

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE  
-ARBAOUI ABDELLAH-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option: IRRIGATION ET DRAINAGE**

**IRRIGATION DU PERIMETRE HABRA-SIG A PARTIR  
DU TRIPLEX (OUIZERT- BOU HANIFIA-FERGOUG)  
500.7 HA**

**PRESENTE PAR :**

**Mr TAHAR MOKADEM**

**Devant les membres de jury**

<b>Noms et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>Mr MESSAHEL MEKKI</b>	<b>Professeur</b>	<b>Président</b>
<b>Mr BENKACI ALI TAREK</b>	<b>M.C.B</b>	<b>Examineur</b>
<b>Mme MAZOUZI SABRA</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>Mme BOUCHAMA HASSINA</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>Mme MEDJDOUB SONIA</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Promotrice</b>

**Septembre 2015**

## **REMERCIEMENTS & DEDICACES**

Avant tout, Je remercie le bon Dieu qui a illuminé mon chemin et qui m'a armés de force et de sagesse, ainsi que de bonne volonté pour achever ce modeste travail et ce cursus universitaire .

Ces quelques lignes ne vont jamais exprimer à la juste valeur ma reconnaissance à l'égard de ma promotrice Mme S.MEDJOUBI, pour l'aide qu'elle m'a offerte durant la période de réalisation de ce travail et encore plus sa confiance et ses encouragements.

Toute gratitude à nos professeurs et enseignants qui nous ont guidés au cours de la formation d'ingénieur, et nos respects aux membres de jury qui nous feront l'honneur d'apprécier ce travail.

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

*A mes parents pour les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard*

- *A ma sœur , A mon frère.*
- *A tous mes amis .*
- *A toute ma famille.*
- *A tous ce qui ont participé de prés ou de loin .*

Le long de ma vie, J'ai été entouré de personnes magnifiques qui m'ont donné le meilleur d'eux même sans rien attendre en retour. Je crois qu'aujourd'hui il est temps de leur dédie ce travail.

Grands mercis à vous tous.

## ملخص

في إطار السياسة المنتهجة من طرف الدولة الجزائرية والمتعلقة بتسيير وتطوير القطاع الفلاحي الذي يعتبر أساس اقتصاد كل دولة ومن أجل الاستغلال الأمثل والعقلاني للموارد المائية قمنا بانجاز مذكرة نهاية الدراسة التي تتضمن دراسة لإنشاء شبكة للري بتقنية التقطير بسهل هبرة ولاية معسكر على مساحة 500 هكتار ، تعتبر هذه التقنية الأحدث من نوعها نظرا لمردوديتها العالية ولتوفيرها للمياه .

يتم جلب المياه المستعملة في هذا المشروع من سد فرقوق بولاية معسكر.

## Résumé :

Dans le cadre du développement du secteur agricole qui représente la base de l'économie des pays et pour une meilleure exploitation des ressources hydriques en Algérie ,On a établie ce mémoire de fin d'étude qui a pour objectif l'étude du réseau d'irrigation goutte à goutte considéré comme l'un des plus développé.

Notre périmètre de 500 Hectares se situe sur la plaine de Habra la Wilaya de Mascara .

La source d'eau utilisée est le barrage de Fergoug wilaya de Mascara.

## Abstract :

As part of the development of the agricultural sector which is the backbone of the economy in every country and for a better use of water resources in Algeria.I established my thesis which is about a network of drip irrigation considered one of the most developed.

Our perimeter of 500 hectares is located on the plain of the Habra Mascara Province.

The source of water used is the dam Fergoug Wilaya of Mascara .

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

1-Introduction .....	<b>1</b>
2-Présentation de la zone d'étude :.....	<b>1</b>
2-1-Situation géographique et administrative :.....	<b>1</b>
2-2-Choix du périmètre .....	<b>2</b>
3-Wilaya de Mascara :.....	<b>2</b>
4-Réseaux hydrographique :.....	<b>3</b>
5-Infrastructures routières et ferroviaires .....	<b>4</b>
6-Etude socio-économique :.....	<b>4</b>
7- Caractéristiques physiques du milieu géomorphologie.....	<b>4</b>
8- Caractéristiques climatiques et stations représentatives .....	<b>5</b>
8-1-Pluie moyenne annuelle :.....	<b>5</b>
8-2- Température de l'air.....	<b>6</b>
8-3- Humidité relative :.....	<b>6</b>
8-4- Vitesse du vent :.....	<b>6</b>
8-5- Évaporation :.....	<b>7</b>
8-6 - Ensoleillement :.....	<b>7</b>
8-7- Évapotranspiration :.....	<b>7</b>
9-Classification du climat :.....	<b>8</b>
9-1-D'APRES L'INDICE D'ARIDITE DE MARTONNE :.....	<b>8</b>
9-2-Quotient pluviométrique D'Emberger :.....	<b>8</b>
9-3-Diagramme ombrothermique de Gaussen:.....	<b>9</b>
10-Qualité des eaux d'irrigation :.....	<b>10</b>
10-1-La conductivité électrique.....	<b>11</b>
10-2-Coefficient d'adsorption du Sodium (Sodium Absorption Ration S.A.R) :.....	<b>12</b>
11-Présentation du triplex :.....	<b>14</b>
12-Conclusion :.....	<b>16</b>

## **Chapitre II: Etude hydrologique**

1-Introduction :.....	<b>17</b>
2- Choix de la station pluviométrique:.....	<b>17</b>
3- L'homogénéité de la série pluviométrique :.....	<b>19</b>
4- Etude de l'échantillon et choix du type de loi d'ajustement:.....	<b>21</b>
4-1-Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss (loi normale) :.....	<b>21</b>
4-2-Ajustement a la loi log-normale (Galton) .....	<b>22</b>
4-3-Test de validité des ajustements et choix de la loi :.....	<b>24</b>
5-Détermination de l'année de calcul :.....	<b>25</b>
6-Conclusion :.....	<b>27</b>

## **Chapitre III : Etude agro-Pédologique**

1-Introduction :.....	<b>28</b>
2-Caractéristiques du sol :.....	<b>28</b>
2-1-Salinité des sols :.....	<b>29</b>
3-Zones homogènes de mise en valeur:.....	<b>29</b>
4-Aptitude culturale :.....	<b>31</b>
5-Assolements préconisés :.....	<b>32</b>
Plans de culture :.....	<b>33</b>
6-Etude foncière :.....	<b>33</b>
7-Conclusion :.....	<b>35</b>

## Chapitre IV: Etude des besoins

1-Introduction : .....	<b>36</b>
2-Le bilan hydrique:.....	<b>36</b>
3-Besoin en eau du périmètre :.....	<b>38</b>
3.1L'évapotranspiration :.....	<b>38</b>
L'évapotranspiration de référence :(ETO ou ETP).....	<b>38</b>
L'évapotranspiration réelle :(ETR).....	<b>38</b>
3.2Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence :(ETO ouETP) .....	<b>39</b>
a) Formule de Blaney-Criddle :.....	<b>39</b>
c) Méthode de Penman&Monteith.....	<b>39</b>
3.3Les Coefficients culturaux (K c) : .....	<b>41</b>
4. Traitement des données pluviométriques : .....	<b>42</b>
4.1. Précipitation moyenne mensuelle : .....	<b>42</b>
4.2. Précipitation de projet : (ou l'année de calcul) : .....	<b>42</b>
4.3 Calcul de la pluie efficace : .....	<b>42</b>
5-La réserve facilement utilisable (RFU) : .....	<b>43</b>
6-Calcul des débits spécifiques : .....	<b>44</b>
7-Détermination des Besoin en eaux des cultures : .....	<b>44</b>
Calcul du débit spécifique : .....	
8-Estimation des besoins en eau totaux du périmètre : .....	<b>48</b>
9-Conclusion : .....	<b>49</b>

## Chapitre V: Systeme d'adduction

1-Introduction.....	50
2- Découpage du périmètre en îlots d'irrigation : .....	50
3-Plan de bornage : .....	50
4-Trace du réseau de distribution : .....	51
5- Variante d'aménagement du périmètre d'étude: .....	51
Variante 01 : .....	51
Variante 01 : .....	52
6 -Calcul des des bornes: .....	52
6.1-Débits: .....	52
6.2-Diamètres : .....	53
7-Calcul hydraulique des canalisations: .....	54
7.1-Type de matériaux .....	54
7.2-vitesses admissibles: .....	54
7.3- Calcul des diamètres : .....	55
7.4- Calcul des pression au niveau des bornes : .....	56
8-Conclusion : .....	59

## **Chapitre VI : Technique d'irrigation**

1-Introduction: .....	60
2-Généralités: .....	60
3-Technique d'irrigation: .....	60
4-Choix de la technique d'irrigation convenable : .....	60
5-Mode d'arrosage : .....	61
5.1 L'irrigation par goutte à goutte : .....	61
5.1.1 Définition : .....	61
5.1.2 Avantages et inconvénients de l'irrigation au goutte à goutte : .....	61
Les avantages du goutte à goutte : .....	61
Les Inconvénients du goutte à goutte : .....	62
5.2 .Champ d'application du goutte à goutte : .....	63
5.3.Description d'un réseau d'irrigation au goutte à goutte : .....	64
6-CONCLUSION : .....	65



## Chapitre VII: Dimensionnement à la parcelle

1 Introduction.....	66
2-Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée: .....	66
2.1 Données: .....	67
2.2. Influence du taux de couverture du sol .....	67
2.3. Les besoins journaliers: .....	68
2.4. Dose nette (dose pratique): .....	69
2.5. Pourcentage du sol humidifié: .....	69
2.5.1a dose nette (pratique) corrigée: .....	69
2.6. La dose brute : .....	69
2.7. Fréquence des arrosages : .....	69
2.8. Durée d'arrosage par mois.....	70
2.9. Durée d'arrosage journalier : .....	70
2.10. Nombre de poste : .....	70
2.11. Surface d'un poste:.....	70
3-Calculs hydrauliques : .....	71
3.1. Perte de charge: .....	71
3.2. Le débit : .....	71
Le nombre d'arbres par rampe: .....	72
Nombre de goutteurs par rampe.....	72
Le nombre de rampes: .....	72
Débit de la rampe: .....	72
Débit de la porte rampe: .....	72
Débit de la conduite secondaire.....	72
3.3. Dimensionnement des différentes parties du réseau : .....	72
Diamètre de la rampe : .....	72
Diamètre de la porte rampe: .....	73
3-4 Vérification des pertes de charges : .....	73
3.5. Calcul du diamètre de la conduite principale à la sortie de la borne: .....	74
3.6. La pression d'eau à la borne de distribution .....	74
3.7. Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable : .....	75
4 .Conclusion : .....	77

## **Chapitre VIII: Etude technico-économique**

1. INTRODUCTION:.....	78
2.Devis du réseau d'irrigation à la goutte à goutte: .....	78
2.1Dépenses des équipements.....	78
2.2Dépenses des travaux : .....	79
2.2.1.Calcul du volume de déblai et remblai : .....	80
2.2.2.Volume du lit de sable : .....	81
3-Conclusion: .....	83

## Liste des tableaux

### Chapitre 1 :

#### Table des tableaux :

Tableau 1:La distribution moyenne mensuelle des précipitations.....	5
Tableau 2: cordonnées de la station de SIDI AHMED.....	5
Tableau 3:Températures mensuelles.....	6
Tableau 4:Humidité relative de l'air.....	6
Tableau 5:Vitesse du vent.....	6
Tableau 6: Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne en mm (méthode Piche).....	7
Tableau 7: Heures d'ensoleillement.....	7
Tableau 8:Répartition mensuelle de l'évapotranspiration moyenne en mm (d'après.....	7
Tableau 9:Classification du climat.....	8
Tableau 10:Précipitation et température moyenne.....	10
Tableau 11:Composition chimique des eaux du barrage Fergoug.....	11
Tableau 12:Presentation du Triplex.....	15

### Chapitre 2 :

#### Table des tableaux

Tableau 1 :Caractéristiques de station pluviométrique (station SIDI AHMED).....	17
Tableau 2:Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles.....	18
Tableau 3 :Test d'homogénéité de la série pluviométrique de SIDI AHMED.....	20
Tableau 4:Les résultats d'ajustement à la loi normale(Gauss).....	22
Tableau 5: Résultats de l'ajustement à la loi log- normale(Galton).....	23
Tableau 6:Table de Pearson de $\chi^2$ .....	25
Tableau 7:Test de validité des deux ajustements.....	25
Tableau 8:Précipitations mensuelles moyenne.....	26
Tableau 9:Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcule.....	26

### Chapitre 3

#### Table des tableaux

Tableau 1:Zones homogènes de mise en valeur.....	30
Tableau 2:Zone de mise en valeur de la plaine.....	32
Tableau 3: Occupation du sol.....	33
Tableau 4:Résultats de l'enquête foncière.....	34

## Chapitre 4

### Table des tableaux

<a href="#">Tableau 1:Occupation du sol</a> .....	36
<a href="#">Tableau 2:précipitation mensuelles de l'année de projet</a> .....	42
<a href="#">Tableau 3:Besoins en eau d'irrigation des Agrumes</a> .....	44
<a href="#">Tableau 4:Besoins en eau d'irrigation de l'Olivier</a> .....	45
<a href="#">Tableau 5:Besoins en eau d'irrigation du Blé Tendre</a> .....	45
<a href="#">Tableau 6:Besoins en eau d'irrigation del'Orge</a> .....	45
<a href="#">Tableau 7:Besoins en eau d'irrigation de la Pomme de terre</a> .....	46
<a href="#">Tableau 8:Besoins en eau d'irrigation de</a> .....	46
<a href="#">Tableau 9:Besoins en eau d'irrigation des Carottes</a> .....	46
<a href="#">Tableau 10:Récapitulation</a> .....	47
<a href="#">Tableau 11:Besoins en eau et volume total des cultures du périmètre</a> .....	48

## Chapitre 5

### Table des tableaux

Tableau 1:Diametre de la borne selon le debit vehiculé .....	53
Tableau 2:Caractéristiques des ilots .....	53
Tableau 3: Calcul des diamètres .....	55
Tableau 4:Suite tableau 2 .....	56
Tableau 5:Calcul des pressions(variante1) .....	57
Tableau 6:Suite tableau 5 .....	58

## Chapitre 6

### Table des tableaux

**Aucune tableau**

## Chapitre 7

### Table des tableaux :

Tableau 1: Les pertes de charges .....	71
Tableau 2:Résultat de calcul pour la rampe et la porte rampe .....	73
Tableau 3:Caractéristique de la conduite d'approche .....	74
Tableau 4: Perte de charge total .....	75
Tableau 5:Récapitulatif .....	76

## Chapitre 8

### Table des tableaux :

Tableau 1:cout des pièces du réseau d'irrigation localisée.....	78
Tableau 2:cout des pièces du réseau d'adduction .....	79
Tableau 3:Volume des terrassements.....	81
Tableau 4:Cout des terrassements .....	82
Tableau 5:Cout Total.....	82

## Liste des figures

### Chapitre 1 :

#### Table des Figures :

Figure 1:Délimitation du Périmètre Habra .....	1
Figure 2: Choix du périmètre .....	2
Figure 3:localisation géographique de la wilaya de MASCARA .....	3
Figure 4:Diagramme bioclimatique.....	9
Figure 5:Diagramme bioclimatique Gaussien .....	10
Figure 6:Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	13
Figure 7:Schéma hydraulique du triplex (Ouzert-Bouhnifia-Fergoug).....	14

### Chapitre 2

#### Table des Figures :

Figure 1:Allure des points sur le papier à probabilité d'ajustement à la loi normal (gauss).....	22
Figure 2:Allure des points sur le papier à probabilité d'ajustement à la loi log normal .....	23

### Chapitre 3 :

#### Table des Figures :

Figure 1:Aptitude culturale .....	32
Figure 2:Repartition des EAI et EAC .....	34

### Chapitre 4 :

#### Table des Figures :

Figure 1:Schéma représentant le bilan hydrique .....	37
Figure 2:Calcul de l'ETo et du rayonnement à partir du logiciel CROWPAT .....	41
Figure 3:Précipitation efficaces dans la zone de projet.....	43

### Chapitre 5:

#### Table des Figures :

Figure 1:Tracé du réseau d'adduction sur le périmètre .....	52
---	----

## Chapitre 6:

### Table des Figures :

<a href="#">Figure 1:Technique du goutte à goutte</a> .....	61
<a href="#">Figure 2:Réseau goutte a goutte</a> .....	64

## Chapitre 7:

### Table des Figures :

Figure 1:Parcelles d'ilot choisi.....	66
Figure 2:Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur .....	75

## Chapitre 8

### Table des figures

Figure 1:Shema representatif de la fouille .....	81
--	----

# Liste des planches

Planche 1: Plan de situation du secteur sud-ouest de la plaine Habra W.Mascara (500 Ha)

Planche 2: Aptitude culturale de la zone d'étude.

Planche 3: Réseau d'adduction du périmètre .

Planche 4 :Profil au long du tronçon (1-11) du réseau d'adduction.

Planche 5:Schéma du réseau d'irrigation goutte à goutte .



## **Introduction Générale:**

Dans le cadre de la mobilisation de la ressource en eau, en vue de son utilisation notamment pour l'irrigation, un programme ambitieux de construction d'aménagements hydrauliques a été lancé dans notre pays.

Et dans ce but, le Ministère des Ressources en Eau a saisi l'OFICE NATIONAL D'IRRIGATION ET DRAINAGE , pour mener une étude d'aménagement hydro agricole de la plaine de HABRA dans la wilaya de Mascara.

En se basant sur ces données fournies j'ai réalisé une étude sur le secteur sud-ouest de la plaine de Habra W.Mascara qui s'étale sur 500.4 hectares .

L'étude a comme objectif d'alimenter cette partie de la plaine en eau pour irriguer ses cultures tout en se basant sur le calcul hydrologique,agro pédologique en passant par le calcul des besoins et en fin dimensionner le réseau et déterminer le cout total .

La plaine de Habra possédait un ancien réseau d'irrigation à ciel ouvert qui s'est dégradé avec le temps ,Mon but est de proposer un réseau avec un meilleur rendement qui nous permettra de préserver notre ressource en eau considère précieuse et rare et qui permettra de satisfaire les besoins des cultures .

La source d'eau est un piquage à partir d'une conduite d'adduction qui relie le triplex barrage (OUIZERT- BOUHNIFIA-FERGOUG) avec la plaine de Habra.

## 1-Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons présenter notre zone d'étude du point de vue situation géographique, caractéristiques climatiques, et socio-économique, qui sont favorables à la mise en valeur en irrigation.

La zone d'étude concerne une partie de la plaine de Habra(Secteur Sud-ouest), qui est située dans la wilaya de Mascara avec une superficie de 500.7 Ha

## 2-Présentation de la zone d'étude :

### **2-1-Situation géographique et administrative :**

Les périmètres de Habra et Sig occupent la partie méridionale de la plaine de la Macta qui est le réceptacle du second bassin versant de l'Algérie par sa surface (14 500 km<sup>2</sup>) et qui ne communique avec la mer que par un étroit chenal. Le périmètre de Habra est constitué de la plaine de Habra et l'aire de Hacine. La plaine de Habra s'étend sur 19 757,68 ha dont 19 480 ha classés. Elle est limitée au sud par les piémonts du Massif des Beni Chougrane, à l'Ouest par l'oued Khrouf et l'Est par l'oued Mellah. Sa limite nord est constituée par une succession de lignes brisées. Les principales localités situées dans cette plaine sont d'Est en Ouest : Sahouria, Mohammadia, Macta Douz et Bou Henni.



Figure 1:Situation du périmètre Habra

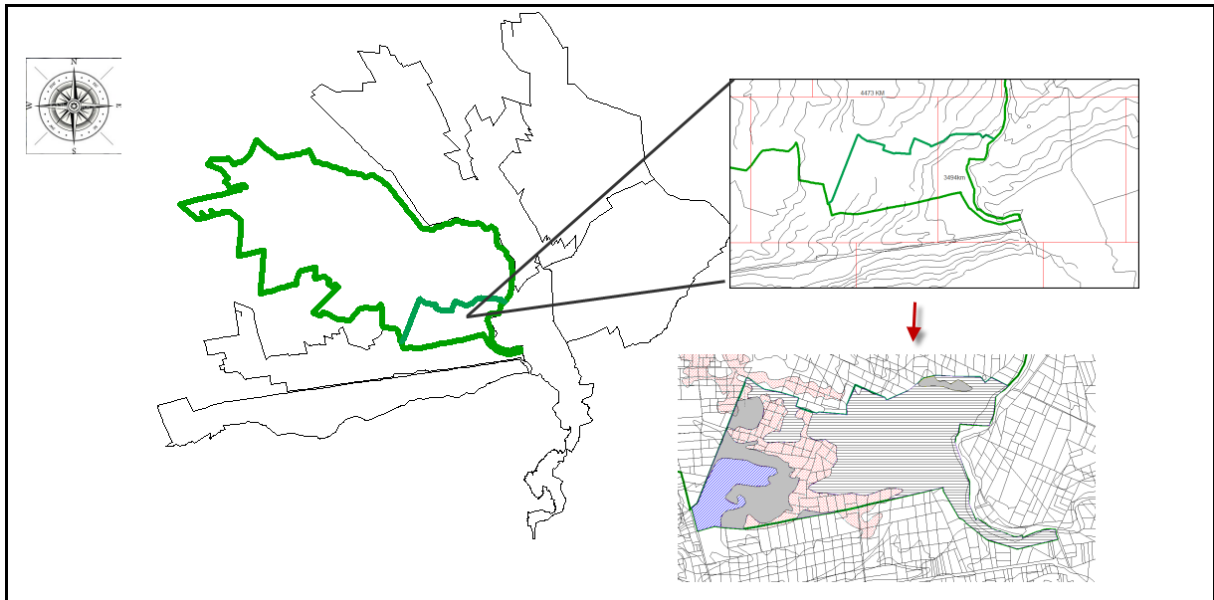
### **2-2-Choix du périmètre :**

Les travaux de réaménagement hydro agricole du périmètre de Habra sont répartis en 3 lots :

- Lot 1 : Ouvrage de prise et 'adduction

- Lot 2 : Réaménagement hydro agricole du périmètre Habra secteur (1,2et3) et Aire de Hacine secteur 8 soit une superficie à réaménager de **4 964 HA**
- Lot 3 : Réaménagement hydro du périmètre Habra secteur 4 sur **5007 Ha**

**Le périmètre sur le quel notre étude déroulera a une surface de 500.7 Ha et se situe sur le lot 3 illustré sur la figure 2 .**



**Figure 2: Choix du périmètre**

### **3-Wilaya de Mascara :**

La Wilaya de Mascara est parmi les wilayas qui occupent une position stratégique sur le plan économique et commercial faisant d'elle un carrefour dans l'ensemble régional Ouest et le Sud-ouest. Première vocation de la Wilaya de Mascara, l'agriculture est renommée pour l'abondance et la qualité de ses produits. Elle recèle d'importantes ressources naturelles. Toutes ces caractéristiques font de la Wilaya de Mascara un pôle très prometteur dans le domaine de l'investissement.



Figure 3:localisation géographique de la wilaya de MASCARA

La Wilaya de Mascara est située à l'Ouest de l'Algérie et à **360 km** de la capitale Alger. Elle s'étend sur un vaste territoire d'une superficie de **5.135 Km<sup>2</sup>**, compte **16 dairates** et **47 communes**. La Wilaya de Mascara est limitée à l'Est par les Wilayas de Tiaret et Relizane, à l'Ouest par la Wilaya de Sidi Bel abbès, au Nord par les Wilayas d'Oran et de Mostaganem et au Sud par la Wilaya de Saida. La population de la Wilaya de Mascara est estimée au 31/12/2012 à **861.790 habitants** avec un taux d'accroissement moyen de **1.99%**. La densité moyenne de la population est de **168 Hab. /Km<sup>2</sup>**.

