64	0,9	63,576	0	0	21,276	283,68	0,119394
Dece	58,1	45,96	0,9	41,364	0	0	0	0	-0,09392

Tableau V-10- OLIVIER :

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/ mois)	Kc	ETM (mm/mois)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	B <sub>net</sub> (mm)	B <sub>brute</sub> (m3)	(q_s) l/s/ha
jan	50,4	50,65	0,7	35,455	83	27,666	0	0	-0,23912
fev	41,5	62,89	0,7	44,023	72,2	24,066	0	0	-0,1209
mars	31,8	90,15	0,65	58,5975	62,5	20,8333	5,964167	79,52222	0,033469
avr	31,2	104,12	0,7	72,884	42,5	14,1666	27,51733	366,8978	0,154418
mai	19,3	145,92	0,7	102,144	0	0	82,844	1104,587	0,464893
juin	5	188,11	0,7	131,677	0	0	126,677	1689,027	0,71087
Juill	0,3	206,62	0,7	144,634	0	0	144,334	1924,453	0,809955
aout	0,8	211,79	0,7	148,253	0	0	147,453	1966,04	0,827458
sept	7,5	162,89	0,7	114,023	0	0	106,523	1420,307	0,597772
Oct	28,7	116,45	0,7	81,515	0	0	52,815	704,2	0,29638
Nov	42,3	70,64	0,7	49,448	0	0	7,148	95,30667	0,040112
Dece	58,1	45,96	0,7	32,172	0	0	0	0	-0,1455

Tableau V-11- TOMATE :

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/ mois)	Kc	ETM (mm/mois)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	B <sub>net</sub> (mm)	B <sub>brute</sub> (m3)	(q_s) l/s/ha
Jan	50,4	50,65	0	0	83	27,6666667	-0	0	0
Fev	41,5	62,89	0	0	83	27,6666667	0	0	0

**CHAPITRE V :**

**ETUDE DES BESOINS DES CULTURES**

Mars	31,8	90,15	0,6	54,09	83	27,6666667	0	0	0
Avr	31,2	104,12	1	104,12	67	22,3333333	50,58667	674,4889	0,283876
Mai	19,3	145,92	1,15	167,808	0	0	148,508	1980,107	0,833378
Juin	5	188,11	1,15	216,3265	0	0	211,3265	2817,687	1,185895
Juill	0,3	206,62	0,8	165,296	0	0	164,996	2199,947	0,925903
Aout	0,8	211,79	0	0	0	0	0	0	0
Sept	7,5	162,89	0	0	2,4	0,8	0	0	-0
Octobre	28,7	116,45	0	0	12,1	0	0	0	-0
Nov	42,3	70,64	0	0	26,8	0	0	-0	-0
Dece	58,1	45,96	0	0	54,9	0	0	0	-0

**Tableau V-12- OIGNION :**

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/ mois)	Kc	ETM (mm/mois)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	B <sub>net</sub> (mm)	B <sub>brute</sub> (m3)	(q_s) l/s/ha
Jan	50,4	50,65	0	0	83	27,6666667	0	0	0
Fev	41,5	62,89	0	0	83	27,6666667	0	0	-0
Mars	31,8	90,15	0,7	63,105	83	27,6666667	3,638333	48,51111	0,020417
Avr	31,2	104,12	0,9	93,708	58,6	19,5333333	42,97467	572,9956	0,24116
Mai	19,3	145,92	1,05	153,216	0	0	133,916	1785,547	0,751493
Juin	5	188,11	0,85	159,8935	0	0	154,8935	2065,247	0,869212
Juill	0,3	206,62	0	0	0	0	0	0	0
Aout	0,8	211,79	0	0	1,3	0,43333333	0	-0	-0
Sept	7,5	162,89	0	0	3,7	1,23333333	0	-0	-0
Oct	28,7	116,45	0	0	13,4	0	0	0	-0
Nov	42,3	70,64	0	0	28,1	0	-0	0	-0
Dece	58,1	45,96	0	0	56,2	0	0	0	-0

**Tableau V-13- POIVRON :**

Mois	Peff (mm)	Eto (mm/ mois)	Kc	ETM (mm/mois)	RFU_reelle (mm)	RS (mm)	B <sub>net</sub> (mm)	B <sub>brute</sub> (m3)	(q_s) l/s/ha
Jan	50,4	50,65	0	0	83	27,6666667	0	0	0
Fev	41,5	62,89	0	0	83	27,6666667	-0	-0	0
Mars	31,8	90,15	0	0	83	27,6666667	0	0	0
Avr	31,2	104,12	0,6	62,472	83	27,6666667	3,605333	48,07111	0,020232
Mai	19,3	145,92	0,85	124,032	42,2	14,0666667	90,66533	1208,871	0,508784
Juin	5	188,11	1,05	197,5155	0	0	192,5155	2566,873	1,080334
Juill	0,3	206,62	0,9	185,958	0	0	185,658	2475,44	1,041852

Aout	0,8	211,79	0	0	0	0	0	0	0
Sept	7,5	162,89	0	0	2,4	0,8	0	0	0
Oct	28,7	116,45	0	0	12,1	0	0	0	0
Nov	42,3	70,64	0	0	26,8	0	0	0	0
Dece	58,1	45,96	0	0	54,9	0	0	0	0

**TABLEAU V-14- Détermination des besoins en eau des cultures :**

Mois	Prunier	Olivier	Poirier	Abricotier	Tomate	Oignon	Pêche	Poivron	Pommier	totale
Jan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	5	0	3,89	0	3,6383	0	0	0	13,48
Avr	9,06	27,52	5,16	16,81	50,58	42,974	11,63	3,60533	2,6	169,72
Mai	55,62	82,84	47,7	68,25	148,5	133,916	58,19	90,6653	45,126	730,63
Juin	98,46	126,67	89,05	107,87	211,32	154,8934	98,46	192,515	89,1	1167,96
Juil	155,0	145,0	155,0	124,0	165	0	114,0	186	104,0	1386
Aout	189,81	147,45	200,4	126,27	0	0	115,68	0	200,4	799,5
Sep	130,95	106,53	147,25	90,23	0	0	82,09	0	147,25	704,3
Oct	76,1	52,81	81,93	41,17	0	0	64,46	0	81,93	398,4
Nov	21,27	7,14	24,808	7,148	0	0	21,27	0	24,8	105,708
Dec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOT	736,27	699	751,298	585,638	575,4	335,40	565,91	472,77	699	

**V-7-Estimation des volumes d'eau d'irrigation :**

L'estimation des volumes d'eau d'irrigation permet de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage. Le volume des besoins en eau = Besoins bruts de la culture (m<sup>3</sup>) \* la surface

**Tableau V-15- 1 Récapitulatif des besoins totaux en eau**

Cultures	S	Besoins	Besoin en eau net	Efficiencie	Besoins	Besoins bruts
----------	---	---------	-------------------	-------------	---------	---------------

	En ha	en eau net(mm)	m3/ha		bruts totaux(m3/ha)	totaux(m3)
Abricot	80	585,638	5856	0,75	7000	488967
Pêche	80	565,91	5659	0,75	7800	510900
Pommier	15	699	6990	0,75	8185	122800
Poirier	15	715,3	7513	0,75	9100	136900
Prunier	20	736,27	7362	0,75	8898	89987
Olivier	20	699	6990	0,75	8504	178584
Tomate	30	575,4	5754	0,75	7030	203851
Oignon	30	335,4	3354	0,75	3913	109611
Poivron	30	472,77	4727	0,75	5685	170600
Totale	320		61718		69889	2450010

**Estimation des volumes d'eau d'irrigation :** La connaissance 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. Le volume des besoins en eau égale le besoin de la culture en m<sup>3</sup> multiplié par la surface de la culture. D'après les résultats du tableau ci-dessus, les besoins en eau totaux bruts pour l'irrigation du périmètre sont estimés à environs de 2450010 m<sup>3</sup> soit de **2,45Mm<sup>3</sup>**. Le volume rejeté par la SETP est de 10,95Mm<sup>3</sup> /an donc il satisfera les besoins d'irrigations après la comparaison avec le volume annuel nécessaire ou périmètre

**V-8- Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons abordé, la phase la plus importante d'un projet d'irrigation, il s'agit de la détermination des besoins en eau des cultures. Après les calculs théoriques, nous avons estimé les besoins de chaque culture, et déduit par la suite le volume total des besoins en eau d'irrigation de notre périmètre qui est de l'ordre de 2450010m<sup>3</sup> soit de 2,45 Mm<sup>3</sup>. De ce résultat ont conclu que la capacité du STEP AIN TUCK qui est de l'ordre de 10,95 Mm<sup>3</sup> suffit largement à irriguer la surface d'étude (320 ha). ET Le périmètre supposé 120Ha. Après avoir déterminé les besoins en eau d'irrigation des cultures, on est arrivé à calculer le débit spécifique en tenant compte de la culture la plus exigeante PORIER pendant le mois de pointe AOÛT, et calculer par la suite le débit caractéristique arrêté à Le débit spécifique q.s. = 8,28 l/s/ha est supérieur à 1,5 l/s/ha donc on prend la culture la plus exigent pour calcul on trouve q s = 1,26 l/s/ha

Débit caractéristique : Q Car = q s. S = 1,26\*91,5 = 115,3 l/s                      Q Car = 0,1153m3/s

**CHAPITRES VI**  
**CHOIX DES TECHNIQUES**  
**D'IRRIGATION**

**VI -1- Introduction :** L'irrigation est une technique d'apport artificiel de l'eau pour les cultures ; dans le but d'assurer un développement optimal dans des situations où l'eau vient à manquer. Plusieurs techniques d'irrigation sont développées qui diffèrent selon la nature du terrain à irriguer, et le mode d'apporter l'eau aux plantes. Nous étudierons dans ce chapitre les différentes techniques dans la perspective d'aboutir à un meilleur choix qui répond aux caractéristiques du périmètre étudié.

**VI -1- 2- Choix des techniques d'irrigation :** Plusieurs facteurs doivent être pris en considération dans le choix de la technique d'irrigation, on citera à titre d'exemple : La géométrie du terrain ; Le débit ; La nature des cultures ; La perméabilité du sol ; La rentabilité de l'opération ; Les facteurs économiques.

### **VI -1- 3 Classification des techniques d'irrigation :**

- L'irrigation gravitaire ou de surface.
- L'irrigation par aspersion.
- L'irrigation par micro-irrigation.

\* **Irrigation gravitaire :** L'irrigation gravitaire ou l'irrigation de surface, est la méthode la plus utilisée sur les domaines agricoles, elle consiste en un écoulement de l'eau sur le terrain par gravité.

\* **L'irrigation par ruissellement :** L'irrigation par ruissellement est une technique de distribution de l'eau par rigoles, cette dernière est convoyée par ruissellement à partir des fossés du champ sans être contrôlée par des digues limitant le mouvement de l'eau.

\* **Irrigation à la raie :** La technique d'irrigation par raie consiste à acheminer l'eau à la plante par une série de raies (espacées de 0.75 à 1 m approximativement), de plus en plus dense, engendrant ainsi un ruissellement sur une faible partie de la surface du sol.

\* **L'arrosage par submersion :** Cette technique d'arrosage consiste à apporter au sol une couche d'eau plus ou moins dense, laissée séjourner le temps nécessaire pour une infiltration à la profondeur utile. Souvent cette méthode est qualifiée d'inondation sauvage

### **VI -1- 4 Avantages et inconvénients de l'irrigation par gravité :**

#### **❖ Avantage :**

- Technique simple ne nécessitant pas d'apport énergétique extérieur ;

- Faible cout d'investissement ;
- Possibilité de réalimentation des nappes ;
- Irrigation de larges surfaces.

❖ **Inconvénients :**

Les inconvénients de cette technique sont :

- Un aménagement au préalable du terrain est nécessaire
- Faible efficience.
- Longue durée d'arrosage.
- Nécessite un temps et une main d'œuvre considérable.

**VI -2-1 Irrigation par aspersion :** L'irrigation par aspersion est une technique qui consiste l'apport de l'eau aux plantes sous forme de pluie artificielle (Tiercelin, 2006). Pour la mise en œuvre de cette technique, on distingue deux dispositifs qui sont les asperseurs rotatifs et les canons d'arrosage. Le but recherché dans cette technique est l'application uniforme de l'eau sur une aire occupée par la culture. La conception de ce système d'irrigation doit répondre à l'application de l'eau un taux inférieur à la capacité d'infiltration afin d'éviter les pertes par ruissellement.

**VI -2 -2 Avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion :**

❖ **Avantages :**

- Ne nécessite aucun aménagement préalable du sol.
- Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- Un dosage précis et une répartition régulière d'eau distribuée.
- Présente une efficience de l'eau relativement importante (de 75 à 85%).
- Nécessite moins de mains d'œuvres.

❖ **Inconvénients :**

- Investissement important pour l'agriculteur.
- Maintenance onéreuse des installations collectives.
- Elle favorise l'évaporation de l'eau et le développement des mauvaises herbes.

**VI -3-1 Irrigation localisée (Goutte à goutte) :** Cette méthode est appelée ainsi car l'eau est appliquée directement en des endroits où l'on veut la voir s'infiltrer donc c'est une application localisée qui consiste à amener l'eau dans des conduites qui seront distribuées sous forme de gouttes à travers des goutteurs répartis tous le long des rangées des plantations.

**VI.3-2 Avantages et inconvénients de l'irrigation localisée.**

❖ **Avantages :**

- Excellente efficacité d'irrigations.
- S'adapte à tous types de sols et à la majorité des cultures.
- Possibilité d'automatisation pour irrigation localisée.
- Nécessite moins de mains d'œuvre.

❖ **Inconvénients**

- **L'obstruction des goutteurs :** Des particules de sable, des dépôts lents d'argile ou de limons, des précipitations chimiques, le développement de micro-organismes sont souvent rencontrés causant l'obstruction des orifices des goutteurs. Il est à noter que l'entretien et l'élimination des goutteurs obstrués sont longs et onéreux

**VI.-4- Choix de la technique d'arrosage :** Le choix d'une technique d'irrigation dépend de plusieurs contraintes météorologiques (Evaporation, vents...), texture et structure du sol, les conditions naturelles (pente), et types de cultures. Pour les cultures maraichères les techniques d'irrigation de surfaces et par aspersion sont favorables. Pour les céréales, l'irrigation par aspersion reste l'unique technique, alors pour les arbres l'irrigation de surface est localisée sont adéquates. Ces techniques dépendent aussi des contraintes économiques, à savoir l'économie de l'eau qui reste tributaire de la technique. L'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée sont les plus économiques contrairement à l'irrigation de surface.

**VI- 5- Conclusion :** Afin de choisir une technique d'irrigation il est indispensable d'évaluer les avantages et les inconvénients de chaque méthode. Dans le cas de notre étude nous avons opté pour les techniques modernes qui sont : Le système goutte à goutte pour l'arboriculture et les cultures maraichères. Le système par aspersion pour les cultures céréalières et maraichères.

# **CHAPITRE VII**

## **Dimensionnement de la conduite**

**VII- 1-Introduction :** Dans tout aménagement hydro-agricole d'une certaine taille, on peut distinguer trois types d'équipement.