#### **4-Réseaux hydrographique :**

Les nombreux Oueds s'épandent dans la plaine, en l'absence d'un lit bien défini. La basse plaine n'est ainsi qu'un vaste marécage.

Ce sont surtout les sédiments de cet oued et ses anciens cours qui ont remblayés la plaine de l'Habra, déterminant de ce fait la morphologie actuelle du terrain ainsi que la stratification capricieuse des terres.

#### **5-Infrastructures routières et ferroviaires**

La zone de projet est bien desservie par l'infrastructure routière, tant dans le réseau primaire par 5 routes nationales (RN4 : Oran – Alger ; RN6 : Sig – Mascara et RN17 : Mascara – Mohammadia –

Mostaganem ; RN 17A: Mohammadia – RN11 au niveau de la Macta via Fornaka et la RN 97 : Sig- Arzew) que dans le réseau secondaire (7 routes départementales : W6, W6A , W21,W22, W30, W41 et W92) ; ainsi qu'un réseau dense de chemins reliant toutes les agglomérations au réseau primaire et secondaire. Elle est également traversée par les lignes de chemins de fer Oran – Alger, Mohammadia –Béchar et Mohammadia –Mostaganem. En matière de desserte agricole on notera l'existence d'un important réseau de pistes agricoles souvent en terre et longeant les canaux principaux des deux périmètres (400 km environ).

### **6-Etude socio-économique :**

La population de la Wilaya est estimée à **896 602 habitants** en 2014. La population rurale représente 60%.l'impact de projet de réhabilitation de la plaine de Habra est :

- Développement des périmètres d'irrigation de la région.
- L'amélioration du niveau de vie des populations rurales.
- l'accroissement du revenu régional et création d'activités connexes liées à l'existence des chantiers.
- La création d'emplois lors de la réalisation du projet, et après le projet 7.000 emplois directs et 14.000 emplois indirects.

### **7- Caractéristiques physiques du milieu**

#### **Géomorphologie**

Les périmètres de l'Habra et Sig occupent dans le dispositif géomorphologique, entre les piémonts méridionaux et les dépressions septentrionales de la basse Macta. Ils correspondent en général aux zones d'épandage du réseau hydrographique drainant l'Atlas méridional des Béni Chougrane. L'irrégularité des écoulements, caractérisée par des crues violentes de courte durée et de longues périodes de "basses eaux" ou de rupture d'écoulement, est responsable de la "confusion" du modèle topographique de la plaine et de l'hétérogénéité des dépôts.

La principale dépression du périmètre de l'Habra est celle de Bou Henni : comprise entre les cônes de déjection des oueds Khrouf et Habra, elle contribue à leur drainage et à celui de la dépression moins individualisée située entre la ferme blanche et Mohammadia. Elle draine de nombreux talwegs et chabets et est elle-même drainée par l'oued Tinn.

### **8- Caractéristiques climatiques et stations représentatives**

Les périmètres Habra et Sig subissent l'influence du climat méditerranéen sec, favorable à toutes les cultures, et particulièrement maraîchères et arboricoles. Cependant, la présence du vent et, en particulier, du sirocco, constitue une contrainte à la mise en valeur

La conjugaison des températures journalières moyennes élevées, des longues heures d'ensoleillement, de la faible humidité relative à la mi-journée et de la vitesse modérée des vents, donne lieu à un climat à forte évaporation pendant les mois d'été. De ce fait, sans irrigation, seules les cultures résistantes au stress hydrique, de période végétative assez courte et à forte densité d'enracinement subsistent. Les stations climatiques existantes, possédant des données fiables, sont celles de Mostaganem, Oran et Mascara. Les deux premières étant situées en aval des périmètres étudiés, en zone côtière, tandis que celle de Mascara se trouve en amont, en zone montagneuse. La région d'étude s'intègre au Tell Oranais et est caractérisée par un climat semi-aride.

## 8-1-Pluie moyenne annuelle :

Tableau 1:La distribution moyenne mensuelle des précipitations

Année	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Moy,an
P <sub>moy</sub> (mm)	16.3	26.7	36.3	32.4	38.5	38.9	41.1	31.4	24.2	6.3	3.8	8.6	304.5

Source Anrh(1974-2004)

L'examen de la répartition mensuelle des précipitations, montre que la valeur maximale des précipitations est enregistrée au mois de Mars (41.1mm) ; la moyenne annuelle des précipitations est de l'ordre de 305 mm

Les caractéristiques géographiques de la station sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 2: cordonnées de la station de SIDI AHMED

Station	Latitude (x)	Longitude(y)	Altitude (z)	Code
SIDI AHMED	204.05	190.05	653	110509

Source :ANRH

## 8-2- Température de l'air

La distribution mensuelle de la température montre que les valeurs minimales se situent en janvier, entre 8 à 11°C et les maximales en août atteignant 23 à 25°C pour une moyenne qui décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer (16.8 au nord et 15.8 au sud). On distingue deux périodes dans l'année : une saison froide de novembre à avril (10.2 à 12.6 °C) et une saison chaude de mai à octobre (21 à 21.4 °C)

Tableau 3:Températures mensuelles

mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Ann
T°moy	11.7	12.5	14.5	16.3	19.1	23.2	25.5	26.4	23.5	20.3	15.2	12.5	18.4
T°max	22,0	22,4	24,5	29,6	31,3	39,1	40,7	41,3	37,7	39,2	30,2	19,5	31.5

T°min	4,5	3,0	8,0	8,0	9,1	12,4	17,9	17,8	15,7	13,3	6,2	4,6	10
-------	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	-----	-----	----

Source : ONM

### 8-3- Humidité relative :

L'humidité relative de l'air décroît du littoral vers l'intérieur (74 % à Oran, 75 % à Mostaganem et 70 % à Mascara). Les valeurs maximales sont atteintes durant les mois d'hiver (78 à 80 %); en été les plus faibles valeurs de l'humidité relative (54 à 61 %) sont enregistrées à Mascara alors qu'elles varient entre 69 à 71 % à Oran et Mostaganem.

Tableau 4:Humidité relative de l'air

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	An
H <sub>um</sub> (%)	78	77	74	68	69	66	66	67	60	74	76	79	72

Source : ONM

### 8-4- Vitesse du vent :

Les vitesses moyennes annuelles des vents sont comprises entre 1.1 m /s à Mostaganem et 2.4 m/s à Mascara.

Tableau 5:Vitesse du vent

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	An
V(m/s)	2.8	2.8	3.1	4.1	3.9	4	3.8	3.5	3.4	2.7	2.8	2.6	3.3

Source : ONM

### 8-5- Évaporation :

Les valeurs de l'évaporation moyenne mensuelle et annuelle des plans d'eau dans la région d'étude sont estimées à partir des données d'observation du bac Colorado au niveau du barrage Fergoug (le barrage le plus proche des plaines). L'évaporation moyenne annuelle est de 1411 mm.

Tableau 6: Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne en mm (méthode Piche)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	An
Evap(mm)	63.9	69	87.6	127.1	136.7	154	164.6	168.1	139.9	101.9	73.7	61.1	1347.5

Source : ONM 2012

L'évaporation est importante durant les mois de mai à septembre correspondant à un volume évaporé de 63.2 % et faible du mois de novembre à mars où le volume évaporé n'est que de 21.7 % ; les mois de novembre et avril constituant la transition entre ces deux périodes.

### 8-6 - Ensoleillement :

La quantité d'heures d'ensoleillement dans la région est élevée : la moyenne annuelle est respectivement de 8,44 et 8,23 heures par jour pour les stations d'Oran et de Mascara.

Tableau 7: Heures d'ensoleillement

Mois	Jan	Fe v	Mar	Avr	Ma i	Jui	Juil	Ao u	Sep	Oct	No v	De c	An
Heures d'ensoleillemen t	10. 1	11	11. 9	13. 1	14	14. 5	14. 3	13. 5	12. 4	11. 3	10. 3	9.8	146. 2

Source: ONM 2012

## 8-7- Évapotranspiration :

Tableau 8: Répartition mensuelle de l'évapotranspiration moyenne en mm (d'après

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	An
<i>ETp<sub>moy</sub>(mm)</i>	25,8	41	73,7	108,4	134,5	157,9	171,7	159,1	115,1	71,5	40,8	23,1	1122,8

Le maximum de l'évapotranspiration est atteint au mois de juillet avec 171,7 mm .Par contre, les mois de décembre, janvier et février enregistrent les plus faibles valeurs.

## 9-Classification du climat :

### 9-1-D'APRES L'INDICE D'ARIDITE DE MARTONNE :

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

Avec P: précipitation annuelle en mm. ; p = 300.4 mm  
T: Température moyenne en (°c). ; T = 16.3 °c

$$I_A = \frac{P}{T+10} = 11.42$$

$I_A = 11.42$
---------------

Tableau 9: Classification du climat

Valeur	Type de climat	Irrigation
$\leq 5$	Désertique	Indispensable
[5-10]	Très sec	Indispensable



[10-20]	Sec	Souvent indispensable
[20-30]	Relativement humide	Parfois utile
$\geq 30$	Humide	Utile

Selon la classification de Martonne; notre climat est sec, ce qui rend l'irrigation nécessaire.

### 9-2-Quotient pluviométrique D'Emberger :

Cet indice à pour but de détermination de l'étage bioclimatique. il est déterminé par la formule d'Emberger :

$$Q = \frac{100 * P}{\frac{M+m}{2} * (M-m)} = \frac{2000}{M^2 - m^2} * P$$

Avec

- Q : quotient pluviométrique d'Emberger.
- M : la moyenne des température du mois le plus chaud en kelvin .
- m : la moyenne des température du mois le plus frais en kelvin.
- P : pluviométrie annuelle en mm .

La formule est parfois adaptée sous la forme suivante (formule de Stewart) :

$$Q_2 = \frac{3,43P}{M - m}$$

P=300.4 mm

M=26.4°C

m=11.7°C

$Q_2 = 70.09$
---------------

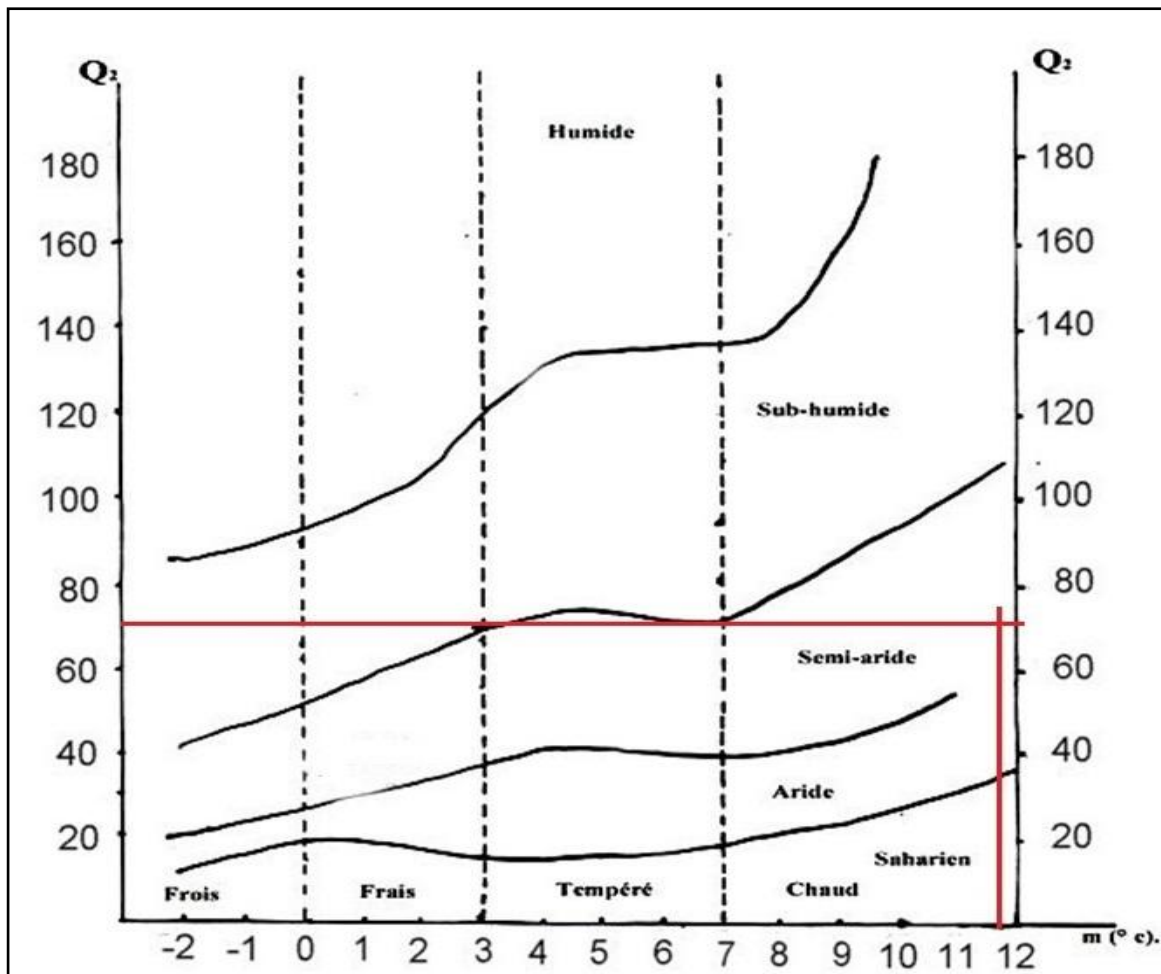


Figure 4:Diagramme bioclimatique

On se référant au diagramme bioclimatique la valeur de  $Q_2$  se trouve dans L'étage bioclimatique : semi- aride.

### 9-3-Diagramme ombrothermique de Gaussen:

Il s'agit d'un graphique permettant de définir les périodes sèche et humide de l'année.

On dit qu'on est en période sèche lorsque la valeur de la pluie exprimée en (mm) est Inférieure ou égale au double de la température moyenne exprimée en degré Celsius.

Tableau 10:Précipitation et température moyenne

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy,a n
Tair(°C)	11. 7	12. 5	14. 5	16. 3	19. 1	23. 2	25. 5	26. 4	23. 5	20. 3	15. 2	12. 5	18.4
Pluie moy(mm )	38. 5	38. 9	41. 1	31. 4	24. 2	6.3	3.8	8.6	16. 3	26.7	36. 3	32. 4	304.5

La figure ci après représente le diagramme bioclimatique Gaussen de notre zone D'étude :

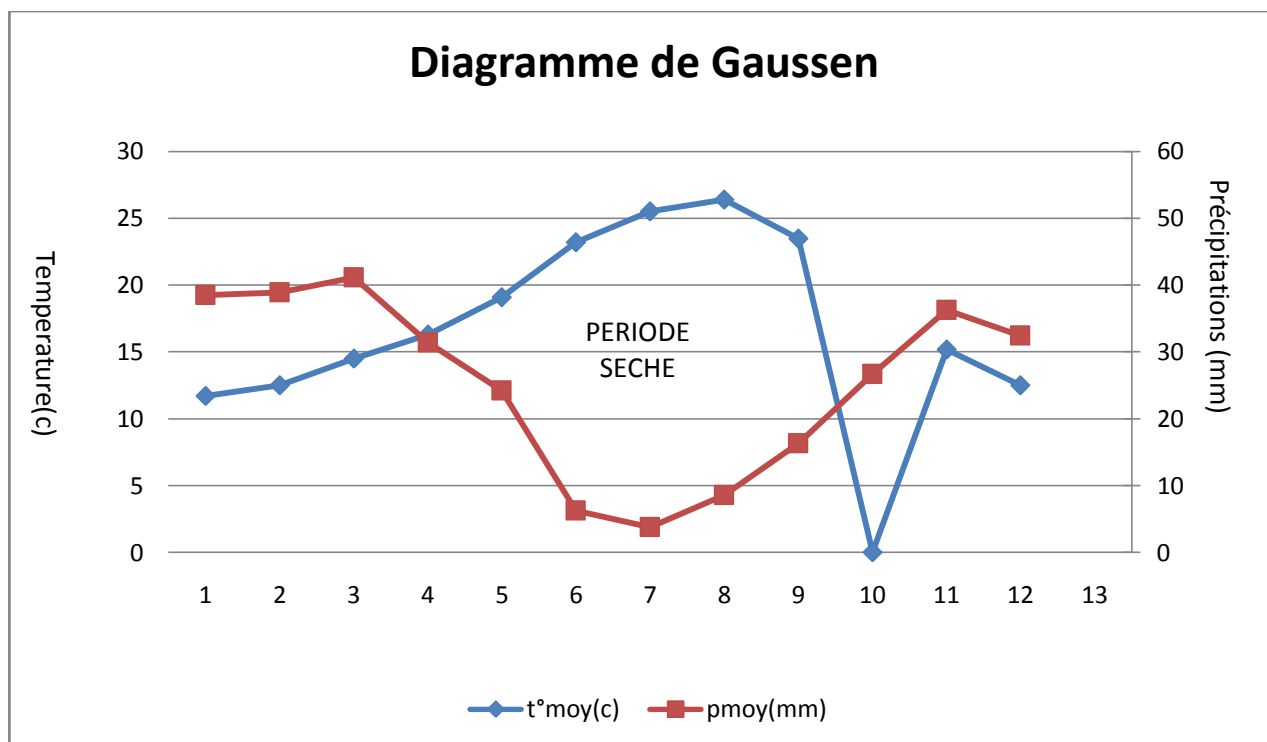


Figure 5: Diagramme bioclimatique Gausse

D'après la figure 5 on remarque que la période sèche dure environ 6 mois, elle s'étale du fin du mois d'avril jusqu'à la fin de septembre.

D'après ces classifications on constate qu'on dispose d'un climat semi-aride avec un hiver tempéré avec une période sèche d'environ 5 mois.

### 10-Qualité des eaux d'irrigation :

La qualité chimique de l'eau est un facteur important, qu'il convient d'évaluer soigneusement car il conditionne l'efficacité des irrigations.

La qualité chimique de l'eau a été étudiée à partir des données d'analyse, effectuées aux stations de mesure ( 11-15-18) au niveau du barrage Fergoug.

La composition chimique de l'eau dans cette retenue est dans le tableau ci-dessous :

Tableau 11: Composition chimique des eaux du barrage Fergoug

Teneur (mg/l)	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	Conductivité (ms/cm)	Résidu sec (mg/l)
Moy.	81	61	157	10	233	264	8	0.26	1.217	1030
Max.	148	98	290	16	392	576	16	0.68	2	1700
Min.	50	48	7	7	120	144	2	0.06	0.821	698

Source : ANBT juillet

#### ➤ 10-1-La conductivité électrique

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm.

On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique selon la classification américaine de l'eau d'irrigation.

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

L'irrigation se fait à partir du barrage de Triplex Ouzert-Bouhnifia-Fergoug

(**CE = 1,217ms/cm**), avec  $1 \text{ mS/cm} = 1 \text{ mmho/cm}$

Ce qui présente un risque à long terme, et ne convient que pour les plantes bien tolérantes.

➤ **10-2-Coefficient d'adsorption du Sodium (Sodium Absorption Ration S.A.R) :**

le SAR est le rapport d'adsorption du sodium (SAR) qui exprime l'activité relative des ions de sodium dans les réactions d'échange dans les sols. Cet indice mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium.

Le SAR est défini par l'équation suivante :

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

$[Na^{++}] = 157 \text{ mg/l} = 6.83 \text{ meq/l}$  (Sodium)

$[Ca^{++}] = 81 \text{ mg/l} = 4.05 \text{ meq/l}$  (Calcium)

$[Mg^{++}] = 61 \text{ mg/l} = 5.08 \text{ meq/l}$  (Magnésium)

SAR=3.2
---------

Classe	SAR	Danger
S1	$SAR \leq 10$	Faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Elevé
S4	$SAR > 26$	Très élevé

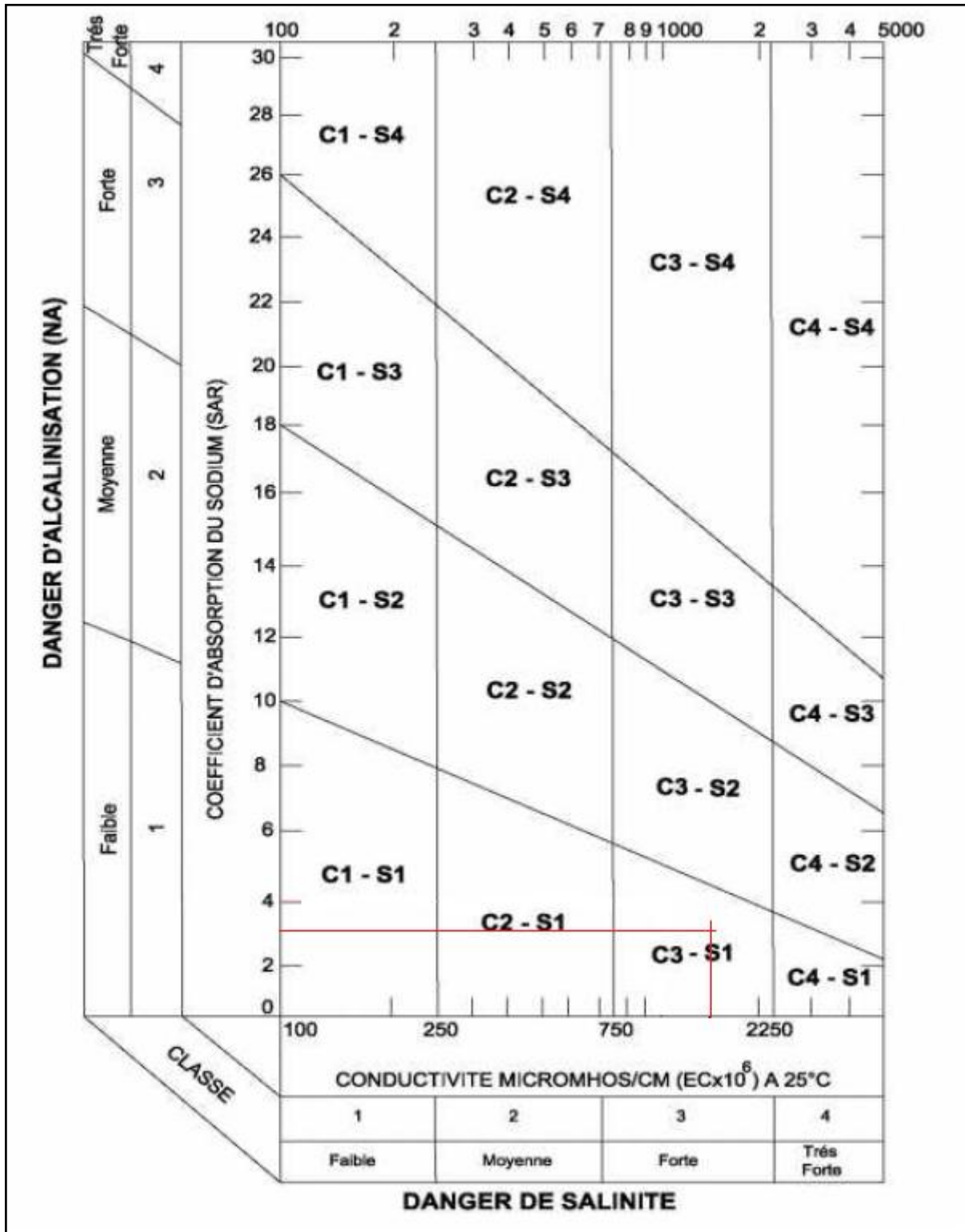


Figure 6: Diagramme de classification des eaux d'irrigation

En se référant au diagramme de classification des eaux d'irrigation (Fig.6),

On trouve qu'on est dans la Classe C3S1 avec un faible danger d'alcalinisation et un fort risque de salinité ce qui veut dire qu'on doit faire des précautions à court et à long terme et en se limitant à des plantes tolérantes .