- **Les ouvrages de transports** transitent l'eau d'irrigation depuis la prise d'eau jusqu'aux périmètres à desservir. Ces ouvrages transitent des débits importants sur de longues distances.
- **Les réseaux de distribution** répartissent à l'intérieur du périmètre et jusqu'aux prises d'irrigation propres à chaque agriculteur, l'eau amenée par les ouvrages ramifiés.
- **Les équipements à la parcelle** conduisent l'eau des prises d'irrigation jusqu'aux plantes. Ce chapitre est spécifiquement consacré aux ouvrages de transport et réseaux de distribution pour lesquels nous examinerons facteurs essentiels qui conduisent à définir l'organisation spatiale des ouvrages et les débits à transiter par tronçon. L'objet du présent chapitre est la détermination des caractéristiques techniques et du gabarit des différents éléments dont l'ensemble constitue le réseau de distribution de l'eau depuis le lieu de prélèvement jusqu'aux lieux d'utilisation à des fins agricoles.

**VII-2-Découpage des îlots d'irrigation :** Le terme « îlot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimenté par une borne d'irrigation. Cette borne comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément, en particulier lorsqu'elle se trouve en limite de plusieurs exploitants. Le réseau d'irrigation de la ferme pilote est de type ramifié, chaque îlot est desservi par une borne d'irrigation. Les bornes sont alimentées par des conduites secondaires, en suite le réseau secondaire est alimenté par un réseau principal jusqu'au point de picage.

**VII-3 Taille des îlots d'irrigation :** La taille de l'îlot est déterminée en fonction des modèles d'exploitations élaborés suivant plusieurs critères : fonciers, topographiques, hydro-agricoles. Dans certains cas, la taille de l'îlot dépend du débit d'équipement de prise en relation avec le débit fictif continu maximum au niveau de l'îlot. En outre, le débit fourni par la prise d'irrigation doit correspondre à une main d'eau compatible avec la méthode d'irrigation adoptée au niveau de l'exploitation.

**VII-4 Le plan de bornage :** Le plan de bornage est le résultat d'un compromis entre l'intérêt des utilisateurs (qui souhaiteraient disposer d'une borne chacun, idéalement située par rapport à leur champ) et celui de l'organisme d'aménagement qui cherche à en limiter le nombre (de manière à diminuer le coût du réseau collectif). En effet une forte densité améliore les conditions de travail des agriculteurs en diminuant les longueurs de canalisation mobile de surface, mais il en résulte une augmentation importante des frais d'installation du réseau fixe.

Une trop faible densité accroît le travail de montage et de transport de canalisation mobiles. La base du regroupement des parcelles sur une même borne est le découpage des propriétés.

Dans le cas de petites propriétés morcelées : une prise par îlot d'exploitations ; quatre (04) prises maximum sur une même borne ; bornes implantées en limites d'îlots ; dénivelée maximum de 5 m entre les points les plus hauts et les plus bas du bloc d'îlots.

- **Choix du tracé**

- **\*Calcul de réseaux d'adduction**

La topographie du périmètre est généralement plane, la cote de prise au niveau de réservoir est de 90m qui est élevé pour alimenter le périmètre d'el ANCOR

- **\*Calcul de la hauteur manométrique totale d'élévation :**

La hauteur manométrique est donnée par la formule

$$HMT = (H_a + H_{ref}) + J + Pr \quad \text{Avec : HMT : Hauteur Manométrique Totale en (m).}$$

$H_a$  : hauteur d'aspiration                       $H_{ref}$  : hauteur de refoulement (m)

$H_g$  : Hauteur géométrique en (m) = hauteur d'aspiration + hauteur de refoulement

$J$  : perte de charge fonction de la longueur du tuyau, des accessoires (vannes, coudes)  $Pr$  :

Pression résiduelle (mCE) pression à la sortie du tube de refoulement (0.5-1m)

- **\* Calcul de la hauteur géométrique  $H_g$  :**

$$H_g = 96 - 43, H_g = 53m$$

- **\*Calcul des pertes de charge totales :**

a) **Pertes de charge totales linéaires** : Pour déterminer les pertes des charges linéaires on utilise la formule suivante de Hazen-Williams :

$$\Delta H_L = J = (3.592 / CHW)^{1.852} (L / D^{4.87}) Q^{1.852} \quad J : \text{Perte de charge en m.}$$

$CHW$  : Coefficient de Hazen-Williams, pour la fonte                       $L$  : longueur de la conduite en m,

$L = 207m$                        $D$  : diamètre en m.                       $Q$  : le débit en  $m^3/s$

## VII-5-Dimensionnement des canalisations :

L'ingénieur est confronté à la problématique du dimensionnement optimal, qui nécessite de prendre en compte à la fois des considérations techniques et économiques. Les dimensions des conduites doivent être conformes aux normes hydrauliques afin d'assurer un fonctionnement

efficace.

**\*La vitesse admissible :** La plage de vitesse admissible se situe entre 0,5 m/s en tant que vitesse minimale et 2,5 m/s en tant que vitesse maximale. Dans le cadre de notre étude, nous avons choisi une vitesse de 1,2m/s.

**\*Calcul du diamètre économique :** Le diamètre économique est calculé par la relation de LABYE comme suit :

$$D = \sqrt{(4 * Q) / (\pi * V) * 1000} \dots \text{(IV.4)}$$

Tell-que : Q : le débit en mètre cube par second m<sup>3</sup>/s, D : le diamètre exprimé en mm,

- V : la vitesse économique de l'ordre de 1 m/s.

- **\*Estimation des pertes de charge :** Les pertes de charge unitaires ont été déterminées en utilisant la formule de LECHAPT et CALMON [14]. Cette relation peut être formulée de la manière suivante :  $\Delta H = C * ((L * Q^M) / D^N)$

Où :  $\Delta H$  représente les pertes de charge unitaires en m/m.

- L, M et N sont des paramètres qui dépendent de la rugosité absolue (Ks) des conduites.

- C. est un coefficient qui inclut une majoration de 10 à 15 % pour les pertes de charge singulières.

- J est défini comme  $J = L \times Q^M / D^N \dots$

Avec : J : Perte de charge linéaire exprimée en mètres de colonne d'eau (mCE),

- L : longueur de la conduite en km,

- Q : débit en m<sup>3</sup>/s,

- D : diamètre intérieur en m,

- C : Dans notre cas, nous allons prendre **C = 1.15**

- La rugosité équivalente : K=0.1 mm, donc : M=1.89 N=5.01. Dans notre cas, les conduites seront en FONTE si leur diamètre est supérieur ou égal à 315mm et en PEHD PN 6 dans le cas contraire. Pour une conduite en fonte/PEHD. Les résultats des calculs sont présentés dans le tableau ci dessous :

**VII-1-Tableau de conduite de dimensionnement :**

N°	L(m)	Q (l/s)	Dcal(mm)	Dnor(mm)	V réelle (m /s)	PDC L ΔHI (m)	PDC tot ΔHt (m)	Z (m)	cote p(m)	P(m)	P (bars)
R-N1	207	151,3	400,006	450	0,95	1,84	2,02	96,80	132	35,2	3,52
N1-N15	328	143,77	390,56	400	1,1440	0,93	1,023	90	125,10	35,10	3,51
N1-B2	107	21,71	151,77	160	1,0797	0,753	0,82	78	117,20	39,20	3,92
N15-B1	95	7,43	88,78	90	1,167	1,441	1,58	94	128,31	34,30	3,43
N15-N2	275	122,06	359,87	400	0,971	0,58	0,63	78	117,42	39,40	3,94
N2-B13	97	9,106	98,29	110	0,958	0,88	0,96	92	126,5	34,50	3,45
N2-B12	106	15,963	130,14	140	1,036	0,76	0,83	79	118,6	39,60	3,96
N2-N3	276	42,209	211,62	225	1,061	1,33	1,46	87	126,7	39,70	3,97
N3-B14	129	18,484	140,028	160	0,919	0,683	0,75	83	122,8	39,80	3,98
N3-N4	147	27,539	170,937	180	1,082	0,942	1,03	85	124,9	39,90	3,99
N4-B15	90	13,129	118,026	125	1,069	0,867	0,94	87	126	39,00	3,90
N4-N5	194	14,411	123,654	125	1,174	2,14	2,35	90	124,10	34,10	3,41
N5-B16	110	14,411	123,65	125	1,174	1,211	1,33	87	126,23	39,20	3,92
N6-N14	76	31,719	183,452	200	1,009	0,371	0,40	59	98,32	39,30	3,93
N2-N6	376	52,841	236,782	250	1,076	1,615	1,76	80	119,40	39,40	3,94
N6-B6	114	6,61	83,746	90	1,039	1,300	1,43	63	102,54	39,54	3,95
N14-B11	123	14,705	124,909	125	1,198	1,360	1,49	60	98,63	38,63	3,86
N14-N7	114	17,014	134,36	140	1,105	1,040	1,14	57	98,64	41,64	4,16
N7-B7	93	4,1	65,956	75	0,928	1,273	1,39	55	97,51	42,50	4,25
N7-N8	298	12,853	116,779	125	1,047	2,477	2,71	50	93,40	43,40	4,34
N8-B8	71	2,071	46,876	50	1,054	0,665	0,72	45	89,30	44,30	4,43
N8-N9	131	10,843	107,260	110	1,140	1,448	1,58	45	87	42,00	4,52
N9-B9	62	4,605	69,900	75	1,042	1,050	1,15	45	91,15	46,10	4,61
N9-N10	292	6,238	81,355	90	0,980	3,33	3,6	45	92,11	47,10	4,71
N10-B10	73	6,238	81,355	90	0,980	0,832	0,91	43	93,00	50,00	5,00
N6-N11	170	14,58	124,377	125	1,188	1,88	2,06	64	102,11	38,10	3,81
N11-B5	66	6,34	82,017	90	0,996	0,752	0,822	59	100,22	41,20	4,12
N11-N12	151	8,24	93,503	110	0,867	1,10	1,11	64	102,23	38,20	3,82
N12-B3	105	5,77	78,244	90	0,907	0,854	0,93	63	101,32	38,30	3,83
N12-N13	128	2,47	51,193	63	0,792	1,602	1,76	64	102,41	38,40	3,84
N13-B4	46	2,47	51,193	63	0,792	0,576	0,63	58	100,11	42,10	4,21

**VII-6-Choix de la trace :** Le choix de la conduite d’adduction doit tenir compte de certains impératifs que l’on se forceradans la mesure du possible de respecter : le tracé doit être le plus court possible entre le Station de pompage et le réservoir de stockage par le réseau économique. Aux points hauts du tracé, peuvent se conformés des contentements d’air difficile à évacuer où des ventouses seront exigés ainsi apparaît la nécessité d’éviter autant que possible les contres pentes

1. Eviter les profils horizontaux, qui peuvent perturber le régime d’écoulement
2. Il serait préférable de suivre les accotements des routes, pour faciliter les travaux ainsi que l’acheminement des matériaux

3. L'examen des conditions dans lesquelles, devrait être établi cette canalisation, aussi bien au point de vue technico-économique.

**\* Calcul du Débits aux bornes :** le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures Le débit caractéristique de chaque borne pouvant desservir un ilot est formulé comme suit :  $Q_b = q_s \cdot S$   
Avec :  $Q_b$  : Débit caractéristique de chaque borne (l/s) ;  $q_s$  : Débit spécifique (l/s/ha) ;  $S$  : Superficie de l'ilot (ha).

**\*Donné de base du dimensionnement** le débit spécifique est évalué à **1,26 l/s/ha**. La surface de la ferme à irriguée est **120ha** Donc le débit caractéristique est :  $Q_c = 1,26 \times 120 = 151,2 \text{ l/s}$

### VII-7- Choix du diamètre et du type des bornes

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

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

**Tableau VII-2- Type de bornes en fonction de superficies des ilots**

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

**Tableau VII-3- Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes.**

Ilot	Borne	Nombre Des parcelles	Superficie ilot (ha)	Débit (l/s) $q_s \times s = 1,26 \times S$	Matériel	Type de borne

1	B2	1	5,8989	7,430	FONTE	A2
2	B1	1	17,2554	21,710	FONTE	B
3	B3	1	4,5817	5,770	FONTE	A2
4	B4	1	1,9602	2,470	FONTE	A2
5	B5	1	5,03282	6,340	FONTE	A2
6	B6	1	5,2443	6,610	FONTE	A2
7	B7	1	3,2340	4,100	FONTE	A2
8	B8	1	1,6439	2,071	FONTE	A2
9	B9	1	3,6555	4,605	FONTE	A2
10	B10	1	4,9505	6,237	FONTE	A2
11	B11	1	11,6706	14,70	FONTE	B
12	B12	2	12,6691	15,96	FONTE	B
13	B13	1	7,2271	9,10	FONTE	A2
14	B14	2	14,6703	18,48	FONTE	B
15	B15	1	10,4200	13,12	FONTE	B
16	B16	1	11,4370	14,41	FONTE	B
<b>TOTAL</b>			120,00	151,200		

## VII-II-Schéma d'aménagement hydro-agricole

Une conduite d'adduction de diamètre 1000mm va alimenter le réservoir à partir d'une STEP

- **Schéma d'adduction** : A partir du réservoir, une conduite principale va alimenter tout le périmètre. Le réseau primaire sera constitué par une canalisation de conduites de grand diamètre, de Ø 1500 mm jusqu'à Ø 600 mm Dans ses différents tronçons, le réseau primaire sera soumis à des pressions internes pas très élevées.

### VII-1 Dimensionnement du réseau de distribution :

#### \*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 l'ouvrage vers les bornes.

**\*Calcul des diamètres** : Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses. La formule de " LABYE " nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000$$

Avec : Q : débit, exprimé en l/s ; D : diamètre exprimé en mm.

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

**VII-2-Calcul des pertes de charge** : Pour la détermination du diamètre de la conduite gravitaire de la bache vers le périmètre, nous avons utilisé la formule de Luchapt et Calmons, les pertes de charge sont détaillées

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

Q : débit en m<sup>3</sup>/s.

D : diamètre de la conduite considérée.

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

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

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

**Tableau VII-3-Les paramètres de perte de charge :**

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

Pour une conduite en fonte ou en PEHD, nous avons la rugosité  $K=0,1$  mm, avec les paramètres suivants :  $L=1.2,$   $M=1.89,$   $N= 5.01.$

**VII-3-Dimensionnement de la bache de distribution :** L'emplacement d'une bache de distribution doit répondre aux conditions suivantes :

- L'alimentation du réseau de distribution doit se faire par gravité, le réservoir doit être construit à un niveau supérieur à celui de périmètre.
- Lorsque plusieurs réservoirs sont nécessaires, on doit les implanter de préférence soit en extrémité du réseau, soit à proximité du centre à alimenter.
- La cote du radier doit être supérieure à la plus haute cote piézométrique exige dans le réseau. L'emplacement du réseau du réservoir doit être aussi choisi de telle façon à assurer la pression nécessaire, Le volume de la bache de distribution correspondra au volume d'eau correspondant à la tranche la plus exigeante.

On sait que :  $V=Q_{car} \times T$  Avec : V : volume de la bache.

$Q_{car}$  : Débit caractéristique T : Temps de remplissage de la bache :

2 HQ caractéristique =  $Q_{sp} \times \text{surface}$  Surface totale=120ha  $Q$  caractéristique = **151,2 l/s**

Donc :  $V= 151,2 \times 10^{-3} \times 2 \times 3600 = \mathbf{1088,44m^3}$

On peut prend  $V= 1500 m^3$   $V=S \times H$  H : La hauteur de réservoir : 5m

S : section de réservoir :  $S = a*b = 25*16 = 400 \text{ m}^2$  a: La longueur de réservoir.

b : La largeur de réservoir

Avec : Q : débit, exprimé en l/s ;D: diamètre exprimé en mm.