### 11-Présentation du triplex :

L'irrigation de la plaine de Habra se fait à partir du triplex (Ouzert-Bouhnifia-Fergoug).

Les deux barrages de Bou Hanifia et de Fergoug s'inscrivent dans un système de gestion de la ressource en eau dénommé « triplex » du fait de la présence en série de trois barrages

- ✓ Barrage Ouzert
- ✓ Barrage Bou Hanifia
- ✓ Barrage Fergoug

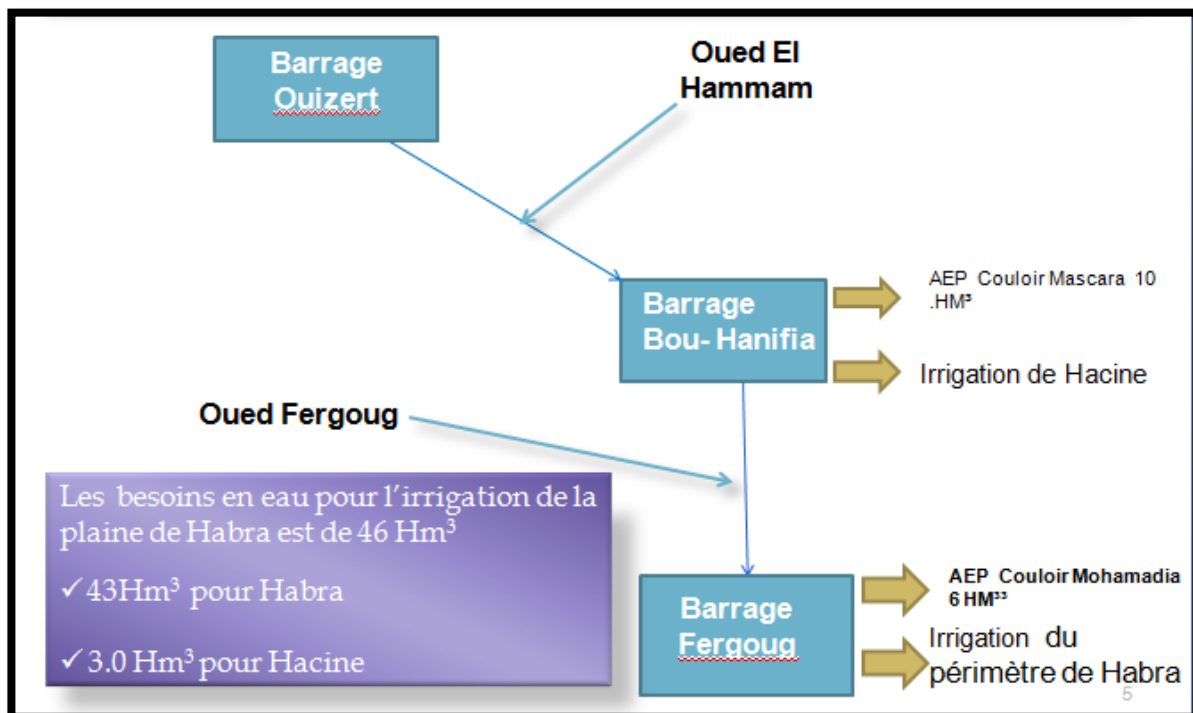





Figure 7:Schéma hydraulique du triplex (Ouzert-Bouhnifia-Fergoug)

Tableau 12: Présentation du Triplex

Barrage	Illustration
<p><b>Le barrage de Ouizert :</b>            situé sur l'oued Sahouat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Capacité : 100 Hm<sup>3</sup></li> <li>✓ Apport annuel : 84 Hm<sup>3</sup>/an</li> <li>✓ Destination : transfert des eaux vers le barrage de Bou Hanafia</li> </ul>	
<p><b>Le barrage de Bou Hanafia</b>            situé sur l'oued El Hammam a 4 Km en amont de la ville de Bou Hanafia et à 22 Km au Sud – Ouest de la ville de Mascara .</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Réalisé : 1940</li> <li>✓ rénové et réhabilité :1990</li> <li>✓ Capacité : 73 Hm<sup>3</sup></li> <li>✓ Apport annuel : 80 Hm<sup>3</sup>/an</li> <li>✓ Envasement : 0.73Hm<sup>3</sup>/an</li> </ul>	
<p><b>Le barrage de Fergoug</b>            construit sur l'oued de Habra en 1970 , à l'aval immédiat de la confluence des oueds El Hammam et Fergoug , situé à 10 Km au Sud de la ville de Mohammadia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Capacité : 18 Hm<sup>3</sup></li> <li>✓ Apport annuel : 56 Hm<sup>3</sup>/an</li> <li>✓ Envasement : 1.5 Hm<sup>3</sup>/an</li> </ul>	

**12-Conclusion :**

- A travers ce chapitre, nous avons dégagé les principales caractéristiques administratives et climatiques de notre région d'étude.
- De l'examen des données, il ressort que la région d'étude jouit d'un climat semi aride avec un régime pluviométrique variable en volume et en répartition dans le temps.
- L'année est caractérisée par un hiver froid et relativement pluvieux et un été sec.
- Vu l'aridité de la zone d'étude, l'irrigation représente donc un facteur décisif pour l'obtention de rendements acceptables des différentes cultures.
- Notre eau est caractérisée par une faible alcalinité et une forte salinité

### **1-Introduction :**

Le but principal de l'étude hydrologique est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donnée qui nous a conduits à calculer les besoins en eau des cultures implantées.



Le périmètre est situé dans une zone assez bien pourvue en stations pluviométriques qui fonctionnaient pendant de longues périodes ; cependant l'étude hydrologique ne concerne que la station la plus proche du périmètre.

## 2- Choix de la station pluviométrique:

L'analyse des données disponibles est le premier pas à franchir dans l'étude d'un projet d'irrigation. Pour cela, une série pluviométrique comportant les précipitations mensuelles pour la période la plus longue possible, alors on prend comme base de calcul la série pluviométrique de la station, sur une période de fonctionnement de 1974 à 2014 qui a été fournie par l'A.N.R.H d'Alger.

Tableau 13 :Caractéristiques de station pluviométrique (station SIDI AHMED)

Nom de la station	Latitude (x)	Longitude (y)	Altitude (z)	Code	Période d'observation	Durée
SIDI AHMED	204,05	190,05	653	110509	1974-2004	31

Source: l'A.N.R.H D'ALGER

Les pluies mensuelles de la station pluviométrique de « SIDI AHMED »ont données dans le tableau suivant :

Tableau 14:Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles

année	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Ann
1974	14	23.8	36.7	47.6	5	38.4	78.1	95	37.1	8.3	5.3	16.3	405.48

1975	5.4	1.2	59.5	21.9	48.9	105.1	15.2	62.3	66.4	6	6.7	2.6	401.20
1976	27.4	62.4	19.5	33.2	59.9	14.7	44.9	17.6	24.1	9.3	4.3	0	317.30
1977	0.6	41.7	42.5	16.5	81.5	12.4	60.6	49.4	15.1	0.5	0	0	320.80
1978	0	40.7	29.9	14.3	10.1	63.4	25.2	44.1	7.6	8.9	2	0.9	247.10
1979	20.7	45.8	46.3	81.5	21.6	32.2	75.4	19.6	21.5	4.3	0	0	368.90
1980	17.8	5.2	28	95.4	20.8	33	35.5	0	9.3	9.7	0.1	1.2	256.00
1981	0.2	5.9	0	32.1	16.3	38.9	14.1	57.4	42.8	10.2	0	0.4	218.30
1982	12.9	75.1	83	45.6	0	14.1	17.7	7.8	2.6	0	0	0	258.80
1983	0	0.2	10	46.2	26.1	41.9	28.1	10.4	0	8.7	2.1	0	173.70
1984	13.4	3.9	56.3	32	40.3	13.1	32.5	21.5	63.2	0	0	0	276.20
1985	12.9	12.1	66.9	25.6	46.6	76.9	46.3	31.4	5.1	14.3	0	9.4	347.50
1986	14.9	0	31.2	25.2	44.6	147.9	31.1	5.3	13.2	0.3	15.4	2.5	331.60
1987	14.8	21.3	32.3	29.3	43.4	11.6	17.6	18.7	11.7	2.1	0	0	202.80
1988	15.9	7.3	29.6	2.7	15.7	20	90.8	39.9	5	13.7	29.5	0	270.10
1989	25.8	8	15.7	12.1	71.8	0	12.3	47.4	58.9	8.7	1.6	8.6	270.90
1990	46.2	18.7	27.9	43.1	33.4	46.8	146.1	3.4	16.2	5.9	6.2	14.7	408.59
1991	16.9	55	23.1	18.4	18.4	9.3	78.8	60.3	68	19.8	0.7	16	384.70
1992	4.8	13.3	18.4	18.8	1.7	59.9	17.8	36.9	38	0.5	0	3.9	214.00
1993	18.1	19.3	40.1	20.1	53.2	35.7	2.9	43.3	6.1	0.7	6.7	0.5	246.70
1994	43.7	42.6	29.2	12.5	29.2	30	92.1	10.2	13.4	9.3	0	10.4	322.60
1995	10.7	48.9	16.3	47.6	85.5	91.7	57.3	66.1	28.4	22.3	16.5	4.2	495.50
1996	15.4	11.8	4.5	27.9	45	0	0	42.5	14.4	3.6	4.8	78.3	248.20
1997	50.5	14.7	47.1	39.6	14.7	31.4	11.6	12.5	40.4	0	7.7	9.8	280.00
1998	4.2	4.2	19.8	14.1	39.8	44.4	81	0	0.7	0	0	2	210.20
1999	48.8	35.8	36.2	82.2	35.3	0	9	14	15.5	0.9	1.8	2.4	281.90
2000	11.8	71.9	59.3	12.7	105	53	3.1	13.2	11.5	0.3	0	0.5	342.30
2001	23.8	23.8	70.2	27.9	1.7	12.8	22.9	56.1	51.9	1.5	0	10.3	302.90
2002	0.6	25.5	64.8	17	110.4	65	20.2	20.2	14.1	20.3	5.8	43.4	407.30
2003	0.9	31	32	29.3	44.1	28.3	80.3	57.7	46.2	3.9	0.3	29.7	383.66
2004	11.7	56	50	32.7	23.5	33.6	25.5	8.8	0.9	1.9	1	0	245.60
Moy	16.3	26.7	36.3	32.4	38.5	38.9	41.1	31.4	24.2	6.3	3.8	8.6	304.5



Source: l'A.N.R.H D'ALGER

Les résultats du tableau pendant la période 1974 –2005 montrent une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver.

### 3- L'homogénéité de la série pluviométrique :

L'homogénéisation des données est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquente. Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrie on procède au test de **Wilcoxon**, la vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous :

- On divise la série complète en deux sous série : **x** et **y** tel que : **N1** et **N2** représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries, considérant généralement **N1 > N2**.
- On constitue par la suite, la série **x** union **y** après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. À ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.
- **Wilcoxon** a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée avec :

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

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

Avec  $W_x$  : Somme des rangs de sous séries

$$W_{\min} = \left[ \left( \frac{(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - 1}{2} \right) - 1,96x \left( \frac{N_1 \times N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{0,5} \right]$$

$$W_{\max} = \left[ (N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - W_{\min} \right] \dots \dots \dots (III.2)$$

Le tableau suivant détaille le procédé de test d'homogénéité pour la station SIDI AHMED

Test d'homogénéité de la série pluviométrique

Tableau 15 :Test d'homogénéité de la série pluviométrique de SIDI AHMED

Rang	Série d'origine(mm)	Série X (mm)	Série Y (mm)	TRIE (mm)	X Union Y
1	405.48	405.48	408.59	173.7	X
2	401.2	401.2	384.7	202.8	X
3	317.3	317.3	214	210.2	Y
4	320.8	320.8	246.7	214	Y
5	247.1	247.1	322.6	218.3	X
6	368.9	368.9	495.5	245.6	Y
7	256	256	248.2	246.7	Y
8	218.3	218.3	280	247.1	X
9	258.8	258.8	210.2	248.2	Y
10	173.7	173.7	281.9	256	X
11	276.2	276.2	342.3	258.8	X
12	347.5	347.5	302.9	270.1	X
13	331.6	331.6	407.3	270.9	X
14	202.8	202.8	383.66	276.2	X
15	270.1	270.1	245.6	280	Y
16	270.9	270.9		281.9	Y
17	408.59			302.9	Y
18	384.7			317.3	X
19	214			320.8	X
20	246.7			322.6	Y
21	322.6			331.6	X
22	495.5			342.3	Y
23	248.2			347.5	X

24	280			368.9	X
25	210.2			383.66	Y
26	281.9			384.7	Y
27	342.3			401.2	X
28	302.9			405.48	X
29	407.3			407.3	Y
30	383.66			408.59	Y
31	245.6			495.5	Y

En calculant on a trouvé :

$N_1=15$  ;  $N_2=16$   $W_x=236$

$W_{\min}=220.08$

$W_{\max}=291.92$

$$W_{\min}=220.08 < W_x=236 < W_{\max}=291.92$$

DONC

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

La condition de **Wilcoxon** est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de **SIDI AHMAD** est homogène.

#### 4- Etude de l'échantillon et choix du type de loi d'ajustement:

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

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

**Pour les calculs on a utilisé le logiciel Hyfran**

#### **4-1-Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss (loi normale) :**

Le procédé de calcul consiste à:

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.

- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale (par la formule de Hazen par exemple).

-Variable réduite de gauss :  $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$

- Calcul des caractéristiques empirique de loi ( $\bar{X}$  ;  $\delta$  ;  $C_v$ ;  $CS=0$ ).

- Calculer le coefficient de variation :  $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$ .

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

$XP\% = \bar{X} + \delta * U_{p\%}$  Avec:

Avec :  $XP\%$ : précipitation de probabilité  $P\%$ .

$U_{p\%}$ : variable réduit de Gauss.

$\bar{X}$  : Moyenne arithmétique.

$\delta$  : Écart type

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies mensuelles de la station de **SIDI AHMAD** a la loi normale sont regroupés dans le tableau 4 et la figure 1 suivantes

Tableau 16:Les résultats d'ajustement à la loi normale(Gauss)

T = 1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)			
T	Q	$X_t$	Ecart-Type	Intervalle de confiance (95%)
10	0.9	402	18.5	366 - 438
5	0.8	368	15.9	337 - 400
2	0.5	305	13.6	278 - 331
1.25	0.2	241	15.9	209 - 272

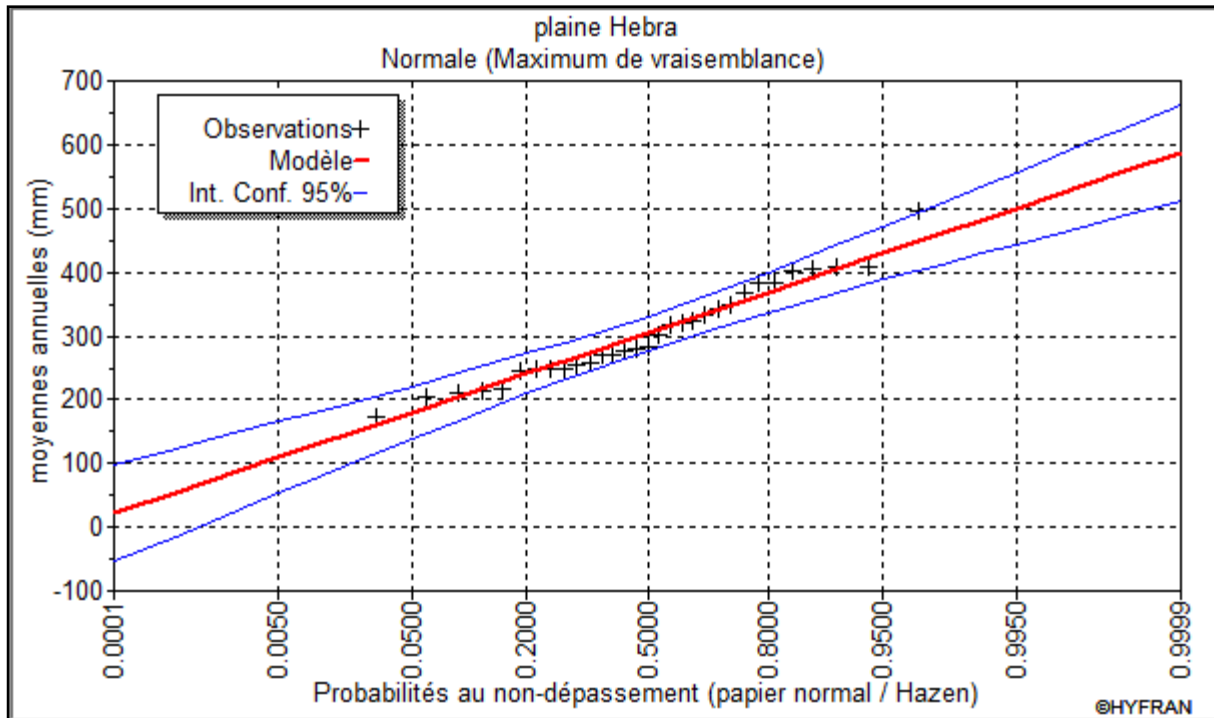


Figure 8: Allure des points sur le papier à probabilité d'ajustement à la loi normal (gauss)

#### 4-2-Ajustement a la loi log-normale (Galton) :

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

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

L'équation de la droite de Galton qui s'écrit comme suit :

$$\text{Ln}(X_p \%) = \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})} + \delta \text{Ln} * U_p \%$$

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

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

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

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

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

$U_p\%$ : variable réduite de Gauss.

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies mensuelles avec la loi log-normale de la station de **SIDI AHMAD** sont regroupés dans le tableau 5 et la figure 2 suivantes

Tableau 17: Résultats de l'ajustement à la loi log- normale(Galton)

T	Q	X <sub>t</sub>	Ecart -Type	int de conf(95%)
10	0.9	407	24.8	358 - 455
5	0.8	365	19.1	327 - 402
2	0.5	296	13.2	270 - 322
1.25	0.2	240	12.5	215 - 264

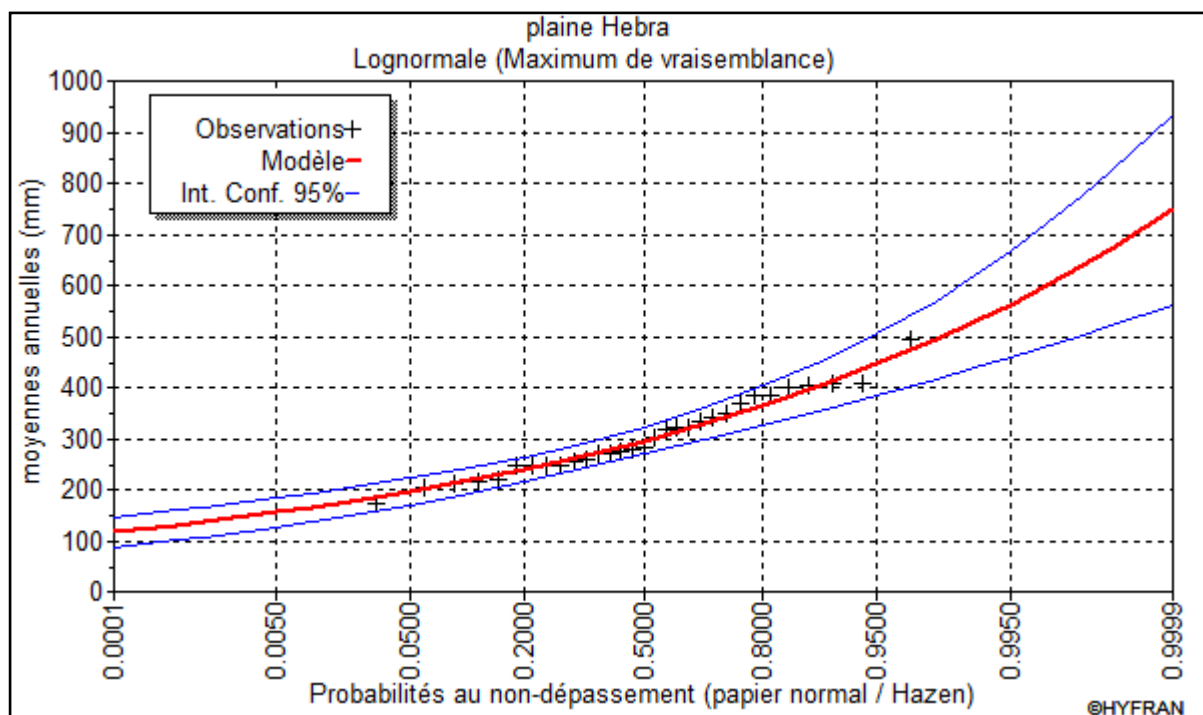


Figure 9:Allure des points sur le papier à probabilité d'ajustement à la loi log normal

#### 4-3-Test de validité des ajustements et choix de la loi :

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



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

On divise cet échantillon en un certain nombre de classes K contenant chacune  $n_i$  valeurs expérimentales. Le nombre  $V_i$  est le nombre théorique de valeurs sur un échantillon de N valeurs affectées à la classe i par la loi de répartition, donnée par la relation suivante :

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

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

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i}$$

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

Avec :

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

- On calcule  $\chi^2$ .
- On calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma$  :
- On détermine  $\chi^2$  théorique sur la table de Pearson

Avec :  $\chi^2$  théorique = g( $\gamma$ ,  $\alpha$ )

La loi est adéquate pour une erreur  $\alpha = 0.01$  si et seulement si :  $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$

Tableau 18:Table de Pearson de  $\chi^2$

$\alpha$	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.016	0.455	1.074	1.642	2.705	3.841	5.412	6.635	10.827
2	0.211	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	0.584	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	1.064	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	1.610	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	2.204	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	2.833	6.346	8.383	9.83	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	3.490	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	4.168	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877

Le test de validité de **Khi** carrée pour l'ajustement à la loi Normale et log normal est fait par le logiciel **Hyfran** nous donne.

Tableau 19:Test de validité des deux ajustements

Loi Normale		Loi Log-Normale	
Résultat de la statistique :	$\chi^2 = 2.19$	Résultat de la statistique :	$\chi^2 = 3.55$
p-value	$p = 0.7002$	p-value	$p = 0.4706$
Degrés de liberté :	4	Degrés de liberté :	4
Nombre de classes :	7	Nombre de classes :	7

D'après le tableau de Pearson  $\chi^2$  théorique=13.277

**Donc l'ajustement a considéré est l'ajustement a la Normale (Gauss)**

### 5-Détermination de l'année de calcul :

Puisque la loi de **GAUSS** est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région.

Comme nous sommes dans une région semi aride et que la pratique montre que pour ce type de climat la probabilité de calcul doit être prise entre 75% et 90%.

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

**Tableau 20:Précipitations mensuelles moyenne.**

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Ann
P <sub>moy</sub> (mm)	16.3	26.7	36.3	32.4	38.5	38.9	41.1	31.4	24.2	6.3	3.8	8.6	304.5

L'année de calcul est obtenue en appliquant la formule suivante :

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

D'après le Tableau 4 : Ajustement à la loi Log-Normal (Gausse) on a trouvé:

$$P_{\text{théorique de 50\%}} = 305 \text{ mm}$$

$$P_{\text{théorique de 80\%}} = 241 \text{ mm}$$

Alors

$$P_{\text{moy } 80\%} = 0.79 * P_{\text{moy-men}}$$

Donc le tableau de l'année de calcul est représenté dans le tableau suivant :

**Tableau 21:Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul**

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Ann
P <sub>moy80%</sub> (mm)	12.88	21.10	28.68	25.60	30.42	30.74	32.48	24.81	19.12	4.98	3.00	6.80	240.60

## **6-Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons traité les principales données hydrologiques qui nous aideront à connaître l'année de calcul pour la zone d'étude et on a déterminé les paramètres de calcul des besoins en eau du périmètre.