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

**VII-4 Etablissement des profils en long :** Les profils en long ont été établis à partir des levés sur site et au moyen du logiciel COVADIS. 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.
- De positionner les pièces spéciales (ventouses, vidanges, vannes de sectionnement...).

### VII-5-Pièces spéciales

#### 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.

#### 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 VII-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

### VII-6-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 vules 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 VII-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

**VII-7-Conclusion :** Dans ce chapitre nous avons abordé le réseau de distribution et détailler les structures et facteurs régissent à conception et la gestion d'un réseau ainsi que les calculs relatifs aux bornes d'irrigation. Dans le cadre de la réalisation du projet, la ferme pilote est découpé en 16 îlots d'irrigation, avec 16 bornes et une superficie totale de 120 ha. En deuxième phase, nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du réseau de distribution du périmètre d'étude qui présente une superficie de 120ha.

**CHAPITRES VIII :**  
**Dimensionnement de réseau  
d'adduction et distribution**

## VIII -Introduction

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de combler le déficit en eau, pour cela il faut réaliser les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes.

Quel que soit l'origine de l'eau (nappe souterraine, eau de barrage) et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), il faut bien la répartir sur le sol de façon à ce que les plantes en tirent le maximum de profit. Cependant on doit envisager un choix minutieux du mode d'irrigation et de la technique d'arrosage en compatibilité avec les contraintes de la région d'étude. L'objectif du présent chapitre, est le calcul des installations d'irrigation à la parcelle, pour l'irrigation localisée dont les calculs vont être portés sur une parcelletype.

### VIII-1- Dimensionnement du reseau d'irrigation goutte à goutte:

Le dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte appelé aussi système d'irrigation localisé, nous avons choisis d'étudier la culture du pommier et cela par l'intermédiaire des caractéristiques calculées précédemment.

### VIII-2-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°14, limenté par la borne B14, et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 3,97 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de **14,7 hectares**

- **Culture:** Peche
- **Besoins de pointe :** 200 mm
- **Culture:** Peche

Espacement entre arbres : 4 m

Espacements entre rangs : 4 m

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

**\*Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée:**

Les besoins en eau journaliers (**B<sub>j</sub>**) d'irrigation localisée pour le pommier sont calculés par les formules suivantes :

**B<sub>j</sub>** = *besoin du mois de pointe*

*Nombre de jours*

$$B_j = \frac{200}{31} = 6,45 \text{ mm/j}$$

### Besoin journalier en tenant compte de la réduction **K<sub>r</sub>**

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc à l'ombre du feuillage, la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite : On applique alors à l'ETM un coefficient de réduction : **K<sub>r</sub>**

**K<sub>r</sub>** dépend du taux de couverture du sol (**C<sub>s</sub>** = 60%) par les plantes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après [Ollier et Poirre, 1983] : **KELLER et KARMELI (1974)** :  $K_r = C_s / 0,85$

La formule de **Freeman et Garzoli** :  $K_r = C_s + 0.5(1 - C_s)$

La formule de Decroix (CTGREF):  $K_r = 0.1 + C_s$

$$B_{jL} = B_j * K_r = 6,45 * 0,8 = 5,16 \text{ mm/j}$$

### Dose nette (dose 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 (goutte à goutte ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur h: La dose pratique (nette) qui correspond à la RFU étant calculée comme suit:

$$D_p = RFU * P = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot D_a \cdot Z * P \quad RFU = 82,33$$

P: Volume du sol humidifié ; N : Nombre de point de distribution par arbre (n=2) ;

S<sub>pd</sub> : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (2 m) ; S<sub>h</sub> : Largeur de la bande humidifiée (1 m) ;

S<sub>r</sub> : Ecartement entre rangs d'arbre (4m) ; S<sub>a</sub> : espacement des arbres sur les rangs (4m).

$$P = 25\% \quad \text{Donc la dose nette : } D_p = RFU * P = 82,33 \times 0,25 = 20,58 \text{ mm}$$

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

Elle est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{Bjl}$$

$$Fr = 20,58/5,16 = 3,98 \text{ jours}$$

$$Fr = 4 \text{ jours}$$

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

**La dose réelle :**  $Dr = Fr * Bjl = 4 * 5,16 = 20,646 \text{ mm}$

**La dose brute :**

$$D_{brute} = \frac{Dr}{Cu * eff} = 25,48 \text{ mm}$$

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

$Eff$  : efficacité du réseau d'irrigation  $E_{ff} = 90\%$

**La durée d'arrosage par heures**

$$\theta = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{n \times Q_g} \quad \theta = 25,48 \text{ heures}$$

**Durée d'arrosage journalier**

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

$$= 25,48/4 = 6,37 \text{ heures} \quad \text{Donc } D_j = 7 \text{ h}$$

Le nombre de poste par jour est défini comme suit

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = 22/4 = 6 \text{ postes}$$

**Surface de la parcelle arrosée par un (01) poste**

$$17,25/6 = 2,875 \sim 3 \text{ Ha}$$

**VIII-3-Condition hydraulique:**

La variation maximale du débit entre goutteurs ne doit pas dépasser 10% selon la

règle de Christiansen:  $\frac{\Delta q}{q} = 10\%$

La variation maximale de la pression:

$$q = K \times H^x$$

Avec  $K$  : constante dimensionnelle donnée par le fabricant

$H$  : la pression dans la rampe en mètre colonne d'eau

$X$  : exposant caractérisant le goutteur ( $X= 0.3$  à  $8$ ) pour les goutteurs non autorégulant, pour les goutteurs autorégulant  $X$  est voisine  $0$ , dans notre cas on prend  $X=0.5$ .

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

Avec:

$q(g)$ : Débit nominal du goutteur ;

$H(n)$ : Pression nominale = 10 mce

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

$$\Delta H (\max) = 1/0,5 = 2$$

Donc selon la règle de Christiansen:

- Les pertes de charges singulières ( $\Delta h_{sin}$ ) sont estimées à 10% de la variation maximale de pression ( $\Delta H$ ). Donc:  $\Delta h_{sin} = 0.2$  m
- Le reste la variation maximale de pression est considéré comme des pertes de charges linéaires ( $\Delta h_{lin}$ ). Donc:  $\Delta h_{lin} = 1.8$  m

LE DEBIT:

$$Q_r = Q_g \times N_g$$

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

$Q_r$  : débit de la rampe (L/h);

$Q_{pr}$  : débit du porte rampe (L/h);

$Q_g$ : débit du goutteur (L/h);

$N_r$  : nombre de rampes;

$N_g$ : nombre de goutteurs

Les deux porte Rampe coupe la surface du terrain au milieu et à l'extrémité de la parcelle, et chaque porte rompe j'ai divisé entre deux zone donc on a :

La longueur de la rampe est de :  $L_r = 108$  m

La longueur de la porte rampe est de :  $L_{pr} = 271$  m

**\*Le nombre d'arbres par rampe :**

$$N_{\text{arbres/rampe}} = \frac{L_r}{E_R} = \frac{108}{4} = 27 \text{ arbres}$$

**VIII-6-Le nombre de goutteurs par rampe :**

$$N_{\text{goutteurs/rampe}} = N_{\text{arbres}} \times n = 27 \times 2 = 54 \text{ goutteurs}$$

Le nombre des rampes:

$$N_r = \frac{L_{pr}}{E_r}$$

$$271/4 = 67,75 = 67 \text{ rampes.}$$

**\* Débit de la porte rampe :**

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \quad Q_{pr} = 216 \times 67 = 14472 \text{ L/h}$$

**\* Le nombre de porte rampe:**

$$N_{pr} = 2 \text{ porte rampe}$$

**VIII-4- Dimensionnement des canalisations du reseau:**

Les rampes et les portes rampes sont généralement fabriquées en polyéthylène de basse densité (PEBD) ou bien en polyéthylène de haute densité (PEHD), et qui sont conçues pour résister à des pressions nominales de 4 à 6 bars.