La loi qui s'ajuste le mieux c'est la loi Log-Normal

D'après l'analyse statistique des données hydrologiques le périmètre est caractérisé par une pluie moyenne annuelle est de 304.5mm, la pluie de 80% est de l'ordre de 241mm, la pluie de 50% est de l'ordre de 305 mm

## **1-Introduction :**

La quasi-totalité des sols de la plaine de l'Habra sont formés sur des sédiments à texture variable, d'apport alluvial, alluvio-colluvial ou plus rarement colluvial. La granulométrie du matériau parental devient de plus en plus fine au fur et à mesure que la pente diminue dans un sens général sud- nord. Les sols peu évolués occupent 14 062 ha sur les 19 480 ha cartographiés.

## **2-Caractéristiques du sol :**

**Il s'agit de sol sablo-limoneux, fertile de faible salinité, perméable avec une porosité atteignant les 50 %.**

### ➤ Sol colluviaux :

Les sols colluviaux ou de bas de pente sont formés à partir des matériaux arrachés par l'érosion aux pentes situées au-dessus. Ces sols sont le plus souvent dépourvus de nappe d'eau souterraine

### ➤ Sol alluviaux :

Les sols alluviaux caractérisent les dépôts récents réalisés par les rivières et les fleuves à la faveur des crues. Le plus souvent, ces sols sont pourvus d'une nappe fortement battante (en relation avec les crues et l'étiage du cours d'eau), la texture de ces sols est anisotrope (alternance sans ordre, ni de granulométrie, ni de nature, de divers matériaux (argiles, sables, graviers) ; une forte production d'humus doux (mull actif) sauf si les alluvions sont hydromorphes : nappe longtemps haute et à faible circulation.

Les sols alluviaux sont généralement fertiles et facile à cultiver : ils sont plats, de texture légère, riches en limons et bien alimentés en eau. Les sols alluviaux hydromorphes font souvent de bonnes prairies.

## ***2-1-Salinité des sols :***

Les 8 classes de salinité reconnues par les études pédologiques sont :

Classes	Sol
1	Salinité inférieure à 4 mmhos/cm
2	Salinité inférieure à 4mmhos/cm de 0 à 50 cm de profondeur et de 4 à 8 mmhos/cm en profondeur.
3	Salinité comprise entre 4 et 8 mmhos/cm.
4	Salinité de 4 à 8 mmhos/cm de 0 à 50 cm de profondeur et de 8 à 16 mmhos/cm en profondeur
5	Salinité de 8 à 16 mmhos/cm sur toute l'épaisseur
6	Salinité de 4 à 8 mmhos/cm de 0 à 50 cm de profondeur et supérieure à 16 mmhos/cm en profondeur.
7	Salinité de 8 à 16 mmhos/cm de 0 à 50 cm de profondeur et supérieure à 16 en profondeur.
8	Salinité supérieure à 16 mmhos/cm sur toute la profondeur.

- les classes 1 et 2 couvrent les 2/3 du périmètre; elles sont associées à l'oued Habra, et très étendues. La zone 1 s'étend d'amont en aval du périmètre.
- Ceci est à corrélérer avec le rôle de l'oued, les dépôts des alluvions récents et les écoulements non salés.
- Les sols de classe 3 peu salés (4 à 8 mmhos/cm) ne couvrent que 5 % de la plaine de Habra.
- Les sols les plus salés des classes 7 et 8 couvrent 13 % de la surface de la plaine de Habra

## **3-Zones homogènes de mise en valeur:**

Les 8 zones homogènes sont classées de A à H par ordre de priorité à l'aménagement hydro agricole. Les aptitudes culturales associées à chacune de ces catégories sont détaillées dans le tableau suivant :

Tableau 22:Zones homogènes de mise en valeur

Zones	Propriétés	Aptitude	Cultures		Aménagements éventuels
			Restriction	Exclusion	
<b>A</b>	Zones convenant bien à toutes cultures	En particulier Ag, Ol, AN			
<b>B</b>	Zones convenant bien à toutes les cultures non arboricoles, sauf olivier Salinité 4-8 mS/cm, surtout en profondeur (50 % de la superficie)	En particulier Ol, Ar, Ma, Fou, CH, OH et Ct	Ag, AN, AP		
<b>C</b>	Zones convenant bien à l'arboriculture Sols parfois de texture fine Salinité inférieure à 4mS/cm	En particulier Ag,Ol, AP et Ar, Ma, Fou, CH, OH et Ct	AN		
<b>D</b>	Zones convenant bien à toutes cultures avec réserves pour l'arboriculture Salinité 4-8 mS/cm (50 % de la superficie)	En particulier Ar, Ma, Fou, CH OH, Ct et AP	Ag, Ol, AN	Pommes de terre, haricots verts	Assainissement Drainage Dessalage
<b>E</b>	Zones ne convenant que moyennement à certaines cultures à cause des textures très fines Salinité inférieure à 4mS/cm	Toutes les cultures adaptées aux textures très fines Ar, Ma, Fou, CH, OH, Ct AP et Ol	Ag, AN, AP		Sous soulage ou ripage

Source :l'Onid

- Les cultures considérées sont :
- Agrumes (ag)
- Olivier (Ol)
- Arboriculture à noyau (AN)
- Arboriculture à pépins (AP)
- Artichauts (Ar)
- Maraîchages (Ma)
- Fourrages (Fou)
- Céréales d'hiver (CH)
- Orge d'hiver (OH)
- Coton (Ct)

La perméabilité du sol : dépend de la texture et de la structure. Il n'y a pas eu de mesures de perméabilité sur le terrain pour pouvoir la hiérarchiser par classes. Les classes suivantes sont théoriques (d'après la texture du sol, en mètre/jour) :

- Texture argilo-limoneuse, argile ou très argileuse : 0,001 à 0,2 m/j.
- Texture limono-argileuse : 0,1 à 0,8m/j.
- Texture limoneuse, équilibrée, sablo-argileuse : 0,3 à 0,4m/j.
- Texture limono-sableuse :0,8 à 9m/j.
- Texture sableuse : 2 à 10 m/j.

#### **4-Aptitude culturale :**

La répartition des sols du périmètre en fonction de son aptitude culturale est la suivante :

Zone homogènes	Pourcentage(%)	Surface(Ha)
A	53.19	266.32
B	21.78	109.05
D	16.12	80.71
H	8.91	44.65
Total	100	500.7



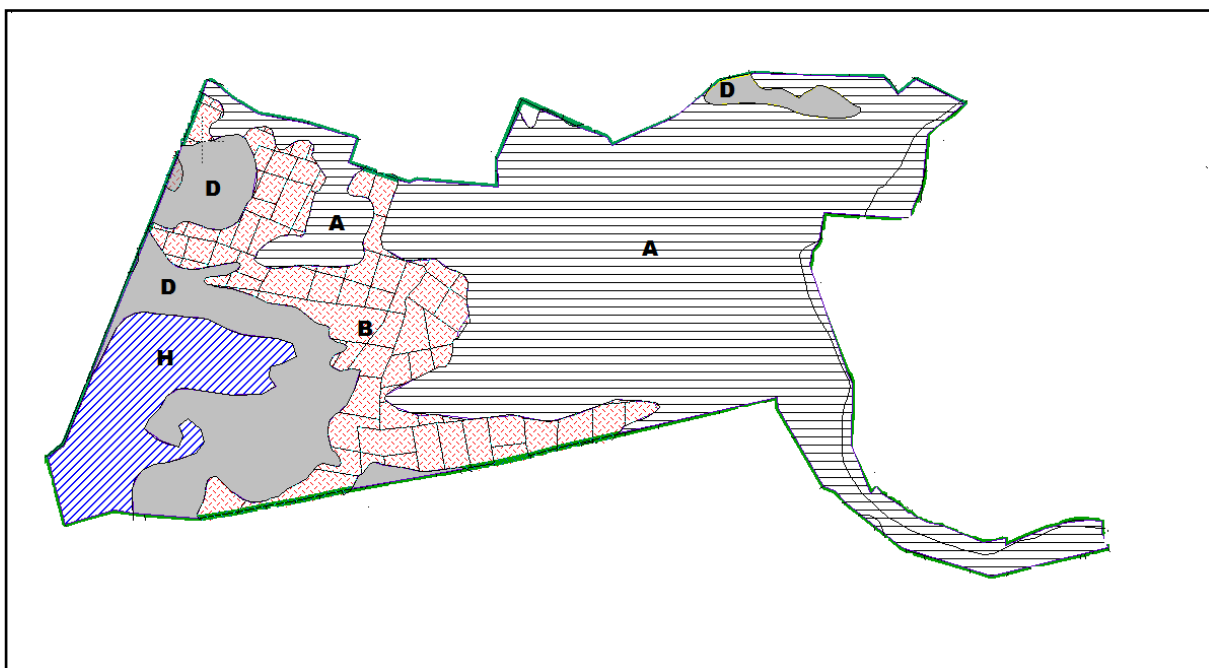


Figure 10:Aptitude culturale

### 5-Assolements préconisés :

Bien que le zonage des assolements ne soit pas recherché en général parce qu'il impose à l'agriculteur un plan de culture, mais dans le cas de la plaine de Habra, il est incontournable vu que la non exclusion des classes G et H n'est pas retenue des primes abords.

Ainsi, les sols des classes G et H sont d'offices affectés à la céréaliculture et aux fourrages. Les affectations des sols des zones homogènes de mise en valeur étant le suivant :

Tableau 23:Zone de mise en valeur de la plaine

Culture	A	B	C	D	E	F	G	H
Orge	-	-	-	-	-	-	X	X
Vesce-avoine	-	-	-	-	-	-	X	X
Blé	-	-	-	X	-	X	0	0
Maraichage	X	X	X	X	-	X	0	0
Artichaut	-	-	-	-	-	X	X	0
Agrumes	X	-	X	-	-	-	0	0
Olivier	X	X	X		-	-	-	0
Arboriculture	X	-	-	-	-	-	-	0

diverse								
---------	--	--	--	--	--	--	--	--

Avec :

X : aptitude sans restriction

- : aptitude avec restriction

0 : exclusion

### Plans de culture :

Sur la base des aptitudes culturales des sols et de l'objectif de reconstitution des vergers arboricoles constituant actuellement la plaine de Habra, les affectations des sols à réaménager retenu après la prise en considération des affectations induit par l'impact de l'autoroute Est-Ouest

Tableau 24: Occupation du sol

Cultures	Pourcentage(%)	Surface(Ha)
Agrumes	53.19	266.3
Oliviers	21.77	109.03
Blé	8.06	40.35
Tomate	1.61	8.1
Pomme de terre	4.84	24.21
Carotte	1.61	8.1
Orge	8.92	44.65
Total	100	500.7

### 6-Etude foncière :

L'étude foncière consiste à effectuer une enquête parcellaire systématique sur la base des plans disponible. L'objectif de l'opération est de préparer des plans parcellaires au, complétés par des états des parcellaires. La connaissance de cette situation permettra d'éclairer la conception du réseau de distribution qui d'alimentera des parcelles et des exploitations, et le plan d'implantation des bornes d'irrigation qui sera largement tributaire du plan parcellaire.

L'enquête a révélé l'existence de **76** parcelles sur notre périmètre étudié pour une superficie totale de 500.7 ha.

Plus de 50% des parcelles sont des EAC (Exploitation agricole collective) ce qui représente 81% de la surface total de notre périmètre, tandis que le reste de la surface (19%) sont des EAI (Exploitation agricole individuelle).

Tableau 25: Résultats de l'enquête foncière

Exploitants	parcelles		surface	
	Nombre	%	Ha	%
EAC	39	51.32	405.57	81
EAI	37	48.68	95.13	19
Total	76	100	500.7	100

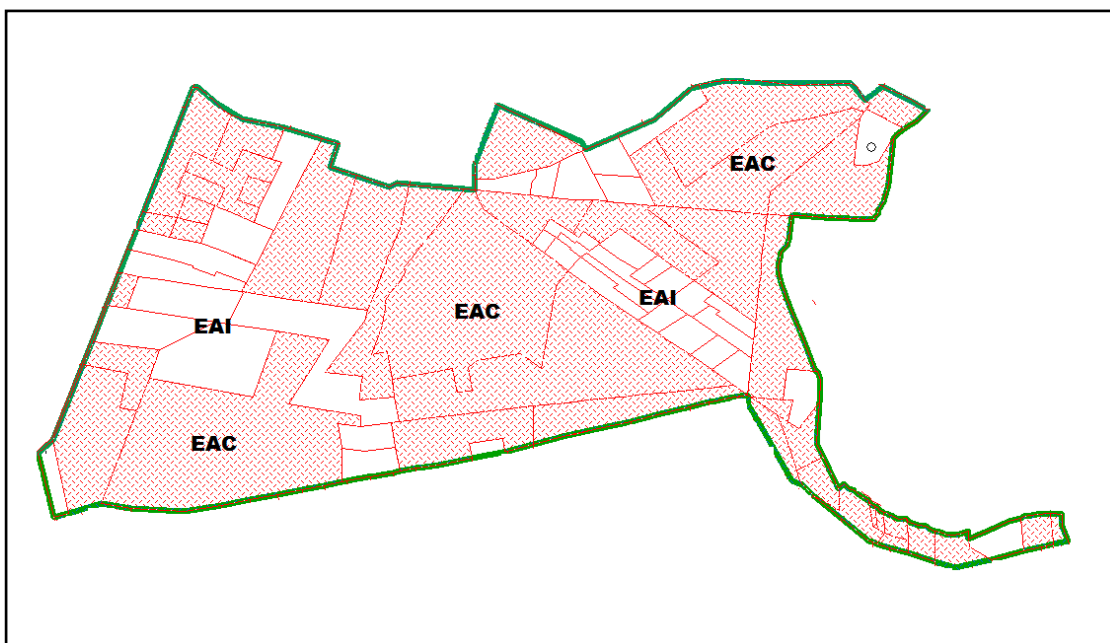


Figure 11: Répartition des EAI et EAC

La situation actuelle dans le périmètre de Habra est caractérisée par:

- ✓ Des sols alluviaux peu perméables généralement argileux

## **7-Conclusion :**

Le développement agricole de la zone d'étude par le biais de l'irrigation est une condition nécessaire du passage d'une agriculture traditionnelle et aléatoire à une agriculture moderne et sécurisée qui insufflera avec certitude un développement économique à toute la région.

Ce chapitre nous a permis de donner une image sur le type du sol ,l'aptitude culturale et le type de culture proposé sur notre périmètre .

Ces résultats nous permettent de projeter un schéma d'aménagement approprié en fonction de la réalité du terrain en tenant compte des différentes contraintes (d'ordre climatique, social et agrobiologique) qui peuvent être un handicap par la suite pour la réalisation ou l'exploitation du système d'aménagement futur.

## **1-Introduction :**

Le présent chapitre, se propose de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que les conditions climatiques, cultures envisageables, systèmes agronomiques, l'intensité culturale, potentialités des sols, disponibilité de l'eau, fertilité des sols, pratique culturale et méthodes d'irrigations.

L'occupation de notre périmètre est représentée sur le tableau suivant :

Tableau 26:Occupation du sol

Cultures	Pourcentage(%)	Surface(Ha)
Agrumes	53.19	266.3
Oliviers	21.77	109.03
Blé	8.06	40.35
Tomate	1.61	8.1
Pomme de terre	4.84	24.21
Carotte	1.61	8.1
Orge	8.92	44.65
Total	100	500.7

## **2-Le bilan hydrique:**

Le calcul du bilan hydrique estime l'écoulement et l'évaporation sur un pas de temps décadaire ou mensuelle en fonction du sol et de la météorologie.

Le sol a un impact important sur le bilan car il possède une capacité de stockage qui peut s'épuiser ce qui conduit au flétrissement des végétaux et ainsi à une baisse de l'évapotranspiration.

On peut schématiser le phénomène continu du cycle de l'eau en trois phases :

- les précipitations,
- le ruissellement de surface et l'écoulement souterrain,
- l'évaporation.

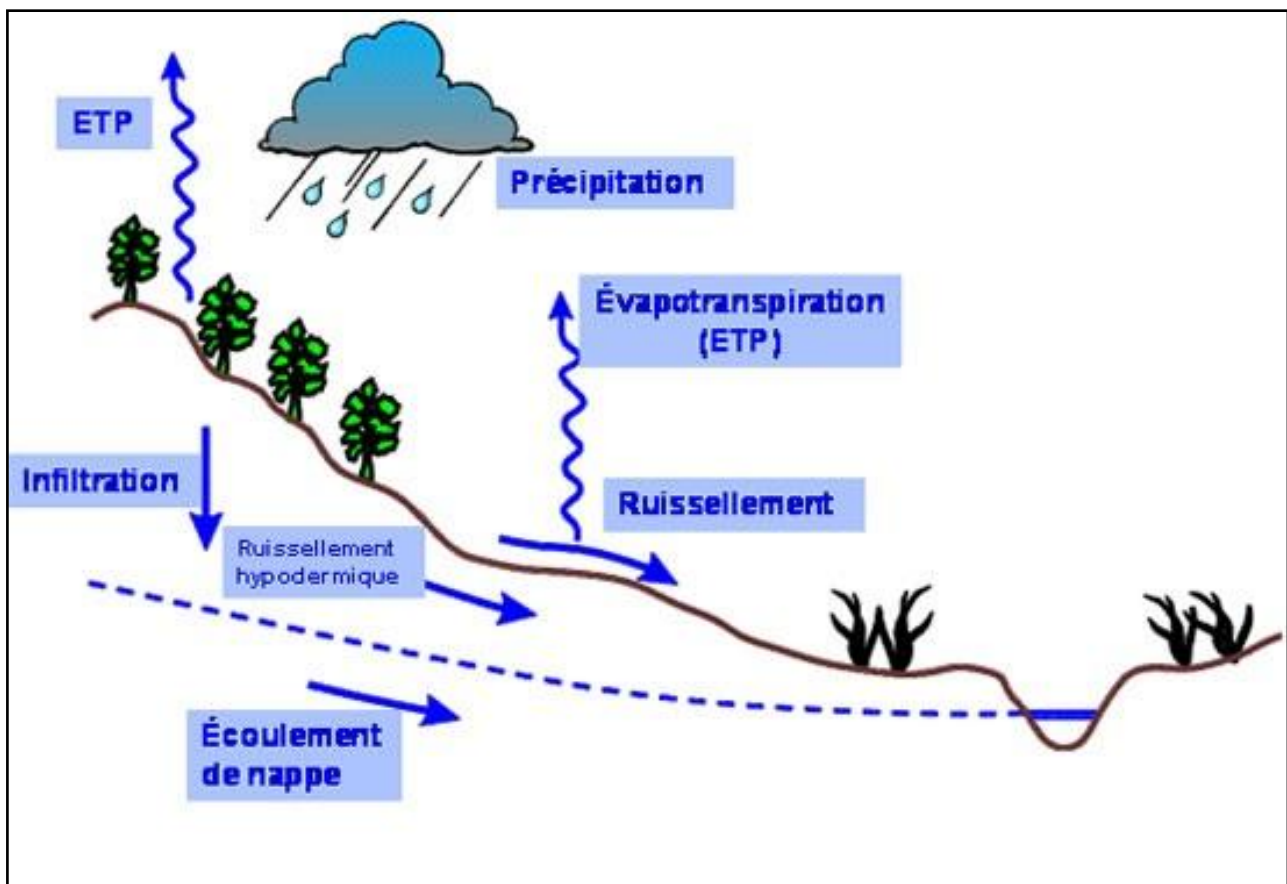


Figure 12:Schéma représentant le bilan hydrique

Il est intéressant de noter que dans chacune des phases on retrouve respectivement un transport d'eau, un emmagasinement temporaire et parfois un changement d'état. Il s'ensuit que l'estimation des quantités d'eau passant par chacune des étapes du cycle hydrologique peut se faire à l'aide d'une

équation appelée "hydrologique" qui est le bilan des quantités d'eau entrant et sortant d'un système défini dans l'espace et dans le temps. Le temporel introduit la notion de l'[année hydrologique](#).

Au niveau de l'espace, il est d'usage de travailler à l'échelle d'un bassin versant mais il est possible de raisonner à un autre niveau (zone administrative, entité régionale, etc.).

L'équation du [bilan hydrique](#) se fonde sur l'équation de continuité et peut s'exprimer comme suit, pour une période et un bassin donnés :

$$P + S = R + E + (S \pm \Delta S)$$

Avec :

- P : précipitations (liquide et solide) [mm],
- S : ressources (accumulation) de la période précédente (eaux souterraines, humidité du sol, neige, glace) [mm],
- R : ruissellement de surface et écoulements souterrains [mm],
- E : évaporation (y compris évapotranspiration) [mm],
- S + DS : ressources accumulées à la fin de la période [mm].

### **3-Besoin en eau du périmètre :**

Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme la dose apportée à la plante dans des moments propices, afin de mettre celles-ci dans les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal.

La pièce de base pour la quantification des besoins en eau du périmètre est le calendrier des cultures, établi par des agronomes. Il présente les différentes cultures occupant le sol à chaque instant de l'année, on prend soin d'indiquer le taux de surface couvert par chaque culture sur la base des enquêtes menées par les brigades concernées. L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique. Pour cela on définit :

#### **3.1L'évapotranspiration :**

L'évapotranspiration est un phénomène complexe intégrant à la fois, l'évaporation de l'eau du sol (phénomène physique) et la transpiration de la couverture végétale (phénomène physiologique). Donc on le considérant comme la totalité de la consommation d'eau d'une plante en place, à savoir, l'eau de constitution, l'eau de végétation et les consommations annexes (évapotranspiration directe du sol, herbes.....)

On distingue :

➤ **L'évapotranspiration de référence :(ET0 ou ETP)**

Cette l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau ou le sol est à sa capacité de rétention, autrement dit c'est la limite maximal de l'évapotranspiration.

On peut la définir comme étant le taux de l'évapotranspiration d'une surface du Gazon vert, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau.

➤ **L'évapotranspiration réelle :(ETR)**

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration le plus souvent, elle est inférieure à 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. Il est donné par suivant :

$$ETP_{CULTURE} = ET0 * KC$$

Avec :

KC : le coefficient cultural qui dépend du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatique qui y règnent.

**3.2 Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence :(ET0 ou ETP) :**

L'évapotranspiration potentielle peut être évaluée selon plusieurs possibilités parmi les quelles :

- L'évapotranspiromètre (mesure directe)
- Les stations expérimentales
- Méthode de bilan hydrique
- Méthode de bilan thermique.
- Formules empiriques. :Il existe plusieurs formules empiriques parmi les quelle
  - Formule de Blaney-Criddle
  - Formule de Turc
  - Formule d'Ivanov. (URSS)
  - Formule de Penman

Parmis ces formule on site les suivants :

**a) Formule de Blaney-Criddle :**

Elle a été établie et a donné des résultats satisfaisants pour les régions arides et semi-arides, s'exprime par la formule suivante :

$$ETP = (0,457T + 8,13) * K * P$$



Avec :

- ETP : Evapotranspiration potentielle en (mm/jour)
- P : Pourcentage de la durée mensuelle de l'éclairement rapporté à la durée annuelle et ne dépend que de la latitude.
- K : Coefficient variant en fonction de la culture et de la zone climatique
- T : Température moyenne mensuelle en (°c)

**c) Méthode de Penman & Monteith:**

Cette méthode est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considération l'effet de quelques paramètres météorologiques.

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

L'expérience a montré que l'expression obtenue, est valable pour les régions humides et aussi dans les régions très chaudes et semi-arides ; la formule de Penman & Monteith modifiée se présentant comme suit :

$$ET_0 = C \times [W \times R_n + (1 - W) \times F(u) \times (e_a - e_d)]$$

- ETO : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm/jou
- W: Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différentes températures et altitudes.
- Rn : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/Jour
- F (u) : Fonction liée au vent.
- e<sub>a</sub> : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibar
- e<sub>d</sub> : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence (e<sub>a</sub>-e<sub>d</sub>) constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide de logiciel **CROPWAT 8.0** fondé sur la méthode de Penman & Monteith, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la **FAO**, tenue à **Rome** en **Mai 1990**.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique et la méthode adoptée, emploie les informations homogènes ou fiable suivantes : (Chapitre1)

- **Température** : les températures moyennes sont données en Degré Celsius (°c).
- **Humidité de l'air** : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- **Insolation journalière** : donnée en heures d'insolation de (1 à 20 h).
- **Vitesse de vent** : la vitesse du vent peut être introduite en m/sec.

Dans le tableau1 nous représentons l'évapotranspiration de référence  $ET_0$  calculée à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0selon la formule de Penman modifié (ou Penman & Monteith).

The screenshot shows the 'ETo Penman-Monteith par mois' software interface. The title bar indicates the file path: 'C:\Users\Partenaire\_INF\Desktop\VRII.PEM'. The input fields are: Pays: 'algerie ;habra', Station: 'sidi ahmed', Altitude: '653 m.', Latitude: '35.57 °N', and Longitude: '0.35 °E'. Below the input fields is a table with 8 columns: Mois, Temp Min, Temp Max, Humidité, Vent, Insolation, Ray., and ETo. The table contains monthly data from January to December, with a final row for the 'Moyenne' (Average). The 'Ray.' and 'ETo' columns are highlighted in yellow.

Mois	Temp Min °C	Temp Max °C	Humidité %	Vent km/jour	Insolation heures	Ray. MJ/m²/jour	ETo mm/jour
Janvier	4.5	22.0	78	3	10.1	13.7	1.13
Février	3.0	22.4	77	3	11.0	17.4	1.80
Mars	8.0	24.5	74	3	11.9	22.2	2.94
Avril	8.0	29.6	68	4	13.1	27.0	4.26
Mai	9.1	31.3	69	4	14.0	30.1	5.06
Juin	12.4	39.1	66	4	14.5	31.4	5.95
Juillet	17.9	40.7	66	4	14.3	30.7	6.28
Août	17.8	41.3	67	4	13.5	28.1	5.83
Septembre	15.7	37.7	70	3	12.4	23.8	4.46
Octobre	13.3	39.2	74	3	11.3	18.7	3.38
Novembre	6.2	30.2	76	3	10.3	14.4	1.85
Décembre	4.6	19.5	79	3	9.8	12.5	0.96
<b>Moyenne</b>	<b>10.0</b>	<b>31.5</b>	<b>72</b>	<b>3</b>	<b>12.2</b>	<b>22.5</b>	<b>3.66</b>

Figure 13:Calcul de l'ETo et du rayonnement à partir du logiciel CROWPAT

### 3.3 Les Coefficients cultureux (K c) :

Les valeurs du coefficient cultural (KC) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante ; de la force du vent et de la valeur moyenne de l'humidités moyenne minimale de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, a partir du bulletin FAO

« irrigation et drainage », (voir annexe)

#### **4. Traitement des données pluviométriques :**

Afin d'estimer le déficit des précipitations pour les besoins en eau d'irrigation, une analyse statistique sera faite pour déterminer la fraction des pluies qui contribuent effectivement à couvrir les besoins en eau d'une culture, nous donnons quelques définitions des précipitations

##### **4.1. Précipitation moyenne mensuelle :**

Moyenne déterminée mathématiquement pour une série de relevé pluviométrique, la pluviométrie mensuelle moyenne

##### **4.2. Précipitation de projet : (ou l'année de calcul) :**

La quantité de précipitations sur la quelle on peut compter quatre années sur cinq, correspond à une probabilité de 80% et représente une année « Normale » Sèche, donc c'est la précipitation qui est utilisée dans le dimensionnement d'un réseau d'irrigation, appelé souvent précipitation de projet.

Tableau 27:précipitation mensuelles de l'année de projet

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Ann
$P_{\text{moy}80\%}$ (mm)	12.88	21.10	28.68	25.60	30.42	30.74	32.48	24.81	19.12	4.98	3.00	6.80	240.60

##### **4.3 Calcul de la pluie efficace :**

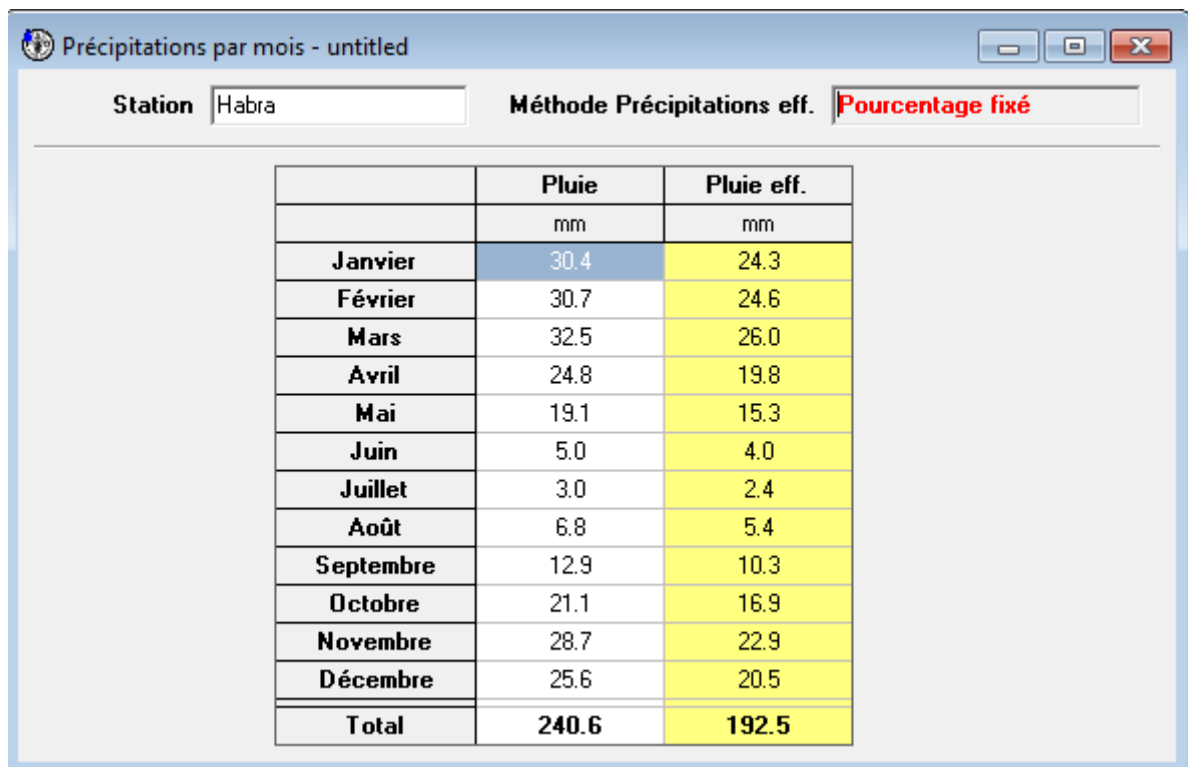
Pour tenir compte des pertes, le programme CROPWAT nous permettra de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après

déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, etc.....

Il est difficile d'évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits.

Par conséquent, en l'absence de telles données, nous utiliserons couramment des méthodes expérimentales, cas de la méthode pourcentage fixé. Dans notre cas on fixe le pourcentage à 80% (on considère que 20% de précipitations sont des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeur).

Les valeurs mensuelles **P80%** et **Peff** sont regroupées dans le tableau suivant :



	Pluie	Pluie eff.
	mm	mm
<b>Janvier</b>	30.4	24.3
<b>Février</b>	30.7	24.6
<b>Mars</b>	32.5	26.0
<b>Avril</b>	24.8	19.8
<b>Mai</b>	19.1	15.3
<b>Juin</b>	5.0	4.0
<b>Juillet</b>	3.0	2.4
<b>Août</b>	6.8	5.4
<b>Septembre</b>	12.9	10.3
<b>Octobre</b>	21.1	16.9
<b>Novembre</b>	28.7	22.9
<b>Décembre</b>	25.6	20.5
<b>Total</b>	<b>240.6</b>	<b>192.5</b>

Figure 14: Précipitation efficaces dans la zone de projet

### 5-La réserve facilement utilisable (RFU) :

La réserve utile c'est la quantité d'eau contenue dans la tranche de sol explorée par les racines, entre le point de ressuage et le point de flétrissement.

Mais les plantes ayant d'autant plus de mal à extraire l'eau que l'humidité qui s'approche du point de flétrissement, on considère donc la Réserve Facilement Utilisable (RFU). On considère généralement que la RFU correspond au 2/3 de la réserve Utile, selon le type de cultures.

On obtient donc :

$$\mathbf{RFU = (H_{cc} - H_{pf}) * Y * Z * d_a}$$

Avec :

- $H_{cc}$  et  $H_{pf}$  : sont les humidités du sol à la capacité au champ et au point de flétrissement ;
- $Y$  = degré de tarissement généralement égal à 2/3
- $Z$  : Profondeur d'enracinement (mm)
- $d_a$  : Densité apparente du sol

Lorsque les besoins en eau des cultures tout au long de leur phase de croissance sont connus, il reste à estimer les quantités d'eau d'irrigation à fournir au niveau de la parcelle. Pour ce faire, il est nécessaire d'en connaître les données pédologiques.

### **6-Calcul des débits spécifiques :**

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

$$q = \frac{B_m}{T \times t \times 3,6 \times K} \text{ l/s/ha}$$

- **B<sub>m</sub>** : Besoin mensuel maximum net, exprimé en m<sup>3</sup>/ha ;
- **T** : Temps d'irrigation par jour; égale à 24
- **t** : Nombre de jours du mois d'irrigation, exprimée en jour ; égale à 30 J
- **K** : Coefficient d'efficacité globale du système d'irrigation ≈ 0.75

### **7-Détermination des Besoin en eaux des cultures :**

Les Besoin en en eaux des cultures sont détaillés comme suit :

Tableau 28: Besoins en eau d'irrigation des Agrumes

AGRUMES	Sept	oct	nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
ET <sub>0</sub>	133.80	104.78	55.50	29.76	35.03	52.20	91.14	127.80	156.86	178.50	188.40	180.73
K <sub>c</sub>	0.90	0.90	0.80	0.80	0.75	0.75	0.50	0.55	0.60	0.80	0.90	0.90
ETM	120.42	94.30	44.40	23.81	26.27	39.15	45.57	70.29	94.12	142.80	169.56	162.66
P (mm)	12.88	21.13	28.63	25.63	30.38	30.75	32.50	24.75	19.13	5	3	6.75
P <sub>eff</sub> (mm)	10.30	16.90	22.90	20.50	24.30	24.60	26.00	19.80	15.30	4	2.40	5.40
P <sub>eff</sub> -ETM	-110.12	-77.40	-21.50	-3.31	-1.97	-14.55	-19.57	-50.49	-78.82	-138.80	-167.16	-157.26
RFU <sub>max</sub>	84.90	84.90	84.90	84.90	84.90	84.90	84.90	84.90	84.90	84.90	84.90	84.90
RFU	0	0	0	42.45	42.45	42.45	42.45	0	0	0	0	0

B <sub>net</sub> (mm)	110.12	77.40	21.50	0	0	0	0	50.49	78.82	138.80	167.16	157.26
B <sub>brute</sub>	146.83	103.20	28.67	0	0	0	0	67.32	105.09	185.07	222.88	209.68
B <sub>brute</sub> (m3)	1468.27	1032.03	286.67	0	0	0	0	673.20	1050.88	1850.67	2228.80	2096.76
Q <sub>spec</sub> (l/s/ha)	0.57	0.40	0.11	0	0	0	0	0.26	0.41	0.71	0.86	0.81

Tableau 29: Besoins en eau d'irrigation de l'Olivier

OLIVIER	Sept	oct	nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
ET0	133.80	104.78	55.50	29.76	35.03	52.20	91.14	127.80	156.86	178.50	188.40	180.73
K <sub>c</sub>	0.70	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75
ETM	93.66	68.11	36.08	19.34	22.77	33.93	59.24	83.07	117.65	133.88	141.30	135.55
P (mm)	12.88	21.13	28.63	25.63	30.38	30.75	32.50	24.75	19.13	5.00	3.00	6.75
P <sub>eff</sub>	10.30	16.90	22.90	20.50	24.30	24.60	26.00	19.80	15.30	4.00	2.40	5.40
P <sub>eff</sub> -ETM	-83.36	-51.21	-13.18	1.16	1.53	-9.33	-33.24	-63.27	-102.35	-129.88	-138.90	-130.15
RFU <sub>max</sub>	84.90	84.90	84.90	84.90	84.90	84.90	84.90	84.90	84.90	84.90	84.90	84.90
RFU	0.00	0.00	0.00	42.45	42.45	42.45	42.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B <sub>net</sub> (mm)	83.36	51.21	13.18	0	0	0	0	63.27	102.35	129.88	138.90	130.15
B <sub>brute</sub> (mm)	111.15	68.28	17.57	0	0	0	0	84.36	136.46	173.17	185.20	173.53
B <sub>brute</sub> (m3)	1111.47	682.76	175.67	0	0	0	0	843.60	1364.60	1731.67	1852.00	1735.30
Q <sub>sp</sub> (l/s/ha)	0.43	0.26	0.07	0	0	0	0	0.33	0.53	0.67	0.71	0.67

Tableau 30: Besoins en eau d'irrigation du Blé Tendre

BLE TENDRE	Sept	oct	nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
K <sub>c</sub>	0.00	0.00	0.30	0.30	0.50	0.51	1.15	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
ETM	0.00	0.00	16.65	8.93	17.52	26.62	104.81	127.80	156.86	178.50	0.00	0.00
P(mm)	12.88	21.13	28.63	25.63	30.38	30.75	32.50	24.75	19.13	5.00	3.00	6.75
P <sub>eff</sub>	10.30	16.90	22.90	20.50	24.30	24.60	26.00	19.80	15.30	4.00	2.40	5.40
P <sub>eff</sub> -ETM	10.30	16.90	6.25	11.57	6.79	-2.02	-78.81	-108.00	-141.56	-174.50	2.40	5.40
HZ (mm)	0.00	0.00	200.00	300.00	400.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	0.00	0.00
RFU	0.00	0.00	14.36	21.55	28.73	43.09	43.09	43.09	43.09	43.09	0.00	0.00
RFU <sub>reelle</sub>	0.00	0.00	0.00	10.77	10.77	14.36	21.55	0.00	0.00	0.00	43.09	0.00



B <sub>net</sub> (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.26	108.00	141.56	174.50	0.00	0.00
B <sub>brute</sub> (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	76.35	144.00	188.75	232.67	0.00	0.00
B <sub>brute</sub> (m <sup>3</sup> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	763.52	1440.00	1887.47	2326.67	0.00	0.00
Q <sub>sp</sub> (l/s/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.56	0.73	0.90	0.00	0.00

Tableau 31: Besoins en eau d'irrigation de l'Orge

BLE/ orge	Sept	oct	nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
K <sub>c</sub>	0	0	0.70	0.85	1.00	1.05	1.15	1.15	0.20	0	0	0
ETM	0	0	38.85	25.30	35.03	54.81	104.81	146.97	31.37	0	0	0
P(mm)	12.88	21.13	28.63	25.63	30.38	30.75	32.50	24.75	19.13	5.00	3.00	6.75
P <sub>eff</sub>	10.30	16.90	22.90	20.50	24.30	24.60	26.00	19.80	15.30	4.00	2.40	5.40
P <sub>eff</sub> -ETM	10.30	16.90	-15.95	-4.80	-10.73	-30.21	-78.81	-127.17	-16.07	4.00	2.40	5.40
HZ (mm)	0	0	200.00	300.00	300.00	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00	0	0
RFU	0	0	14.36	21.55	21.55	50.28	50.28	50.28	50.28	50.28	0	0
RFU_ réelle	0	0	0	10.77	10.77	10.77	25.14	0.00	0.00	50.28	50.28	0
B <sub>net</sub> (mm)	0	0	15.95	0	0	19.44	53.67	127.17	16.07	0	0	0
B <sub>brute</sub> (mm)	0	0	21.27	0	0	25.92	71.56	169.56	21.43	0	0	0
B <sub>brute</sub> (m3)	0	0	212.67	0	0	259.15	715.63	1695.60	214.29	0	0	0
Q <sub>sp</sub> (l/s/ha)	0	0	0.08	0	0	0.10	0.28	0.65	0.08	0	0	0

Tableau 32: Besoins en eau d'irrigation de la Pomme de terre

P.terre	Sept	oct	nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
K <sub>c</sub>	0	0	0	0	0	0	0.75	1.10	1.20	0.75	0	0
ETM	0	0	0	0	0	0	68.36	140.58	188.23	133.88	0	0
P (mm)	12.88	21.13	28.63	25.63	30.38	30.75	32.50	24.75	19.13	5.00	3.00	6.75
P <sub>eff</sub>	10.30	16.90	22.90	20.50	24.30	24.60	26.00	19.80	15.30	4.00	2.40	5.40
P <sub>eff</sub> -ETM	10.30	16.90	22.90	20.50	24.30	24.60	-42.36	-120.78	-172.93	-129.88	2.40	5.40
H (mm)	0	0	0	0	0	0	200.00	400.00	600.00	600.00	0	0
RFU	0	0	0	0	0	0	14.15	28.30	42.45	42.45	0	0
RFU_REELLE	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
B <sub>net</sub> (mm)	0	0	0	0	0	0	42.36	120.78	172.93	129.88	0	0
B <sub>brute</sub> (mm)	0	0	0	0	0	0	56.47	161.04	230.58	173.17	0	0
B <sub>brut</sub> e (m3)	0	0	0	0	0	0	564.73	1610.40	2305.76	1731.67	0	0

QSp(l/s/ha)	0	0	0	0	0	0	0.22	0.62	0.89	0.67	0	0
-------------	---	---	---	---	---	---	------	------	------	------	---	---

Tableau 33: Besoins en eau d'irrigation des tomates

Tomate	Sept	oct	nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
K <sub>c</sub>	0	0	0	0	0	0	0.50	0.80	1.05	0.75	0	0
ETM	0	0	0	0	0	0	45.57	102.24	164.70	133.88	0	0
P (mm)	12.88	21.13	28.63	25.63	30.38	30.75	32.50	24.75	19.13	5.00	3.00	6.75
P <sub>eff</sub>	10.30	16.90	22.90	20.50	24.30	24.60	26.00	19.80	15.30	4.00	2.40	5.40
P <sub>eff</sub> -ETM	0	0	0	0	24.30	24.60	-19.57	-82.44	-149.40	-129.88	2.40	5.40
H (mm)	0	0	0	0	0	0	200.00	700.00	1000.00	1000.00	0	0
RFU	0	0	0	0	0	0	14.15	49.53	70.75	70.75	0	0
RFU_REELLE	0	0	0	0	0	0	10.00	0.00	0.00	0.00	0	0
B <sub>net</sub> (mm)	0	0	0	0	0	0	9.57	82.44	149.40	129.88	0	0
B <sub>brute</sub> (mm)	0	0	0	0	0	0	12.76	109.92	199.20	173.17	0	0
B <sub>brute</sub> e (m3)	0	0	0	0	0	0	127.60	1099.20	1992.04	1731.67	0	0
QSp(l/s/ha)	0	0	0	0	0	0	0.05	0.42	0.77	0.67	0	0

Tableau 34: Besoins en eau d'irrigation des Carottes

CAROTTE	Sept	oct	nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
K <sub>c</sub>	0.80	1.00	1.10	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETM	107.04	104.78	61.05	22.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P (mm)	14.66	31.14	33.36	40.48	36.70	35.92	34.04	36.12	21.97	6.53	2.11	5.28
P <sub>eff</sub>	11.73	24.91	26.69	32.38	29.36	28.74	27.23	28.90	17.58	5.22	1.69	4.22
P <sub>eff</sub> -ETM	-95.31	-79.87	-34.36	10.06	29.36	28.74	27.23	28.90	17.58	5.22	1.69	4.22
H (mm)	200.00	400.00	500.00	600.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RFU	14.15	28.30	35.38	42.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RFU_REELLE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B <sub>net</sub> (mm)	95.31	79.87	34.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B <sub>brute</sub> (mm)	127.08	106.49	45.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B <sub>brute</sub> e (m3)	1270.83	1064.91	458.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QSp(l/s/ha)	0.49	0.41	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tableau 35: Récapitulation

Bnet (mm)	Sept	oct	nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	max
-----------	------	-----	-----	-----	-----	-----	------	-------	-----	------	------	------	-----

Agrume	110.12	77.4	21.5	0	0	0	0	50.49	78.82	138.8	167.16	157.26	167.16
Olivier	83.36	51.21	13.18	0	0	0	0	63.27	102.35	129.88	138.9	130.15	138.9
Ble tendre	0	0	0	0	0	0	57.26	108	141.56	174.5	0	0	174.5
Orge	0	0	15.95	0	0	19.44	53.67	127.17	16.07	0	0	0	127.17
P terre	0	0	0	0	0	0	42.36	120.78	172.93	129.88	0	0	172.93
Tomate	0	0	0	0	0	0	9.57	82.44	149.4	129.88	0	0	149.4
Carotte	95.31	79.87	34.36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95.31
Somme	288.79	208.48	84.99	0	0	19.44	162.86	552.15	661.13	702.94	306.06	287.41	702.94

➤ **Calcul du débit spécifique :**

D'après le tableau 10, les besoins de pointe correspondent au mois de juin, soient donc 702.94 mm/mois.

$$q = \frac{B_m}{T \times t \times 3,6 \times K}$$

$$q = \frac{702.94 \times 10 \times 1000}{24 \times 30 \times 3600 \times 0.75}$$

$$q = 3.62 \text{ l/s/ha}$$

Le débit spécifique calculé est très important, il est de 3.62 l/s/ha, ce débit dépasse les normes (1.5 l/s/ha), ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement. Dans ce cas, on a deux méthodes pour estimer le débit spécifique :

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

Dans notre cas, la culture la plus exigeante est le blé tendre (mois de juin), avec des besoins estimés à 174.5 mm/mois, le débit spécifique est donc :

$$q = \frac{174.5 \times 10 \times 1000}{24 \times 30 \times 3600 \times 0.75}$$

$$q = 0.9 \text{ l/s/ha}$$



### **9-Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons abordé en détail les besoins eau des cultures qui représentent la base de tout projet d'irrigation.

Après estimation des volumes nécessaires pour chaque culture, et en fonction des surfaces allouées à chaque culture, nous avons estimé les besoins en eau totaux pour le périmètre qui sont de l'ordre de : **4 491 915.51m<sup>3</sup>**.

### **1-Introduction**

Un réseau de distribution et d'irrigation est essentiellement constitué de canalisations généralement enterrées, livrant l'eau sous pression aux différents exploitation, par l'intermédiaire des bornes (prise) d'arrosages. Il doit être bien conçu pour pouvoir répondre à certaines exigences topographiques, techniques, hydrauliques et sécuritaires. Le système de distribution doit intégrer tous les aspects aussi bien opérationnels qu'hydrauliques, de manière à satisfaire aux exigences énoncées ci-dessus.

### **2- Découpage du périmètre en îlots d'irrigation :**

Par définition, l'îlot d'irrigation est la plus petite unité hydraulique indépendante, desservie par une borne d'irrigation, pour éviter tout conflit entre agricultures.