**\*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 (PEMD), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).

**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:** Le diamètre de rampe ainsi que des portes rampes est calculé d'après les formules suivantes:

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

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

- $Q(r)$  : le débit de la rampe en L/h, ( $Q_r = 216$  L/h) ;
- $Q(pr)$  : le débit de la rampe en L/h, ( $Q_{pr} = 14472$  L/h) ;
- $L(r)$  : la longueur de la rampe en m, ( $L_r = 108$  m) ;
- $L(pr)$  : la longueur de la porte rampe en m, ( $L_{pr} = 271$  m)
- $\varnothing r(cal)$  : le diamètre de rampes
- $\varnothing pr(cal)$  : le diamètre de porte rampe

La repartition de la perte de charge est : D'après le calcul précédent on a la perte de charge maximale est égale à  $\Delta H(max) = 2$  mce .On prend que les pertes de charges singulières sont de 10% alors = 0,2 mce .Et les pertes ce charges linéaires = 1,8 mce

On n'admit que 1/3 de pertes de charges linéaires pour la porte rampe et 2/3 de pertes de charges pour la rampe:

- Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe =  $(1,8 * 1/3 = 0,6 \text{ mce})$  ;
- Pdc(pr): la perte de charge dans la porte rampe =  $(1,8 * 2/3 = 1,2 \text{ mce})$  ; Donc le résultat calcul des diamètres pour les deux cas c'est comme suite:
- $\varnothing_r \text{ (cal)} = 14.9 \text{ mm}$        $\varnothing_{pr} \text{ (cal)} = 73.9 \text{ mm}$

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, on recalcule les pertes de charges pour les diamètres normalisés de la rampe  $\varnothing_r \text{ (normal)}$  et le port rampe  $\varnothing_{pr} \text{ (normal)}$  selon Hazen-Williams.

$$\Delta H = 0,178 * D^{(-4,75)} * Q^{1,75}$$

L: longueur de la conduite (m) ; Q : débit en (l/h) ; D : diamètre intérieur de a canalisation (mm); Cw= 140 PEBD.

**POUR LES RAMPES:**

$$\varnothing_r \text{ (cal)} = 14.9 \text{ mm} \quad \varnothing_r \text{ (normal)} = 16 \text{ mm} \quad L_r = 108 \text{ m}$$

$$Q_r = 216 \text{ L/h} \quad \Delta H \text{ (rampes)} = 0.004 \text{ m/m} \quad \Delta H \text{ (rampes) totale} = 0,004 * 108 = 0,432 \text{ m}$$

**Pour porte rampes:**

$$\varnothing_{pr} \text{ (cal)} = 73.9 \text{ mm} \quad \varnothing_{pr} \text{ (normal)} = 75 \text{ mm} \quad L_{pr} = 271 \text{ m} \quad Q_{pr} = 14472 \text{ L/h}$$

$$\Delta H \text{ (porte-rampes)} = 0.004 \text{ m/m} \quad \Delta H \text{ (porte-rampes) totale} = 0,004 * 271 = 1.084 \text{ m}$$

Les pertes de charges totales dans le réseau sont de 1.516 mce sont inférieur à 1.8 mce on remarque que la perte de charge totale ne dépasse pas la limite imposé par la règle de Christiansen.

**VIII-5- La pression d'eau a 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 goutteur le plus défavorable (éloigné ou élevé). Les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable :

**Tableau: VIII-1 Tableau récapitulatif:**

Conduites	La rampe	Porte rampe
Longueur(m)	108	271

Diamètre(m)	16	75
Débit (L/h)	216	1472
Pertes de charge(m)	0.432	1.084

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

$$P(m) = 10 + 0.432 + 1.084 = 11.516 \text{ m}$$

Les pertes de charges ainsi que la pression calculée est de l'ordre de 1.1 bars ce qui est suffisant pour effectuer le système goutte à goutte dans cette parcelle.

### VIII- 6-Conclusion:

Après l'analyse de la variante de la conduite d'amené (de la STEP, jusqu'au réservoir projeté), on propose d'entamer cette variante dans le projet d'exécution pour les raisons suivantes:

- Existence de bassin de stockage au lieu de projection d'autre bassin.
- La conduite d'amené de la variante est plutôt réalisable.

D'autre part le mode d'irrigation goutte à goutte offre meilleure économie d'eau d'une part. d'autre part une pression de 1-4 bar sera suffisante au goutteur. Contrairement au mode d'irrigation par aspersion qu'il nécessite une pression importante.

**CHAPITRE IX :**  
**TECHNICO ECONOMIQUE**

## IX- Introduction

L'étude du devis quantitatif et estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation du projet d'irrigation projeté, ce calcul consiste à déterminer les quantités de tout le matériel ainsi que les différentes opérations à effectuer sur le terrain, et cela par la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais. A travers ce chapitre on fera une estimation du cout global du projet de l'aménagement hydro-agricole de la ferme pilote Belalia. Pour se faire il est important de quantifier l'ensemble des travaux à entreprendre et qui sont : Pour notre projet nous avons les travaux suivants :

- Réseau de distribution.
- Travaux divers.

**IX-1-Travaux concernant le reseau de distribution:** Les tâches constituant les travaux à faire pour la mise en place de l'adduction et le réseaudistribution sont:

**A) Exécution des tranches:**C'est une opération de terrassement (déblais) qui consiste à faire des excavations. Ces excavations seront faites par une pelle hydraulique et les déblais seront posés à côté de la tranchée, l'autre côté étant réservé au bardage des conduites.

**B) Pose du lit de sable:**Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 12 cm dans notre cas.

**C) Pose des conduits:**Avant la descente des conduites dans la fouille, on procède à un triage des conduites de façon à écarter celles qui ont subies des chocs, et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage, dans le fond de la fouille. Au cours de pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour ne pas avoir des difficultés au raccordement des conduites.

**D) Epreuve de joint et de la canalisation:** Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,8 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite lors du fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0.2 bar.

**E) Remblayage des tranches:** C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation.

**F) Nivellement et compactage:** Une fois le remblai est faite, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage pour augmenter la densité des terres et éviter le tassement par la suite.

### IX-2-Calcul des volumes des travaux d'adduction et de distribution:

**\*Calcul du volume de terrassement:**

**A) Largeur du fond de la tranchée:** Largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite on laisse 30 cm d'espace de chaque côté de la conduite. La largeur d'ouverture de la tranchée est obtenue par la formule:  **$B = D + 0.6$  (m)**

B: largeur de la tranchée (m)                      D: diamètre de la conduite (m)

**B) Profondeur de la tranche :** La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, et d'empêcher toute intercommunication avec les autres conduites.

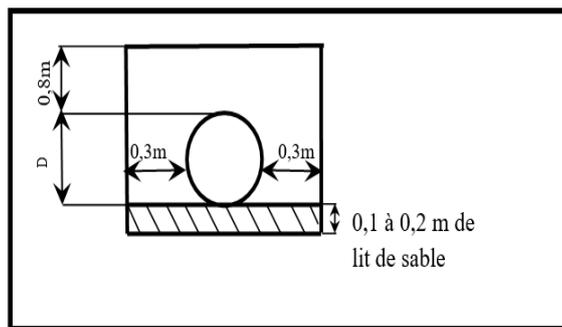


Figure IX -1 -Schéma d'une tranchée

$$H_{tr} = e + D + h \text{ (m)}$$

e : hauteur du lit de pose. (0,12 m)

D : diamètre de la conduite.(m)

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite. (0,8m)

Les sections des tranchées sont :  **$S_{tr} = B \times H_{tr}$**

$H_{tr}$  : Profondeur total de la tranchée (m)

B: Largeur du fond de la tranchée (m)

Le Volume du sable nécessaire pour le lit de sable est égale à:  **$V_{sable} = e \times L \times B$**

e : hauteur du lit du sable (0,12 m) ;

L : Longueur de la tranchée (m) ;

B : Largeur de la tranchée (m).