Les normes utilisées pour ce travail effectué dans le cadre de l'avant-projet sommaire sont rappelées ci-dessous :

- Les îlots d'irrigation sont constitués par le groupement de plusieurs parcelles existantes dont les limites ont été respectées.
- Dans toute la mesure du possible, chaque îlot d'irrigation est composé soit de parcelles privées seules, soit de parcelles domaniales seules.
- La délimitation des îlots à été effectuée de manière à leur donner une forme qui soit la plus régulière et la plus compacte possible, les limites des îlots coïncident généralement avec le tracé des voies de communication, on respectent les grandes lignes directrices du relief, lignes de crêt, thalwegs.
- La taille des îlots varie dans d'assez notables proportions, mais dans tous les cas, le débit d'équipement de l'îlots est compris entre 15 et 35 l/s. Il correspond à une main d'eau.(la surface optimale à donner à chaque îlot devrait avoir 15 à 20 ha).

\*Rappelons que le débit d'équipement d'un îlot se calcule en faisant la somme des débits des parcelles élémentaires qui le composent.

### **3-Plan de bornage :**

Les conditions d'accès à la prise d'irrigation par les irrigants, sont matérialisées sur le plan de bornage, appelé plan d'implantation des différentes bornes du réseau.

Ces dernier, est le résultat d'un compromis entre l'intérêt des utilisateurs qui souhaiteraient disposer d'une borne, idéalement situé par rapport à leurs îlots d'exploitation et celui du concepteur qui cherche à en limiter le nombre manière à diminuer le coût du réseau collectif.

En générale les bornes sont implantés en tête des îlots ou sur la partie ayant la plus haute cote pour desservir plusieurs îlots (4 ou 6 maximum) a partir de la même borne

Une borne d'irrigation comprend :

- Une vanne collective sur le corps
- Un compteur pour chaque prise
- Un limiteur de débit adapté à la surface souscrite à l'irrigation

Chaque borne, et même chaque sortie, doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire :

- laisser passer ou arrêter le débit.
- Régler ce débit, ou plus exactement le limiter au module.
- Régler la pression.
- Assurer le comptage de l'eau livrée.

#### **4-Trace du réseau de distribution :**

Une fois que le plan de bornage est établi, nous procéderons à la liaison, le plus économiquement possible, des différentes bornes et l'origine du réseau, le tracé exempté un réseau ramifier (ou palmé) qui conduit à un coût d'investissement optimum.

Pour l'établissement du tracé du réseau, il existe plusieurs méthodes :

##### **1 -Tracé par proximité :**

Nous rechercherons tout d'abord, le tracé de longueur minimum, ayant pour sommet les seules bornes du réseau.

##### **2 -Tracé à 120° :**

Dans ce tracé, les bornes d'irrigation sont reliées par deux segments, formant entre eux un angle de 120°.

##### **3- Tracé économique :**

Il s'agit d'un tracé semblable au précédent, mais la longueur des conduites des diamètres importants est réduite au dépend des conduites ayant un petit diamètre.

#### **5- Variante d'aménagement du périmètre d'étude:**

Pour l'aménagement de notre périmètre, vu le passage de la conduite d'adduction de barrage Fergoug , deux variantes s'imposent :

##### **Variante 01 :**

Dans cette variante, le périmètre est alimenté à partir d'un piquage direct sur la conduite d'adduction qui relie le barrage Fergoug avec le périmètre Habra

Dans ce cas, le périmètre d'irrigation projeté est constitué de :

D'un réseau de conduites en PEHD PN 16, alimentant les bornes d'irrigation comprenant une ou plusieurs sorties, chaque borne d'irrigation est conçue pour irriguer un îlot comprenant une ou plusieurs parcelles.

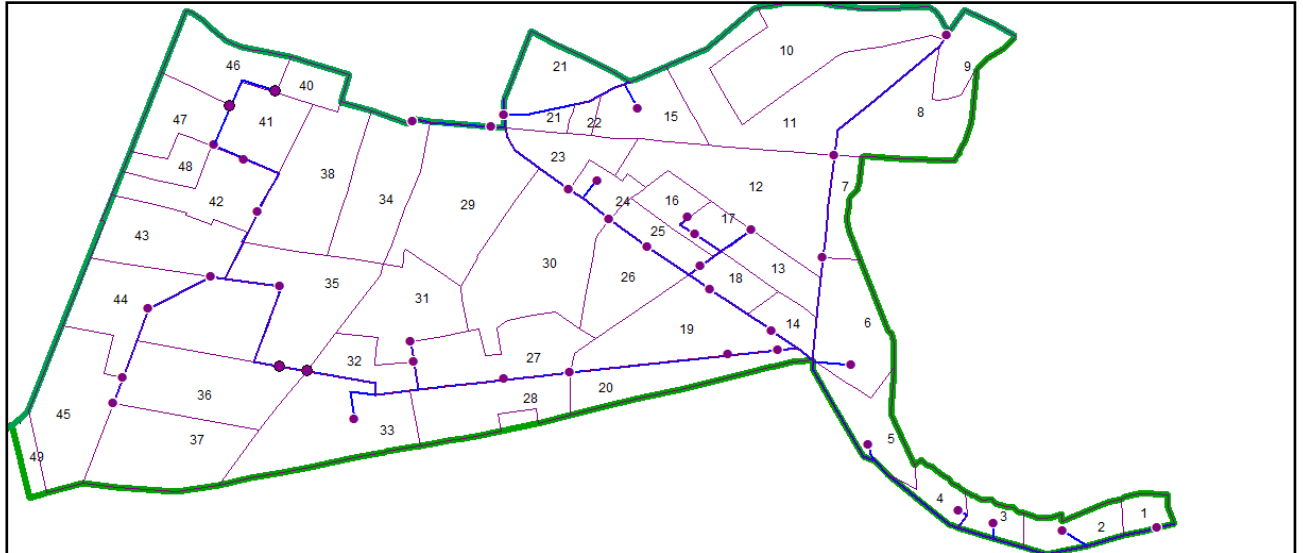


Figure 15:Tracé du réseau d'adduction sur le périmètre

## Variante 2 :

C'est une variante relativement classique, qui consiste en la réalisation d'un périmètre d'irrigation

classique constitué :

- D'un réservoir de mise en charge
- Une conduite de distribution gravitaire en PEHD issue du réservoir de mise en charge sur un même linéaire et se raccordant au réseau d'irrigation.
- Une station de pompage à côté du point de piquage ; cette station de pompage sera équipée de groupe électropompes.
- Une conduite de refoulement en PEHD reliée à un réservoir.

La distribution à partir d'un réservoir de mise en charge est proposée pour couvrir toute la superficie du et assurer une pression suffisante a notre système d'irrigation .

## 6 -Calcul des des bornes:

### 6.1-Débits:

Le débit de chaque borne alimentant l'îlot, est donné par l'expression suivante :

$$q_c = q_s * S$$

Avec :

- $q_c$  = Débit caractéristique (l/s)
- $q_s$  = Débit spécifique moyen (l/s/ha)
- $S$  = Superficie de l'îlot (ha)



**Données:**

Notre débit spécifique est évalué à **0.99 l/s/ha**.

La surface du périmètre est égale à 500.7 Ha

Donc le besoin de la totalité du périmètre est estimé à :

$$q = 0.9 * 500.7 = 450.63 \text{ l/s}$$

<b>q=450.63 l/s</b>
---------------------

**6.2-Diamètres :**

le diamètre de la borne est choisie en fonction de son débit qu'elle véhicule, illustré sur le tableau suivant :

Tableau 37:Diametre de la borne selon le debit vehiculé

Débit fourni(l/s)	Diamètre de la borne(mm)
8<	65
[8-20]	100
[20-25]	150
>25	200

le tableau suivant représente les surfaces et les débits des différents ilots et leurs parcelles :

Tableau 38:Caractéristiques des ilots

0.5	Surface (Ha)	Nombre de parcelle	Débit (l/s)	D borne	N ilot	Surface (Ha)	Nombre de parcelle	Débit (l/s)	D borne
1	2,69	2	2,4	65	25	4,52	4	4,1	65
2	5,39	3	4,9	65	26	10,23	5	9,2	100
3	3,33	4	3	65	27	13,33	11	12	100
4	3,4	4	3,1	65	28	11,45	5	10,3	100
5	7,96	4	7,2	65	29	22,07	11	19,9	100
6	12,32	7	11,1	100	30	23,76	11	21,4	150
7	4,17	2	3,8	65	31	12,71	8	11,4	100
8	13,92	5	12,5	100	32	5,63	2	5,1	65
9	5,99	2	5,4	65	33	19,25	6	17,3	100
10	19,78	9	17,8	100	34	13,94	8	12,5	100
11	23,98	10	21,6	150	35	16,7	5	15	100
12	22,23	9	20	150	36	16,88	3	15,2	100
13	5,48	5	4,9	65	37	16,32	1	14,7	100
14	3,55	3	3,2	65	38	16,86	8	15,2	100
15	8,82	3	7,9	65	39	12,63	1	11,4	100
16	4,24	4	3,8	65	40	3,88	3	3,5	65
17	2,8	3	2,5	65	41	8,29	7	7,5	65
18	3,99	3	3,6	65	42	10,3	8	9,3	100
19	15,56	8	14	100	43	12,86	6	11,6	100
20	10,01	5	9	100	44	11,32	3	10,2	100
21	10,88	2	9,8	100	45	15,61	1	14	100
22	/	/	/		46	9,43	8	8,5	100
23	6,63	3	6	65	47	7,5	6	6,8	65
24	3,39	6	3,1	65	48	4,02	5	3,6	65
49	0,7	1	0,6	65					

## **7-Calcul hydraulique des canalisations:**

### **7.1-Type de matériaux**

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique.

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : la fonte, le PVC, le PEHD et le Béton Précontraint.

- **fontes** : Généralement utilisées dans l'AEP pour ses avantages
  - Bonne étanchéité.
  - Bonne résistance aux efforts.
  - Bon coefficient d'écoulement.
- **Acier** : fabriqués soit par laminage à chaude sans soudure, soit à partir de tôles roulées et soudées longitudinalement. L'assemblage se fait généralement par soudure à l'arc électrique. Les conduites en Acier sont utilisées lorsqu'on a une pression importante, elles présentent également un bon coefficient d'écoulement hydraulique et une bonne étanchéité.
- **Amiante Ciment** : constitués d'un mélange de fibres d'amiante diffusé dans le ciment portland. il présente les avantages suivantes :
  - Bon coefficient d'écoulement dû au parois lisses.
  - Bonne résistance due aux fibres d'amiante.
  - Grande résistance à la corrosion chimique.
- **Béton-armé** : Ces conduites sont caractérisées par de gros diamètres du fait qu'elles évacuent des débits très importants. Elles présentent les qualités suivantes :

-Durabilité sans aucun entretien.

-Etanchéité satisfaisante pour le béton précontraint.

- **Matière plastique** : ces conduites ont comme caractéristiques, la flexibilité et la légèreté qui facilitent leur transport et leur déplacement. Très souvent on utilise les conduites en P.V.C qui sont légers et souples et peuvent supporter de grandes pressions.

Le dimensionnement optimal des canalisations est une des problématiques auxquelles doit résoudre l'ingénieur. Dans un souci technico-économique, les dimensions des conduites doit répondre aux normes hydrauliques.

### **7.2-vitesses admissibles:**

La fixation d'un seuil de vitesse permet de lutter

- Contre l'érosion des matériaux en cas de vitesses importantes.
- Contre les dépôts solides dans le cas de vitesse faibles.

La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s, comme vitesse minimale, et 2.0 m/s comme vitesse maximale.

Dans notre étude, on prend une vitesse dans la conduite égale à 1.25 m/s

### 7.3- Calcul des diamètres :

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

La formule de continuité nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}}$$

Avec :

- **Q** : débit, exprimé en (m<sup>3</sup>/s) .
- **D**: diamètre exprimé en (mm).
- **V** : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.25 m/s

Tableau 39: Calcul des diamètres

ID Arc	Longueur(m)	Débit(l/s)	Dint (mm)	DN	Vitesse(m/s)	Perte-charge(m)
Tuyau 1	287	438,6	572,8	630	1,7	1,07
Tuyau 2	282	433,7	572,8	630	1,68	1,03
Tuyau 3	147	430,7	572,8	630	1,67	0,53
Tuyau 4	404	427,6	572,8	630	1,66	1,44
Tuyau 5	489	420,4	572,8	630	1,63	1,69
Tuyau 6	74	348,2	572,8	630	1,35	0,18
Tuyau 7	197	216,3	572,8	630	0,84	0,19
Tuyau 8	627	202,3	454,6	500	1,25	1,70
Tuyau 9	263	193,3	454,6	500	1,19	0,65
Tuyau 10	340	183	454,6	500	1,13	0,76
Tuyau 11	113	171	454,6	500	1,05	0,22
Tuyau 12	166	154,5	363,7	400	1,49	0,83
Tuyau 13	310	137,2	363,7	400	1,32	1,23
Tuyau 14	112	122	363,7	400	1,17	0,36
Tuyau 15	419	107	363,7	400	1,03	1,03
Tuyau 16	216	95,6	286,4	315	1,48	1,43
Tuyau 17	345	50,5	227,3	250	1,24	2,17
Tuyau 18	279	38,9	181,8	200	1,5	3,29
Tuyau 19	291	28,7	181,8	200	1,11	1,91
Tuyau 20	112	14,7	113,6	125	1,45	2,22
Tuyau 21	120,7	131,9	363,7	400	1,27	0,44
Tuyau 22	290,7	128,7	363,7	400	1,24	1,02
Tuyau 23	105,5	125,1	363,7	400	1,2	0,35
Tuyau 24	195,4	93,9	363,7	400	0,9	0,38
Tuyau 25	184,7	80,6	286,4	315	1,25	0,88
Tuyau 26	133,4	59,2	227,3	250	1,46	1,14
Tuyau 27	65,2	56,1	227,3	250	1,38	0,50

Tuyau 28	362	50,1	227,3	250	1,23	2,24
Tuyau 29	51,3	32,4	181,8	200	1,25	0,43
Tuyau 30	245	12,5	113,6	125	1,23	3,56

Tableau 40: Suite tableau 2

ID Arc	Longueur(m)	Débit(l/s)	Dint (mm)	DN	Vitesse(m/s)	Perte-charge(m)
Tuyau 31	406	61,1	227,3	250	1,51	3,68
Tuyau 32	407	57,3	227,3	250	1,41	3,26
Tuyau 33	668	23,2	145,4	160	1,4	9,08
Tuyau 34	113	16,5	145,4	160	0,99	0,80
Tuyau 35	78	11,4	113,6	125	1,12	0,95
Tuyau 36	173	17,3	145,4	160	1,36	2,63
Tuyau 37	295	45,1	227,3	250	1,11	1,49
Tuyau 38	333	29,9	181,8	200	1,15	2,37
Tuyau 39	129	22,4	145,4	160	1,35	1,64
Tuyau 40	155	31,2	181,8	200	1,2	1,20
Tuyau 41	149	20	145,4	160	1,2	1,52
Tuyau 42	120	6,3	81,8	90	1,2	2,49
Tuyau 43	115,7	3,8	66,6	75	1,09	2,59
Tuyau 44	50,8	17,7	145,4	160	1,07	0,41
Tuyau 45	608	7,9	100	110	1,01	7,01
Tuyau 48	100	12	113,6	125	1,18	1,34
Tuyau 49	100	3,5	66,6	75	1	1,92

Le calcul du diamètre a été fait par la loi de continuité. La vérification de la vitesse réel d'écoulement et le calcul de perte de charge a été fait avec le logiciel EPANET par la formule de Hazan-Williams ,pour des diamètres normalisés.

$$Hf = 10.675. L \left( \frac{Q}{Ch_w} \right)^{1.852} \frac{1}{D^{4.87}}$$

$Ch_w$ : coefficient de perte de charge dépend du type de matériau

[30 -150] pour le PEHD et la fonte.

#### 7.4- Calcul des pression au niveau des bornes :

le calcul a été fait par le logiciel **EPANET**

Tableau 41: Calcul des pressions(variante1)

ID	Altitude(m)	Demande (l/s)	Charge(m)	Pression(m )
Borne 1	31,4	2,4	69,24	37,84
Borne 2	34	4,9	68,17	34,17
Borne 3	33,24	3	67,14	33,9
Borne 4	32,3	3,1	66,61	34,31
Borne 5	32	7,2	65,17	33,17
Borne 6	29	11,1	63,48	34,48
Nœud 7	32	0	63,3	31,3
Borne 8	31	14	63,11	32,11
Borne 9	29	9	61,42	32,42
Borne 10	27	10,3	60,76	33,76
Borne 11	26,4	12	60	33,6
Nœud 12	22,2	0	59,78	37,58
Nœud 13	20,5	0	58,95	38,45
Borne 14	23	15,2	57,72	34,72
Borne 15	25	15	57,37	32,37
Borne 16	18,8	11,4	56,34	37,54
Nœud 17	23	0	54,9	31,9
Borne 18	23	11,6	52,73	29,73
Borne 19	21,7	10,2	49,44	27,74
Borne 20	31,6	3,2	62,86	31,26
Borne 21	31,3	3,6	61,84	30,54
Nœud 22	30,2	0	61,49	31,29
Borne 23	30,8	13,3	61,11	30,31
Borne 24	30,7	21,4	60,23	29,53
Borne 25	30,6	3,1	59,09	28,49
Borne 26	30,5	6	58,59	28,09
Nœud 27	29,8	0	56,35	26,55
Borne 28	29,3	19,9	55,93	26,63
Borne 29	29	12,5	52,37	23,37
Borne 30	30	3,8	59,8	29,8
Borne 31	30,6	34,1	56,54	25,94

Tableau 42: Suite tableau 5

ID	Altitude(m)	Demande (l/s)	Charge(m)	Pression(m )
Borne 32	30,8	23,2	47,47	16,67
Borne 33	22	5,1	58,98	36,98
Borne 34	21,5	11,4	58,03	36,53
Borne 35	20,4	17,3	56,32	35,92
Borne 36	20,6	14	47,52	26,92
Borne 37	19,4	14,7	45,3	25,9
Borne 38	27,3	15,2	53,41	26,11
Borne 39	28	7,5	51,04	23,04
Borne 40	25	10,4	49,4	24,4
Borne 41	30,2	4,9	60,29	30,09
Borne 42	28,2	2,5	57,8	29,6
Borne 43	27,7	3,8	55,21	27,51
Borne 44	27	20	58,77	31,77
Borne 45	29,8	9,8	55,94	26,14
Borne 46	22,3	7,9	48,93	26,63
Borne 47	29,6	8,5	48,06	18,46
Borne 48	28	3,5	46,14	18,14

**Variante N2 :**

La variante 02 est constituée de :

- Une station de pompage à côté du point de piquage .
- Une conduite de refoulement en PEHD reliée à un réservoir.
- Une conduite d'adduction gravitaire en PEHD issue du réservoir de mise en charge sur un même linéaire et se raccordant au réseau d'irrigation.

Etant donné que les pressions au niveau des bornes est suffisante pour une irrigation par goutte à goutte et que la variante 2 nécessite une installation d'un réservoir qui coutera plus chère et sans intérêt .Nous optons pour la variante 1.

### **8-Conclusion :**

Dans ce chapitre on a proposé deux variantes d'adduction et on a étudié leurs faisabilité en calculant les différents pressions au niveau des bornes et cela après le calcul des diamètres des conduites en PEHD .

la variante 1 qui comporte moins d'ouvrage a réalisé et qui coutera moins chère a satisfait les pressions au niveau chose qui a rendue le passage a la deuxième variante inutile .

Le calcul des vitesses, pertes de charges et pressions a était fait par le logiciel EPANET .

Nous retenons donc la variante (N1) qui va alimenter notre périmètre par un piquage direct sur la conduite d'adduction Habra -barrage Fergoug .

### **1-Introduction:**

Quelle que soit l'origine de l'eau et son mode de transport (canaux ou conduites), le problème le plus délicat est le choix de la méthode pour la répartition de cette eau sur le sol de façon que les plantes en tirent le maximum de profit.

### **2-Généralités:**

Les systèmes d'irrigation sont chargés d'apporter, artificiellement, les volumes d'eau nécessaires pour que l'espèce végétale cultivée, dans les conditions pédologiques et climatiques existantes, atteigne les objectifs productifs désirés.

### **3-Technique d'irrigation:**

Selon le caractère de l'exécution de l'arrosage, on distingue :

- **Irrigation de surface (par gravité):** laisser couler l'eau à la surface, ou inonder le sol et le laisser saturer jusqu'à une certaine profondeur (submersion, par planches, à la raie).
- **Irrigation par aspersion :** pulvériser de l'eau dans l'air et la laisser retomber en pluie sur les plantes et sur le sol.
- **Irrigation souterraine :** élever la nappe d'eau par en dessous (dans les endroits où la nappe d'eau souterraine est peu profonde et contrôlable) de façon à ce que la rhizosphère soit humidifiée par capillarité.
- **Irrigation goutte à goutte :** terme utilisé par Certains auteurs en références l'utilisation d'un type particulier de distributeur: le goutteur. (Cas de notre projet).

### **4-Choix de la technique d'irrigation convenable :**

Le choix de la technique la plus convenable repose sur l'analyse d'un ensemble de critères et contraintes à savoir:

- La topographie (pente de terrain, relief géométrie de la parcelle...etc.).
- La ressource en eau (quantité, qualité, débit et pression disponible).
- La nature des cultures.
- La nature du sol (perméabilité).
- Les facteurs socioculturels.



- Les facteurs économiques.
- La rentabilité de l'opération.

### **5-Mode d'arrosage :**

Le mode d'arrosage qui nous intéresse dans notre étude est l'irrigation localisée (micro- irrigation ou goutte à goutte) .

## **5.1 L'irrigation par goutte à goutte :**

### **5.1.1 Définition :**

L'irrigation au goutte à goutte est l'une des techniques de l'irrigation localisée (micro irrigation) qui consiste à apporter à chaque plante ou arbre, individuellement la quantité d'eau dont elle a exactement besoin, en fonction des types de sol, des spécificités du climat et de son développement, sans ruissellement appréciable.



Figure 16:Technique du goutte à goutte

### **5.1.2 Avantages et inconvénients de l'irrigation au goutte à goutte :**

- **Les avantages du goutte à goutte :**

L'irrigation au goutte à goutte représente de nombreux avantages par rapport aux autres méthodes d'irrigation :

- l'eau se déverse uniformément à partir de chaque distributeur adapté au tuyau latéral, même sur un terrain en pente modérée. En outre, la mise au point de distributeurs de

compensation permet une irrigation uniforme sur des pentes plus prononcées et sur des distances plus importantes.

- Des engrais peuvent être apportés directement à la racine plutôt que sur la superficie totale du champ, ce qui permet d'éviter le gaspillage des ressources.
- La quantité d'eau apportée peut être optimisée en fonction des différents types de sols, tout en évitant l'infiltration au-delà de la racine. En outre, des sols sableux qui ne peuvent être arrosés par sillons ou par inondation peuvent être efficacement irrigués par le goutte à goutte.
- La pousse des mauvaises herbes est réduite au minimum.
- Entre les rangées plantées, le sol à sec permet aux agriculteurs et aux machines d'accéder aisément et en toute saison.
- Des distributeurs réglés pour délivrer une quantité donnée d'eau (de l'ordre de plusieurs litres par heure) peuvent être installés avec l'espacement voulu en fonction des besoins de chaque culture.
- L'irrigation au goutte à goutte est la méthode d'irrigation la plus efficace en terme d'économie d'eau. Comme les distributeurs émettent l'eau directement au sol à proximité des racines qui l'absorbent immédiatement, l'évaporation est réduite au minimum. Cette caractéristique est particulièrement importante dans les zones arides.
- S'il est entretenu correctement, un dispositif d'irrigation au goutte à goutte de bonne qualité peut durer de quinze à vingt ans.

➤ **Les Inconvénients du goutte à goutte :**

- L'obstruction des goutteurs :L'inconvénient dans ce type d'installation est le risque de colmatage (obstruction), ce colmatage peut avoir trois causes principales :
  - ✓ Colmatage physique :Il est dû à l'introduction dans le réseau de grosses particules. Il faut un système de filtration très efficace en tête de ligne.
  - ✓ Colmatage biologique :Il est dû au développement d'algues et de bactéries dans les canalisations. L'adjonction périodique d'antiseptique (Ex : eau de javel) à l'eau d'irrigation peut se révéler indispensable.
  - ✓ Colmatage chimique :C'est le plus difficile à combattre, certaines eaux (souvent alcalines) précipitent des sels insolubles surtout des sels de calcium et de fer qui peuvent former des dépôts bruns dans les goutteurs, et les obstruer, et aussi des gels dans les filtres.

- ✓ L'entartrage (l'adjonction d'héxamétaphosphate ou d'acide nitrique dilué) donne en général, assez bons résultats.
- D'autre part les engrais solubles employés sans discernement peuvent être également la cause du colmatage par précipitation, le meilleur moyen de prévenir ces obstructions des goutteurs est une filtration soignée de l'eau. .
- Accumulation des sels :Les eaux d'irrigation contiennent toujours plus ou moins de sels dissous, les plantes prennent l'eau et la majorité des sels restent dans le sol.

Pendant la période d'irrigation les sels sont refoulés peu à peu à la périphérie du bulbe humide, plus spécialement près de la surface du sol, une pluie légère risque alors de les entraîner vers les racines.

Certes, on peut lutter contre l'accumulation des sels en apportant un excès d'eau par rapport à la consommation de la plante : on lessive ainsi une grande partie des sels et on les déplace en dessous de la zone racinaire, mais le procédé le plus efficace, surtout dans les régions où la pluviométrie naturelle est trop faible ( P 250 mm/an) pour assurer un lessivage suffisant, et de pratiquer des arrosages complémentaires selon une méthode classique (aspersion, ruissellement).

- Difficulté à déterminer le volume minimal de sol à humidifier : Le développement racinaire se limite à la zone humidifiée, la croissance optimale de la culture globale exige l'humidification d'un volume minimum de sol. Il apparaît que les dimensions de ce volume sont liées à différentes variables et plus spécialement, au débit des goutteurs, à leur distance et à la nature du sol.

## **5.2 .Champ d'application du goutte à goutte :**

Le goutte à goutte est maintenant couramment utilisée pour les cultures suivantes :

- Cultures fruitières: Européennes, Méditerranéennes et Tropicales, sans aucune limitation.
- Cultures maraîchères et florales de pleine terre : plein champ ou sous tunnels plastiques.
- Cultures arbustives en pots.
- Cultures hors – sol.
- Grandes cultures : coton, canne à sucre, maïs, betteraves sucrières, tabac.

## **.5.3.Description d'un réseau d'irrigation au goutte à goutte :**

Une installation d'irrigation localisée comprend principalement trois types de composants:

- Station de tête
- Réseau de distribution de l'eau
- Émetteurs

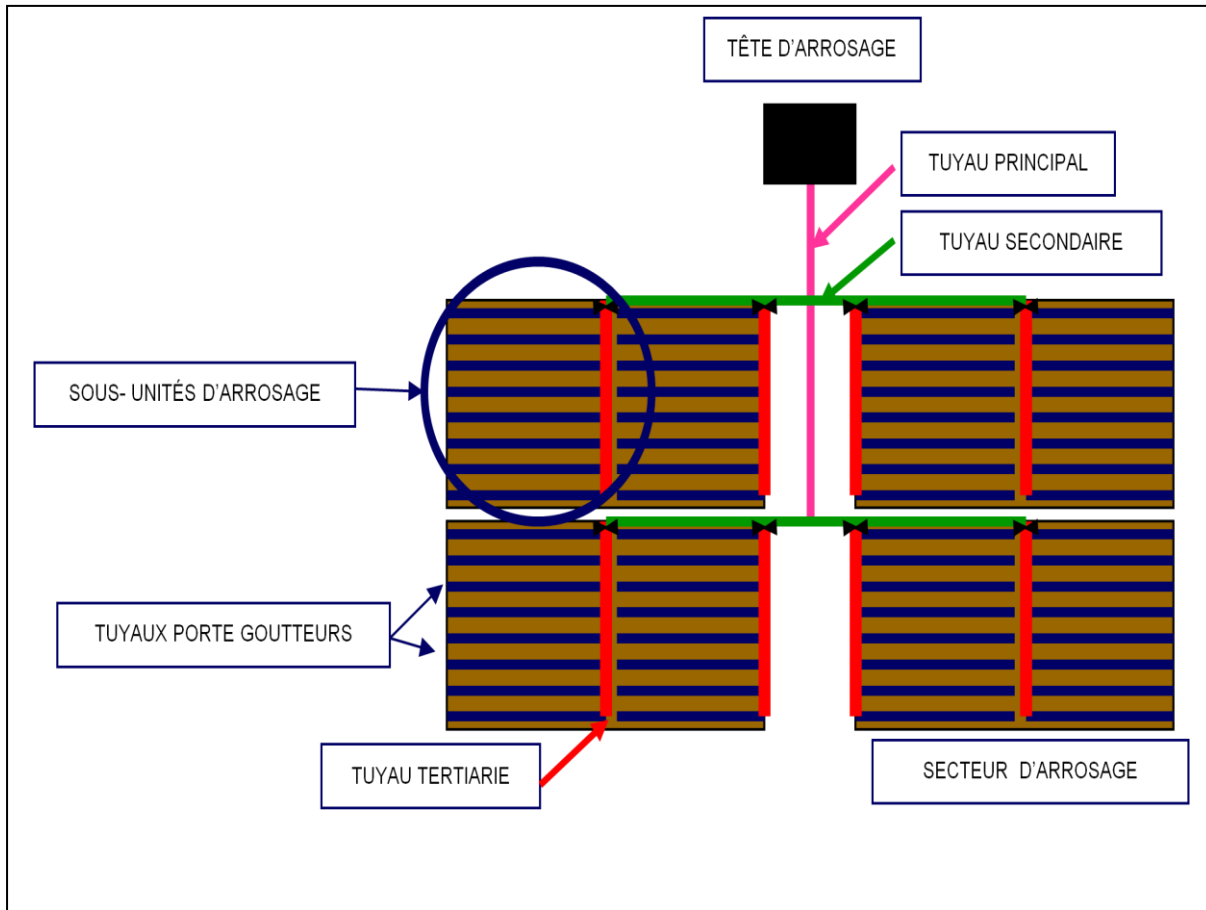


Figure 17:Réseau goutte a goutte

**6-CONCLUSION :**

Dans ce chapitre on a parlé sur les différents modes d'irrigations, leurs techniques leurs inconvénients et leurs avantages ,après ceci on a conclu que la meilleure technique d'irrigation pour notre périmètre est l'irrigation localisé vis a vis a ses différents avantages et a sa bonne efficience qui nous permettra de préserver notre source d'eau .

## 1-Introduction

Ce chapitre a comme but le dimensionnement a la parcelle du réseau localisée (le système goutte à goutte), dont les principales caractéristiques ont été définies précédemment. Pour ce projet, nous avons choisi d'étudier la culture des agrumes qui couvre plus de 50% de notre périmètre .

## 2-Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée:

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°1 alimentée par la borne N°1 (borne à deux prises) et dont la pression calculée est de l'ordre de 3.8 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 2.69 hectares, répartie en deux parcelles "A" et "B" de tailles 1.96 et 0.73 hectares respectivement .

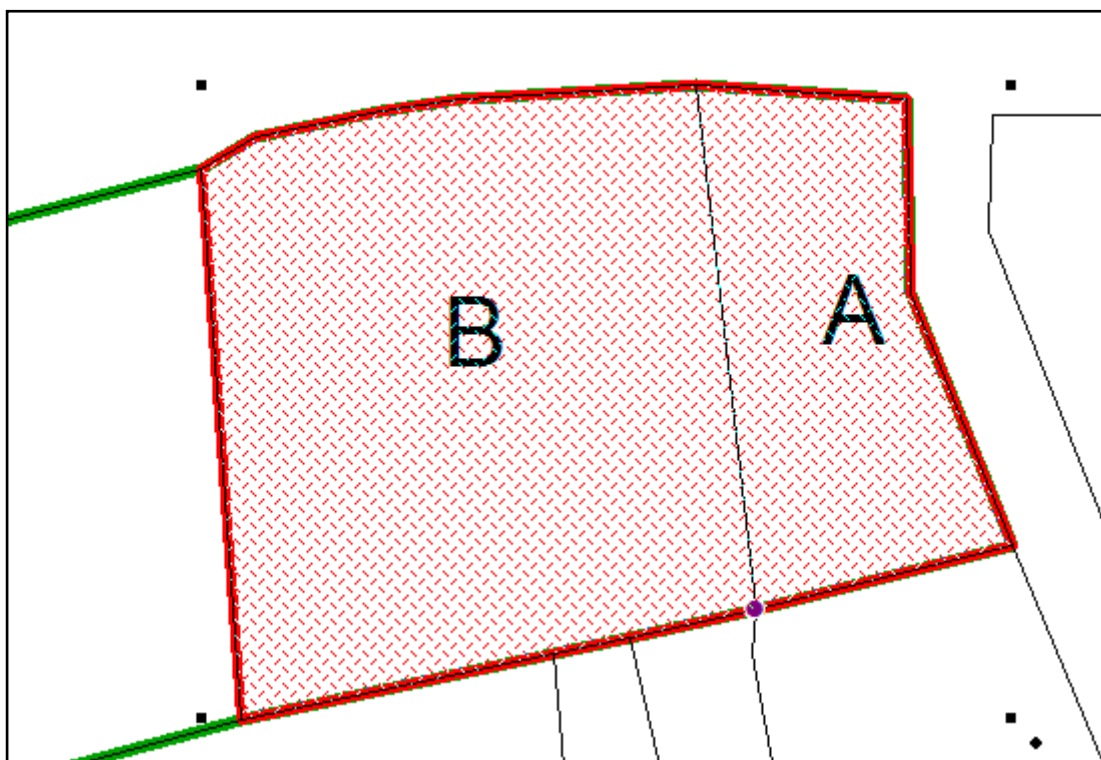


Figure 18:Parcelles d'ilot choisi

## 2.1 Données:

- Culture : Agrume
  - Espacement entre arbres : 4 m
  - Espacements entre rangs : 4 m
  - Besoins de pointe net correspondant au mois de juillet 167.16mm
  
- Caractéristique du goutteur :
  - Débit nominal : 4l/h
  - Pression nominal : 10 m.c.e
  - Espacement des goutteurs : 1 m
  - Le nombre de goutteurs par arbre : 2

## 2.2. Influence du taux de couverture du sol

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

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

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

- La formule de KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85}$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

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

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0.1 + C_s$$

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

donc :

$K_r = 0.71$  selon Keller et Karmeli

$K_r = 0.80$  selon Freeman et Garzoli

$K_r = 0.70$  selon Decroix (CTGREF)

On prendra un coefficient  $K_r = 0.80$

## 2.3. Les besoins journaliers:

$$\text{Besoin journalier} = \frac{\text{besoin du mois de pointe}}{\text{nombre de jour du mois}}$$

$$B_j = 167.16/31 = 5.39 \text{ mm /jour}$$

les besoins en eau journaliers en tenant compte du coefficient de réduction  $K_r$

$$B_{jl} = B_j * K_r \quad ; \quad B_{jl} = 5.39 * 0.8$$

$$B_{jl} = 4.31 \text{ mm/jour}$$

#### 2.4. 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 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 :

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

Tel que :

- $H_{cc}$  : humidité à la capacité au champ (14%)
- $H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement (6%)
- $Y$  : degré d'extraction de l'eau du sol (2/3)
- $Z$  : profondeur d'enracinement en (1200 mm)
- $D_a$  : densité apparente du sol ( $D_a = 1.34$ )
- $D_p = (14 - 6) / 100 \cdot 1200 \cdot 2/3 \cdot 1.34$

$$D_p = 85.76 \text{ mm.}$$

#### 2.5. Pourcentage du sol humidifié:

il est calculé comme suit :

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r}$$

$P$  : Volume du sol humidifié ;



- N : Nombre de point de distribution par arbre (égal à 2) ;
- $S_{pd}$  : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (2m)
- $S_h$  : Largeur de la bande humidifiée (1m)
- $S_r$  : Ecartement entre rangs d'arbre (4m)
- $S_a$  : espacement des arbres sur les rangs (4m)

$$P = \frac{2 \cdot 2 \cdot 1}{4 \cdot 4}$$

$$P\% = 25\%$$

### 2.5. la dose nette (pratique) corrigée:

$$D_p = D'p \cdot P\%$$

$$D_p = 21.44 \text{ mm}$$

### 2.6. La dose brute :

$$D_{brute} = \frac{D'p \cdot P\%}{Cu \cdot eff}$$

avec:

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

$Eff$  : efficacité du réseau d'irrigation  $Eff = 90\%$

$$D_{brute} = \frac{85.76 \cdot 0.25}{0.9 \cdot 0.9}$$

$$D_{brute} = 26.47 \text{ mm/mois}$$

### 2.7. Fréquence des arrosages :

La fréquence des arrosages se calcule à partir des besoins en eau journaliers de la culture et de la dose nette apportée à chaque arrosage. La fréquence d'arrosage (intervalle entre 2 arrosages) est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{Dose\ nette}{B_{jl}} = \frac{21.44}{4.31} = 5 \text{ jours}$$

Donc on prend un intervalle de **5 jours**.

On recalcule la nouvelle dose réelle :

$$D_r = 5 \cdot 4.31 = 21.55 \text{ mm}$$

Et la dose brute :

$$D_{brute} = \frac{Dr}{Cu_{eff}} = \frac{21.55}{0.9 \cdot 0.9} = \mathbf{26.6mm}$$

## 2.8. Durée d'arrosage par mois

$$\theta = \frac{Db \cdot Sa \cdot Sr}{n \cdot qg} = \frac{26.6 \cdot 4 \cdot 4}{2 \cdot 4} = 53.21 \text{ heures/mois}$$

$$\theta = 53.21 \text{ heures/mois}$$

avec:

- n: nombre gouteur par arbre
- qg: débit d'un gouteur
- $S_r$ : Ecartement entre rangs d'arbre (4m)
- $S_a$ : espacement des arbres sur les rangs (4m)

## 2.9. Durée d'arrosage journalier :

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage par mois}}{Fr} = \frac{51.21}{5}$$

$$D_j = 10.64 \text{ heures}$$

## 2.10. Nombre de poste :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{20}{10.64}$$

$$N = 2 \text{ postes}$$

## 2.11. Surface d'un poste:

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = \frac{1.96}{2}$$

$$S_p = 0.98 \text{ ha}$$

## 3-Calculs hydrauliques :

### 3.1. Perte de charge:

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

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

La variation maximale de la pression

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

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

Telle que :

- $q(g)$  : débit nominal du goutteur
- $H(n)$  pression nominal 10mce

$$0.1 = 0.5 \frac{\Delta H(\max.)}{10} \dots\dots\dots(16)$$

$$\Delta H(\max)=1/0.5$$

$\Delta H(\max)= 2mce.$

Tableau 43: Les pertes de charges

Perte de charge	Formule	Valeurs(m.c.e)
Singulière	$\Delta H_{\text{sing}}=10\%*\Delta H(\max)$	0.2
Linéaire	$\Delta H_{\text{lin}}=\Delta H(\max)- \Delta H_{\text{sing}}$	1.8
Rampe	$\Delta H_{\text{rampe}}=2/3 * \Delta H_{\text{lin}}$	1.2
Porte Rampe	$\Delta H_{\text{pr}}=1/3 * \Delta H_{\text{lin}}$	0.6

### 3.2.Le débit :

- Débit de la rampe :  $Q_r=Q_g*N_g/r$
- Débit de la porte rampe  $Q_{pr}=Q_r. N_r$

Avec:

- $Q_g$ : Débit des goutteur
- $N_g/r$  : Nombre des goutteurs par rampe
- $N_r$  : Nombre des rampes

Avec : La longueur de la rampe ( $L_r$ ) : 137.m

La longueur de la porte rampe ( $L_{pr}$ ):138 m

La longueur de la conduite d'approche ( $L_a$ ) :2m

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

$$N_{\text{arbres}} = L_r/Er=137/4 = 34 \text{ arbres}$$

$N_{\text{arbres}}=34 \text{ arbres}$

- **Nombre de goutteurs par rampe**

$$N_g=N_{\text{arbres}}*n =34*2= \mathbf{68 \text{ goutteurs}}$$

$N_g=68 \text{ goutteurs}$

- **Le nombre de rampes:**

$$N_r=L_{pr}/Er= 138/4=34 \text{ rampes}$$

$N_r=34 \text{ rampes}$

- **Débit de la rampe:**

$Q_r=272 \text{ l/h}$

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 68 * 4 = 272 \text{ l/h}$$

➤ **Débit de la porte rampe:**

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 272 * 34 = 9248 \text{ l/h}$$

$$Q_{pr} = 9248 \text{ l/h}$$

➤ **Débit de la conduite secondaire**

Comme nous avons 1 porte rampe :

$$Q_{cs} = Q_{pr} * N_{pr} = 9248 * 1 = 9248 \text{ l/h.}$$

$$Q_{cs} = 9248 \text{ l/h}$$

### 3.3. Dimensionnement des différentes parties du réseau :

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

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

➤ **Diamètre de la rampe :**

$$\varnothing_{r(cal)} = \left[ \frac{P.d.c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{\frac{1}{4.75}} \quad \varnothing_{r(cal)} = \left[ \frac{1.2 * 2.75}{0.478 * 272^{1.75} 137} \right]^{\frac{1}{4.75}} = 14.8 \text{ mm}$$

$$DN_r = 20 \text{ mm}$$

➤ **Diamètre de la porte rampe:**

$$\varnothing_{pr(cal)} = \left[ \frac{P.d.c(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{\frac{1}{4.75}} \quad \varnothing_{pr(cal)} = \left[ \frac{0.6 * 2.75}{0.478 * 9248^{1.75} 138} \right]^{\frac{1}{4.75}} = 62.86 \text{ mm}$$

$$DN_{pr} = 63 \text{ mm}$$

Avec :

- Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe
- Q(r) : le débit de la rampe en l/h
- L(r) : la longueur de la rampe en m
- $\varnothing_{r(cal)}$  : le diamètre de rampes
- $\varnothing_{pr(cal)}$  : le diamètre de porte rampe

### 3-4 Vérification des pertes de charges :

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

➤ La perte de charge unitaire

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

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

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

avec :

- L : la longueur de la conduite (m)
- Q : débit (l/h) .
- D : diamètre intérieur de la canalisation (mm)

Tableau 44:Résultat de calcul pour la rampe et la porte rampe

Trançon	L (m)	Nombre		Q (l/h)	Dcal (mm)	DN (mm)	Vitesse (m/s)	ΔH (m)	ΔHcal (m)
Rampe	137	goutteurs	68	272	14.8	20	0.5	1.2	0.19
P.rampe	138	rampes	34	9248	62.86	63	1.04	0.6	0.38

ΔH calculé.Rampe=0.19 <1.2 m.c.e

ΔH calculé.Porte rampe=0.38<0.6 m.c.e

Les valeurs des pertes de charge calculées avec les diamètres normalisés sont inférieurs aux valeurs des pertes de charges estimées avant .

### 3.5.Calcul du diamètre de la conduite principale à la sortie de la borne:

la borne se trouve sur la conduite d'adduction principale comme montré sur la (figure 1) donc le raccord sera entre la conduite de porte rampe et la borne par une conduite d'approche de 2m de longueur

Pour calculer le diamètre on doit fixer la Vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.25 m/s tel que :

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

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

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

Tableau 45:Caractéristique de la conduite d'approche

L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Vcal (m/s)	ΔHcal(m)
------	---------	------------------	-----------	---------	------------	----------

2	9248	1.25	51.17	63	1.05	0.01
---	------	------	-------	----	------	------

### 3.6. La pression d'eau à la borne de distribution

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

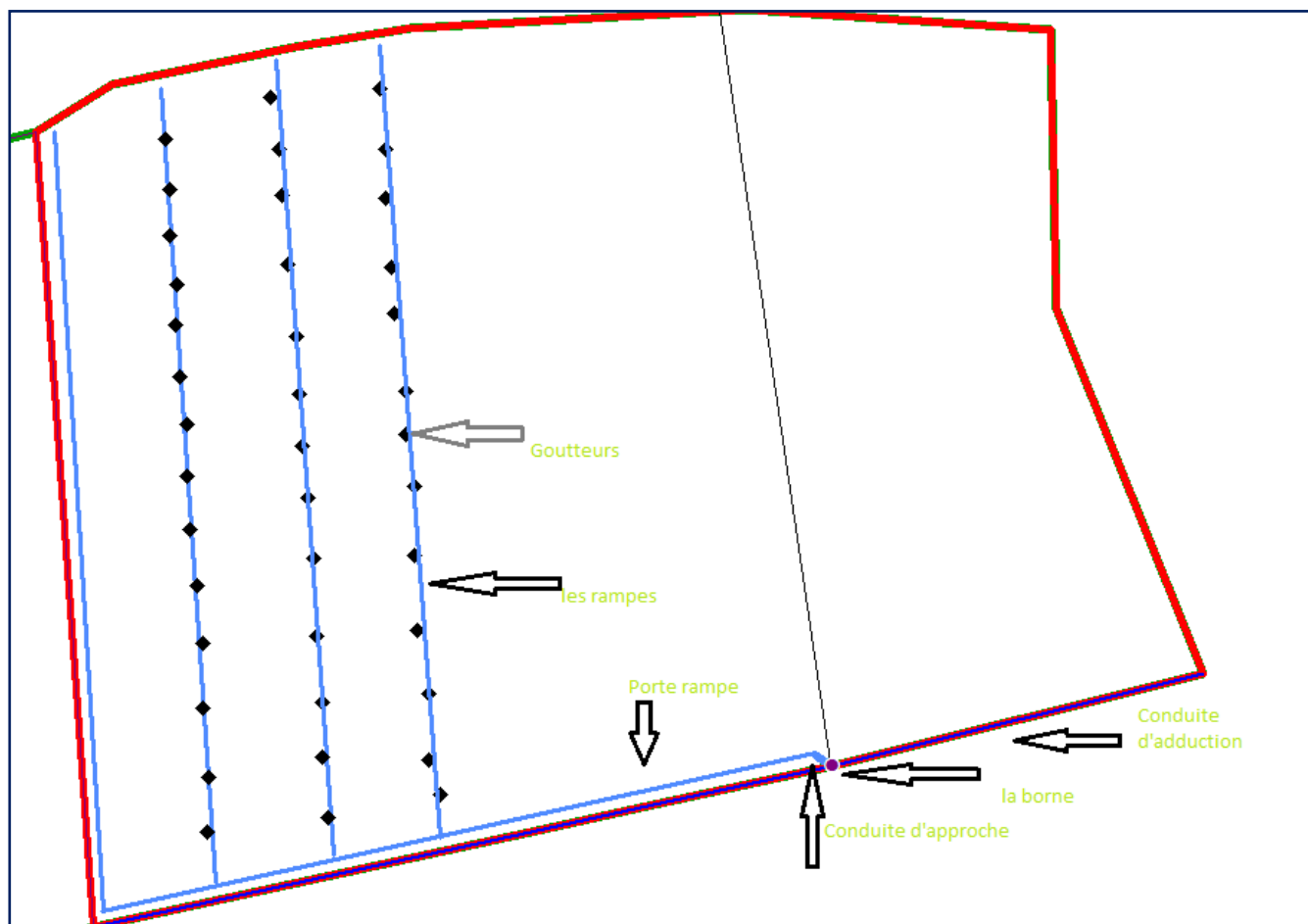


Figure 19: Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur

### 3.7. Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable :

Tableau 46: Perte de charge total

Tronçon	La rampe	Porte rampe	Conduite d'approche
Longueur(m)	137	138	1
Diamètre(m)	20	63	63
Débit (l/h)	272	9248	9248
Pertes de charge(m)	0.19	0.38	0.01

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 a la pression nominale plus la somme des pertes de charges.

$$\Delta h = 10 + 0.19 + 0.38 + 0.01 = 10.58 \text{ m}$$

Tableau 47:Récapitulatif

culture	AGRUMES
Ilot numéro	1
Borne numéro	1
Pression de la borne(bar)	3.8
Surface (ha)	2.69
ETM(mm)	169.56
DOSE Pratique (mm)	21.44
Dose brute (mm)	26.47
Fréquence des arrosages	5
Espacement rang(m)	4
Espacement arbre(m)	4
Durée arrosage (heures/mois)	53.21
Durée arrosage journalière (heures)	10.64
Temps de travail(heures)	20
Nombre de poste	2
Surface poste irrigué(Ha)	0.98
Nombre de goutteurs/arbre	2
Q goutteurs (l/s)	4
Dose besoins journalière (mm/jour)	5.39
DIMENSIONNEMENT	
Longueur Rampe (m)	138
Longueur porte rampe (m)	138
Longueur Cdt secondaire (m)	2
Nombre arbre/rampe	34
Nombre Goutteur/rampe	68
Nombre rampe	34
Q débit rampe (l/h)	272
Nombre porte rampe	1
Q porte rampe (l/h)	9248
Q débit Cdt secondaire (l/h)	9248
Perte charge rampe	
Diam normalisé (mm)	20
Vitesse (m/s)	0.31
Perte charge (m)	0.19
Perte charge porte Rampe	
Diam normalisé (mm)	63
Vitesse (m/s)	1.05
Perte charge ( m)	0.38
Conduite secondaire	

Diam Normalisé (mm)	63
Vitesse (m/s)	1.05
Perte de charge (m)	0.01

#### **4. Conclusion :**

Dans ce chapitre on a fait la description des caractéristiques générales du réseau, et on a déterminé les débits, les diamètres et les pertes de charge qui nous assurent l'écoulement dans ces conduites à des diamètres normalisés.