**A) Volume du Déblai :**

Le volume des déblaiements sera alors égal à :

$$V_{\text{déblai}} = L \times H_{\text{tr}} \times B$$

L : Longueur de la tranchée (m).

H<sub>tr</sub> : La hauteur de la tranchée (m).

B : Largeur de la tranchée (m).

**A) volume de Remblai :** Le volume du remblai est égale à celui des déblais du quel on soustrait le volume de la conduite enterrée on aura donc:

$$V_{\text{remblai}} = V_{\text{déblai}} - V_{\text{conduite}}$$

Tell que :  $V_{\text{conduite}} = \left(\pi \frac{D^2}{4}\right) \cdot L$

Donc :  $V_{\text{remblai}} = V_{\text{déblai}} - \left(\pi \frac{r^2}{4}\right) \cdot L$

**Tableau IX-1-Quantité des travaux de terrassement :**

Conduites Mm	L (m)	B (m) D+0,6	Htr (m) 0,12+D+h(0,8)	Str (m <sup>2</sup> ) B x Htr	Vsable (m <sup>3</sup> ) 0,12xLxB	Vdéblai (m <sup>3</sup> ) LxHtrxB	V conduite (m <sup>3</sup> ) $L \times \pi d^2/4$	Vremblai (m <sup>3</sup> ) Vd-Vc
Ø50	71	0,65	0,97	0,6305	8,26	44,76	0,14	44,62
Ø63	174	0,663	0,983	0,652	13,84	113,4	0,54	112,86
Ø75	155	0,675	0,995	0,672	12,55	104,1	0,68	103,42
Ø90	745	0,69	1,01	0,696	61,68	519,19	4,74	514,45
Ø110	379	0,71	1,03	0,731	32,29	277,16	2,98	274,18
Ø125	985	0,725	1,045	0,757	85,7	746,26	12,1	734,16
140	220	0,74	1,06	0,784	19,54	172,57	3,39	169,18
Ø160	236	0,76	1,08	0,82	21,52	193,7	4,74	188,96
180	147	0,780	1,1	0,858	13,76	126,126	3,74	122,386

Ø200	76	0,8	1,12	0,896	7,29	68,1	2,39	65,71
Ø225	276	0,825	1,145	0,945	27,32	260,72	10,97	249,75
250	376	0,85	1,17	0,994	38,35	373,93	18,46	355,47
Ø400	603	1	1,32	1,32	72,36	795,96	75,77	720,19
Ø450	207	1,05	1,37	1,44	26,082	297,76	32,92	264,84
<b>Total</b>	4655				440,54	4093,73		3920,7

Tableau IX -2 -Cout des travaux de terrassement :

Désignation destravaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
Déblai enterrain	m <sup>3</sup>	4093,73	300,00	1228119
Lit de sable	m <sup>3</sup>	440,54	800,00	352432
Remblai	m <sup>3</sup>	3920,7	2000,00	7841400
<b>Total 1 (HT)</b>				9421951,00
<b>TVA 1 (19%)</b>				1790170,69
<b>Montant TTC 1</b>				<b>11212121,69</b>

Tableau IX- 3 -Facture des différents types de conduites du réseau de distribution

Pièces (PEHD)	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire(DA)	Montant(DA)
Tube Ø50	MI	71	110,12	7818,52
Tube 63	MI	174	137,18	23869,32
Tube75	MI	155	289,41	44858,55
Tube Ø90	MI	745	381,88	284500,6
Tube Ø110	MI	379	568,93	215624,47
Tube Ø125	MI	985	721,36	710539,6
Tube 140	MI	220	812,11	178664,2

Tube Ø160	MI	236	1 181,58	278852,88
Tube180	MI	147	1515,115	222721,905
Tube Ø200	MI	76	1 848,65	140497,4
Tube Ø225	MI	276	2290,51	632180,76
Tube Ø250	MI	376	4340,6	1632065,6
Tube Ø400	MI	603	6936,23	4182546,69
Tube Ø450	MI	207	8759,36	1813185,45
<b>Total 2 (HT)</b>				11753204,04
<b>TVA 2 (19%)</b>				2233108,768
<b>Montant TTC 2</b>				<b>13986312,81</b>

Tableau IX -3 -Fourniture de pose des pièces spéciales :

Designation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
Fourniture pose de borne d'irrigation type A2 PN 10	U	10	300000	3000000
Fourniture pose de borne d'irrigation type B PN 10	U	6	360000	2160000
<b>Total 3 (HT)</b>				5160000
<b>TVA 3 (19%)</b>				980400
<b>Montant TTC 3</b>				6140400

Alors le cout total du projet en rapport à toutes les opérations financières est de l'ordre de:

$$CT = 11212121,69 + 6140400 + 13986312,81$$

$$CT = 31338834,5 \text{ Da}$$

**IX-3-Le réservoir de stockage:** Les travaux du terrassement, bétonnage, maçonnerie, et corps d'états secondaire ainsi que les matériaux entrent dans la réalisation du réservoir de stockage. Le réservoir dimensionné est d'une capacité de  $V=1500 \text{ m}^3$ , avec un diamètre de  $D=23\text{m}$  et une hauteur de  $H=5\text{m}$ . Le détail estimatif des différents travaux est détaillé dans le tableau suivant :

**Tableau IX- 4 -Estimation du cout du réservoir de stockage :**

Designation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
<b>a) Terrassement</b>				
Décapage de la terre végétale	M <sup>3</sup>	100	300	30000
Déblai	M <sup>3</sup>	130	400	52000
Remblai	M <sup>3</sup>	90	600	54000
<b>b) Béton arme</b>	M <sup>3</sup>	300	12000	3600000
<b>c) Installation du coup de Belier</b>		1	5 000 000	5 000 000
<b>d) Armoire électrique</b>	U	1	200000.00	200000.00
<b>e) Aménagement extérieur et Divers</b>				
Portail métallique	U	1	180000	180000
Electricités	U	15	10000	150000
Peinture	M <sup>2</sup>	320	2500	800000
Revêtement	M <sup>2</sup>	20	20000	400000
			Total HT	10 466 000.0
			Total TTC	12 245 220.00

Le cout du reservoir de stockage est de: Douze millions deux cent quarante cinq mille deux cent vingt dinars En TTC.

**IX -4-Le devis des travaux:**

Le devis total des travaux est détaillé dans le tableau ci-dessous:

**Tableau IX -5-Devis estimatif total :**

Travaux	Montant (DA)
Conduite de refoulement et conduite gravitaire	11212121,69
Réservoir de stockage	12245220
Bornes	6140400

Adduction: Conduites et P. spéciales	13986312,81
Montant TTC	43584054,5

Le montant du projet est de 43584054,5 dinars Algériens

### Conclusion générale

La commune d'El Ançor s'étend sur une surface de 6560 ha, elle s'organise sur la plaine côtière appartenant à l'ensemble de celle d'Ain El Turck et Bousfer, elle est située à l'Ouest de la métropole d'Oran à environ 25 km. Il est irrigué à partir d'une STEP située à 88m altitude au niveau de la commune d'AIN EL TURCK. Cette station est située est à proximité de Cap Falcon, à environ 1.5 km du Sud- Ouest et à 3km au Nord-Ouest d'Ain El Türck.

Un point représentatif du site a pour coordonnées Lambert

suivants :  $X = 697500,00$  m  $Y = 3958900,00$  m  $Z = 88$  m

Dont notre objectif est l'exploitation des eaux usées pour l'irrigation d'un périmètre après traitement de ces eaux et leur analyse et comparé avec les normes adaptées à l'irrigation, pour éviter tout risque sanitaire.

L'analyse réalisée de notre STEP montre que ces eaux usées épurées capable à l'irrigation donc on commençons notre travail par le calcul des besoins des cultures on arrive à calculer un débit caractéristique la valeur trouvée est de  $126.10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  avec ce débit dimensionne la conduite d'adduction PEHD de 6482m linéaire de diamètre normalisée de 450mm vers un bassin de stockage vers le réseau de distribution goutte à goutte irriguée la parcelle de 42,5ha de pommier et 48 ha d'abricotier. La technique d'arrosages (goutte à goutte) a été choisie dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel dans une telle étude.

La réutilisation des eaux usées, permettra un gain en ressource naturelle, une protection de l'environnement et l'équilibre écologique, ainsi qu'une prévention des maladies à transmission hydrique, vu que l'eau usée subit une épuration poussée avant sa réutilisation. En dernier lieu le choix de ces procédés de traitement a un grand pouvoir d'améliorer la qualité à la sortie de STEP d'AIN EL TURCK, qui doit être l'objet d'une extension pour la mettre en valeur comme une ressource d'eau pour l'irrigation. Ce qui constitue une ressource importante mais l'aspect qualitatif de cette eau reste la contrainte majeure pour un usage fiable.

## Références bibliographiques

- [1] **BAHBOUH, L. (2011)** Cours agro-pédologie ENSH Blida.
- [2] **MESSAHEL, M. (2012)**. Cours irrigation, ENSH Blida.
- [3] **CLEMENT, R. GALAND, A. (1979) CROPWAT**, Un logiciel pour la planification et la gestion des systèmes d'irrigation. Irrigation par aspersion et réseau collectifs de Distribution sous pression.
- [4] **RIEUL, L. (1997)** Techniques d'irrigation de l'avenir et leur coût. In : Dupuy B.(ed.). *Aspects économiques de la gestion de l'eau dans le bassin méditerranéen*. Bari : CIHEAM,(Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 31). **P 233-251**
- [5] **AZOUGGAGH, M. (2001)** Bulletin mensuel d'information et de liaison de pnnta(transfert de technologie en agriculture) : N81/juin. Rabat. **P 6.**
- [6] **TIERCELIN, J.R. (2006)** Traité d'irrigation. **P 1266.**
- [7] **Touaibia, B. (2004)** Manuel pratique d'hydrologie. ENSH Blida. **P 136.**
- [8] **J.P. LABORDE aidé de N. MOUHOUS HYDROLAB** c'est un ensemble de macro-commandes, de feuilles de calcul et de graphiques du tableau EXCEL qui permettent de réaliser les analyses statistiques élémentaires les plus courantes en hydrologie de surface
- [09] **Morin, N. (2011)** Agronome, Maîtrise en science du gazon LA QUALITÉ DEL'EAU D'IRRIGATION : UN FACTEUR À NE PAS NÉGLIGER.**P4**

# ANNEXES

Annexe I

Cultures	Durée de phases de développement (jour)					Coefficient Cultural ko			Date de semis ou plantation
	init.	dev.	mi-ai	arri-ai	durée du cycle	ko int.	ko mid.	ko fin.	
Pomme de terre									
Saison	25	30	45	30	130	0,5	1,15	0,75	20-fév.
Primeur	20	30	30	25	105	0,5	1,15	0,75	15-nov.
Ari-saison	30	40	60	35	165	0,5	1,15	0,75	25-août
Tomate	30	40	45	30	145	0,6	1,15	0,8	02-mars
Tomate indus.	20	35	35	30	120	0,6	1,15	0,8	15-mars
Potiron	30	40	40	20	130	0,6	1,05	0,9	10-avr.
Oignon et ail	25	35	40	20	120	0,7	1,05	0,85	30-janv.
Courgette	25	35	25	15	100	0,5	1	0,8	25-mars
Choux	40	60	50	15	165	0,7	1,05	0,9	05-sep.
Fève en vert	20	30	35	15	100	0,5	1,15	1,1	20-nov.
Haricot vert	20	30	30	10	90	0,5	1,05	0,9	15-mars
Petit pois	20	30	35	15	100	0,5	1,15	1,1	10-déc.
Carotte	30	40	60	20	150	0,7	1,05	0,95	20-sep.
Pastèque	20	30	30	30	110	0,4	1	0,75	01-avr.
Autres légumes	20	30	30	15	95	0,7	1,05	0,95	03-mars
Luzerne	150	30	150	35	365	0,4	0,95	1,15	05-oct.
									Reverd.
Agrumes	60	90	120	95	365	0,7	0,65	0,7	28-fév.
Vignes	180	50	75	60	365	0,3	0,85	0,45	20-fév.
Abricotier	245	10	65	45	365	0,55	0,9	0,65	11-fév.
Amandier	190	35	105	35	365	0,4	0,9	0,65	10-janv.
Pêcher	200	35	100	30	365	0,55	0,9	0,65	10-fév.
Prunier	130	50	130	55	365	0,55	0,9	0,65	10-mars
Pommier	140	30	125	70	365	0,5	0,95	0,7	28-fév.
Poirier	125	50	130	60	365	0,5	0,95	0,7	01-mars
Néflier	140	45	120	60	365	0,5	0,95	0,7	01-oct.
Autres arbres	155	50	130	30	365	0,55	0,9	0,65	28-fév.

Source : Diverses sources

ANNEXE II

GUIDE D'ESTIMATION DE P

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

Espacement entre rampes S en m	Débit des distributeurs											
	moins de 1,5 l/h		2 l/h		4 l/h		8 l/h		Plus de 12 l/h			
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
0,8	38	88	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34

### III : Diamètres des conduites PEHD (Groupe CHIALI)

**TABEAU N° 1 – Diamètre extérieur**

Diamètre extérieur nominal $d_n$ (mm)	Diamètre extérieur moyen	
	$d_{m1}$ (mm)	$d_{m2}$ (mm)
16	16,0	16,3
20	20,0	20,3
25	25,0	25,3
32	32,0	32,3
40	40,0	40,4
50	50,0	50,4
63	63,0	63,4
75	75,0	75,5
90	90,0	90,6
110	110,0	110,7
125	125,0	125,8
140	140,0	140,9
160	160,0	161,0
180	180,0	181,1
200	200,0	201,2
225	225,0	226,4
250	250,0	251,5
280	280,0	281,7
315	315,0	316,9
355	355,0	357,2
400	400,0	402,4
450	450,0	452,7
500	500,0	503,0
560	560,0	563,4
630	630,0	633,8
710	710,0	716,4
800	800,0	807,2
900	900,0	908,1
1000	1000,0	1009,0
1200	1200,0	1210,8
1400	1400,0	1412,6
1600	1600,0	1614,4

## Annexe IV : Perte de charge Lechapt Calmom

A/ NOTATIONS - EXPLOITATION DE LA TABLEFormule utilisée

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

où Q est en m<sup>3</sup>/s ; D en mètre ; J en mm/m  
valable pour une eau à 10° centigrades.

1 - K = 2	L = 1,863	M = 2	N = 5,33
2 - K = 1	L = 1,601	M = 1,975	N = 5,25
3 - K = 0,5	L = 1,40	M = 1,96	N = 5,19
4 - K = 0,25	L = 1,160	M = 1,93	N = 5,11
5 - K = 0,1	L = 1,100	M = 1,89	N = 5,01
6 - K = 0,05	L = 1,049	M = 1,86	N = 4,93
7 - K = 0,025	L = 1,01	M = 1,84	N = 4,88
8 - K = 0			