La pression calculée au niveau de la borne est de 10.58 mce ce qui sera largement garantie par notre réseau .

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte, pour les agrumes.

En irrigation gravitaire, ces cultures consommeraient des volumes d'eau importants, de plus les rendements sont généralement faibles. Avec l'irrigation localisée, non seulement nous avons une bonne efficacité de l'eau d'irrigation, mais aussi des rendements des cultures très élevés.



**1. INTRODUCTION:**

Après l'étude ou l'élaboration d'un tel projet, un aspect économique doit être pris en considération, pour cette raison on doit faire une estimation des frais.

Les devis proposés à l'irrigant sont actuellement très fluctuants pour une même parcelle ; ceci est dû :

- A l'importance de l'installation de tête : filtration selon la nature des eaux et matériel de fertilisation .
- Au coût du matériel selon les entreprises.
- Aux services fournis par l'entreprise.

L'objectif de ce chapitre est donc l'évaluation du coût estimatif de notre projet.

**2. Devis du réseau d'irrigation à la goutte à goutte:****2.1 Dépenses des équipements**

Les prix unitaires des pièces et accessoires sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau 48:cout des pièces du réseau d'irrigation localisée

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Total HT (DA)	Total TTC (DA)
DN63 PN10	MI	139	209.69	29146,91	34101,8847
DN20 PN10	MI	4658	24.8	115518,4	135156,528
Vanne20Ø	UN	34	3500	119000	139230
Prise de jonction rampe- porte rampe	UN	34	170	5780	6762,6
Fermeture de bout de ligne	UN	34	30	1020	1193,4
Raccord a compression (manchon)	UN	47	150	7050	8248,5
Filtre a gravier	UN	1	30000	30000	35100
Injecteur d'engrais	UN	1	24000	24000	28080
Filtre disque	UN	1	16000	16000	18720
Goutteur auto régulant	UN	2312	20	46240	54100,8
Bassin d'irrigation(B.A)	M <sup>3</sup>	34.5	5000	172500	201825
					460 693,713

Tableau 49:cout des pièces du réseau d'adduction

Désignation	Unité	Quantité	prix unitaire(DA)	Montant HT(DA)	Montant TTC(DA)
DN630 PN10	ML	1880	15738,79	29588925,2	34619042,5
DN500 PN10	ML	1343	10152,51	13634820,9	15952740,5
DN400 PN10	ML	1719,3	6898,74	11861003,7	13877374,3
DN315 PN10	ML	400,7	4093,57	1640293,5	1919143,39
DN250 PN10	ML	2013,6	2595	5225292	6113591,64
DN200 PN10	ML	1109,3	1650,34	1830722,16	2141944,93
DN125 PN10	ML	535	680,13	363869,55	425727,374
DN160 PN10	ML	1282,8	1142,25	1465278,3	1714375,61
DN110 PN10	ML	608	540,5	328624	384490,08
DN90 PN10	ML	120	359,09	43090,8	50416,236
DN75 PN10	ML	215,7	300,6	64839,42	75862,1214
BORNES	U	49	35000	1715000	2006550
					79 281 258,7

## 2.2 Dépenses des travaux :

Le prix de terrassement est égal à :

- Pour le déblai :

$$F_{deb} = V_{deb} \cdot K_{deb}$$

avec

- $K_{deb}$  : prix de  $1 \text{ m}^3$  de déblai (300 DA)
- $V_{deb}$  : volume total de déblai

- Pour le remblai:

$$F_{rem} = V_{rem} \cdot K_{rem}$$

avec

- $K_{rem}$  : prix de  $1 \text{ m}^3$  de remblai (100 DA)
- $V_{rem}$ : volume total de remblai

### 2.2.1. Calcul du volume de déblai et remblai :

La pose en terre des conduites s'effectue dans une tranchée de largeur de fond B et de hauteur H.:

avec:

- $B = D + 2 \cdot 0.3$
- $H = D + 0.8 + 0.2$
- D: Diamètre de la conduite

La profondeur de fouille est en fonction du diamètre de la conduite, de la température du lieu (max, min) et les sollicitations des charges mobiles.

- volume du remblai:

$$V_r = L \cdot H \cdot B$$

volume du déblai:

$$V_d = V_r - \left(\frac{D^2}{4} \pi\right) \cdot L$$

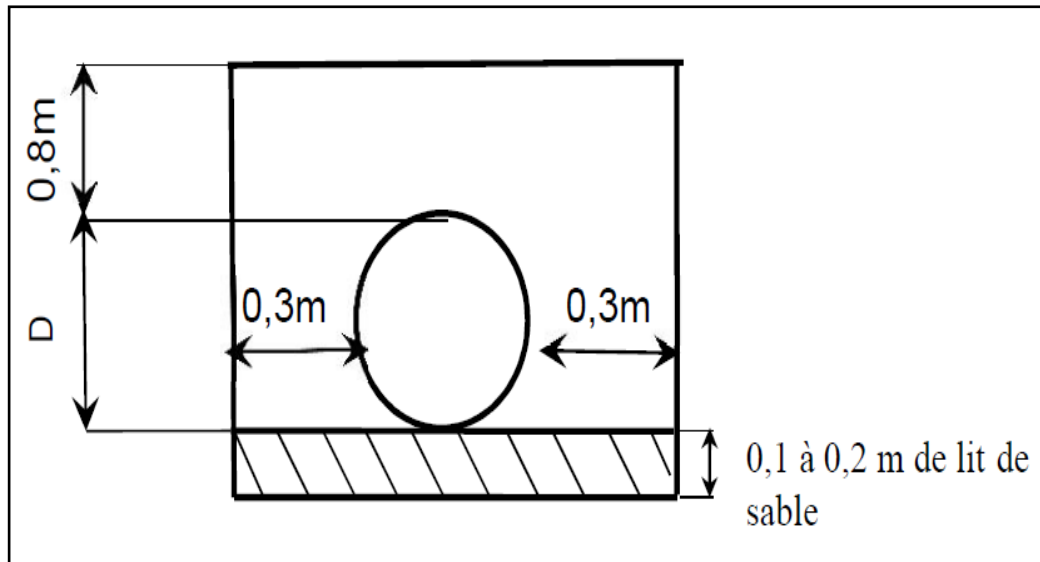


Figure 20: Schéma représentatif de la fouille

### 2.2.2. Volume du lit de sable :

$$V_s = 0.2 * B * L$$

B: largeur de la tranche

L: longueur de la tranche

Tableau 50: Volume des terrassements

Conduites	Longueur (m)	Section (m <sup>2</sup> )	Largeur (m)	Profondeur (m)	Déblai (m <sup>3</sup> )	Remblai (m <sup>3</sup> )	Lit de sable (m <sup>3</sup> )
Adduction							
DN630	1880	0,31	1,23	1,63	3769,21	3183,47	462,48
DN500	1343	0,20	1,1	1,5	2215,95	1952,39	295,46
DN400	1719,3	0,13	1	1,4	2407,02	2191,08	343,86
DN315	400,7	0,08	0,92	1,32	486,61	455,40	73,7288
DN250	2013,6	0,05	0,85	1,25	2139,45	2040,66	342,312
DN200	1109,3	0,03	0,8	1,2	1064,93	1030,10	177,488
DN125	535	0,01	0,73	1,13	441,32	434,76	78,11
DN160	1282,8	0,02	0,76	1,16	1130,92	1105,14	194,9856
DN110	608	0,01	0,71	1,11	479,16	473,39	86,336
DN90	120	0,01	0,69	1,09	90,25	89,49	16,56
DN75	215,7	0,00	0,68	1,08	158,41	157,46	29,3352
Réseau localisé							
DN63	139	0,0031	0,66	1,06	97,24	96,81	18,348
DN20	4658	0,00031	0,62	1,02	2945,72	2944,26	577,592

Tableau 51:Cout des terrassements

Système d'adduction	Travaux	Volume	Prix unit	Montant HT (DA)	Montant TTC (DA)
	Déblai(M3)	14383,23	300	4314970,48	5048515,46
Remblai(m3)	13113,31	100	1311331,48	1534257,84	
Sable(m3)	2100,6556	800	1680524,48	1966213,64	
					8 548 986,94
Réseau localisé	Déblai(M3)	3042,96	300	912889,08	1068080,22
	Remblai(m3)	3041,07	100	304106,791	355804,946
	Sable(m3)	595,94	800	476752	557799,84
					1 981 685,01

Tableau 52:Cout Total

	Cout des terrassements (TTC)	Cout des pièces ( TTC)	Cout total (TTC)
Adduction	8 548 986,94	79 281 258,7	87 830 245,6
Réseau localisé	1 981 685,01	460 693,7	2 442 378,71

### **3-Conclusion:**

Le cout d'équipement du réseau localisé est de : **2 442 378,71 DA** et l'adduction est de **87 830 245,6**

DA ce qui fait une somme total de **90 272 624,4 DA**.

On constate que le cout de la projection du réseau d'irrigation localisée est élève, comme c'était déjà cité cette élévation du cout est due aux équipements très chers (système de fertilisation et filtration ...etc).

Il est à noter que cette estimation est une approche qui peut se différer d'une entreprise a une autre ou d'une saison a autres a cause des prix des accessoires qui changent fréquemment.

## *Conclusion Générale*

Au cours de ce travail de mémoire de fin d'étude, il vient de conclure que le sujet traité est d'une importance majeure en vue de préserver et d'optimiser la ressource en eau dans la wilaya de Mascara.

Ce travail m'a permis de dimensionner le réseau d'irrigation en goutte à goutte du périmètre en question tout en passant par :

- Le choix de la technique d'arrosage la plus performante (goutte à goutte) elle assure une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel.
- Aussi, l'étude du climat (précipitation-température), a montré que notre région a un climat semi-aride.
- L'étude hydrologique nous a révélé après l'ajustement par la loi log normale de la série des pluies moyennes mensuelles, adoptée dans notre projet, présente une bonne adéquation. (**P80%=241mm**), (**P50%=305mm**)
- Egalement les besoins max d'irrigation pour nos cultures : **Bp=174.5mm**

Après le dimensionnement du réseau, on a trouvé toute les vitesses dans les conduites et les pressions dans les bornes admissibles (1m/s et 2m/s et 10 mce).

En termes de cette étude, je recommande de se pencher un peu plus sur le volet entretien du réseau une fois que celui-ci est réalisé. Car pour cette technique précise d'irrigation, surtout en tenant compte du fait que la source est superficielle (c'est-à-dire à partir du barrage) où souvent la qualité de celle-ci est variable selon les saisons ; la longévité de ce réseau sera conditionnée par la qualité des interventions en termes d'entretien, ce qui est très souvent négligeable en

Algérie.

## Références Bibliographiques

- **ENHYD juillet 2002** : Etude du réaménagement hydro agricole des périmètres Habra et Sig : allocation des eaux et délimitation des zones à irriguer, Dossier II. 55 pages.
  - **ENHYD juillet 2002** : Etude du réaménagement hydro agricole des périmètres Habra et Sig : étude des schémas d'aménagement hydraulique, dossier 2B.101 pages.
  - **BRL ingénierie octobre 2004** : Etude du réaménagement hydro agricole des périmètres Habra et Sig : rapport d'étape.
- 
- ❖ **TOUAIBIA.B**, 2004[2] : Manuel Pratique d'Hydrologie. Presses Madani Frères. Blida. Algérie.
  - ❖ **MEBARKI.A**, 2008 : hydrologie des bassins de l'est algérien ressources en eau, aménagement et environnement.
  - ❖ **PROF.A.MERMOUD**. 2006 : notion fondamentales d'irrigation, école polytechnique fédérale de lausanne, cour d'aménagements et équipements du territoire.



[Tapez le titre du document]

---

**Sitographie :**

- <http://agronomedia.bb-fr.com/t101-les-techniques-d-irrigation> : forum d'agronomes
- <http://www.lentech.fr> : le SAR dans l'eau d'irrigation.
- <http://www.canal-de-provence.com> : la régulation des réseaux d'irrigation gravitaire.
- <http://eaudela.wifeo.com> : sécheresse
- <http://www.cap-sciences.net>
- <http://www.actualites-news-environnement.com/27600-2011-a-ete-marquee-secheresse.html>
- <http://www.algerie360.com/algerie/algerie-la-facture-alimentaire-en-hausse-de-plus-de-95/>
- <http://www.wademed.net/Articles/108Mouhouche.pdf>

**ANNEXE:1**

Caractéristiques hydriques de quelques sols

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

**ANNEXE:2**

Coefficient Kc des différentes cultures

**Tableau 5–Coefficients culturaux**

culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Bersim	1,01									0,65	0,95	1
Maïs -grain				0,5	1,15	1,15	0,6					
vesce avoine	1,10	1,20	1,00						0,60	0,90	1,00	1,10
Orge / Blé	1	1,05	1,15	1,15	0,2						0,7	0,85
Sorgho					0,8	1	1,15	0,75				
Piment /poivron						1,05	1,05	1,35	1,45	1	0,85	
Petit pois	1,2	1,4	1,4	2,15								0,95
carotte									0,8	1	1,1	0,75
Oignon	0,9	0,85								0,7	1,1	1,1
Pomme de terre			0,75	1,1	1,2	0,75						
ail					1	1,05	1,05	0,85				
Navet									0,8	1	1,1	0,75
Choux									0,75	1,05	1,05	0,9
melon				0,7	0,75	0,75	1,05	1,05	0,9			
laitue								0,8	1	0,9		
Haricot vert	0,75	0,8	1,1	0,95	0,7							
Figuier					0,8	1,05	1,15	1,1	0,85			
Tomates			0,40	0,70	1,05	1,05	0,60					

## ANNEXE:3

Liste des prix des conduites PEHD:

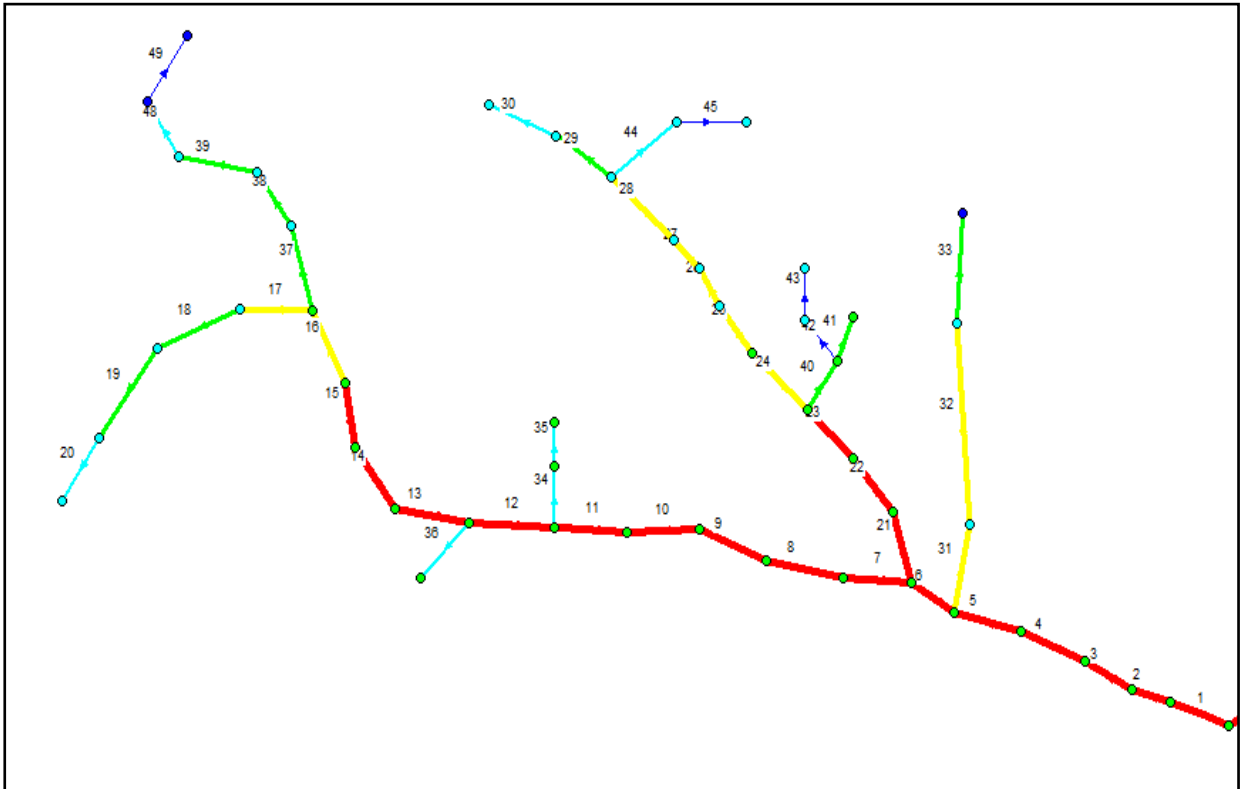
UNITE TUBE					<b>GAMME DE PRIX</b>					
					<b>TUBES PEHD EAU (PE80 &amp; PE100)</b>					
					(Prix Valable à compter du : 01 AVRIL 2010)					
					Selon la Norme ISO 4427					
<b>TUBES PEHD : PN 06</b>					<b>TUBES PEHD : PN 10</b>					
Code	Diam. Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	Code	Diam. Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
13003	Ø20	-	36,28	42,45	PE80	P3513000	Ø20	2,5	29,07	34,01
13006	Ø32	-	48,35	56,67	PE80	P3513004	Ø25	2,5	36,28	44,79
13009	Ø40	2,0	64,6	75,58	PE80	P3513007	Ø32	2,5	55,48	64,91
13012	Ø50	2,4	88,25	114,95	PE80	P3513010	Ø40	3,0	84,10	98,40
13015	Ø63	3,0	150,25	187,49	PE80	P3513013	Ø50	3,7	135,28	169,25
13018	Ø75	3,6	226,21	263,49	PE80	P3513016	Ø63	4,7	209,69	245,34
13022	Ø90	4,3	298,03	346,35	PE80	P3513019	Ø75	5,6	300,60	351,59
13025	Ø110	4,0	357,85	418,70	PE80	P3513023	Ø90	5,4	359,09	420,14
13040	Ø125	-	473,08	553,50	PE100	P3513026	Ø110	6,6	540,50	632,39
13030	Ø160	5,8	770,95	901,89	PE80	P3513028	Ø125	7,4	680,13	772,35
13044	Ø200	7,2	1 163,39	1 361,17	PE100	P3513031	Ø160	9,5	1 142,25	1 336,43
13050	Ø250	9,1	1 850,00	2 281,5	PE100	P3513033	Ø200	11,9	1 650,84	1 931,48
13042	Ø315	11,4	3 080,00	3 603,6	PE100	P3513035	Ø250	14,8	2 595,00	3 036,15
13039	Ø400	14,5	6 134,24	6 907,06	PE100	P3513041	Ø315	18,7	4 093,57	4 789,47
13061	Ø500	19,1	6 938,13	8 117,61	PE100	P3513038	Ø400	23,7	6 898,74	7 837,53
13052	Ø630	24,1	12 682,50	14 836,53	PE100	P3513049	Ø500	29,7	10 152,51	11 876,44
						P3513048	Ø630	37,4	15 736,79	18 414,38
<b>TUBES PEHD : PN 16</b>					<b>TUBES PEHD : PN 20</b>					
Code	Diam. Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	Code	Diam. Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
1301	Ø20	2,3	32,18	37,66	PE80	P3513101	Ø20	2,3	38,07	44,47
1303	Ø25	2,8	50,85	59,48	PE80	P3513102	Ø25	3,0	53,29	62,35
1305	Ø32	3,6	78,51	91,86	PE80	P3513103	Ø32	3,6	82,22	96,20
1307	Ø40	4,5	120,95	141,51	PE80	P3513104	Ø40	4,5	126,15	149,94
1309	Ø50	5,6	186,28	220,29	PE80	P3513105	Ø50	5,6	200,7	234,82
1311	Ø63	7,1	297,95	348,60	PE80	P3513106	Ø63	7,1	338,73	396,31
1313	Ø75	8,4	407,8	477,13	PE80	P3513107	Ø75	8,4	447,35	523,40
1315	Ø90	8,2	510,71	597,63	PE100	P3513108	Ø90	10,1	627,09	733,70
1317	Ø118	10,0	767,19	885,91	PE100	P3513109	Ø110	12,3	948,86	1 110,17
1319	Ø125	11,4	967,90	1 132,44	PE100	P3513110	Ø125	14,0	1 202,75	1 407,22
1321	Ø160	14,6	1 660,00	1 826,20	PE100	P3513111	Ø160	17,9	1 947,69	2 278,68
1323	Ø200	18,2	2 472,00	2 892,24	PE100	P3513112	Ø200	22,4	3 121,70	3 662,39
1325	Ø250	22,7	3 815,00	4 463,65	PE100	P3513113	Ø250	27,9	4 846,33	5 670,21
1327	Ø315	28,6	6 850,00	8 044,50	PE100	P3513114	Ø315	35,2	7 586,86	8 875,48
1329	Ø400	36,3	9 320,00	10 904,40	PE100	P3513115	Ø400	44,7	12 110,03	14 168,74
1331	Ø500	45,4	14 911,00	17 445,87	PE100	P3513034	Ø500	55,8	19 063,61	22 304,66
1333	Ø630	57,2	23 123,50	27 054,50	PE100		Ø630	-	-	-

Longueur de Tubes : du Diamètre 25 mm au 110 mm sont des Couronnes (Rouleaux) de 100 ML.  
 Longueur de Tubes : du Diamètre 125 mm au 400 mm sont des tubes de 12 ML.  
 Longueur de Tubes : du Diamètre 500 mm en 630 mm sont des tubes de 60 ML.

**SARL K - PLAST**  
Transformation de Plastifiants

**ANNEXE:4**

Numérotation des conduites:



**ANNEXE:5**

Numérotation des bornes:

