



# MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : IRRIGATION ET DRAINAGE**

**ETUDE D'extension du périmètre d'irrigation de  
Ksar Sbahi (158 ha ) a partir du barrage de l'oued  
Charef , Wilaya d'oum el Bouaghi**

**Présenté par : Klaleche Tahar**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
Mr. MEDDI Mohamed	Professeur	Président
Mr. YAHIAOUI Samir	M.A.A	Membre
Mme. MAZOUZI Sabra	M.A.A	Membre
Mr. BENKACI Ali Tarek	M.C.B	Promoteur

# REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie le bon Dieu qui a illuminé notre chemin et qui nous a armés de force et de sagesse, ainsi que la bonne volonté pour achever ce modeste travail et ce cursus universitaire.

Mes remerciements également à :

Ma chère famille : mes parents, mes sœurs et mon frère de leurs aides morales et financière tout le long de mon travail.

Mon promoteur Mr. Benkaci, pour son aide et ses conseils qu'il a consentis durant la période de réalisation de ce travail et encore plus sa confiance.

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

Enfin j'adresse mes remerciements à tous mes amis de l'école Nationale Supérieure d'hydraulique et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de mon mémoire.

Grand merci à vous tous.

# DÉDICACE

À chaque fois qu'on achève une étape importante de notre vie, on se rappelle généralement des personnes qui ont partagé avec nous de bons moments de notre existence.

Ces personnes qui nous ont aidé sans qu'on leur demande, soutenus sans réserve, aimés sans compter, ces personnes qui croient en nous et que grâce à qui notre bonheur et joie reviennent de droit, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur. Que le tout puissant garde ces personnes très chères à nos cœurs.

Je dédie ce modeste mémoire qui est l'accomplissement de longues années d'études, en premier lieu:

À mon cher père AHCENE qui m'a soutenu et a su me donner courage.

À ma très chère mère DJEDJIGA à qui je dois beaucoup pour ces sacrifices, son amour, son aide et son soutien.

À mon frère YANIS, et à mes sœurs DIHIA et KATIA et ma nièce ALICE et mon neveu AXEL

À tous (tes) mes collègues 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 le temps de leur dédiés du fond du cœur ce modeste travail pour les remercier :

À mes chers amis à BOUIRA : YOUNES SIFOUANE, KRIMO,SOLARI ,ZAH  
,WAHID,HPICTHA,GIGS,MUSTAPHA,ZAKI,SIDAH,ISLAM,HAYCHER,AIDOU et SAID

À mes très chers amis : AYMEN HOCINI,Amdjed

La liste est assez longue, je vous remercie pour tous les sentiments d'amitié que vous avez envers moi et dont je suis fier.

A tous et à toutes, je dédie ce travail

## ملخص

من خلال هذا العمل قمنا بتوسيع الأراضي الفلاحية لقطاع قصر صباحي الواقع بولاية سوق أهراس التي يتم تزويدها بالمياه عن طريق سد واد الشارف  
تطلب مشروع التوسيع هذا انجاز شبكة توزيع المياه على المزروعات الجديدة من أجل تلبية حاجيات هذه الأراضي من مياه السقي، و أخيرا قمنا بدراسة هذه الأراضي و إعادة تهيئتها بإمكانات أكثر تطورا.  
تطلب مشروع التوسيع استكمال شبكة توزيع المياه على قطع الأراضي الجديدة من أجل تلبية احتياجات مياه السقي للمحيط بأكملها.

## Résumé

L'objectif principal de ce mémoire est l'étude d'extension du périmètre de Ksar Sbahi situé dans la wilaya d'Oum El Bouaghi, qui est alimenté par le barrage l'Oued Charef.

Le projet d'aménagement vise à moderniser les systèmes d'irrigation et d'introduire de nouvelles cultures à travers une meilleure gestion des ressources en eau et cela en adoptant des systèmes d'irrigation modernes, à savoir : l'irrigation goutte à goutte et l'aspersion qui ont démontré leur fiabilité dans de nombreux périmètres.

Le projet d'extension a nécessité l'achèvement du réseau de distribution d'eau sur les nouvelles parcelles afin de satisfaire les besoins en eau d'irrigation de tout le périmètre.

**Mots clé :** systèmes d'irrigation, aménagement hydro-agricole, besoins en eau, barrage.

## Abstract

The main objective of this thesis is the extension study of the perimeter of Ksar Sbahi located in the wilaya of Oum El Bouaghi, which is powered by the Oued Charef dam.

The development project aims to modernize irrigation systems and introduce new crops through better management of water resources and this by adopting modern irrigation systems, namely: drip irrigation and sprinkling which have demonstrated their reliability in many perimeters.

The extension project required the completion of the water distribution network on the new plots in order to meet the irrigation water needs of the entire perimeter.

**Keywords:** irrigation systems, hydro-agricultural development, water needs, dams.

<b>Liste des Figures</b>	<b>5</b>
<b>Listes des Tableaux</b>	<b>5</b>
<b>Introduction générale</b>	<b>8</b>
<b>Chapitre I : Présentation de la zone d'étude</b>	<b>2</b>
<u>I. Introduction</u>	<u>2</u>
<u>I.1. Présentation générale de la wilaya d'Oum el bouaghi</u>	<u>2</u>
<u>I.2. Présentation du périmètre d'étude</u>	<u>2</u>
<u>I.3. Pistes et voies de communications : les axes routiers de la wilaya d'Oum el bouaghi</u>	<u>3</u>
<u>I.4. Aperçu géologique</u>	<u>3</u>
<u>I.5. Géomorphologie et Relief</u>	<u>4</u>
<u>I.6. Etude climatologique</u>	<u>4</u>
<u>I.6.1. Choix de la station météorologique : choix de la station de référence</u>	<u>5</u>
<u>I.6.2. Les températures</u>	<u>6</u>
<u>I.6.3. Etudes des précipitations</u>	<u>7</u>
<u>I.6.4. Le vent</u>	<u>8</u>
<u>I.6.5. Humidité de l'air</u>	<u>8</u>
<u>I.7. Calcul des indices Agrométéorologiques</u>	<u>8</u>
<u>I.7.1. Indice d'aridité de Martonne</u>	<u>9</u>
<u>I.7.2. Quotient Ombrothermique d'Emberger :</u>	<u>10</u>
<u>I.7.3. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen</u>	<u>10</u>
<u>I.8. Analyse socio-économique</u>	<u>11</u>
<u>I. Conclusion</u>	<u>12</u>
<b>Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau</b>	<b>13</b>
<u>II.1. Introduction :</u>	<u>13</u>
<u>II.2. Étude pédologique</u>	<u>13</u>
<u>II.2.1. Description et classification des sols du périmètre</u>	<u>14</u>
<u>II.2.3. Profil pédologique:</u>	<u>15</u>
<u>II.2.1 Caractéristiques physico chimiques des sols</u>	<u>19</u>
<u>II.2.2 Caractéristiques hydrodynamiques des sols</u>	<u>19</u>
<u>II.2.3 Aptitude culturale et choix des cultures</u>	<u>19</u>
<u>II.3.1. Ressources en eau</u>	<u>21</u>
<u>II.3.4. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation</u>	<u>21</u>
<u>II.4. Calcul de la pluie de projet</u>	<u>23</u>
<u>II.4.1 Ajustement de la série pluviométrique</u>	<u>25</u>
<u>II.4.1.1 Ajustement à la loi normale</u>	<u>25</u>
<u>II.4.1.2 Ajustement à la loi log-normale</u>	<u>28</u>
<u>II.4.2 Le test d'adéquation Khi-deux</u>	<u>1</u>
<u>II.4.3 Détermination de l'année de calcul</u>	<u>28</u>
<u>II.5 Conclusion</u>	<u>29</u>
<b>Chapitre III : Calcul des besoins en eau des cultures</b>	<b>30</b>

III.1. Introduction	30
III.2. Besoin en eau du périmètre	31
III.2.1 Calcul des besoins en eau d'irrigation	31
III.2.2. Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence: (ET <sub>0</sub> )	32
III.3. Calcul de la pluie efficace	33
III.5.3. Réserve en eau du sol	34
III.4.1.Choix des cultures :	36
III.4.2. Assolements/rotation des cultures	36
III.6.1.Calcul des besoins bruts d'irrigation	38
III.6.2. Estimation des coefficients culturaux (K <sub>c</sub> ) :	38
III.7. Estimation des besoins en eau des cultures	40
III.7.2.Calcul des besoins en eau pour les Assolements 1 et 2 :	47
III.8.1. Calcul du débit spécifique	49
III.8.2. Evaluation du débit caractéristique	50
III.8.3. Calcul des volumes d'eau d'irrigation	50
III.9. Conclusion	51
<b>Chapitre IV : Etude du système d'adduction-distribution</b>	<b>52</b>
IV. Introduction	52
IV.1. Alimentation en eau du périmètre	52
IV.2.Organisation et structure du périmètre	53
IV.3. Emplacement des bornes d'irrigation : plan de bornage	53
IV.3.1. Rôle et fonction de la borne d'irrigation	54
IV.3.2.Calcul hydraulique des bornes	54
IV.3.3.Choix du diamètre de la borne :	55
IV.4. Description de l'aménagement du périmètre	58
IV.5.Etude du système d'adduction-distribution :	59
IV.5.1. Choix du matériau des conduites :	59
IV.5.2. Calcul des diamètres :	60
IV.5.3.Calcul des pressions :	60
IV.5.4. Estimation des pertes de charge :	60
5.7. Dimensionnement du Réservoir de stockage	63
IV.Conclusion :	64
<b>Chapitre V : Choix de la technique d'irrigation</b>	<b>65</b>
V. Introduction :	65
V.1. Classification des techniques d'irrigation :	65
V.1.1. Irrigation gravitaire :	66
V.1.2. L'irrigation par ruissellement :	66
V.1.3. L'irrigation par rigoles d'infiltration	66
V.1.4. L'arrosage par submersion	66
V.2. Avantages et inconvénients de l'irrigation par gravité	66
V.3. L'irrigation par aspersion	67

V.3.1. Avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion	68
V.4. Irrigation localisée (Goutte à goutte)	69
V.4.1. Avantages et inconvénients de l'irrigation localisée	71
V.5. Critères de choix d'une technique d'irrigation	71
V. Conclusion :	71
<b>Chapitre VI: dimensionnement à la parcelle</b>	<b>73</b>
VI. Introduction	73
VI.1 Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte	73
VI.1.1 Données générales	74
VI.1.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	74
VI.1.3. Calculs hydraulique	78
VI.1.4. Dimensionnement des canalisations du réseau	79
VI.1.5. Calcul du diamètre de la conduite tertiaire :	80
VI.1.6. Vérification des pertes de charges	80
VI.1.7. La pression d'eau à la borne de distribution	80
VI.2. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion :	81
VI.2.1. Données agronomiques :	82
VI.2.2. Calcul de la Dose pratique RFU	82
VI.2.3. Dimensionnement de l'asperseur	83
VI.2.4. Dimensionnement hydraulique des rampes	85
VI.2.5. Vérification des pertes de charges de la rampes	85
VI.2.6. Dimensionnement du porte-rampe	86
VI.2.7. Vérification des pertes de charges de la porte rampe	86
VI. conclusion	87
<b>Chapitre VII: Etude Technico-économique</b>	<b>87</b>
Chapitre VII: Etude Technico-économique	87
VII. Introduction :	87
VII.1 Volume de terrassement	87
VII.2 Calcul des volumes des travaux de la distribution	89
VII.3 Estimation du coût de pose de canalisation	91
VII -5. Estimation du coût du réseau d'irrigation :	93
VII. Conclusion	94
<b>Conclusion générale</b>	<b>95</b>

## Liste des Figures

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

**Figure I.1** situation géographique de la wilaya d'Oum el bouaghi

**Figure I.2** Carte satellitaire du périmètre de Ksar Sbahi

**Figure I.3** Extrait de carte géologique de la zone d'étude –Échelle :1/50.000 Source :ONID

**Figure I.4** Températures à la station d'Oum El Bouaghi

**Figure I.5** Histogramme de l'humidité moyenne mensuelle (en %)

**Figure I.6** Diagramme bioclimatique d'Emberger.

**Figure I.7** diagramme de Bagnouls-Gausson

### Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau

**Figure II.1** Carte pédologique de la zone d'étude.

**Figure II.2** Diagramme Riverside

**Figure II.3** Ajustement graphique à la loi normal

**Figure II.4** Ajustement graphique à la loi log normal

### Chapitre IV : Etude du système d'adduction-distribution

**Figure IV.1** Schéma de la variante d'adduction

**Figure IV.2** Schéma du système d'adduction

### Chapitre V : Choix de la technique d'irrigation

**Figure V.1** L'irrigation par ruissellement

**Figure V.2** L'arrosage par submersion

### Chapitre VII: Etude Technico-économique

**Figure VII.1** Schéma d'une tranchée.La

## Listes des Tableaux

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

**Tableau I.1** caractéristiques de la station d'Oum el Bouaghi. (Source : ANRH)

**Tableau I.2** Répartition des températures moyennes mensuelles

**Tableau I.3** Répartition mensuelle des précipitations

**Tableau I.4** Moyennes mensuelle des vitesses de vent

**Tableau I.5** Humidités relatives moyennes mensuelles.

**Tableau I.6** Classification du climat selon de Martonne

**Tableau I.7** Précipitation et température moyenne

### Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau

**Tableau II.1** Profil pédologique n°01

**Tableau II.2** Profil pédologique n°02

**Tableau II.3** Propriétés hydrodynamiques des sols

**Tableau II.4** Les aptitudes culturales associées à chaque zone

**Tableau II.5** Risque d'irrigation en fonction de la salinité

**Tableau II.6** Le risque d'irrigation en fonction de la valeur du SAR

**Tableau II.7** Pluies mensuelles de la station Ksar Sbahi

**Tableau II.8** Résultats du test de Mood

**Tableau II.9** Résultat de l'ajustement à la loi Normale (Hyfran)

**Tableau II.10** Résultat de l'ajustement à la loi de Galton (Hyfran).

**Tableau II.11** Résultat du test de Pearson  $\chi^2$

**Tableau II.12** Précipitation mensuelle de l'année de calcul

### Chapitre III : Calcul des besoins en eau des cultures

**Tableau III.1** Evapotranspiration de référence  $ET_0$  calculée pour la zone d'étude

**Tableau III.2** résultats de calcul des pluies efficaces

**Tableau III.3** Pourcentages proposés aux différentes cultures

**Tableau III.4** Assolement proposé

**Tableau III.5** Calendrier des principales cultures préconisées

**Tableau III.6** Coefficients culturaux des cultures.

**Tableau III.7.1** Besoins en eau d'irrigation de blé dur

**Tableau III.7.2** Besoins en eau d'irrigation de blé tendre

**Tableau III.7.3** Besoins en eau d'irrigation de l'orge en vert

**Tableau III.7.4** Besoins en eau d'irrigation de l'orge en grain

**Tableau III.7.5** Besoins en eau d'irrigation de la Pomme de terre

**Tableau III.7.6** Besoins en eau d'irrigation de la Pomme de terre S

**Tableau III.7.7** Besoins en eau d'irrigation de la tomate  
**Tableau III.7.8** Besoins en eau d'irrigation de l'aubergine  
**Tableau III.7.9** Besoins en eau d'irrigation de l'haricot  
**Tableau III.7.10** Besoins en eau d'irrigation de la courgette  
**Tableau III.7.11** Besoins en eau d'irrigation de l'oignon  
**Tableau III.7.12** Besoins en eau d'irrigation de pois  
**Tableau III.7.13** Besoins en eau d'irrigation de l'ail  
**Tableau III.7.14** Besoins en eau d'irrigation de l'olivier  
**Tableau III.7.15** Besoins en eau d'irrigation de l'amandier  
**Tableau III.8.1** Récapitulatif des besoins pour l'assolement 1.  
**Tableau III.8.2** Récapitulatif des besoins pour l'assolement 2.  
**Tableau III.9** tableau récapitulatif des volumes d'eau nécessaires

#### **Chapitre IV : Etude du système d'adduction-distribution**

**Tableau IV.1** Choix du diamètre de la borne  
**Tableau IV.2** Calcul des débits des îlots et choix du diamètre et type de bornes  
**Tableau IV.3** Les calculs hydrauliques du réseau de distribution.

#### **Chapitre VI: dimensionnement à la parcelle**

**Tableau VI.1** Tableau récapitulatif  
**Tableau VI.2** Asperseur de type Perrot (nouvelle gamme)  
**Tableau VI.3** Résultat de calcul de l'aspersion.

#### **Chapitre VII: Etude Technico-économique**

**Tableau VII.1** Calcul des différents volumes  
**Tableau VII.2** Estimation du coût de pose de la conduite d'adduction.  
**Tableau VII.3** Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.  
**Tableau VII.4** Factures proformas des pièces spéciales

## **Introduction générale**

Dans le monde, 324 millions d'hectares sont irrigués (année 2012, source FAO) sur 1,4 milliard d'hectares de terres arables, ce qui représente 20 % de la surface agricole mondiale (5 % de la surface agricole en Afrique et 35 % en Asie). Ils fournissent 40 % de la production agricole mondiale, avec une productivité 2,7 fois supérieure à celle des terres arrosées par la pluie.

Le recours à l'irrigation est dans la plupart des cas nécessaire pour garantir le maintien d'un niveau de production suffisant dans de nombreuses régions du monde, et pour rentabiliser l'investissement consenti afin de se prémunir contre les aléas climatiques et sécuriser la production.

De ce fait, les besoins en eau d'irrigation ont considérablement augmenté, d'où la nécessité de préserver les ressources en eau, ce qui a conduit à une restriction et à une réglementation des prélèvements.

Les périmètres irrigués en Algérie sont confrontés aux problèmes d'alimentation en eau, de la dégradation avancée du sol, de la salinité des eaux, et dans la plupart des cas de la vétusté du matériel d'irrigation et des équipements.

L'approche présentée dans ce mémoire a été établie pour l'étude d'aménagement du périmètre de Ksar Sbahi sur une superficie de 158 ha, à partir de barrage de l'oued Charef, en vue de moderniser l'agriculture très extensive dans cette région

De ce fait, une étude détaillée de la région est nécessaire sur les conditions climatologiques, hydrologiques et agro-pédologiques, ce qui nous a permis de choisir les cultures les plus adaptées sous ces conditions et d'estimer les besoins en eau de notre périmètre.

La deuxième partie de ce mémoire détaille l'étude hydraulique et technique, où nous avons calculé le réseau d'adduction et du réseau de distribution et donner une estimation financière du projet

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

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

### I. Introduction

La connaissance et l'analyse des différents facteurs lors de l'élaboration d'un projet d'aménagement hydro-agricole sont primordiales dans le cadre d'une bonne conception du réseau d'irrigation.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les paramètres et les facteurs naturels (climatologie, et ressources en eau) afin de permettre de caractériser la zone d'étude et de mieux valoriser les potentialités du périmètre étudié, qui est situé dans la wilaya d'Oum El Bouaghi.

#### I.1. Présentation générale de la wilaya d'Oum el bouaghi

La wilaya d'Oum El Bouaghi est située à l'est d'Algérie, elle compte 621 614 habitants sur une superficie de 6 258 km<sup>2</sup>. La densité de population de la Wilaya d'Oum el Bouaghi est de 99,3 habitants par km<sup>2</sup>.

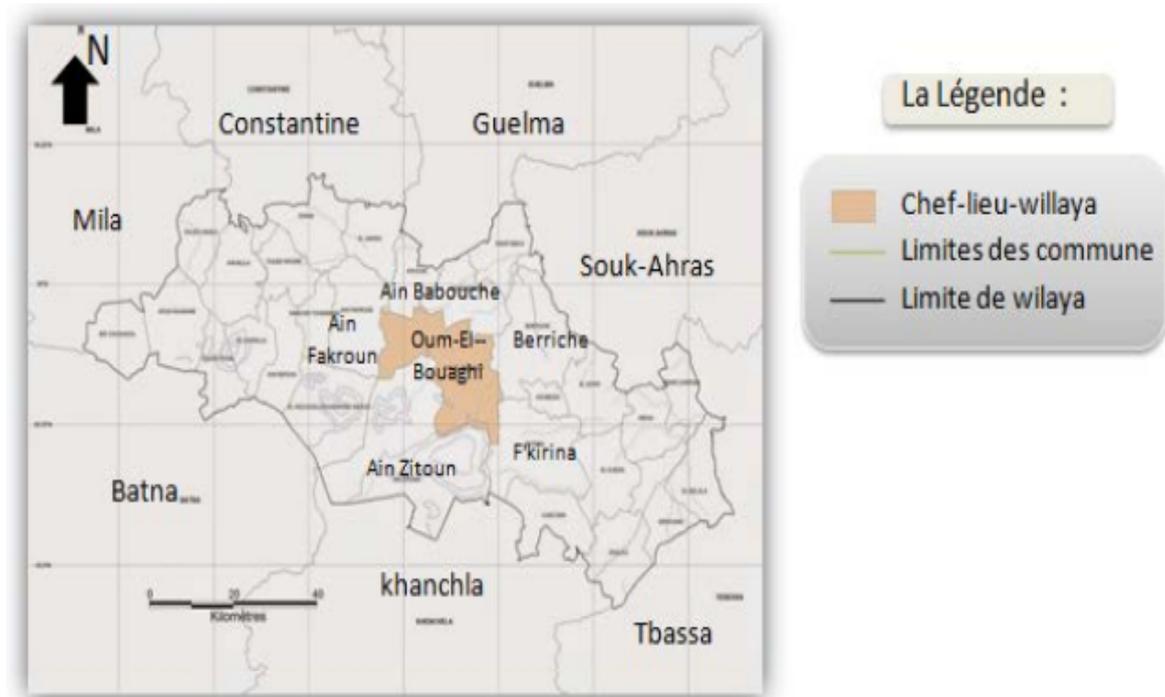


Figure I.1 situation géographique de la wilaya d'Oum el bouaghi

Du point de vue administratif la wilaya d'Oum El Bouaghi est limitée par :

- Au Nord par les wilayas de Guelma et Constantine
- Au nord-est par la wilaya de Souk-Ahras

- A l'Est par la wilaya de Tébessa
- A l'ouest par la wilaya de Mila
- Au Sud-Ouest par les wilayas de Batna et Khenchela

## I.2. Présentation du périmètre d'étude

Le périmètre de Ksar Sbahi a une superficie de 2242 ha se trouve au Nord-Est de l'Algérie dans la wilaya d'Oum EL Bouaghi à environ 90 km de la frontière Tunisienne, le périmètre de ksar sbahi est divisé en trois secteurs : Secteur A de ksar Sbahi de superficie 71,40 ha dans la limite de souk Ahras Zone B de Bir Bouhouche de superficie 376 ha Zone C de Ksar Sbahi de superficie 1794.60 ha.

Dans notre étude, on s'intéresse à l'extension du périmètre d'irrigation de Ksar Sbahi (158 ha). Une partie se situe entre le secteur A et le secteur B et l'autre partie se prolonge au nord de la route nationale RN 32.

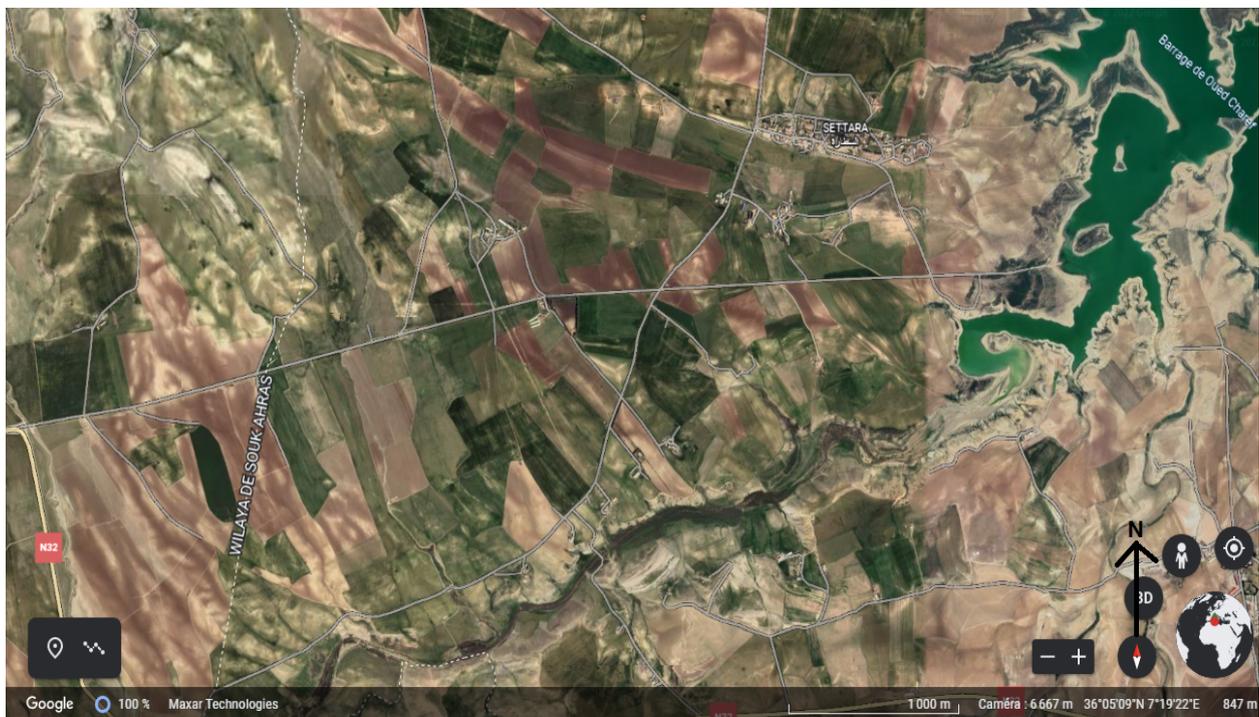


Figure I.2 Carte satellitaire du périmètre de Ksar Sbahi

## I.3. Pistes et voies de communications : les axes routiers de la wilaya d'Oum el bouaghi

D'une longueur de 1 748,86 km, le réseau routier de la wilaya d'Oum El Bouaghi, est un réseau maillé à l'intérieur et offre une bonne desserte vers l'extérieur. Il est composé de 414 km de routes nationales, 413 km de chemins de wilaya et 922 km de chemins communaux.

#### **I.4. Aperçu géologique**

La région de Ksar Sbahi est caractérisée par les formations géologiques suivantes de la plus récente à la plus ancienne selon l'échelle des ères géologiques :

1-Alluvions récentes : ce sont des limons, graviers et galets roulé constituant des alluvions actuelles des lits majeurs des oueds, ou récentes ;

2-Terrains et formations de pente et quaternaire indéterminé : c'est est une terrasse de cailloux, parfois encroûtée, nettement surélevée. La troisième terrasse, très disséquée par l'érosion et dont les éléments (graviers, blocs roulés) sont recouverts d'une croûte calcaire feuilletée caractéristique qui peut être rapportée au tensiftien. Les formations de pente jouent un rôle important dans les zones argileuse ou marneuse. Il s'agit de placage limoneux permettant la culture céréalière avec de bons rendements lorsque l'érosion ne les dilacère pas trop

3-Glacis polygéniques méridionaux : ils correspondent à la surface très faiblement pentue près des plaines. Ces plans légèrement inclinés sont parcourus de ravineaux divergents très faiblement marquées et deviennent nuls au bas de la pente, plus nettement entaillés en haut.

4-Les traces de formations d'encroûtement sont fréquentes et présentent habituellement un aspect de croûte feuilletée classiquement attribuée au tensiftien. Leur genèse est donc récente, leur épandage sur les croûtes est clair. Au moment des fortes pluies de printemps ou des gros orages d'Août et Septembre, ces glacis sont localement le siège d'un écoulement en nappe avec remise en mouvement de nombreux galets et du limon superficiel.

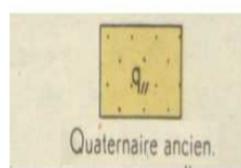
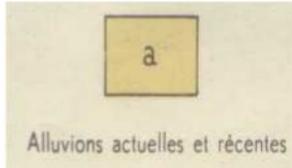
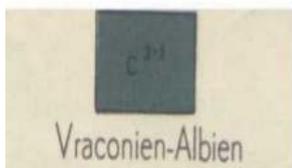
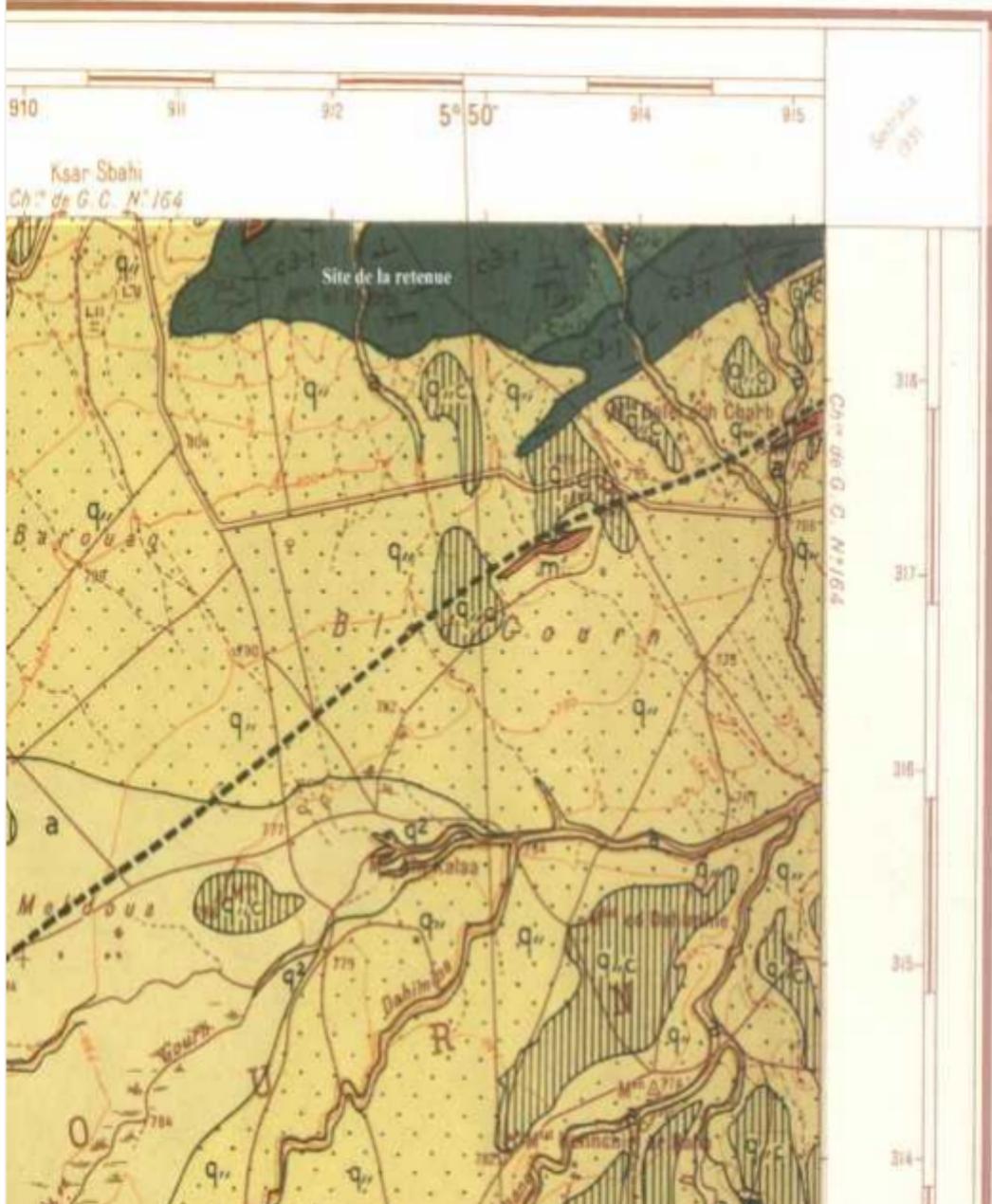


Figure I.3 Extrait de carte géologique de la zone d'étude –Échelle :1/50.000

Source :ONID

### I.5. Géomorphologie et Relief

Les plaines de notre périmètre se situent à des altitudes qui varient entre 786 et 838 mètres. Les altitudes les moins élevées correspondent aux terrasses et plaines alluviales, les altitudes plus élevées correspondent aux glacis. Mais dans la majorité des cas, le relief est favorable pour l'utilisation agricole des terres et leur irrigation, à savoir : topographie plane, pentes de 2 à 3%.

### I.6. Etude climatologique

La climatologie étudie les composantes et les variations des climats sur la surface de la terre. L'étude des facteurs climatiques a une importance capitale dans un projet d'irrigation, ces facteurs interviennent dans l'estimation des besoins en eau des cultures et le choix du type d'irrigation.

Les facteurs les plus déterminants sont la température, l'humidité relative, la pluviométrie et le sirocco, ils constituent un ensemble d'éléments décisifs.

#### I.6.1. Choix de la station météorologique : choix de la station de référence

Dans cette partie, nous nous sommes intéressés aux principaux facteurs, indispensables pour l'établissement du bilan hydrique, tels que, les précipitations, la température et l'évapotranspiration.

Nous avons pris en considération les données de la station météorologique d'Oum el Bouaghi.

**Tableau I.1** caractéristiques de la station d'Oum el Bouaghi. (Source : ANRH)

Nom de la station	Code	Coordonnées	Altitude (m)
d'Oum el Bouaghi	60421	35,88°N 7,12°E	Z= 889

#### I.6.2. Les températures

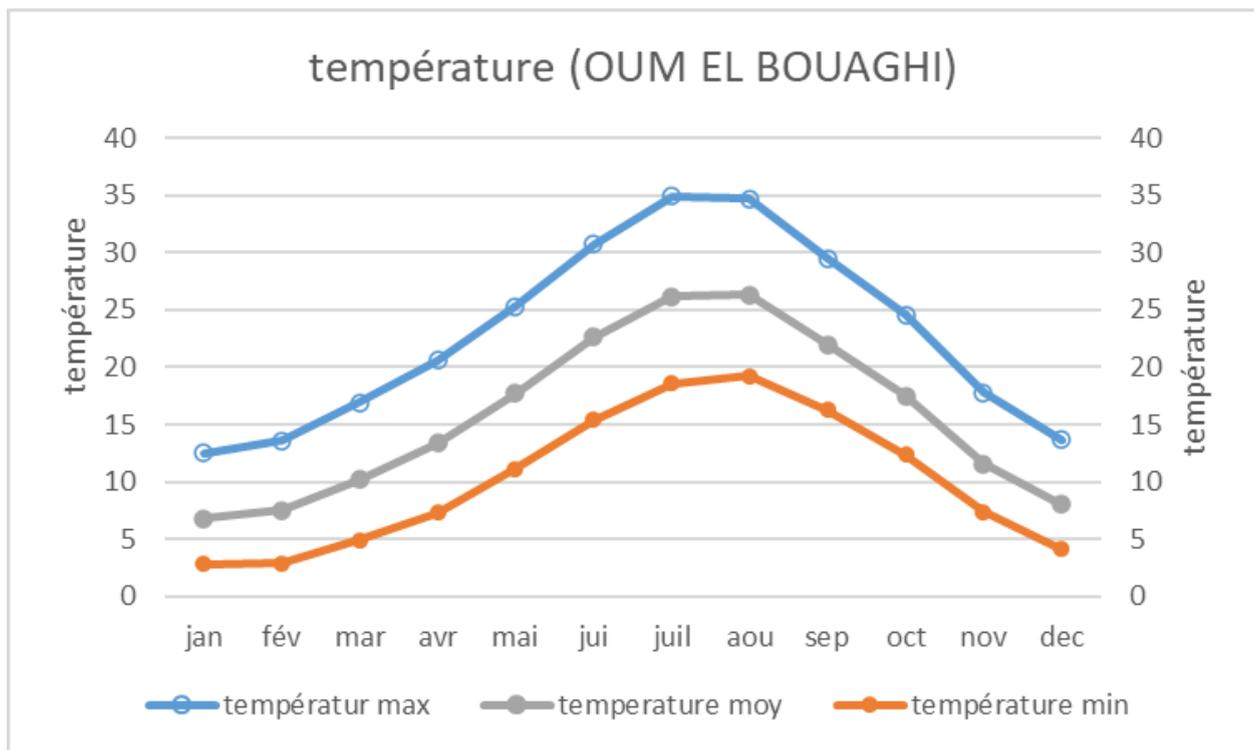
Ce paramètre est un facteur très important dans l'évaluation du déficit hydrique et permet d'évaluer en premier lieu l'évapotranspiration. Les données des températures sont réparties dans le tableau I.1 :

**Tableau I.2** Répartition des températures moyennes mensuelles

T°/Mois	jan	fév	mar	avr	mai	jui	juil	aou	sep	oct	nov	dec	moy
<b>Max</b>	12.5	13.6	16.9	20.6	25.3	30.7	34.9	34.7	29.5	24.6	17.8	13.7	22.9
<b>min</b>	2.8	2.9	4.9	7.3	11.1	15.4	18.6	19.2	16.3	12.4	7.4	4.1	10.2
<b>Moy</b>	6.8	7.5	10.2	13.4	17.7	22.6	26.2	26.3	22.0	17.5	11.6	8.0	15.8

Source :ANRH (2022)

D'après le tableau I.1, on voit que le mois le plus froid est le mois de Janvier avec une température moyenne mensuelle de 6.8°C, on remarque que le mois le plus chaud est août avec une température mensuelle de 26.3°C, la température moyenne annuelle est de 15,8°C.



**Figure I.4** Températures à la station d'Oum El Bouaghi

### 1.6.3. Etudes des précipitations

Les précipitations englobent toutes les chutes d'eau météorique sous ses différentes formes: La quantité totale qui représente la hauteur totale de pluie tombée durant toute l'année. Leur connaissance est indispensable pour l'estimation des besoins en eau des cultures.

**Tableau I.3** Répartition mensuelle des précipitations

Station	jan	fév.	mar.	avr	mai	jui	juil	Août	sep	oct.	nov	Déc	Année
Pluie moy (mm)	51,7	43,6	37,2	28,8	27,7	23,0	31,7	37,5	42,4	21,0	22,4	21,1	388,1

Source: ANRH 2022

En général, le régime pluviométrique dans la région est irrégulier. En effet, il connaît des variations au cours de l'année. La moyenne interannuelle des précipitations est d'environ 388.1 mm/an, le mois le plus pluvieux est Avec 51.7mm, le plus sec est octobre avec 21.0 mm.

#### I.6.4. Le vent

C'est un facteur déterminant pour le choix du système d'irrigation, dans les régions où les vents sont constants et forts, l'utilisation du système d'irrigation par aspersion peut être compromise.

**Tableau I.4** Moyennes mensuelle des vitesses de vent

Station	jan	fév	mar	avr	mai	jui	juil	août	sep	oct	nov	déc	année
Vents (m/s)	2.41	2.41	2.3	2.35	2.21	2.12	2.12	2.05	2.07	2.27	2.32	2.42	2.25

Source :ANRH (2022)

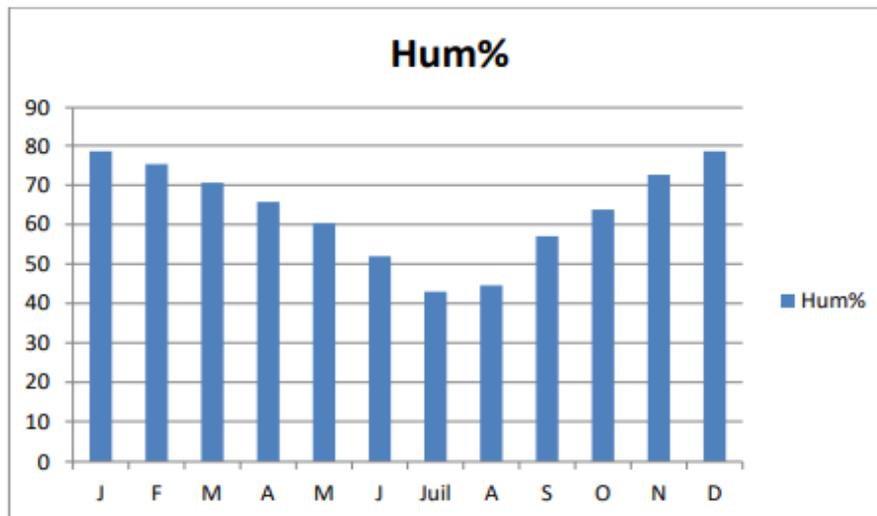
#### I.6.5. Humidité de l'air

Le tableau ci-après donne l'humidité relative moyenne mensuelle de la zone d'étude.

**Tableau I.5** Humidités relatives moyennes mensuelles.

Mois	jan	fév	mar	avr	mai	juin	jull	aou	sep	oct	nov	dec	année
H(%)	78.6	75.34	70.61	65.71	60.29	51.93	42.9	44.5	57.0	63.8	72.6	78.5	63.43

Source :ANRH (2022)



**Figure I.5** Histogramme de l'humidité moyenne mensuelle (en %)

### I.7. Calcul des indices Agrométéorologiques

Ces indices permettent de caractériser le contexte agro-climatique. Pour déterminer le type du climat et l'interférence des différentes variables du climat et leur action sur les cultures, nous avons deux facteurs essentiels : la pluviométrie et la température.

#### I.7.1. Indice d'aridité de Martonne

Cet indice permet de préciser le degré de sécheresse de la région et par conséquent de renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation (**MARTONNE, 1926**).

$$I_A = \frac{P}{T+10} = 15.04$$

Avec :

I: indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T: température moyenne annuelle (°C)

**Tableau I.6** Classification du climat selon de Martonne

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

Pour :  $P=388.1$        $T=15.8$

$$I = 388.1 / (15.8 + 10) = 15.04$$

La valeur nous informe que notre région est dominée par un climat du type : Sec (semi-aride) donc l'irrigation est Souvent Indispensable.

### I.7.2. Quotient Ombrothermique d'Emberger :

Le quotient pluviométrique d'Emberger permet de déterminer l'étage bioclimatique et la valeur du coefficient pluviométrique en utilisant la formule et le diagramme bioclimatique d'Emberger (**EMBERGER, 1932**) Tel que :

$$Q = \frac{1000.P}{(M+m)(M-m)/2} = \frac{2.1000.P}{M^2-m^2} = 41.4$$

Avec

Q : coefficient Ombrothermique d'Emberger.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

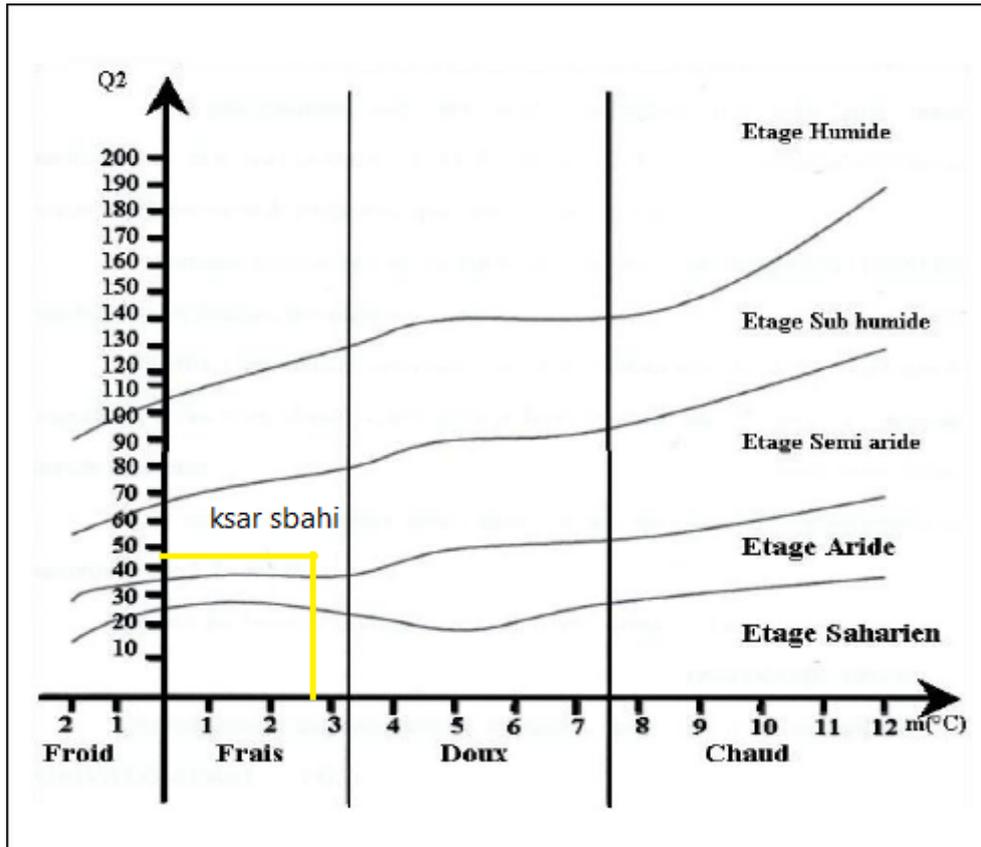


Figure I.6 Diagramme bioclimatique d'Emberger.

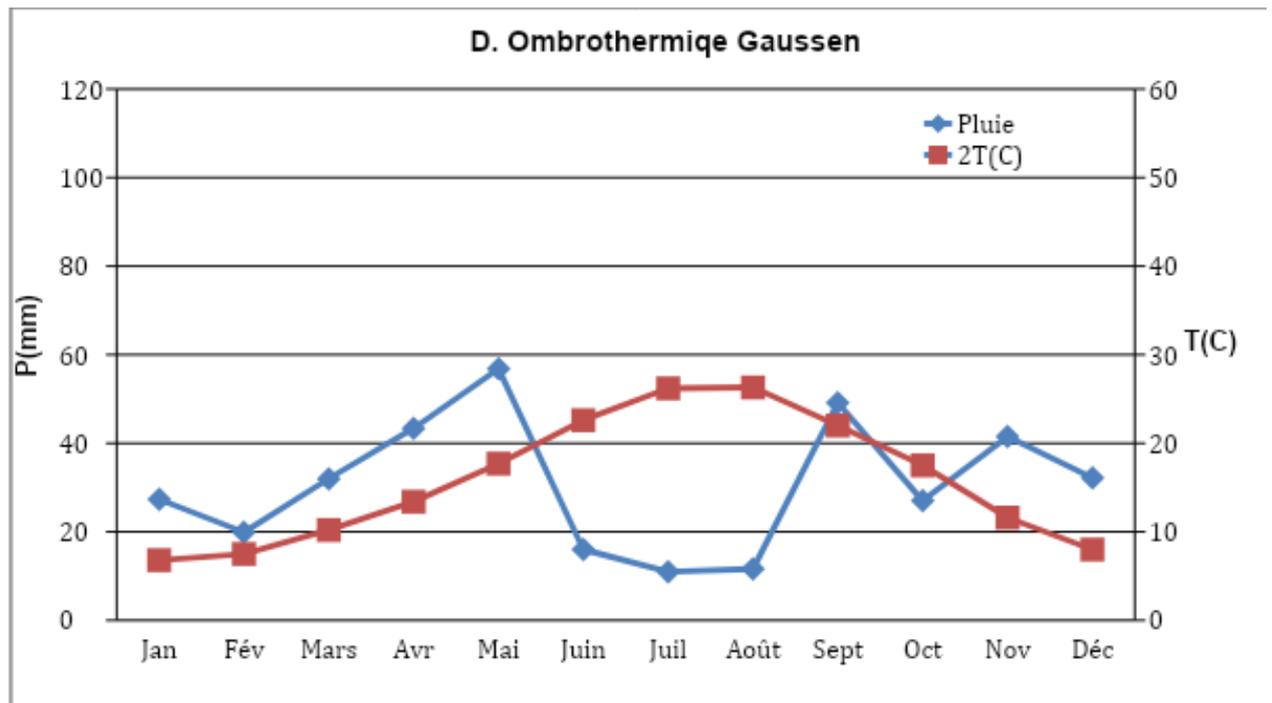
D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger, la valeur de  $Q = 41.4$  pour une température du mois le plus froid,  $T = 2.8$  °c, nous donne un étage bioclimatique «Semi-aride».

### I.7.3. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen

Il est établi selon la méthode mise au point par Gaussen. Ce diagramme nous permettra donc d'évaluer l'intervalle de saisons sèche et humide, et sa position dans le temps, en faisant intervenir la pluviométrie et la température sur un même graphique. Les deux courbes se croisent et la surface délimitée mesure l'intensité de la saison sèche et la saison humide, la différence des abscisses nous donne la durée de la saison.

Tableau I.7 Précipitation et température moyenne

Mois	sep	oct	nov	dec	jan	fév	mar	Avr	mai	jua	jull	aou
T Moy	22.0	17.5	11.6	8.0	6.8	7.5	10.2	13.4	17.7	22.6	26.2	26.3
P(mm)	42,4	21,0	22,4	21,1	51,7	43,6	37,2	28,8	27,7	23,0	31,7	37,5



**figure I.7** diagramme de Bagnouls-Gausсен

Interprétation : Le diagramme Ombrothermique de la région révèle la présence d'une Période sèche, elle s'étale de mai à mois septembre de ce fait, il est indispensable d'apporter l'eau par l'irrigation à la zone d'étude notamment pendant cette Période.

### I.8. Analyse socio-économique

Dans la wilaya d'Oum el Bouaghi, l'agriculture est un secteur qui contribue le plus à l'économie locale notamment dans les secteurs de la céréaliculture (blé, orge), oliviers, et élevage de bétail. Le tissu commercial de cette wilaya constitue un atout pour l'économie de la région, avec un nombre d'opérateurs estimé à 26233 commerçants dans les principaux secteurs suivants : commerce de l'électroménager, pièces de rechange, vêtements et chaussures, etc.

La wilaya compte plusieurs unités de production dans divers secteurs, à savoir : matériaux de construction, produits cosmétiques, montage d'appareils électroménagers, production des boissons non alcoolisées, production de pâtes alimentaires, minoterie ; etc.

La superficie des terres utilisées par l'agriculture dans la wilaya d'Oum el bouaghi est d'environ 234 118 ha (45,4%) y compris les céréales d'hiver (215 000 ha) avec un taux de Production de 3 800 000 (qx) avec un rendement égal à 17,7 (qx/ha) ainsi que les cultures industrielles (894 ha) avec une Production de 77 210 (qx) et un rendement égale à 86,4 qx/ha.

**I. Conclusion**

Le périmètre d'irrigation de Ksar Sbahi est situé dans la wilaya d'Oum El Bouaghi, ses terres agricoles s'étendent sur une superficie de 2242 ha, dont notre cas, l'aménagement concerne le secteur C qui domine sur 158 ha.

Dans ce chapitre nous avons décrit la situation géographique de la zone d'étude et identifié les principales caractéristiques climatiques et socio-économiques.

Il ressort que la région d'étude est influencée par un climat méditerranéen sec avec un régime pluviométrique variable mais semi-aride, ce qui stipule que l'irrigation est indispensable dans un projet agricole.

**Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau**

## Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau

### II.1.Introduction :

Le sol est la partie superficielle de l'écorce terrestre résultant de l'altération de la roche mère sous l'action du climat et des organismes vivants. Le sol est dans l'ensemble hétérogène constitué de composantes minérales.

Une étude hydrologique est nécessaire pour déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donnée, elle permet de quantifier les pluies mensuelles et d'estimer ainsi le déficit pluviométrique, ce qui permet de connaître les besoins en eau des cultures.

### II.2.Étude pédologique

La pédologie est la science de la formation et de l'évolution des sols sous l'action de certains facteurs naturels : climat, activité biologique, végétation, etc.

L'étude pédologique permet de déterminer le niveau de fertilité des sols et de chercher les méthodes visant à le mettre en valeur pour un accroissement conséquent de la production agricole et de connaître les problèmes liés au sol de la région pour donner des solutions.

#### II.2.1.Description et classification des sols du périmètre

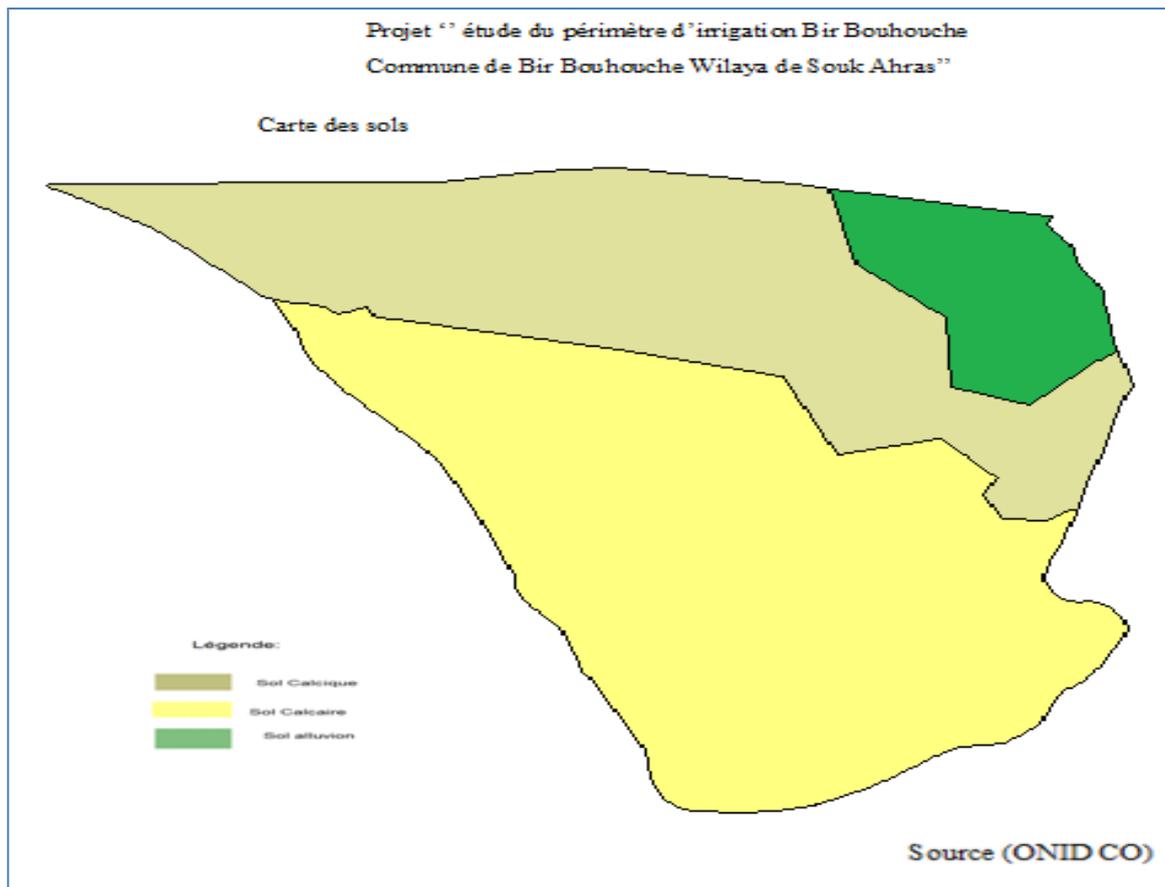
La classification utilisée dans le cadre de la présente étude est celle de la Commission de pédologie et de cartographie des sols de France (C.P.C.S, 1967).

La base de cette classification repose essentiellement sur la détermination des unités supérieures (classe, sous-classe, groupe, sous-groupe) ainsi que les unités inférieures (famille et série).

L'étude pédologique a été effectuée par l'Institut National des Sols Irrigation et Drainage (INSID) au niveau de la commune De Ksar sbahi, elle a montré la présence de deux types de sols :

1-Des sols calcimagnésiques: lourds, profonds, compacts en profondeur et vulnérables au tassement et des sols légers, perméables, bien aérés.

2-Des sols peu évolués d'apport alluvial: lourds, profonds, parfois hydromorphes, compacts en profondeur et vulnérables au tassement.



**Figure II.1** Carte pédologique de la zone d'étude.

### II.2.3. Profil pédologique:

Le type de profil de terrain montrant une coupe verticale d'un sol depuis sa surface jusqu'à atteindre du matériau relativement peu altéré. Les profils décrits et analysés ont été réalisés par l'ANRH.

#### A-Profil N° 01

Situation : Sud-ouest de KSAR SBAHI

Topographie : plane- Pente : Ouest-Est 1%

Végétation : céréale (état moyen)

Géomorphologie : glacis terrasse

Coordonnées métrique : X=907.280 Y=312.880

Classe : Sol peu évolué- S/classe : d'origine non climatique

Groupe : d'apport colluvial- S/groupe : modal

#### **Description :**

-0-22 cm : Sec, brun, structure polyédrique fine, moyenne mal développée, texture équilibrée, quelque racines et radicelles, poreuses, friables.

-22-60 cm : Sec, brun jaunâtre, structure polyédrique moyenne mal développée, poreuse, texture limono-argileuse.

-60-110 cm : Sec, brun jaunâtre, structure polyédrique grossière assez bien développée, consistance assez dure, texture argilo-limoneuse.

**Tableau II.1** Profil pédologique n°01

Profondeur (cm)		0-22	22-60	60-110
<b>granulométrie</b>	argile %	19	31	34
	limon fins%	29	27	31
	limon grossier%	9	12	7
	sable fins %	15	12	21
	sable grossier %	24	10	10
<b>matière organique</b>	MO%	2.05	1.21	0.63
	C%	12.00	7.10	3.70
	N%	1.30	0.70	0.67
	C/N	9	10	/
<b>réserve minérale</b>	CaCO3 total %	39.90	49.40	56.24
	CaCO3 actif %	16.30	18.00	17.80
<b>complexe absorbant</b>	Ca en méq/100g	20.00	23.00	23.00
	Mg en méq/100g	5.00	9.00	12.00
	K en méq/100g	0.30	0.40	0.20
	Na en méq/100g	2.08	1.80	1.30
	T en méq/100g	23.00	20.00	14.40
<b>Ph</b>		8.3	8.4	8.4
<b>conductivité</b>		06	0.5	0.4
<b>densité apparente</b>		1.45	1.43	1.4

Source: ANRH 2018

**B-Profil N° 02 :**

Situation : Extrême Sud-Est de Ksar sbahi

Topographie : plane- Pente : Sud-Nord 1%

Végétation : jachère

Géomorphologie : glacis

Coordonnées métrique : X=914.460 Y=231.160

Classification : Class : Sol calcimagnésique/ S/classe : carbonaté - Groupe : brun calcaire-S/groupe : verticale- Famille : colluvions calcaires de texture fine

**Description :**

0-20 cm : Sec, brun, texture argilo-limoneuse, structure polyédrique fine à moyenne, porosité bonne.

20-55 cm : Sec, à frais, texture argileuse, structure polyédrique moyenne à grossière, porosité bonne.

Au-delà de 55 cm : Encroûtement calcaire.

**Tableau II.2** Profil pédologique n°02

Profondeur (cm)		0-20	20-55
<b>Granulométrie</b>	argile %	42	52
	limon fins%	15	16
	limon grossier%	8	6
	sable fins %	19	19
	sable grossier %	14	8
<b>matière organique</b>	MO%	1.45	1.21
	C%	8.50	7.10
	N%	0.90	0.95
	C/N	9	7
<b>Réserve minérale</b>	CaCO <sub>3</sub> total %	26.60	29.6
	CaCO <sub>3</sub> actif %	13.50	15.00
<b>complexe absorbante</b>	Ca en méq/100g	19.00	21.00
	Mg en méq/100g	7.00	9.00
	K en méq/100g	1.66	1.78
	Na en méq/100g	0.60	1.20
	T en méq/100g	17.60	17.60
<b>Ph</b>		8.5	8.30
<b>conductivité</b>		0.70	1.40
<b>densité apparente</b>		1.4	1.45

Source: ANRH 2018

**II.2.1 Caractéristiques physico chimiques des sols**

L'analyse physico-chimique faite au laboratoire nous a permis de mieux apprécier les propriétés en particulier texturales et hydrodynamiques de notre sol.

-Texture des sols : généralement argilo-limoneuse, rarement moyenne et grossière.

- calcaire actif (CaCO<sub>3</sub>) : de teneur environ 12 %.
- PH : situé entre 8 et 8,5
- Salinité des sols : inférieur à 2 mmhos/cm sur la majeure partie des sols examinés
- Teneur en matière organique : irrégulier, dans le premier horizon varie entre 0,15- 3,0%

### II.2.2 Caractéristiques hydrodynamiques des sols

Un sol se caractérise par un certain nombre de paramètres qui sont généralement dépendent à la fois de la structure et de la texture du sol.

**Tableau II.3** Propriétés hydrodynamiques des sols

<b>Texture</b>	<b>Argileux-limoneux</b>
<b>Capacité au champ (%)</b>	<b>25%</b>
<b>Point de flétrissement (%)</b>	<b>16%</b>
<b>La perméabilité</b>	<b>mm/h 8.8</b>
<b>Densité apparente</b>	<b>1.4</b>

ANRH 2018

### II.2.3 Aptitude culturale et choix des cultures

L'étude de l'aptitude culturale des sols vise à estimer la valeur agronomique des sols du point de vue des cultures, elle permet de mieux orienter les agriculteurs dans leur choix des cultures.

Les critères de détermination des aptitudes culturales reposent essentiellement sur les caractères morphologiques des sols (profondeur) et leur position topographique sans tenir compte de la ressource en eau. Ainsi la détermination est établie en considérant que l'on dispose d'une eau d'irrigation de bonne qualité.

**Tableau N° II.4** Les aptitudes culturales associées à chaque zone

Zones		Zone I	Zone II
Aptitudes	Les cultures maraîchères	Tomate, oignon, ail, pomme de terre, haricot, pastèque, melon, aubergine	Pomme de terre, haricot, aubergine, épinard
	les cultures céréalières	Blé, orge	Blé, orge
	les cultures fourragères	.Luzerne, Bersime, Sorgho, ray-grass	Luzerne, bersime, ,ray-grass
	l'arboriculture fruitière	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Abricotier sur le porte greffe (franc d'abricotier),</li> <li>● amandier sur franc ou sur le porte greffe (pêcher x amandier),</li> <li>● cerisier</li> <li>● vigne</li> <li>● pêcher sur porte greffe : amandier ou le porte greffe : prunier saint julien ;</li> <li>● prunier sur la porte greffe : prunier myrobolan ou porte greffe : mariana et GF81, la vigne sur porte greffe : SO4 ou 41B ou 3309C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● poirier</li> <li>● Abricotier (porte greffe : prunier myrobolan),</li> <li>● Amandier sur le porte greffe (pêcher x amandier),</li> <li>● Pommier, Prunier sur le porte greffe : mariana et GF81,</li> <li>● la vigne sur porte greffe : SO4 ou 41B.</li> <li>● Pêcher sur porte greffe amandier.</li> </ul>
Cultures Exclues		Epinaud, Triticale, poirier, pommier	Sorgho, Melon, pastèque, Cerisier, prunier  Pêcher sur porte greffe amandier.

Source (ONID)

**II.3.1.Ressources en eau**

Le périmètre de Ksar Sbahi sera alimenté par le barrage de l'oued charef qui dispose d'un volume de 157 hm<sup>3</sup>, situé à l'aval du confluent de l'oued Cherf et de l'oued Settara.

Le niveau maximum dans cette retenue se situe à la cote 745,0 et le niveau minimum étant à la cote 730,0.

**II.3.4.Etude de la qualité de l'eau d'irrigation**

Les facteurs qu'on doit vérifier pour étudier la qualité de l'eau sont :

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

- Toxicité.

#### a. Risques dus à la salinité :

L'excès de teneur en sel dans la zone racinaire occasionne des effets nocifs sur les végétaux et le sol; il s'en suit une diminution des rendements et à terme une stérilisation du sol. La concentration en sel est exprimée en g de sel par litre d'eau (g/L), et peut aussi être mesurée grâce à la conductivité électrique de l'eau d'irrigation (ECi). Cette conductivité est exprimée en millimhos par centimètre (mmhos/cm) ou milliSiemens par centimètre (mS/cm).

La classification américaine du risque encouru par l'irrigation en fonction la salinité de l'eau d'irrigation est donnée dans le tableau suivant :

**Tableau II.5** Risque d'irrigation en fonction de la salinité

Conductivité électrique (mmhos/cm)		Risque	Remarque
C1	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible	Convient pour toutes les cultures
C2	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen	Convient 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
C4	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevé	Eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

Source ANRH 2018

#### b. Risques d'alcalinisation :

Le sodium échangeable (Na<sup>+</sup>) a une incidence marquée sur les propriétés physiques et chimiques des sols. A mesure que la teneur en eau échangeable augmente, le sol a tendance à se disperser, Cette dispersion a comme conséquence l'altération des agrégats des sols. Le sol devient alors dur et compact (lorsqu'il est sec) réduisant ainsi les vitesses d'infiltration de l'eau et d'air, affectant ainsi sa structure. On exprime le Danger d'alcalinité d'une eau d'irrigation par le SAR (Sodium Absorption Ratio), Cet indice mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium.

Le SAR est défini par l'équation suivante :

$$SAR = NA / (\sqrt{(CA + Mg)}/2)$$

Avec :Na: Sodium en meq./L

Ca: Calcium en meq./L

Mg: Magnésium en meq./L

**Tableau II.6** Le risque d'irrigation en fonction de la valeur du SAR

Classe	SAR	Danger d'alcalinisation
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S4	$SAR > 26$	Risque très élevé

**Commentaire des analyses :**

D'après ces résultats, il ressort que :

- La conductivité électrique est de 0.28 ms/cm.
- Le SAR est égal à 7.27

Un risque moyen de salinité et le risque d'alcalinisation est nul et l'eau est de classe C2-S1, ces eaux sont donc considérées de bonne qualité pour l'irrigation.

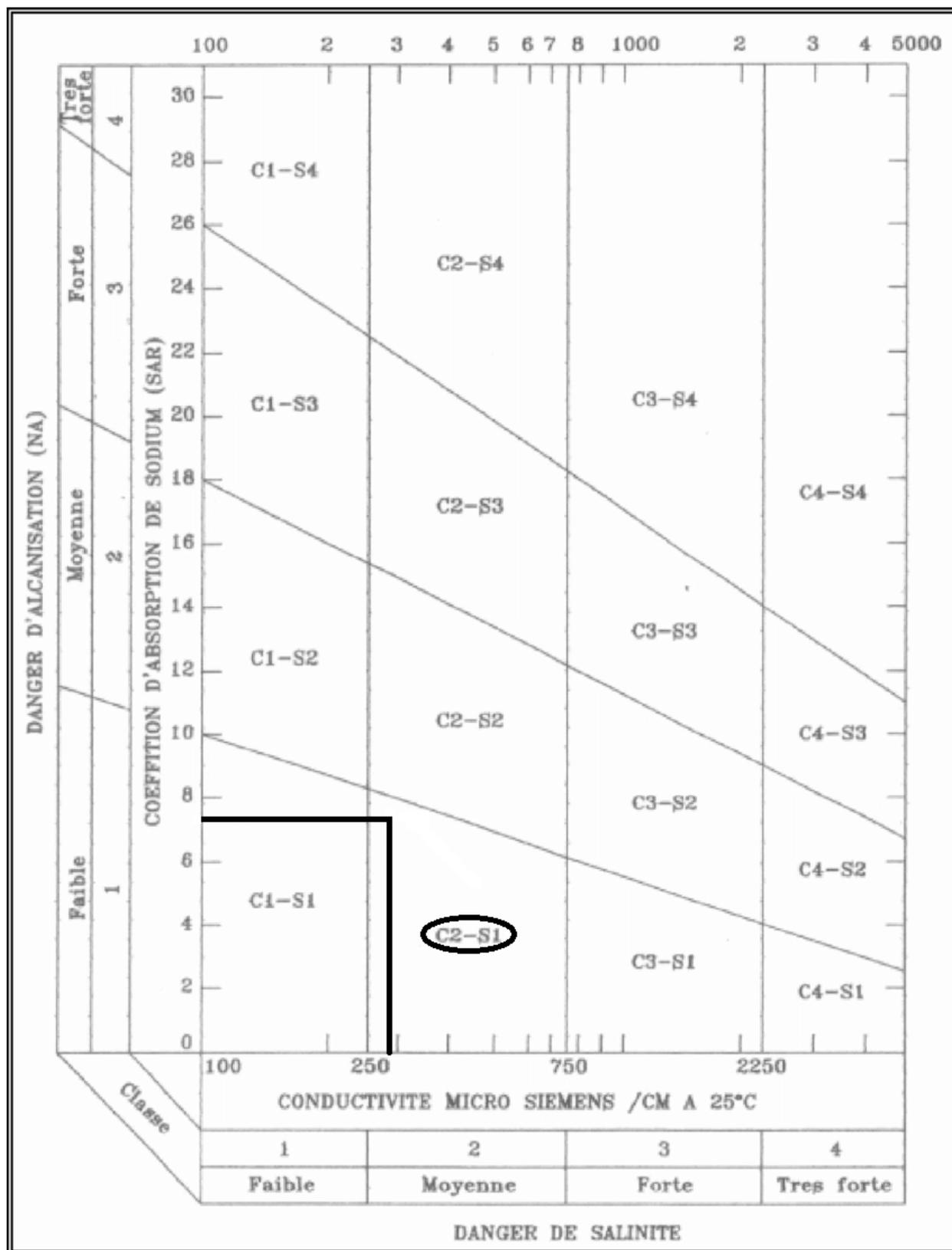


Figure II.2 Diagramme Riverside

## II.4. Calcul de la pluie de projet

L'analyse des pluies a pour but de définir les précipitations pour une période de retour donnée, cette estimation est nécessaire pour déterminer les besoins en eau de notre périmètre.

**Tableau II.7** Pluies mensuelles de la station Ksar Sbahi

année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Annuel
1990	112,3	20,5	61,8	22,1	23,7	17,1	45,8	38,4	18	26	16,6	0	402,3
1991	15,8	66,8	21,1	23,2	18,4	27,3	34,6	33,5	37,5	0	13	19,1	310,3
1992	29,9	21,3	20,9	12,3	8,5	51,8	36,7	12,1	39,4	1,4	7,7	11,5	253,5
1993	6	0	30,2	20,3	19	19,1	27,6	12,5	6,7	7,6	41,5	0	190,5
1994	76,8	28,8	13,2	14,3	58,5	49,8	67,5	26,8	21,5	82,7	0	32,2	472,1
1995	63,5	41,2	9,4	4,4	44,5	0	36,1	26,3	5,4	5,7	69,3	22,2	328
1996	17,3	0	15,7	8,3	9,5	9,6	26,8	30,3	0	0	48	17,7	183,2
1997	110,3	50,4	34,1	17,8	17,7	32,2	13	57,6	19,4	43,7	0	19,6	415,8
1998	14	19,1	9,5	5,9	48,5	4,5	3,5	0	10,2	6,5	23,2	19,5	164,4
1999	51,1	47,7	76,5	28,1	3,5	1	14,5	11,3	19,5	12	0	0	265,2
2000	18,5	32	4,3	17,2	5,1	5,6	0	4	30,8	2,1	8	2,1	129,7
2001	108,6	16,6	49,1	13,8	8,1	0,5	1,5	24	10,2	13,7	20,1	51,5	317,7
2002	4,9	42,5	61,5	18	77,7	43,5	18	60	17,7	49,6	8,6	12	414
2003	16,8	100,1	40,6	17	6,5	27,5	86	76	98	38	7,5	17	531
2004	19	20,5	64,5	106	3,5	93	46	18	35,4	20,8	42,5	38,5	507,7
2005	47,5	58	46,5	106,5	17,5	14	22,5	101,5	19,5	0	0	16,5	450
200	70	57	64,5	12	40	14,5	3,5	37,5	49	14,5	9	20,5	392
2007	43,5	18	30,5	24,5	8,5	15	48,5	13,5	119	36	30	20	407
2008	102	108,5	14,5	46,5	123,5	24,5	84	131	47,5	12,5	0	57,5	752
2009	130	19,5	4,5	13	23	33	29,5	34	66,5	28	16,5	23	420,5
2010	33	24	36	27	43,5	44,5	84,5	41,5	164,5	4	15,5	27,5	545,5
2011	19	26,5	47	12,5	13,5	23	9	29,9	35,4	20,8	13	21	270,6
2012	63,28	137,1	89,65	79,1	26,37	0	0	21,09	68,55	47,46	26,37	21,09	580,1
2013	68,55	89,65	47,46	42,19	15,82	0	21,09	58,01	79,1	31,64	121,3	36,91	611,7
moy	51,7	43,6	37,2	28,8	27,7	23,0	31,7	37,5	42,4	21,0	22,4	21,1	388,1

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 pluviométrique, on procède au test de Mood [6]. La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous :

Soit un échantillon  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ . Déterminons sa médiane : La médiane  $M$  est le nombre qui sépare la série (ordonnée en valeurs croissantes) en deux groupes de même effectif. C'est un paramètre de position de la série.

Les valeurs inférieures à la médiane sont codées comme "0". Ceux qui sont supérieurs, sont codés comme "1". Les valeurs égales à la médiane ne sont pas utilisées dans l'analyse.

Soit " N " la taille de l'échantillon, NS le nombre total de séries de "1" ou "0" et TS la taille de la plus grande série de "1" ou "0".

NS suit approximativement une loi normale et TS suit approximativement une loi binomiale.

**Tableau II.8** Résultats du test de Mood

1990	402,3	0
1991	310,3	0
1992	253,5	0
1993	190,5	0
1994	472,1	1
1995	328	0
1996	183,2	0
1997	415,8	1
1998	164,4	0
1999	265,2	0
2000	129,7	0
2001	317,7	0
2002	414	1
2003	531	1
2004	507,7	1
2005	450	1
2006	392	0
2007	407	1
2008	752	1
2009	420,5	1
2010	545,5	1
2011	270,6	0
2012	580,1	1
2013	611,7	1
<b>N<sub>s</sub>=12</b>	<b>N=24</b>	<b>T<sub>s</sub>=4</b>

La médiane M= 404.65

$$0,5 \times (24 + 1 - 1.96 \times \sqrt{(24 + 1)}) = 7.6 < N_s$$

$$3,3 \log_{10} (24 + 1) = 4.61 > T_s$$

La condition de Mood est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle (1990 - 2013) est homogène.

### II.4.1 Ajustement de la série pluviométrique

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, on utilise pour notre projet celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées sont la loi de Gauss ou loi normale et la loi log-Normale.

#### II.4.1.1 Ajustement à la loi normale

La fonction de répartition est :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du \quad \text{Avec :} \quad u = \frac{X-x}{\sigma}$$

X : Moyenne

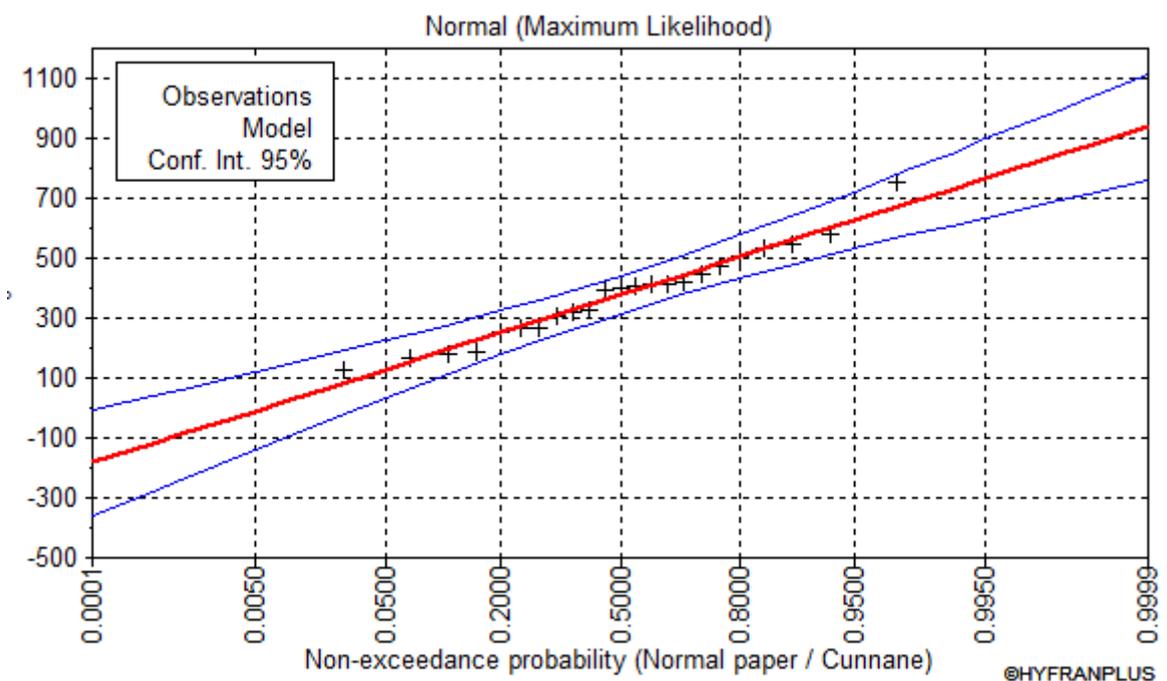
σ : l'écart type

Les résultats de l'Ajustement de la série des pluies moyenne annuelle de la station d'El-Milia obtenu par le logiciel HYFRAN sont résumés ci-après.

Pour les calculs, nous avons utilisé le logiciel HYFRAN. Les résultats de calcul sont détaillés dans le tableau suivant :

**Tableau II.9** Résultat de l'ajustement à la loi Normale (Hyfran)

P. retour T(ans)	Freq.Non Dépassement	Quantile (mm)	Intervalle de confiance
2.0	0.5000	388	326- 450
1.25	0.2000	258	185 - 330



**Figure II.3** Ajustement graphique à la loi normal

**II.4.1.2 Ajustement à la loi log-normale**

Cette méthode est comme suit : les données statistiques des pluies sont rapportées à une autre échelle à savoir l'échelle du log-normal. Nous avons l'équation de la droite qui s'écrit comme suit :

$$\ln(X_{p\%}) = \ln(\bar{X}) + \delta \ln \times U_{p\%}$$

$\ln$  : symbole de l'opérateur mathématique correspondant au logarithme népérien.

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

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

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

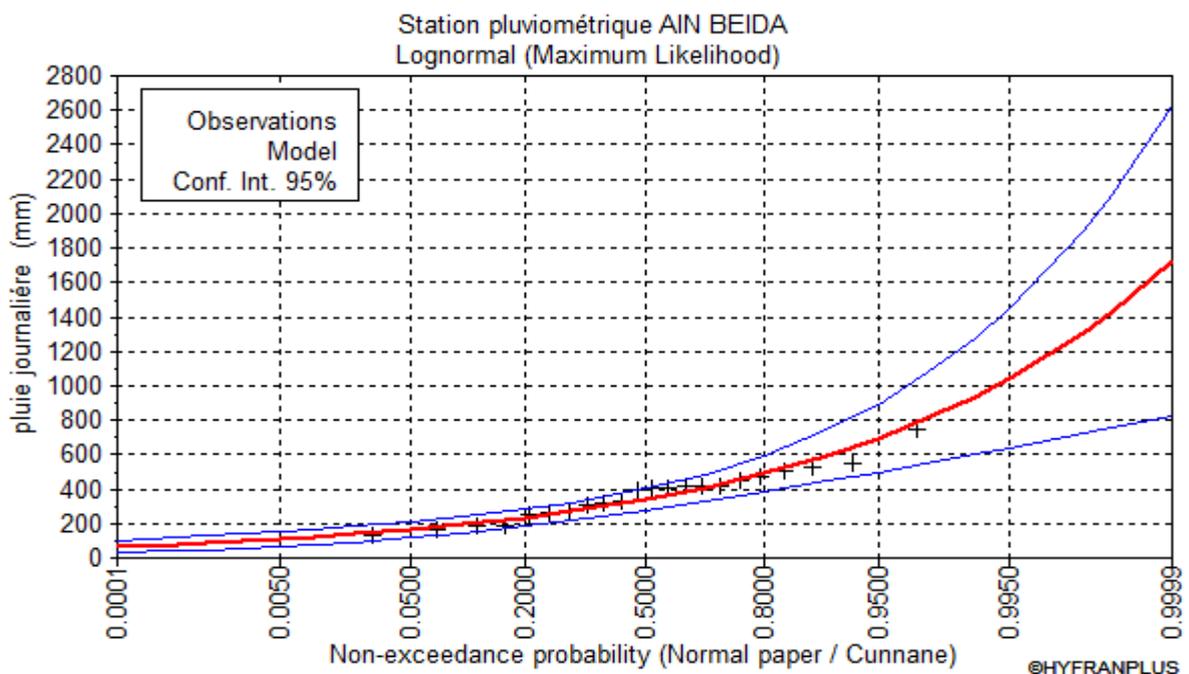
$$\bullet \delta \ln = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i) - \ln(\bar{X})]^2} \text{ Si } n < 30 \text{ et } \delta \ln = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i) - \ln(\bar{X})]^2} \text{ Si } n >$$

ou = 30

•  $U_{p\%}$  : variable réduite de Gauss.

**Tableau II.10** Résultat de l'ajustement à la loi log-normale (Hyfran).

P. retour T(ans)	Freq. Non Dépassement	Quantile (mm)	Intervalle de confiance
2.0	0.5000	356	292 - 419
1.25	0.2000	244	193 - 296



**Figure II.4** Ajustement graphique à la loi log normal

### II.4.2 Le test d'adéquation Khi-deux

Il convient 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 découpe l'échantillon de n éléments, en K classes (K>4) de façon à ce que chaque classe contient théoriquement plus de 5 éléments.

Soit  $n_i$  le nombre d'éléments contenus dans la ième classe et  $n'_i$  ( $n'_i > 5$ ) le nombre théorique qui devrait s'y trouver, on forme le terme suivant :

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

Cette variable  $\chi^2$  suit une loi de probabilité dite loi du  $\chi^2$ , à  $\lambda$  degrés de liberté :

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

Avec :

- P : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition (nombre de modalités)

Pour les calculs nous avons utilisé le logiciel HYFRAN plus.

**Tableau II.11** Résultat du test de Pearson  $\chi^2$

Loi d'ajustement	Nombre de de classes	Degré liberté	$\chi^2_{calculé}$	$\chi^2_{théorique}$	Observation
Normale	7	4	1.08	7.81	$\chi^2_{calculé} < \chi^2_{théorique}$ Condition vérifiée
Log-normale	7	4	7.5	7.81	$\chi^2_{calculé} < \chi^2_{théorique}$ Condition vérifiée

D'après l'ajustement de la série pluviométrique par les deux lois (loi normale et log normale) et d'après l'observation des graphes et les résultats obtenus, la loi normal et la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région.

### II.4.3 Détermination de l'année de calcul

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

Le but pour la détermination de l'année est pour connaître la fraction de la pluie efficace qui peut être utilisé par la plante, on utilise la formule suivante :

$$P_{80\%}^{sec} = P_{moy.i} \times \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}}$$

Avec :

- $P_{80\%}^{sec}$  : la précipitation mensuelle de l'année de calcul
- $P_{moy.i}$  : La précipitation moyenne mensuelle
- $P_{80\%}$  : La précipitation théorique annuelle de fréquence 80%
- $P_{50\%}$  : La précipitation théorique annuelle de fréquence 50%

D'après les résultats de l'ajustement par la loi normal on trouve :

- $P_{50\%} = 388$  mm.
- $P_{80\%} = 258$  mm.

**Tableau II.12** Précipitation mensuelle de l'année de calcul

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Jlt.	Aou.
$P_{moy.i}$	51,7	43,6	37,2	28,8	27,7	23,0	31,7	37,5	42,4	21,0	22,4	21,1
$P_{80\%}^{sec}$	34,38	28,99	24,74	19,15	18,42	15,29	21,08	24,94	28,19	13,96	14,89	14,03

## II.5 Conclusion

L'analyse des sols de la zone d'étude montre que les sols appartiennent à deux classes : les sols peu évolués et les sols calcimagnésiques, très répandus dans l'Est du pays.

Les aptitudes culturales des sols varient d'une classe à l'autre, on note quelques restrictions à cause principalement de la présence d'une croûte calcaire dans certains endroits, à une faible profondeur du sol.

Les évaluations effectuées dans ce cadre ont montré que le barrage de l'oued Charef est la seule source d'irrigation de notre périmètre.

La moyenne salinité ainsi le faible degré d'alcalinité de l'eau de barrage nous montre que cette eau est de bonne qualité, elle est donc utilisable sans restrictions pour l'irrigation.

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

## Chapitre III : Calcul des besoins en eau des cultures

### III.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'irrigation.

Le calcul des besoins d'irrigation doit être calculé en fonction des caractéristiques climatologiques, des besoins en eau de la plante considérée.

### III.2. Besoin en eau du périmètre

L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique.

#### III.2.1 Calcul des besoins en eau d'irrigation

Par définition les besoins d'irrigation sont la différence entre l'évapotranspiration maximale (besoins en eau) d'une culture donnée telle que déterminée par le climat et les caractéristiques végétales (ETM) et d'autre part la somme des apports effectifs des précipitations.

Le calcul des volumes d'eau à apporter par irrigation est réalisé en effectuant période pour chaque stade végétatif le bilan hydrique suivant :

$$B_i = ETM_i - (P_{eff_i} + RFU_{i-1}).$$

Où :

- **ETM**: est la valeur de l'évapotranspiration maximale en mm, elle est égale à :  $ET_0 * K_c$ . **K<sub>c</sub>** est le coefficient cultural de la culture considérée.
- **P<sub>eff<sub>i</sub></sub>** : c'est la pluie efficace du mois considéré.
- **RS<sub>i-1</sub>** : La réserve en eau du sol du mois précédent.

#### III.2.2. Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence: (ET<sub>0</sub>)

L'évapotranspiration potentielle de référence représente la quantité d'eau évaporée, et transpirée par une végétation qui recouvre totalement le sol.

Pour le calcul de l'évapotranspiration de référence, il existe plusieurs méthodes, telles que le lysimètres ou les évaporateurs, de type Bac Class A par exemple.

- **Méthodes empiriques** : Ces méthodes permettent de calculer l'ET<sub>0</sub> à partir de formules basées sur des paramètres climatiques. Il existe des formules de calcul dont les principales sont:

Formule de Turc 1960

Formule de Blaney-Criddle 1959

Formule de Thornthwaite 1948

Formule de Penman

Formule de Bouchet.1960

### Formule Modifiée de Penman Monteith

Dans notre cas, on se réfère sur la formule de Penman-Monteith modifiée qui est la formule la plus utilisée en irrigation, elle est recommandée par le FAO car elle donne des approximations de l'ET<sub>0</sub> les plus correctes.

Cette formule est détaillée comme suit :

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{C_{ste}}{T + 273} \mu_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34\mu_2)}$$

- **ET<sub>0</sub>** : évapotranspiration de référence (mm jour-1).
- **R<sub>n</sub>** : rayonnement net à la surface de la culture (MJ m<sup>-2</sup> jour-1).
- **G** : densité de flux de chaleur dans le sol (MJ m<sup>-2</sup> jour-1).
- **T** : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m (°C).
- **μ<sub>2</sub>** : vitesse du vent à une hauteur de 2 m (m s<sup>-1</sup>).
- **e<sub>s</sub>** : pression de vapeur saturante ( KPa).
- **e<sub>a</sub>** : pression de vapeur réelle (Kpa).
- **e<sub>s</sub> - e<sub>a</sub>** : déficit de pression de vapeur saturante (KPa).
- **D** : pente de la courbe de pression de vapeur saturante (KPa °C<sup>-1</sup>).
- **g** : constante psychométrique (KPa °C<sup>-1</sup>).

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET<sub>0</sub> calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 selon la formule de Penman Monteith, modifiée sont récapitulés dans le tableau ci-après :

**Tableau III.1** Evapotranspiration de référence  $ET_0$  calculée pour la zone d'étude

ETO Penman-Monteith par mois - D:\irrigation\THESES\_ENSH\_2022\oum bouaghi.PEM

Pays ALGERIE Station Dum el bouaghi

Altitude 889 m. Latitude 35.88 °N Longitude 7.12 °E

Mois	Temp Moy °C	Humidité %	Vent m/s	Insolation heures	Ray. MJ/m <sup>2</sup> /jour	ET <sub>0</sub> mm/mois
Janvier	7.7	78	2.4	7.1	10.8	36.85
Février	8.3	75	2.4	7.5	13.6	45.09
Mars	10.9	70	2.3	7.9	17.1	74.36
Avril	13.9	65	2.3	8.2	20.2	99.29
Mai	18.2	60	2.2	8.6	22.3	132.21
Juin	23.1	51	2.1	9.0	23.4	159.26
Juillet	26.8	44	2.3	8.8	22.8	189.83
Août	26.9	44	2.1	8.4	21.0	178.31
Septembre	22.9	57	2.1	7.7	17.7	128.77
Octobre	18.5	64	2.2	7.5	14.4	93.83
Novembre	12.6	73	2.3	7.4	11.6	53.61
Décembre	8.9	74	2.4	7.0	10.0	39.74
<b>Moyenne</b>	<b>16.6</b>	<b>63</b>	<b>2.3</b>	<b>7.9</b>	<b>17.1</b>	<b>1231.15</b>

### III.3. Calcul de la pluie efficace

Elle est définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur. C'est la pluie effectivement retenue dans la zone racinaire.

Pour l'estimation de la pluie efficace, nous avons pris en considération la méthode basée sur une fraction de la pluie totale (méthode du pourcentage), elle est détaillée comme suit :

$$P_{eff} = 0.75 \times P_{80\%}^{sec}$$

Avec :

- $P_{eff}$  : pluie annuelle efficace en (mm/mois).
- $P_{80\%}^{sec}$  : Pluie sec de probabilité de dépassement de 80%, en (mm)

Tableau III.2 résultats de calcul des pluies efficaces

Mois	ET <sub>0</sub>	P <sub>80%</sub> (mm)	P <sub>eff</sub> (mm)
Janvier	36,85	18.42	13.81
Février	45,09	15.29	11.47
Mars	74,36	21.08	15.81
Avril	99,29	24.94	18.70
Mai	132,21	28.19	21.15
Juin	159,26	13.96	10.47
Juillet	189,83	14.89	11.17
Août	178,31	14.03	10.52
Septembre	128,77	34.38	25.78
Octobre	93,83	28.99	21.74
Novembre	53,61	24.74	18.55
Décembre	39,74	19.15	14.36
total		258.07	193.55

### III.5.3. Réserve en eau du sol

C'est la réserve en eau du sol restante, elle exprime l'humidité du sol restante (du mois précédent) elle est égale a :

$RS_{t-1} = K \times RFU$ , ou K = coefficient entre 1 et 0.

Le calcul de la RFU se fait comme suit :  $RFU = Y \times (H_{cc} - H_{pf}) \times D_a \times Z$

- H<sub>cc</sub> : humidité à la capacité au champ (25%)
- H<sub>pf</sub> : humidité au point de flétrissement (16%)
- Y : degré de tarissement généralement égal à 2/3.
- D<sub>a</sub> : densité apparente. on prend D<sub>a</sub>=1.4
- Z : profondeur d'enracinement (mm).

### III.5.1. Calcul des besoins en eau des cultures : L'évapotranspiration maximale (ETM)

Elle exprime les besoins en eau des cultures suivant leur stade végétatif, elle est donnée par la formule suivante :

$$ETM = K_c \times ET_0$$

- $K_c$  : coefficient cultural.
- $ET_0$  : évapotranspiration potentielle ou de référence.

#### III.4.1.Choix des cultures :

Avant d'évaluer les besoins en eau des cultures de la zone d'étude, il faut d'abord définir l'occupation et la répartition culturale dans le périmètre [2]. Le choix des cultures à mettre en place doit concilier entre les critères suivants :

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

Pour notre périmètre nous avons a choisi :

**La céréaliculture** : Blé dur Blé tendre Orge grain Orge en vert

**Le maraîchage** : Pomme de terre Tomate Aubergine Haricot Courgette Oignon

**L'arboriculture** : Oliviers Amandier

Le taux d'occupation des sols est donné comme suit :

**Tableau III.3** Pourcentages proposés aux différentes cultures

Culture	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
Céréales	94.8	60
Maraîchage	31.6	20
Arboriculture	31.6	20

### III.4.2. Assolements/rotation des cultures

Au sens agronomique, la rotation des cultures est la répartition des cultures au cours d'un mouvement données de culture pour différentes parcelles du périmètre.

Dans chaque sole, la culture sera différente d'une année à l'autre. Nous définirons la rotation des cultures sur le même sol pendant de nombreuses années correspondant au type de rotation des cultures utilisées

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

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

**Tableau III.4** Assolement proposé

Assolement 1	Assolement 2
Blé dur	orge en vert
orge grain	orge en vert
blé tendre	orge en vert
Pomme de terre (S)	Haricot (s)
Pomme de terre (AS)	courgette
Tomate	Oignon
courgette	Pois
Aubergine	Ail
Olivier	Olivier
Amandier	Amandier

**Tableau III.5** Calendrier des principales cultures préconisées

cultures	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
blé dur												
blé tendre												
orge grain												
orge en vert												
p.terre (AS)												
p.terre(s)												
tomate												
aubergine												
haricot												
courgette												
Pois												
Ail												
Oignon												
Oliviers												
Amandier												

### III.6.1. Calcul des besoins bruts d'irrigation

Les besoins bruts du périmètre sont estimés à partir des besoins nets de chaque culture. Cette estimation dépend des paramètres suivants :

- L'efficacité du système d'irrigation.
- La répartition des différentes cultures adaptées.

On calcule les besoins bruts d'après la formule suivante :

$$B_{brut} = \frac{B_{net}}{E_f}$$

- Brut : Besoin brut des cultures (mm).  $B_{net}$  : Besoin des cultures (mm), l'efficience globale du système d'irrigation, on prend  $E_i = 0.75$ .

### III.6.2. Estimation des coefficients culturaux ( $K_c$ ) :

Les valeurs du coefficient cultural ( $K_c$ ) de chaque culture ont été ressorties selon les valeurs établies par Doorenbos (FAO, 2003), en fonction du stade végétatif de la plante, et du climat considéré : ils sont représentés dans le tableau

**Tableau III.6** Coefficients culturaux des cultures.

	Blé dur	blé tendre	orge en vert	orge en grain	P terre	p.terre(s)	Toma te	aube rgine	haric ot	courg ette	oigno n	olivie r	aman dier	pois	ail
mois	Kc	Kc	Kc	KC	Kc	Kc	Kc	KC	KC	KC	KC	KC	KC	KC	KC
Sep					0.5			0.8	0.90			0.35	0.5		
Octo	0.3				0.7						0.50	0.35		0.5	0.5
Nov	0.40	0.40	0.3	0.5	1						0.75	0.5		0.8	0.75
Déce	0.7	0.7	0.45	0.7	0.75						0.95	0.6		1.0	0.95
Janv	0.85	0.85	0.6	0.85							0.85	0.65		0.95	0.95
Févr	1.05	1.05	0.85	0.95							0.75	0.65		0.5	0.75
Mars	0.95	0.95	1.05	0.85		0.5	0.5			0.5		0.65			
Avril	0.8	0.8	0.85	0.75		0.7	0.85			0.85		0.65	0.5		
Mai	0.6	0.65	0.75	0.75		1	1.15	0.5		1.15		0.75	0.5		
Juin	0.4	0.45		0.45		0.75	0.75	0.5	0.5	0.8		0.75	0.6		
Juill								0.8	0.65	0.75		0.75	0.6		
Août								0.8	1.15			0.75	0.6		

## III.7. Estimation des besoins en eau des cultures

Tableau III.7.1 Besoins en eau d'irrigation de blé dur

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$ET_0$ (mm/mois)	128.7	93.83	53.61	39.74	36.85	45.09	74.36	99.29	132.21	159.26	189.83	178.31
$K_c$		0.25	0.4	0.7	0.85	1.05	0.95	0.8	0.6	0.4		
ETM		28.15	21.44	27.82	31.32	47.34	70.64	79.43	79.33	63.7		
$P_{eff}$ (mm)	25.78	21.74	18.55	14.36	13.81	11.47	15.81	18.7	21.15	10.47	11.17	10.52
Z (m)		0.25	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6		
$RFU_{theo}$ (mm)		21	42	42	50.4	50.4	50.4	50.4	50.4	50.4		
$RFU_{réel}$ (mm)		0	7	14	14	16.8	16.8	0	0	0		
$B_{net}$ (mm)		6.41			3.51	19.07	38.03	60.73	58.18	53.23		

Tableau III.7.2. Besoins en eau d'irrigation de blé tendre

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$ET_0$ (mm/mois)	128.7	93.83	53.61	39.74	36.85	45.09	74.36	99.29	132.21	159.26	189.83	178.31
$K_c$			0.4	0.7	0.85	1.05	0.95	0.8	0.65	0.45		
ETM			21.44	27.82	31.32	47.34	70.64	79.43	85.94	71.67		
$P_{eff}$ (mm)	25.78	21.74	18.55	14.36	13.81	11.47	15.81	18.7	21.15	10.47	11.17	10.52
Z (m)			0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6		
$RFU_{theo}$ (mm)			25.2	42	42	50.4	50.4	50.4	50.4	50.4		
$RFU_{réel}$ (mm)			0	8.4	14	14	16.8	0	0	0		
$B_{net}$ (mm)			2.89	5.06	3.51	21.87	38.03	60.73	64.79	61.2		

Tableau III.7.3. Besoins en eau d'irrigation de l'orge en vert

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$ET_0$ (mm/mois)	128.7	93.8 3	53.61	39.74	36.85	45.09	74.36	99.29	132.21	159.26	189.83	178.31
$K_c$			0.3	0.45	0.6	0.85	1.05	0.85	0.75			
ETM(mm)			16.08	17.88	22.11	38.33	78.08	84.4	99.16			
$P_{eff}$ (mm)	25.78	21.7 4	18.55	14.36	13.81	11.47	15.81	18.7	21.15	10.47	11.17	10.52
Z (m)			0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7			
$RFU_{theo}$ (mm)			25.2	42	42	50.4	50.4	50.4	58.8			
$RFU_{réel}$ (mm)			0	8.4	14	14	16.8	0	0			
$B_{net}$ (mm)						12.86	45.47	65.7	78.01			

Tableau III.7.4 Besoins en eau d'irrigation de l'orge en grain

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$ET_0$ (mm/mois)	128.7 7	93.8 3	53.61	39.74	36.85	45.09	74.36	99.29	132.21	159.26	189.83	178.31
$K_c$			0.5	0.7	0.85	0.95	0.85	0.75	0.75	0.45		
ETM (mm)			26.81	27.82	31.32	42.84	63.21	74.47	99.16	71.67		
$P_{eff}$ (mm)	25.78	21.7 4	18.55	14.36	13.81	11.47	15.81	18.7	21.15	10.47	11.17	10.52
Z (m)			0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7		
$RFU_{theo}$ (mm)			25.2	42	42	50.4	50.4	50.4	58.8	58.8		
$RFU_{réel}$ (mm)			0	8.4	14	14	16.8	0	0	0		
$B_{net}$ (mm)			8.26	5.06	3.51	17.37	30.6	55.77	78.01	61.2		

Tableau III.7.5 Besoins en eau d'irrigation de la Pomme de terre

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$ET_0$ (mm/mois)	128.7	93.83	53.61	39.74	36.85	45.09	74.36	99.29	132.2 1	159.2 6	189.8 3	178.31
$K_c$	0.5	0.7	1	0.75								
ETM	64.39	65.68	53.61	29.81								
$P_{eff}$ (mm)	25.78	21.74	18.55	14.36	13.81	11.47	15.81	18.7	21.15	10.47	11.17	10.52
Z (m)	0.4	0.6	0.6	0.6								
$RFU_{theo}$ (mm)	33.6	50.4	50.4	50.4								
$RFU_{réel}$ (mm)	0	11.2	16.8	16.8								
$B_{net}$ (mm)	38.61	32.74	18.26									

Tableau III.7.6 Besoins en eau d'irrigation de la Pomme de terre S

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$ET_0$ (mm/mois)	128.7	93.83	53.61	39.74	36.85	45.09	74.3 6	99.29	132.21	159.2	189.8 3	178.31
$K_c$							0.5	0.7	1	0.75		
ETM							37.1 8	69.5	132.21	119.4 5		
$P_{eff}$ (mm)	25.78	21.74	18.55	14.36	13.81	11.47	15.8 1	18.7	21.15	10.47	11.17	10.52
Z (m)							0.4	0.6	0.6	0.6		
$RFU_{theo}$ (mm)							33.6	50.4	50.4	50.4		
$RFU_{réel}$ (mm)							0	0	0	0		
$B_{net}$ (mm)							21.3 7	50.8	111.0	108.9		

Tableau III.7.7 Besoins en eau d'irrigation de la tomate

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$ET_0$ (mm/mois)	128.7	93.83	53.61	39.74	36.85	45.09	74.36	99.29	132.21	159.26	189.83	178.31
$K_c$							0.5	0.85	1.15	0.75		
ETM							37.18	84.4	152.04	119.45		
$P_{eff}$ (mm)	25.78	21.74	18.55	14.36	13.81	11.47	15.81	18.7	21.15	10.47	11.17	10.52
Z (m)							0.7	0.9	1.2	1.2		
$RFU_{theo}$ (mm)							58.8	75.6	100.8	100.8		
$RFU_{réel}$ (mm)							0	0	0	0		
$B_{net}$ (mm)							21.37	65.7	130.89	108.98		

Tableau III.7.8 Besoins en eau d'irrigation de l'aubergine

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$ET_0$ (mm/mois)	128.77	93.83	53.61	39.74	36.85	45.09	74.36	99.29	132.21	159.26	189.83	178.31
$K_c$	0.8								0.5	0.5	0.8	0.8
ETM	103.02								66.11	79.63	151.86	142.65
$P_{eff}$ (mm)	25.78	21.74	18.55	14.36	13.81	11.47	15.81	18.7	21.15	10.47	11.17	10.52
Z (m)	0.6								0.3	0.4	0.6	0.6
$RFU_{theo}$ (mm)	50.4								25.2	33.6	50.4	50.4
$RFU_{réel}$ (mm)	0								0	0	0	0
$B_{net}$ (mm)	77.24								44.96	69.16	140.69	132.13

Tableau III.7.9. Besoins en eau d'irrigation de l'haricot

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$ET_0$ (mm/mois)	128.7	93.83	53.61	39.74	36.85	45.09	74.36	99.29	132.21	159.26	189.83	178.31
$K_c$	0.9									0.5	0.65	1.15
ETM	115.89									79.63	123.39	205.06
$P_{eff}$ (mm)	25.78	21.74	18.55	14.36	13.81	11.47	15.81	18.7	21.15	10.47	11.17	10.52
Z (m)	0.7									0.4	0.5	0.7
$RFU_{theo}$ (mm)	58.8									33.6	42	58.8
$RFU_{réel}$ (mm)	0									0	0	0
$B_{net}$ (mm)	90.11									69.16	112.22	194.54

Tableau III.7.10 Besoins en eau d'irrigation de la courgette

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$ET_0$ (mm/mois)	128.77	93.83	53.61	39.74	36.85	45.09	74.36	99.29	132.21	159.26	189.83	178.31
$K_c$							0.5	0.85	1.15	0.8	0.75	
ETM							37.18	84.4	152.04	127.41	142.37	
$P_{eff}$ (mm)	25.78	21.74	18.55	14.36	13.81	11.47	15.81	18.7	21.15	10.47	11.17	10.52
Z (m)							0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	
$RFU_{theo}$ (mm)							25.2	33.6	50.4	50.4	50.4	
$RFU_{réel}$ (mm)							0	0	0	0	0	
$B_{net}$ (mm)							21.37	65.7	130.89	116.94	131.2	

Tableau III.7.11 Besoins en eau d'irrigation de l'oignon

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$ET_0$ (mm/mois)	128.7	93.83	53.61	39.74	36.85	45.09	74.36	99.29	132.21	159.26	189.83	178.31
$K_c$		0.5	0.75	0.95	0.85	0.75						
ETM		46.92	40.21	37.75	31.32	33.82						
$P_{eff}$ (mm)	25.78	21.74	18.55	14.36	13.81	11.47	15.81	18.7	21.15	10.47	11.17	10.52
Z (m)		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4						
$RFU_{theo}$ (mm)		33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	0	0	0	0	0	0
$RFU_{réel}$ (mm)		0	11.2	11.2	11.2	11.2						
$B_{net}$ (mm)		25.18	10.46	12.19	6.31	11.15						

Tableau III.7.12 Besoins en eau d'irrigation de pois

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$ET_0$ (mm/mois)	128.7	93.83	53.61	39.74	36.85	45.09	74.36	99.29	132.21	159.26	189.83	178.31
$K_c$		0.5	0.8	1	0.95	0.5						
ETM		46.92	42.89	39.74	35.01	22.55						
$P_{eff}$ (mm)	25.78	21.74	18.55	14.36	13.81	11.47	15.81	18.7	21.15	10.47	11.17	10.52
Z (m)		0.4	0.7	0.7	0.7	0.7						
$RFU_{theo}$ (mm)		33.6	58.8	58.8	58.8	58.8						
$RFU_{réel}$ (mm)		0	11.2	19.6	19.6	19.6						
$B_{net}$ (mm)		25.18	13.14	5.78	1.6	0						

Tableau III.7.13 Besoins en eau d'irrigation de l'ail

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$ET_0$ (mm/mois)	128.7	93.83	53.61	39.74	36.85	45.09	74.36	99.29	132.21	159.26	189.83	178.31
$K_c$		0.5	0.75	0.95	0.95	0.75						
ETM		46.92	40.21	37.75	35.01	33.82						
$P_{eff}$ (mm)	25.78	21.74	18.55	14.36	13.81	11.47	15.81	18.7	21.15	10.47	11.17	10.52
Z (m)		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4						
$RFU_{theo}$ (mm)		33.6	33.6	33.6	33.6	33.6						
$RFU_{réel}$ (mm)		0	11.2	11.2	11.2	11.2						
$B_{net}$ (mm)		25.18	10.46	12.19	10	11.15						

Tableau III.7.14 Besoins en eau d'irrigation de l'olivier

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$ET_0$ (mm/mois)	128.77	93.83	53.61	39.74	36.85	45.09	74.36	99.29	132.21	159.26	189.83	178.31
$K_c$	0.35	0.35	0.5	0.6	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75
ETM	45.07	32.84	26.81	23.84	23.95	29.31	48.33	64.54	99.16	119.45	142.37	133.73
$P_{eff}$ (mm)	25.78	21.74	18.55	14.36	13.81	11.47	15.81	18.7	21.15	10.47	11.17	10.52
Z (m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
$RFU_{theo}$ (mm)	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126
$Rs_{i-1}$ (mm)	0	42	42	42	42	42	42	42	0	0	0	0
$B_{net}$ (mm)	19.29							3.84	78.01	108.98	131.2	123.21

Tableau III.7.15 Besoins en eau d'irrigation de l'amandier

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$ET_0$ (mm/mois)	128.7	93.83	53.61	39.74	36.85	45.09	74.36	99.29	132.2 1	159.26	189.83	178.31
$K_c$	0.5							0.5	0.5	0.6	0.6	0.6
ETM	64.4	28.1	16.1	11.9	22.1	27.1	52.1	69.5	92.5	95.6	113.9	107.0
$P_{eff}$ (mm)	25.78	21.74	18.55	14.36	13.81	11.47	15.81	18.7	21.15	10.47	11.17	10.52
Z (m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
$RFU_{theo}$ (mm)	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126
$RFU_{réel}$ (mm)	0	42	42	42	42	42	42	0	0	0	0	0
$B_{net}$ (mm)	38.6							50.8	71.4	85.1	102.7	96.5

## III.7.2. Calcul des besoins en eau pour les Assolements 1 et 2 :

Tableau III.8.1 Récapitulatif des besoins pour l'assolement 1.

mois	sep	oct	nov	déc	jan	fév	mar	avr	mai	jui	jull	aou
blé dur		6.41			3.51	19.07	38.03	60.73	58.18	53.23		
blé tendre			2.89	5.06	3.51	21.87	38.03	60.73	64.79	61.2		
orge grain			8.26	5.06	3.51	17.37	30.6	55.77	78.01	61.2		
p.terre	38.61	32.74	18.26									
p.terre (S)							21.37	50.8	111.06	108.98		
tomate							21.37	65.7	130.89	108.98		
aubergine	77.24								44.96	69.16	140.69	132.13
courgette							21.37	65.7	130.89	116.94	131.2	
olivier	19.29							3.84	78.01	108.98	131.2	123.21
amandier	38.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.8	71.4	85.1	102.7	96.5
total	173.75	39.15	29.41	10.12	10.53	58.31	170.77	394.22	741.75	773.76	505.82	351.81

**Tableau III.8.2** Récapitulatif des besoins pour l'assolement 2.

mois	sep	oct	nov	déc	jan	fév	mar	avr	mai	jui	jull	aou
orge en vert						12.86	45.47	65.7	78.01			
haricot	90.11									69.16	112.22	194.54
oignon		25.18	10.46	12.19	6.31	11.15						
courgette							21.37	65.7	130.89	116.94	131.2	
Ail		25.18	10.46	12.19	10	11.15						
Pois		25.18	13.14	5.78	1.6							
olivier	19.29							3.84	78.01	108.98	131.2	123.21
amandier	38.6							50.8	71.4	85.1	102.7	96.5
total	148.01	75.54	34.06	30.16	17.91	35.16	66.84	166.19	331.87	380.17	477.35	414.22

### III.8.1. Calcul du débit spécifique

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture évaluée précédemment à partir de la répartition culturale. La dose d'arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 24 heures sur 24 afin d'assurer les besoins de la consommation mensuelle. D'après les deux tableaux on prend le débit spécifique de l'Assolement 1 car il est le plus exigeant.

$$q_s = \frac{B_{\text{pointe}} \times 10 \times 1000}{K \times N_h \times N_j \times 3600}$$

Avec :

- $B_{\text{pointe}}$  : Besoins de pointe (mm/mois).
- $q_s$  Débit spécifique (l/s/ha).
- $K$  : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ( $k = 0,75$ ).
- $N_h$  : nombre d' heures d'irrigation = 22 h.
- $N_j$  : nombre de jours par mois = 30 jours.

Application numérique :

$$q_s = \frac{741.75 \times 10 \times 1000}{0.75 \times 22 \times 30 \times 3600} = 4.16 \text{ l/s/ha}$$

Il y a un risque de surdimensionnement car le débit spécifique calculé est très important :

$$q_s = 4.16 \text{ l/s/ha.}$$

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

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

Pour notre cas, on prend le débit spécifique de la culture la plus exigeante (haricot en mois de août) :

$$q_s = \frac{194.54 \times 10 \times 1000}{0.75 \times 22 \times 30 \times 3600} = 0.87 \text{ l/s/ha} \quad (q_s = 0.87 \text{ l/s/ha} < 1.5 \text{ l/s/ha}).$$

Dans notre cas, on prend  $Q_s = 0.9 \text{ l/s/ha}$

### III.8.2. Evaluation du débit caractéristique

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

$$Q = q_s \times S = 0.90 \times 158 = 142.2 \text{ l/s} \approx 0.14 \text{ m}^3/\text{s}$$

## III.8.3. Calcul des volumes d'eau d'irrigation

Tableau III.9 tableau récapitulatif des volumes d'eau nécessaires

Assolement 1						
Culture	Superficies (ha)	Besoins nets (mm)	Efficiencie	Besoins bruts (mm)	Besoins bruts de la culture (m3/ha)	Les volumes des besoins en eau en m3
blé dur	31.6	239.16	0.75	2391.6	3188.8	100766.08
blé tendre	31.6	258.08		2580.8	3441.1	108738.76
orge grain	31.6	259.78		2597.8	3463.7	109452.92
p.terre	6.32	89.61		896.2	1194.8	7551.136
p.terre(S)	6.32	292.21		2922.1	3896.1	24623.352
tomate	6.32	326.94		326.94	4359.2	27550.144
aubergine	6.32	332.05		3320.5	4427.3	27980.536
courgette	6.32	466.1		4661.0	6214.7	39276.904
olivier	15.8	341.32		3413.2	4550.9	71904.22
amandier	15.8	348.6		3486.0	4648.0	73438.4
<b>total</b>	<b>158</b>					

### III.9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exposé les besoins en eau de notre périmètre. Le choix des cultures s'est fait sur une base tenant compte de plusieurs facteurs : pédologiques, climatologiques et socio-économiques.

Après le choix de l'assolement des cultures, l'estimation des besoins en eau de chaque culture s'est faite sur la base de l'évapotranspiration par la méthode de Penman.

Enfin, nous avons estimé les volumes d'eau d'irrigation nécessaires à notre périmètre qui est de l'ordre de **591282.452 m<sup>3</sup>/an** pour assurer aux plantes un approvisionnement hydrique adéquat et continu.

**Chapitre IV : Etude du système d'adduction-distribution**

## Chapitre IV : Etude du système d'adduction-distribution

### IV. Introduction

Pour une meilleure maîtrise de l'irrigation, il est nécessaire de garantir le bon fonctionnement du système d'adduction car tout le système dépend de ce réseau d'adduction. Le système hydraulique du périmètre est la première tâche à laquelle doit se préoccuper l'ingénieur.

L'objectif de ce chapitre est de présenter une description du réseau d'adduction et de distribution d'une manière générale et le dimensionnement des réseaux en tenant compte des débits et des zones à desservir.

#### IV.1. Alimentation en eau du périmètre

L'eau du périmètre d'étude sera fournie par le barrage de l'oued Charef situé à l'aval du confluent de l'oued Charef et de l'oued Settara. Ce barrage dispose d'un volume maximal de 157 hm<sup>3</sup>.

Le niveau maximum dans cette retenue se situe à la côte 745.0, le niveau minimum étant à la côte 715.0. Cette côte a été établie pour garantir la dotation d'eau pour l'irrigation.

#### IV.2. Organisation et structure du périmètre

Le périmètre d'étude est partagé entre plusieurs îlots, constitué de plusieurs parcelles adjacentes.

L'îlot décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une seule prise d'irrigation (borne) qui représente le point limite du système de distribution géré par l'administration du réseau d'irrigation intervenant dans la gestion de l'eau, ceci en respectant les marges des parcelles et les voies de communication.

La limitation de taille maximale des îlots répond aux critères hydrauliques et d'équipement.

La limitation du nombre de parcelles par îlot répond, en outre, à des critères topographiques et hydrauliques.

#### IV.3. Emplacement des bornes d'irrigation : plan de bornage

L'emplacement des bornes d'irrigation est le premier problème auquel doit s'attaquer le projecteur. En effet, une forte densité améliore les conditions de travail des agriculteurs en diminuant les longueurs de canalisation mobile de surface, mais il en résulte une augmentation importante des frais d'installation du réseau fixe. Une trop faible densité accroît le travail de montage et de transport de canalisation mobiles.

On admet généralement que l'implantation des bornes répond aux critères suivants :

Pour les zones de petites et moyennes exploitations :

- Une borne par îlot d'exploitations.
- Quatre (04) prises maximum sur une même borne soit huit parcelles au maximum.
- Bornes implantées en limites d'îlots ou des parcelles.
- Dénivelée maximum de 5 m entre les points les plus hauts et les plus bas du bloc d'îlots.

Pour les zones à grande exploitation :

- La borne se situe au centre de l'îlot.
- 4 prises sur les mêmes bornes.

**IV.3.1. Rôle et fonction de la borne d'irrigation**

La borne d'irrigation constitue un appareil compact, plus particulièrement étudié pour les réseaux fonctionnant à la demande, et cumulant les fonctions suivantes :

- Desserte de l'eau à un ou plusieurs usagers disposant chacun d'une prise individuelle ;
- Régulation de la pression avale, de manière à assurer au matériel mobile d'irrigation des conditions de fonctionnement stable, quel que soit l'état de la demande sur le reste du réseau ;
- Limitation du débit prélevé, et comptage des volumes débités par chaque prise.

**IV.3.2. Calcul hydraulique des bornes**

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures.

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

$$Q_b = q_s \cdot S$$

$Q_b$  = Débit de chaque îlot (l/s)

$q_s$  = Débit spécifique (l/s/ha)

$S$  = Superficie de l'îlot (ha)

**IV.3.3. Choix du diamètre de la borne :**

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

**Tableau IV.1** Choix du diamètre de la borne

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

Le choix de type de borne dépend de la surface généralement on admet :

Pour les îlots qu'ont un nombre de parcelles entre [4 -8], et dont la superficie inférieure à 15 ha, on prend la borne à quatre prises (Borne de type A4).

Pour les îlots qu'ont deux parcelles et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à deux prises (borne de type A2).

Pour les îlots qu'ont deux parcelles et dont la superficie dépasse 15 ha, on prend la borne à deux prises (Borne de type B).

Pour les grands îlots on prévoit des bornes de type C.

Le calcul des débits des prises et des bornes est présenté dans le tableau IV.2 :

**Tableau IV.2** Calcul des débits des îlots et choix du diamètre et type de bornes

N° Borne	N° Ilot	Superficie (ha)	Somme	Débit (l/s)	Débit de la borne (l/s)	Type de borne
Borne n°1	1	12.8	54.1	11.52	16.29	A4
	2	5.3		4.77		
Borne n°2	3	13.3		11.97	11.97	A2
Borne n°3	4	13.9		12.51	12.51	A2
Borne n°4	5	8.8		7.92	7.92	A2
Borne n°5	6	8.9	102.6	8.01	8.01	A2
Borne n°6	7	9.6		8.64	8.64	A2
Borne n°7	8	14.4		12.96	12.96	A2
Borne n°8	9	12		10.8	10.8	A2
Borne n°9	10	15.5		13.95	13.95	A2
Borne n°10	11	7.5		6.75	6.75	A2
Borne n°11	13	6.7		6.03	6.03	A2
	12	4		3.6	10.35	A2
	14	7.5		6.75		
Borne n°13	15	8.5		7.65	7.65	A2
Borne n°14	16	8	7.2	7.2	A2	

**Conclusion** : le système hydraulique de notre périmètre exige 14 bornes pour permettre l'alimentation de l'ensemble des îlots.

#### IV.4. Description de l'aménagement du périmètre

Lors d'aménagement d'un périmètre d'irrigation, il est indispensable dans un premier lieu d'élaborer des variantes d'aménagement en précisant le schéma hydraulique à savoir les systèmes d'adduction et de distribution, ceci en fonction de la disponibilité de la source d'eau.

**Variante 1 :** dans cette variante d'aménagement on propose d'irriguer avec une conduite sous pression tout le périmètre directement dès le barrage par la conduite qui passe par la limite extérieure du périmètre à irriguer et dans la zone de cote haute.

Cette option a l'avantage de permettre de profiter de la pression naturelle que nous donne la hauteur du barrage de l'oued Charef et éviter au maximum les pompages et aussi de passer le plus proche des parcelles du périmètre.

**Variante 2 :** Dans cette variante, on réalise un pompage partiel vers un réservoir de stockage pour garantir la pression nécessaire pour certaines parcelles, qui en raison de leur disposition, peuvent avoir des problèmes de charge hydraulique insuffisante.

La variante 1 a été écartée du fait de la différence de cote entre la bêche du barrage et la côte de la tête du secteur. On retient donc la variante 2.

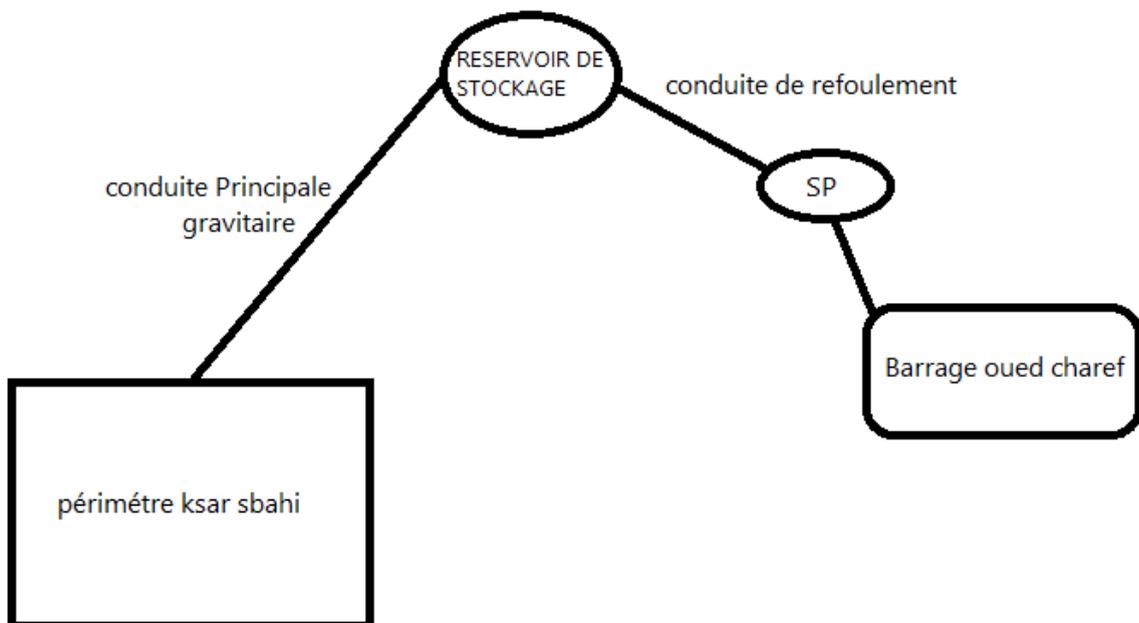


Figure IV.1 Schéma de la variante d'adduction

##### a) Schéma d'adduction

A partir du barrage, une conduite va alimenter le réservoir de stockage. A noter que le point de départ de la conduite d'adduction sera la prise d'eau au pied du barrage. Le réseau primaire sera constitué par une canalisation de conduites de grand diamètre, de  $\varnothing 500$ .

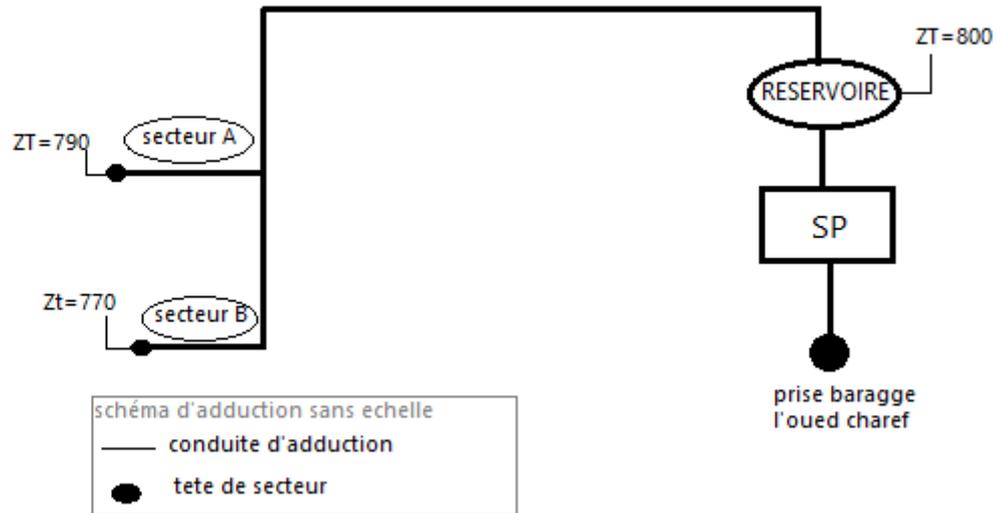


Figure IV.2 Schéma du système d'adduction

### b) Schéma de distribution

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

## IV.5. Etude du système d'adduction-distribution :

L'alimentation du périmètre se fera par une conduite principale qui a pour point de départ le réservoir de stockage, le diamètre initial de la conduite principale gravitaire sera de 500 mm.

### IV.5.1. Choix du matériau des conduites :

Le choix des conduites utilisées (Fonte, PEHD, PRV) dépend de la pression, de la nature du terrain ainsi que des coûts de fourniture et de mise en œuvre.

➤ **Fonte** : La fonte est un matériau qui présente les avantages suivants :

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

Néanmoins ce matériaux présentes quelques inconvénients tel que :

- coût relativement important.

➤ **PEHD (polyéthylène)** : Les conduites en polyéthylène (polymères) présentent les avantages suivants:

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

Leur inconvénient est le risque de rupture dans le cas d'une mauvaise soudure.

➤ **PRV (polyester renforcé verre)** :

Les PRV sont des matériaux composites, qui ont des propriétés mécaniques et chimiques très favorables (densité, corrosion, résistance aux agents chimiques externes...etc) comparativement à d'autres matériaux métalliques.

Dans le cas de notre étude, les conduites seront en PEHD si le diamètre est inférieur ou égal à 315 mm, et en fonte dans le cas échéant.

#### IV.5.2. Calcul des diamètres :

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

La formule de continuité selon Chezy nous donne une approche du diamètre théorique qu'on normalise après pour obtenir le diamètre nominal des conduites:

$$D_o = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \times V_{ad}}}$$

Avec :

Q : débit exprimé en m<sup>3</sup>/s,

D : diamètre exprimé en mm;

Vad: vitesse admissible =1.5 m/s.

#### IV.5.3. Calcul des pressions :

Le calcul des pressions est basé sur le principe de Bernoulli, qui décrit le mouvement d'un fluide réel entre le point 1 et le point 2 :

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H$$

- $Z_1$  et  $Z_2$  : Côte terrain naturel aux points 1 et 2
- $\frac{P_1}{\rho g}$  et  $\frac{P_2}{\rho g}$  : La hauteur de la pression aux points 1 et 2

- $\frac{V_1^2}{2g}$  et  $\frac{V_2^2}{2g}$ : La hauteur représentative de la vitesse d'écoulement aux points 1 et 2
- $\Delta H$  : Les pertes de charges totales entre les 2 point 1 et 2

#### IV.5.4. Estimation des pertes de charge :

Nous avons utilisé la formule de perte de charge de Darcy-Weisbach, qui est détaillée comme suit :

$$J = \frac{\lambda.V^2}{D_h.2g}$$

Le facteur de proportionnalité étant le coefficient de frottement «  $\lambda$  » Colebrook white :

La formule de Colebrook-White permet de calculer le coefficient lambda de pertes de charges linéaires dues aux frottements et à la viscosité.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left[ \frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} \right]$$

$\lambda$ : facteur de perte de charge ;

$k$ : rugosité du tube en m ;

$D$ : diamètre intérieur du tube en m ;

$Re$ : nombre de Reynolds.

Les calculs hydrauliques du réseau de distribution de notre périmètre sont détaillés dans le tableau IV.10 :

**Tableau IV.3** Les calculs hydrauliques du réseau de distribution.

Tronçon	Surface (ha)	Débit Tronçon (l/s)	diamètre calculé	DN (mm)	V(m/s)	L(m)	Perte de Charge		Côte Piézo		Côte du T.N Aval (m)	Charge (m.c.e) Aval	Pression (bars)	
							j(mm/m)	jL (m)	Amont	Aval			Amont	Aval
<b>R-N1</b>	156.7	141.0	434.4	500.0	1.0	106.3	1.4	0.2	800.0	799.8	790.0	9.8	0.0	10.0
<b>N1-N2</b>	156.7	141.0	434.4	500.0	1.0	671.7	1.4	1.0	799.8	798.8	785.0	13.8	10.0	15.0
<b>N2-N3</b>	156.7	141.0	434.4	500.0	1.0	363.1	1.4	0.5	798.8	798.3	783.0	15.2	15.0	17.0
<b>N3-N4</b>	156.7	141.0	434.4	500.0	1.0	770.6	1.4	1.2	798.3	797.2	777.0	20.0	17.0	23.0
<b>N4-N5</b>	156.7	141.0	434.4	500.0	1.0	520.5	1.4	0.8	797.2	796.4	773.0	23.1	23.0	27.0
<b>N5-N6</b>	156.7	141.0	434.4	500.0	1.0	615.6	1.4	0.9	796.4	795.5	765.0	30.2	27.0	35.0
<b>N6-N7</b>	156.7	141.0	434.4	500.0	1.0	1067.9	1.4	1.6	795.5	793.9	772.0	21.5	35.0	28.0
<b>N7-B1</b>	18.1	16.3	138.8	160.0	1.1	23.3	7.0	0.2	793.9	793.7	770.0	23.3	28.0	30.0
<b>N7-N8</b>	138.6	124.7	347.6	400.0	1.3	356.3	3.4	1.3	793.7	792.4	768.0	24.0	28.0	32.0
<b>N8-B2</b>	13.3	12.0	108.4	125.0	1.3	22.6	13.2	0.3	792.4	792.1	767.0	24.6	32.0	33.0
<b>N8-N9</b>	125.3	112.8	347.6	400.0	1.2	490.5	2.8	1.4	792.1	790.7	765.0	25.1	32.0	35.0
<b>N9-B3</b>	13.9	12.5	108.4	125.0	1.4	21.3	14.3	0.3	790.7	790.4	764.0	25.8	35.0	36.0
<b>N9-N10</b>	111.4	100.3	347.6	400.0	1.1	391.0	2.2	0.9	790.4	789.4	770.0	18.8	35.0	30.0

<b>N10-B4</b>	8.8	7.9	95.2	110.0	1.1	21.0	11.7	0.3	789.4	789.2	769.0	19.5	30.0	31.0
<b>N10-N11</b>	102.6	92.3	273.6	315.0	1.6	219.8	6.2	1.4	789.2	787.8	765.0	22.0	30.0	35.0
<b>N11-N12</b>	102.6	92.3	273.6	315.0	1.6	48.8	6.2	0.3	787.8	787.4	766.0	20.6	35.0	34.0
<b>N12-N13</b>	102.6	92.3	273.6	315.0	1.6	55.7	6.2	0.4	787.4	787.1	765.0	21.3	34.0	35.0
<b>N13-N14</b>	102.6	92.3	273.6	315.0	1.6	329.6	6.2	2.1	787.1	785.0	762.0	22.0	35.0	38.0
<b>N14-N15</b>	102.6	92.3	273.6	315.0	1.6	143.2	6.2	0.9	785.0	784.0	763.0	20.0	38.0	37.0
<b>N15-B5</b>	8.9	8.0	95.2	110.0	1.1	69.4	12.0	0.9	784.0	783.2	760.0	22.1	37.0	33.0
<b>N15-N16</b>	93.7	84.3	273.6	315.0	1.4	96.5	5.2	0.5	783.2	782.6	762.0	19.5	37.0	38.0
<b>N16-N17</b>	24.0	21.6	138.8	160.0	1.4	232.2	11.7	2.9	782.6	779.8	760.0	18.5	38.0	40.0
<b>N17-B6</b>	9.6	8.6	95.2	110.0	1.2	40.3	13.7	0.6	779.8	779.2	761.0	16.9	40.0	39.0
<b>N17-N18</b>	14.4	13.0	108.4	125.0	1.4	235.6	15.3	3.8	779.2	775.4	758.0	15.8	40.0	42.0
<b>N18-B7</b>	14.4	13.0	108.4	125.0	1.4	16.1	15.3	0.3	775.4	775.2	760.0	13.6	42.0	40.0
<b>N16-N19</b>	69.7	62.7	273.6	315.0	1.1	111.3	3.0	0.4	775.2	774.8	759.0	14.2	38.0	41.0
<b>N19-N20</b>	12.0	10.8	95.2	110.0	1.5	14.3	20.6	0.3	774.8	774.5	757.0	15.9	41.0	43.0
<b>N20-B8</b>	12.0	10.8	95.2	110.0	1.5	36.1	20.6	0.8	774.5	773.7	760.0	12.0	43.0	40.0
<b>N19-B9</b>	15.5	14.0	108.4	125.0	1.5	50.7	17.5	0.9	773.7	772.8	760.0	11.0	41.0	40.0
<b>N19-N21</b>	42.2	38.0	173.6	200.0	1.6	334.0	11.1	3.9	772.8	768.9	766.0	0.9	41.0	34.0

<b>N21-B10</b>	7.5	6.8	77.8	90.0	1.4	27.0	23.3	0.7	768.9	768.2	765.0	1.2	34.0	35.0
<b>N21-N22</b>	34.7	31.2	173.6	200.0	1.3	27.0	7.7	0.2	768.2	768.0	765.0	1.0	34.0	35.0
<b>N22-B11</b>	11.5	10.4	95.2	110.0	1.5	17.0	19.1	0.3	768.0	767.7	761.0	4.6	35.0	39.0
<b>N22-N23</b>	23.2	20.9	173.6	200.0	0.9	128.8	3.7	0.5	767.7	767.2	767.0	1.9	35.0	33.0
<b>N23-B12</b>	6.7	6.0	77.8	90.0	1.3	43.8	19.0	0.9	767.2	766.3	762.0	2.1	33.0	38.0
<b>N23-N24</b>	16.5	14.9	138.8	160.0	1.0	152.2	5.9	0.9	799.8	798.9	766.0	32.8	33.0	34.0
<b>N24-B13</b>	8.5	7.7	77.8	90.0	1.6	20.4	29.3	0.6	798.9	798.3	761.0	37.2	34.0	39.0
<b>N24-B14</b>	8.0	7.2	77.8	90.0	1.5	18.5	26.2	0.5	798.3	797.8	760.0	37.6	34.0	40.0

### 5.7. Dimensionnement du Réservoir de stockage

Le volume de réservoir correspondra au volume d'eau correspondant à la tranche la plus exigeante. L'irrigation se fera après remplissage du réservoir.

Le volume du réservoir est estimé comme suit :

$$V = Q_c \times T_{nf}$$

Avec :

- V : Volume d'eau d'irrigation (m<sup>3</sup>).
- Q<sub>c</sub> : débit caractéristique (m<sup>3</sup>/h).
- T<sub>nf</sub> : temps de non fonctionnement pris égal à 2 heures.

Alors :

$$V = Q_c \times T_{nf} = 511,2 \times 2 = 1022,41 \text{ m}^3$$

On prend un volume de réservoir : **V= 1024 m<sup>3</sup>**.

Vu le volume de régulation nous optons pour un bassin cylindrique.

$$V = \frac{\pi \times D^2}{4} \times H$$

Avec :

- D : diamètre du réservoir D = 13 m.
- H : Hauteur du réservoir H = 8

**IV.Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons abordé les variantes d'aménagement du système d'adduction et détaillé les structures et facteurs régissant la conception et la gestion d'un système d'adduction ainsi que les calculs hydrauliques des canalisations.

Le périmètre est découpé en 16 îlots d'irrigation alimentés par des bornes d'irrigation, avec une superficie totale de 158 ha, la variante hydraulique gravitaire est choisie pour être la mieux adaptée à notre périmètre.

En deuxième phase, nous avons entamé les calculs hydrauliques des canalisations du système d'adduction du périmètre d'étude, ce qui a permis d'estimer les pressions aux bornes. Ces pressions varient de 2 à 4 bars, ce qui est généralement assez satisfaisant pour effectuer des systèmes d'irrigation sous pression à savoir le goutte à goutte et l'aspersion.

## **Chapitre V : Choix de la technique d'irrigation**

## Chapitre V : Choix de la technique d'irrigation

### V. Introduction :

L'irrigation est une opération qui consiste à apporter de l'eau à des végétaux cultivés pour augmenter leurs rendements, et permettre leur développement optimal en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique.

Une gestion rationnelle des eaux et les capacités de stockage, représentent les éléments essentiels de l'économie de l'eau. En conséquence, le contrôle rigoureux par des moyens techniques appropriés et adaptés aux nouvelles méthodes de l'exploitation des eaux sur la base des conditions scientifiques et le management des différentes activités de cette discipline afin de relever les futurs défis de l'eau qui constitue l'élément vital.

Dans ce chapitre, nous étudierons ces différentes techniques puis nous choisirons celle qui correspond avec les caractéristiques de notre périmètre.

### V.1. Classification des techniques d'irrigation :

Les techniques d'arrosage sont réparties en trois classes :

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

#### V.1.1. Irrigation gravitaire :

L'irrigation gravitaire regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la distribution de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol

On distingue trois groupes de technique dans l'irrigation de surface :

- Irrigation par ruissellement ;
- L'irrigation par rigoles d'infiltration ;
- Irrigation par submersion.

#### V.1.2. L'irrigation par ruissellement :

Cette méthode consiste à faire couler l'eau sur la surface du sol qui s'y infiltre verticalement. On laisse l'eau s'écouler le temps qu'il faut pour que le sol puisse s'humecter jusqu'à la profondeur de la couche active.



**Figure V.1** L'irrigation par ruissellement

### **V.1.3. L'irrigation par rigoles d'infiltration**

C'est une méthode qui consiste à faire distribuer l'eau par des rigoles ou raies avec un débit relativement faible comparativement aux autres procédés. Dans cette méthode, une partie seulement du sol qui reçoit directement l'eau, le reste est humecté par infiltration latérale.

### **V.1.4. L'arrosage par submersion**

Le principe consiste à donner au sol une couche d'eau plus ou moins épaisse, qu'on laisse séjourner pendant le temps nécessaire pour qu'elle pénètre par infiltration à la profondeur utile permettant ainsi au sol de mettre en réserve l'eau indispensable au développement des cultures



**Figure V.2** L'arrosage par submersion

## **V.2. Avantages et inconvénients de l'irrigation par gravité**

### **a) Avantage :**

- Coût d'investissement relativement faible.
- Besoins en énergie nuls.
- Matériel d'irrigation très réduit.

### **b) Inconvénients:**

- Déplacement des engins agricoles difficiles (à cause des rigoles).
- Elle nécessite un aménagement préalable du terrain.
- Le volume d'eau utilisé est important.
- Pertes d'eau considérables.
- Elle nécessite beaucoup de main d'œuvre.
- La durée de l'arrosage est plus longue.

## **V.3. L'irrigation par aspersion**

L'irrigation par aspersion est la technique d'arrosage par laquelle l'eau est fournie aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression (Clément & Galland 1979).

### V.3.1. Avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion

#### a) **Avantage :**

- Possibilité d'automatisation du système.
- Elle ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface d'irrigation.
- Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- elle réalise une importante économie d'eau par comparaison avec les autres systèmes d'irrigation ;
- Elle permet un dosage précis et une répartition régulière de la quantité d'eau distribuée.
- Elle met à la distribution des exploitations des conditions d'arrosage très souples.

#### b) **Inconvénients :**

- Elle favorise le développement des mauvaises herbes.
- Coût des investissements très élevé.
- Favorise l'évapotranspiration en période sèche.
- La répartition de l'eau est affectée par le vent.
- L'eau donnée en pluie passe le sol et provoqué la formation d'un croute superficielle.

### V.4. Irrigation localisée (Goutte à goutte)

L'irrigation localisée est une expression qui caractérise un certain nombre de techniques nouvelles en particulier et principalement l'irrigation dite « goutte à goutte » qui ont en commun les caractéristiques suivantes (Ollier & Poirée, 1981): Une alimentation en eau à proximité immédiate du système racinaire des plantes cultivées, L'utilisation souvent répétée à la limite continue de faibles débits instantanés. La limitation de la surface humectée du sol à ce qui semble strictement nécessaire, à l'exclusion de la portion du sol qui ne porte pas de plantes.

Le réseau d'irrigation est souvent composé de trois parties :

- La station en tête qui permet le contrôle de débit et le contrôle de la filtration,
- Le réseau de distribution est constitué de conduites et de rampes d'irrigation,
- Les goutteurs dont les diamètres des orifices varie généralement de 0.5 à 1.5 mm

#### V.4.1. Avantages et inconvénients de l'irrigation localisée

##### ❖ **Avantages :**

- économisent fortement l'eau.
- s'adaptent bien à tous types de sols et de reliefs.
- permettent d'utiliser des eaux salées.
- permettent un raccourcissement du cycle végétatif de la culture.
- réduisent les adventices.
- sont insensibles aux vents.

- se prêtent facilement à l'automatisation.
- mettent à la disposition des utilisateurs des conditions d'arrosage très souples.
- autorisent une facilité déjaugage de l'eau.
- adaptables à tous les cas particuliers.
- présentent des rendements excellents.
- permettent d'arroser avec des débits très faibles avec contrôle précis de la dose.
- économisent la main-d'œuvre.
- réduisent les coûts d'entretien.
- sont d'utilisation assez simple.

❖ **Inconvénients:**

- Risque de colmatage des goutteurs.
- Risque de salinisation.
- Nécessite une main d'œuvre qualifiée.
- Coût élevé .
- Contrôle difficile des goutteurs.
- Développement racinaire de cultures limité.

### **V.5. Critères de choix d'une technique d'irrigation**

Plusieurs facteurs entrent en considération pour le choix des techniques d'irrigation et en particulier :

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

**V.Conclusion :**

Le choix d'un système d'irrigation rationnel pratiquement utilisable et économique doit tenir compte des critères socio-économiques et techniques.

En tenant compte des conditions climatiques de la région d'étude de la nature du sol, de l'aptitude culturale et de volume d'eau disponible , on peut choisir les techniques d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte, ces deux techniques présentent beaucoup d'avantage par rapport à la technique d'irrigation à la surface. Donc pour les cultures de l'assolement on opte l'irrigation par aspersion, et comme on a une petite surface pour les arboricultures on opte l'irrigation par le goutte à goutte.

## **Chapitre VI: dimensionnement à la parcelle**

## Chapitre VI: dimensionnement à la parcelle

### VI. Introduction

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production et permettre leur développement normal, en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe, en particulier dans les zones arides.

Ce chapitre est dédié au dimensionnement d'un réseau d'irrigation à la parcelle à savoir le système goutte à goutte et l'aspersion en tenant compte des contraintes de la zone du périmètre.

L'objectif du présent chapitre est le calcul des installations d'irrigation à la parcelle, pour l'irrigation localisée et l'aspersion dont les calculs vont être portés sur une parcelle type.

### VI.1 Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte

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

#### VI.1.1 Données générales

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail [Ollier et Poirre, 1983]

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'îlot N°2 alimenté par la borne B°1 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 2.368 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 5.3 ha et présente une forme relativement rectangulaire.

- La culture : Olivier.
- besoin de pointe : 131.2 mm en juillet
- caractéristiques de la surface occupées par la culture :
  - longueur : 160 m
  - largeur : 100 m
- Organisation du réseau : Avec un écartement de 4\* 4m, et un espacement des goutteurs 2 m et 2 goutteurs pour chaque arbre.
- Caractéristique du goutteur :
  - Débit nominal : 4 l/h
  - Pression nominal : 10 m.c.e
  - Espacement des goutteurs : 2 m
  - Le nombre de goutteurs par arbre : 2

## VI.1.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

### a. 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  $K_r$  qui dépend du taux de couverture du sol ( $C_s = 60\%$ ) par les plantes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après [Ollier et Poirre, 1983]:

- KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85} \dots\dots\dots (VI.1)$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) \dots\dots\dots (VII.2)$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0.1 + C_s \dots\dots\dots (VI.3)$$

On prévoit un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc :

- $K_r = 0.70$  Selon KELLER et KARMELI
- $K_r = 0.80$  Selon Freeman et Garzoli
- $K_r = 0.70$  Selon Decroix (CTGREF)

On prendra un coefficient  $K_r = 0.80$

$$B_{jl} = B_j \times K_r \dots\dots\dots (VI.4)$$

Le besoin maximum = 131.2 mm (mois de pointe juillet) :

$$B_{jl} = 4.23 \times 0.8 = 3.384 \text{ mm/j}$$

### b. 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 (gravitaire ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur  $h$  [Ollier & Poirée, 1981].

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

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \times Y \times Z \times d_a \times P \% = RFU \times P \% \dots\dots\dots (VI.5)$$

Tel que :

- $H_{cc}$  : humidité à la capacité au champ (25%).
- $H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement (16%).
- $Y$  : degré d'extraction de l'eau du sol (2/3).
- $Z$  : profondeur d'enracinement en (1500 mm).
- $D_a$  : Densité apparente 1,4.

- P : Pourcentage du sol humidifié.

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r} \dots\dots\dots (VI.6)$$

Avec :

- P : Volume du sol humidifié
- N : Nombre de point de distribution par arbre (2 goutteurs par arbre).
- $S_{pd}$  : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (1.5m)
- $S_h$  : Largeur de la bande humidifiée (1m)
- $S_r$  : Ecartement entre rangs d'arbre (4m)
- $S_a$  : espacement des arbres sur les rangs (4m)

$$P\% = 20 \%$$

Donc :

$$D_p = (25 - 16) \times \frac{2}{3} \times 1500 \times 1.4 \times 20\% = 25.2 \text{ mm}$$

### c. Calcul de la fréquence d'arrosage

La fréquence d'arrosage est en fonction du besoin journalier qu'il faut satisfaire et de la dose réelle nette, elle est donnée par la formule suivante :

$$F_r = \frac{\text{dose nette}}{B_{jl}} \dots\dots\dots (VI.7)$$

$$F_r = \frac{25.2}{3.384} = 7.44 \text{ jours}$$

- Donc on prend  $F_r = 7 \text{ jours}$ , et on recalcule la nouvelle dose réelle nette tel que:

$$D_r = 7 \times 3.384 = 23.688 \text{ mm} \dots\dots\dots (VI.8)$$

### d. Calcul de la dose brute

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_u \times E_{ff}} \dots\dots\dots (VI.9)$$

Avec :

- $C_u$  : coefficient d'uniformité qui est égal à 90%
- $E_{ff}$  : efficacité du réseau d'irrigation qui est égal à 90%

$$D_{brute} = \frac{23.688}{0.9 \times 0.9} = 29.24 \text{ mm}$$

### e. Durée de fonctionnement par d'arrosage (h) :

$$\theta = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{n \times Q_g} \dots\dots\dots (VI.10)$$

Avec :

- $S_d$  : Espacement entre les distributeurs.
- $S_r$  : Espacement entre les rangs.

- $n$  : le nombre des goutteurs.
- $Q_g$  : Débit des goutteurs.

$$\theta = \frac{29.2 \times 1.5 \times 4}{4 \times 2} = 21.75 \text{ heures}$$

### VI.1.3. Calculs hydraulique

#### 1. Conditions hydrauliques de base :

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \quad \dots\dots\dots (\text{VI.13})$$

La variation maximale de la pression :

$$q = K \times H^X \quad \dots\dots\dots (\text{VI.14})$$

Avec :

- $K$  : constante dimensionnelle donnée par le fabricant
- $H$  : la pression dans la rampe en mètre colonne d'eau
- $X$  : exposant caractérisant le goutteur

$X = 0.3$  à  $.8$  pour les goutteurs non autorégulant, pour les goutteurs autorégulant  $X$  est voisin de 0.

Dans notre cas, on prend  $X = 0.5$ .

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = n \frac{\Delta H}{H(n)} \quad \dots\dots\dots (\text{VI.15})$$

Avec :

- $q(g)$  : Débit nominal du goutteur
- $H(n)$ : Pression nominale

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

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

Donc selon la règle de Christiansen :

- $\Delta H$  singulières = 10%  $\Delta H (\text{max}) = 0.2 \text{ m}$
- $\Delta H$  linéaire = 1.8 m

Donc :

- Pour les rampes  $\Delta Hr = \frac{2}{3} \times 1.8 = 1.2 \text{ m}$
- Pour le porte rampe on a :  $\Delta Hpr = \frac{1}{3} \times 1.8 = 0.6 \text{ m}$

#### 2. Le débit :

$$Q_r = Q_g \times N_g \quad \dots\dots\dots (\text{VI.16})$$

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \quad \dots\dots\dots (\text{VI.17})$$

Avec :

- $Q_r$  : débit de la rampe (l/h)
- $Q_{pr}$  : débit du porte rampe (l/h)
- $Q_g$  : débit du goutteur (l/h)
- $N_r$  : nombre de rampes
- $N_g$  : nombre de goutteurs

Le porte rampe coupe la surface du terrain au milieu de la parcelle, donc on a :

- La longueur de la rampe est de : 100 m
- La longueur de la porte rampe est de : 160 m

**3. Le nombre d'arbres par rampe :**

$$N_{arbres/rampe} = \frac{L_r}{E_r} = \frac{100}{4} = 25 \text{ arbres} \quad \dots\dots\dots (\text{VI.18})$$

**4. Le nombre de goutteurs par rampe :**

$$N_{goutteurs/rampe} = N_{arbres} \times n = 25 \times 2 = 50 \text{ goutteurs} \quad \dots\dots\dots (\text{VI.19})$$

**5. Le nombre des rampes :**

$$N_r = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{160}{4} = 40 \text{ rampes} \quad \dots\dots\dots (\text{VI.20})$$

**6. Débit de la rampe :**

Les débits des goutteurs sont de 1 à 4 l/h et ils ont une pression de 1 bar. En pratique, on utilise le plus souvent 2 l/h pour les cultures maraîchères et 8 l/h pour les cultures pérennes.

$$Q_r = Q_g \times N_g \quad \dots\dots\dots (\text{VI.21})$$

$$Q_r = 4 \times 50 = 200 \text{ l/h}$$

**7. Débit de la porte rampe :**

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \quad \dots\dots\dots (\text{VI.22})$$

$$Q_{pr} = 40 \times 200 = 8000 \text{ l/h}$$

**8. Le nombre de porte rampe :**

$$N_{pr} = 1 \text{ porte rampe}$$

**9. Débit de la conduite tertiaire :**

$$Q_{ct} = Q_{pr} \times N_{pr} \quad \dots\dots\dots (\text{VI.23})$$

$$Q_{ct} = 8000 \text{ l/h}$$

### VI.1.4. Dimensionnement des canalisations du réseau

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

- La conduite tertiaire (conduite d'approche) : C'est la conduite qui relie au point de fourniture d'eau les diverses porte-rampes. Elle est en PVC rigide ou en acier galvanisé comme en irrigation par aspersion. Pour les petites installations, du polyéthylène haute densité peut également être utilisé.
- Porte-rampes : C'est la conduite qui alimente les rampes d'un seul côté ou des deux côtés. Ils peuvent être soit en polyéthylène moyenne densité (PEMD), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).
- Les rampes : Sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité), à l'exception de quelques installations où l'on a utilisé du PVC rigide de petit diamètre.
- 

#### ◆ Diamètre de la rampe : il est obtenu par :

Avec :

- $\Delta H_r$  : la perte de charge dans la rampe.
- $\Delta H_{pr}$  : la perte de charge dans la porte rampe.
- $Q(r)$  : le débit de la rampe en  $m^3/s$ .
- $L(r)$  : la longueur de la rampe en m.
- $D_r$  : le diamètre des rampes (m).
- $D_{pr}$  : le diamètre de la porte rampe (m).

La répartition de la perte de charge est :

- Sur les portes rampes  $\Delta H (pr) = 0.6$  mce.
- Sur les rampes  $\Delta H (r) = 1.2$  mce.

$$\varnothing_{rampe} = \left[ \frac{P.d.c (r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = 12.4 \text{ mm}$$

On prend  $D=16\text{mm}$ .

#### ◆ Diamètre de la porte rampe:

$$\varnothing_{P.R} = \left[ \frac{P.d.c (pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = 61.5\text{mm} \dots\dots\dots (VI.25)$$

**VI.1.5. Calcul du diamètre de la conduite tertiaire :**

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

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} \dots\dots\dots (VI.27)$$

Avec :

Q : débit de la conduite considérée (m<sup>3</sup>/s)

V : vitesse d'écoulement (m/s)

Qcsl=Qpr\*Npr =8000 l/s,

Donc: diamètre de la conduits tertiaire, on obtient un diamètre de 75mm.

**VI.1.6. Vérification des pertes de charges**

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre .Perte de charge selon hazan-williams.

$$\Delta H = \left( \frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \times \frac{L}{D^{4.87}} \times Q^{1.852} \dots\dots\dots (VI.26)$$

Avec:

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

**VI.1.7. 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 (1 bar) plus la somme des pertes de charges de cheminement de la borne d'irrigation jusqu'au goutteur le plus défavorable (éloigné ou élevé).

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

**Tableau VI.1** Tableau récapitulatif

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
Longueur(m)	100	160	20
Diamètre (mm)	16	75	75
Débit (m <sup>3</sup> /s)	0.5×10 <sup>-4</sup>	2.2×10 <sup>-3</sup>	2.2×10 <sup>-3</sup>
Pertes de charge (m.c.e)	0.83	0.7	0.022

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

Donc la pression demandée à la borne égale à la pression nominale plus la somme des pertes de charges.

$$P(m) = 10 + 0.8 + 0.7 + 0.02 = 11.6 m \dots\dots\dots (VI.28)$$

Les pertes de charges ainsi que la pression calculée est de l'ordre de 1.2 bars ce qui est suffisant pour effectuer le système goutte à goutte dans cette parcelle.

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

Avec l'aspersion, l'eau d'irrigation est amenée aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression. Présentons sommairement le principe de la mise en œuvre de l'irrigation à la parcelle dans le cadre d'un équipement classique.

À partir de la prise d'irrigation, l'agriculteur dispose d'une canalisation d'approche (conduite tertiaire) alimentant les portes rampes qui alimentent à leurs tours les rampes sur lesquelles sont montés les asperseurs.

Le dimensionnement des ouvrages cités, nécessite au préalable de quantifier certains paramètres nécessaires à la mise en œuvre de cette technique, tels que le choix de la culture et les caractéristiques de la parcelle choisie.

### VI.2.1. Données agronomiques :

- **Choix de la culture** : nous avons choisi l'irrigation de blé, cette céréaliculture présente des avantages agronomiques et économiques importants.
- **Choix de l'îlot** : L'îlot choisi pour l'arrosage par aspersion est l'îlot<sup>6</sup>, qui présente une superficie de 8.9 ha. L'îlot est de forme rectangulaire présente des dimensions de 282.7x323.25m, elle est alimentée par la borne N°5 qui dispose d'une pression de 3.3 bars.
- **Temps de travail** : 20-22 heures par jour, et 26 jours par mois
- **Besoins en de pointe** : 60.73mm/mois pour le mois de pointe.
- **Perméabilité du sol** : le sol est de type argileux-limoneux avec une perméabilité estimée à  $k=8-10$  mm/h
- **Dose pratique** : RFU

### VI.2.2. Calcul de la Dose pratique RFU

elle est calculée comme suit :

$$RFU = Y * (H_{cc} - H_{pf}) * D_a * Z$$

- Y: degré de tarissement : égal à 2/3.
- $D_a$ : densité apparente : égale à 1.4.
- Z: profondeur d'enracinement mm (60 cm pour le blé).

- Hcc: humidité à la capacité au champ (26%).
- Hpf : humidité au point de flétrissement (15%).

$$RFU = \frac{(26-15)}{100} \times 0.6 \times 1000 \times 1.4 \times \frac{2}{3} = 51.4 \text{ mm}$$

**VI.2.3. Dimensionnement de l'asperseur**

**a. Calcul du diamètre de l'ajutage de la buse**

Le diamètre de la buse se calcule par la formule expérimentale suivante :

$$P = \frac{1.5 \cdot d}{1.04}$$

Étant donné que la perméabilité du sol K= 8-10 mm/h; on obtient un diamètre de 6.3 mm, ce qui est théoriquement aberrant.

En se référant à la nouvelle fiche technique de l'asperseur de type Perrot (actualisé) on prend un diamètre de 4.2 mm sous une pression nominale de 3 bars :

**Tableau VI.2** Asperseur de type Perrot (nouvelle gamme)

Diamètres des buses	P (bar) 2,5	P (bar) 3,0	P (bar) 3,5	P (bar) 4,0	P (bar) 4,5	P (bar) 2,5		P (bar) 3,0		P (bar) 3,5		P (bar) 4,0		P (bar) 4,5	
mm	Portée en m					Distances entre arroseurs									
4,2	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
4,5	15,0	15,4	15,8	16,3	16,9	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
4,8	15,4	15,8	16,2	16,6	17,0	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
5,0	15,8	15,9	16,3	16,7	17,3	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
5,2	16,0	16,4	16,6	16,8	17,4	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
6,0	16,4	16,5	16,7	17,2	17,6	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
7,0**	16,8	17,0	17,2	17,3	17,8	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
ZB 22/ZB 22W	Consommation d'eau					Précipitations									
	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)
4,2	0,99	1,09	1,17	1,26	1,33	2,3	3,1	2,5	3,4	2,7	3,6	2,9	3,9	3,1	4,1
4,5	1,14	1,25	1,35	1,44	1,53	2,6	3,5	2,9	3,9	3,1	4,2	3,3	4,4	3,5	4,7
4,8	1,30	1,42	1,53	1,64	1,74	3,0	4,0	3,3	4,4	3,5	4,7	3,8	5,1	4,0	5,4
5,0	1,41	1,54	1,66	1,78	1,89	3,3	4,4	3,6	4,8	3,8	5,1	4,1	5,5	4,4	5,8
5,2	1,52	1,67	1,80	1,92	2,04	3,5	4,7	3,9	5,2	4,2	5,6	4,4	5,9	4,7	6,3
6,0	1,89	2,07	2,24	2,39	2,54	4,7	6,3	5,1	6,9	5,6	7,4	5,9	7,9	6,3	8,4
7,0**	2,53	2,77	2,99	3,19	3,39	6,4	8,5	7,0	9,3	7,5	10,1	8,1	10,8	8,6	11,4

**b. Calcul de la portée du jet (L)**

la portée du jet se calcule par la formule empirique suivante

$$L = 3 d^{0.5} h^{0.25}$$

Avec :

d : le diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m), dans notre cas P= 3.3 bars, hauteur d'eau =33m.

$$L = 3 (3.3)^{0.5} (30)^{0.25} = 15.5 \text{ m, d'après Perrot } L=15\text{m}$$

### c. Choix des écartements entre les rampes et arroseurs

Selon les normes américaines, l'écartement maximum qui est fonction de la vitesse du vent est recommandé comme suit :

E<sub>l</sub> entre les lignes d'arrosage : 1,3L (vent faible) à 1,02 L (vent fort).

E<sub>a</sub> entre les arroseurs sur la rampe : 0,8 L (vent faible) à 0,6 L (vent fort).

En fonction des vents de notre zone d'étude, donc on prend les valeurs suivantes :

$$E_l = 1.2 \times 15 = 18\text{m} \text{ et } E_a = 0.8 \cdot 15 = 12 \text{ m}$$

Les valeurs normalisées des écartements sont comme suit : E<sub>l</sub>=18 m, E<sub>a</sub>=12m.

## Vérification de la pluviométrie de la buse

### a. Débit de l'asperseur

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

$$q = 0.95 \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2gh} \quad q = 0.95 * \frac{\pi * (3.3 * 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 30} \quad q = 1.34 \text{ m}^3/\text{h}$$

la pluviométrie horaire p en (mm/h) peut être appréciée par la relation :

$$P = \frac{q}{E_l \cdot E_a}$$

D'où P=6.2 mm/h ; Donc le diamètre de la buse choisi (D=4.5) assurera une pluviométrie P≤K= 9 mm/h .

### b. Calcul du tour d'eau :

La durée du tour d'eau correspond à la durée nécessaire à l'arrosage de l'ensemble des parcelles :

$$T_{\text{eau}} = \frac{\text{DoseRFU.Nj}}{\text{Bmp}}$$

Avec Bmp : 60.7mm

$$T_{\text{eau}} = \frac{56.8 * 26}{51.4} = 20 \text{ jours, On prend un tour d'eau de 15 jours.}$$

Donc on irrigue 2 fois par mois.

### c. Calcul de la dose réelle- dose brute

Dr = Teau. La dose journalière on trouve Dr= 30.5mm

Dbrute = La dose réelle /0,75=40.5mm

**d. Temps d'arrosage**

Le temps T pour donner une dose par un asperseur sans dépasser la capacité d'infiltration, se calcule d'après la relation suivante :

$$T = \frac{\text{Dose réel brute}}{\text{pluviométrie}} = \frac{40.5}{6} = 6.7 \text{ h} = 7 \text{ heures}$$

Donc on pourra adopter deux positions par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement de 22 h.

**e. Calcul du débit d'équipement (Qeq) :**

$$Q_{eq} = \frac{S \cdot Bmp \cdot 10}{T \cdot n \cdot Nj} = \frac{2.8 \times 90 \times 10}{7 \times 2 \times 26 \times 0.75} = 4.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

**f. Calcul de l'unité d'arrosage (SU) :**

$$\text{La surface unitaire arrosée : } Su = \frac{S}{T \cdot \text{eau} \cdot n} = \frac{2.}{15 \cdot 2} = 0.08 \text{ ha}$$

On prend  $Su = 0.1 \text{ ha}$

**g. Nombre d'asperseur requis (Nasp) :**

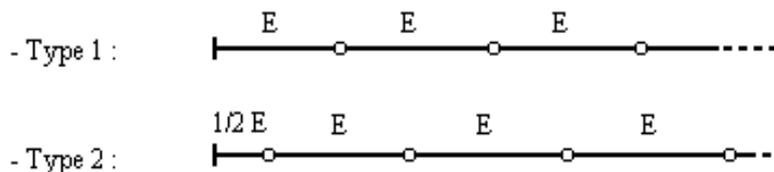
$$Nasp = \frac{Su \cdot 10000}{El \cdot Ea} = \frac{0.1 \cdot 10000}{18 \cdot 12} = 4 \text{ asperseurs.}$$

**VI.2.4. Dimensionnement hydraulique des rampes**

Le dimensionnement hydraulique nécessite de définir les caractéristiques d'une parcelle ainsi que la façon dont on projette le réseau d'aspersion.

- **Longueur de la rampe**

Selon la parcelle, deux installations d'asperseurs sur la rampe peuvent être envisagées :



**Figure VI.1 :** Dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe.

Nous avons  $L = 136$  et  $l = 120$  m

La longueur de la rampe est donc :

d'où :

$$L = \frac{L}{2} - \frac{Ea}{2} = \frac{136}{2} - \frac{12}{2} = 62 \text{ m.}$$

- **Nbre asperseur/rampe (N) :**

$$N = \frac{\text{largeur}}{Ea} = \frac{Lr}{Ea} = \frac{62}{12} + 1 = 6 \text{ asperseurs}$$

- **Nombre de rampes(Nr) :**

$$Nr = \frac{N \text{ asp}}{(\text{nbr asp/rampe})} = 1 \text{ rampe.}$$

On travaille avec une seule rampe.

- **Calcul du débit de la rampe(Qr) :**

Qr = le débit de l'asperseur × le nombre d'asperseur/ rampe.

Le débit de la rampe :  $Qr = 1,34 * 6 = 8.0 \text{ m}^3/\text{h} = 0.0022 \text{ m}^3/\text{s}$

Lr : longueur du terrain = 136 m, El : espacement entre les rampes (=12m).

- **Calcul du Diamètre de la rampe**

$$\text{Diamètre de la rampe : } D_R = \sqrt{\frac{4Q_R}{\pi \cdot V}}$$

Avec V : vitesse de l'écoulement à travers la rampe, On suppose que V= 1.5 m/s.

$$D_R = \sqrt{\frac{4 * 0.22 * 10^{-3}}{\pi * 1.5}} = 0.43 \text{ m} = 43.5 \text{ mm.}$$

Les conduites en PEHD disponibles sur le marché ont les diamètres suivants:

50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 ; 125 ; 160 et 200mm.

Le diamètre normalisé (Dr=63mm).

### VI.2.5. Vérification des pertes de charges de la rampes

Rampe: On recalcule les pertes de charges pour un Diamètre = 63 mm. Les Perte de charge selon hazen-williams :

$$J = (3.592/C_{hw})^{1.852} * (L/D^{4.87}) * Q^{1.852}$$

Avec :

L : la longueur de la conduite m ; Q : débit (m<sup>3</sup>/s) ;

D : diamètre (normalisé) intérieur de la canalisation (m)

Chw : paramètre de rugosité =130-140 (PEHD);

On trouve les pertes de charges totales = 0.7 < 1.2 m

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * d^2} = 0.7 \text{ m/s, ce qui est conforme.}$$

### VI.2.6. Dimensionnement du porte-rampe

La longueur de la porte-rampe est calculée par :

$$L_{pr}=130 \text{ m}$$

-On recalcule avec le porte-rampe

$$Q_p \text{ Rampe} = Q_{asp} * n_{asp/rampe} * N_{rampe} = 8.0 \text{ m}^3/\text{h} = 0.0022 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Ou : } V \leq V_{ADM} ; V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] \text{ m/s}$$

-On suppose que  $V = 1.5 \text{ m/s}$  et on calcule  $D_R$

$$D_{Pr} = 0.045 \text{ m} = 45.5 \text{ mm.}$$

Si on prend un diamètre de la porte rampe de 63-75 mm les pertes de charges dépassent la norme de la règle de Christiansen.

### VI.2.7. Vérification des pertes de charges de la porte rampe

**Porte rampe:** On recalcule les pertes de charges pour  $D = 63 \text{ mm}$ . Les pertes de charge sont de 0.6m

La nouvelle vitesse sera :

$$V = \frac{4Q}{\pi * d^2} = 0.72 \text{ m/s} \text{ Ce qui est conforme.}$$

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau VI.3** Résultat de calcul de l'aspersion.

Paramètres	Porte Rampe	Rampe	C. tertiaire
Longueur (m)	130	62	20
Diamètre (mm)	63	63	63
Débit (m3/h)	8.0	8.0	8.0
Vitesse (m/s)	0.7	0.7	0.7
Perte de charge totale (m)	0.6	0.7	0.1

D'après le tableau on voit que les pertes de charges totales sont de 1.14m, et ne dépassent pas 1.8m, ce qui est conforme.

**VI. conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons procédé au dimensionnement de deux systèmes d'irrigation : aspersion, le système goutte à goutte.

Le réseau goutte à goutte est dimensionné pour un type de culture (olivier), et ces différentes parties (goutteur, rampe, porte-rampes) , pour l'aspersion on a choisi l'irrigation de blé .

## **Chapitre VII: Etude Technico-économique**

## Chapitre VII: Etude Technico-économique

### VII. Introduction :

Ce chapitre a pour but de faire une évaluation du coût estimatif de notre projet d'irrigation projeté, ce calcul consiste à déterminer les quantités de tout le matériel ainsi que les différentes opérations à effectuer sur le terrain.

Pour notre projet on a les travaux suivants :

- Réseau de distribution.
- Conduite d'adduction.
- Travaux divers.

### VII.1 Volume de terrassement

#### a) Largeur du fond de la tranchée

La largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite on laisse 30 cm d'espace de chaque côté de la conduite. La largeur d'ouverture de la tranchée est obtenue par la formule :  $B = D + 0.6$  ... (VIII.1)

Avec :

- B : Largeur de la tranchée (m).
- D : Diamètre de la conduite (m)

#### b) Profondeur de la tranchée

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

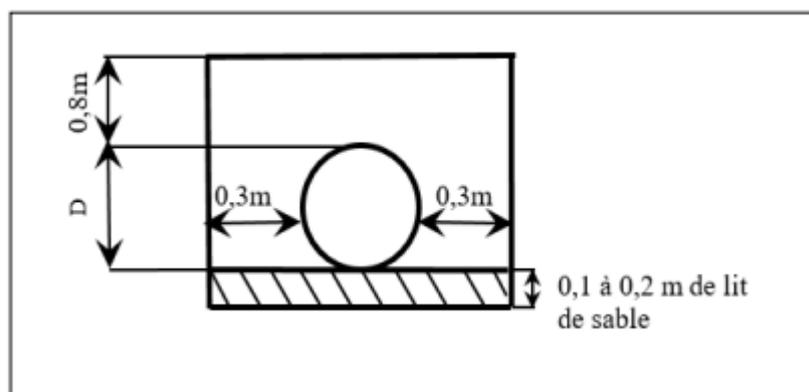


Figure VII.1 Schéma d'une tranchée.La

profondeur de la tranchée est obtenue par la formule :  $H_{tr} = e + D + h$ ..... (VIII.2)

Avec:

- Htr : Profondeur de la tranchée (m).
- e : Hauteur du lit de pose (m).

- D : Diamètre de la conduite (m).
- h : La hauteur du remblai au-dessus de la conduite (m).

## c) Section de la tranchée

Les sections des tranchées sont :  $Str = B \times Htr$  ..... (VIII.3)

Avec :

- Htr : Profondeur totale de la tranchée (m).
- B : Largeur du fond de la tranchée (m).

## d) Volume à excaver

Le volume d'excavation est:  $Vd = Str \times L = (B \times Htr) \times L$  ..... (VIII.4)

Avec:

- Vd : Volume du déblai (m<sup>3</sup>).
- Str : La section de la tranchée (m<sup>2</sup>).
- L : Longueur de la tranchée (m).
- B : Largeur de la tranchée (m).
- Htr : La hauteur de la tranchée (m).

## e) Calcul du volume de déblai et remblai

La pose en terre des conduites s'effectue dans une tranchée dont la largeur de fond B sera donnée par la formule suivante :  $B = D + (2 \times 0.3)$  ... (VIII.8)

Avec:

-D : diamètre de la conduite (m)

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

$H \geq D + 0,8$  Déblai =  $L \times H \times B$  ..... (VIII.9)

Rembali = débali -  $(\pi \times D^2) \times L$  ..... (VIII.10)

**VII.2 Calcul des volumes des travaux de la distribution**

## a) Calcul du volume de déblai :

$Htr = e + D + h$  ..... (VIII.11)

$B = D + 0.6$  ..... (VIII.12)

$Str = B \times Htr$  ..... (VIII.13)

$Vd = Str \times L = (B \times Htr) \times L$  ..... (VIII.14)

## b) Calcul du volume du lit de sable

Ce lit correspond à une couche de sable de 14cm sur le fond de la tranchée, c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule ce volume en utilisant la formule :

$$V = e \times b \times L \dots\dots (VIII.15)$$

c) Volume du décapage de la couche végétale :

$$V_{\text{déc}} = H_{\text{vc}} \times L \times B_{\text{cv}} \dots (VIII.16)$$

Tel que:

- $V_{\text{déc}}$  : Volume de la couche végétale décapée (m<sup>3</sup>).
- $H_{\text{vc}}$  : Profondeur de la couche végétale (on prend  $H_{\text{vc}}=0.1\text{m}$ ) (m).
- $L$  : Longueur totale de la tranchée (m).
- $B_{\text{cv}}$  : Largeur de la couche végétale (m).
- $e$  : La couche végétale (m).

d) Volume occupé par les conduites :

$$V_{\text{cond}} = (\times \text{Dext } 4) \times L \dots\dots (VIII.17)$$

- $V_{\text{cond}}$  : Volume occupé par les conduites (m<sup>3</sup>).
- $\text{Dext}$  : Diamètre extérieur de la conduite (m).
- $L$  : Longueur totale de la tranchée (m).

e) Volume du remblai de protection :

$$V_{\text{rem}} = V_{\text{d}} - (V_{\text{cond}} + V_{\text{déc}} + V_{\text{ls}}) \dots\dots (VIII.18)$$

- $V_{\text{rem}}$  : Volume du remblai (m<sup>3</sup>).
- $V_{\text{d}}$  : Volume du déblai (m<sup>3</sup>).
- $V_{\text{ls}}$  : Volume du lit de sable (m<sup>3</sup>).
- $V_{\text{déc}}$  : Volume de la couche végétale décapée (m<sup>3</sup>).
- $V_{\text{cond}}$  : Volume de conduite (m<sup>3</sup>).

f) Volume d'excédentaire:

$$V_{\text{exc}} = V_{\text{f}} - V_{\text{rem}} \dots (VIII.19) \text{ Tel que:}$$

- $V_{\text{exc}}$  : Volume du sol excédentaire (m<sup>3</sup>).
- $V_{\text{f}}$  : Volume du sol foisonné (m<sup>3</sup>).
- $V_{\text{rem}}$  : Volume du remblai (m<sup>3</sup>).

$$\text{Sachant que : } V_{\text{f}} = V_{\text{d}} \times K_{\text{f}} \dots (VIII.20)$$

- $K_{\text{f}}$  : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol ( $K_{\text{f}} = 1,25$ )

Les résultats du calcul des différents volumes sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau VII.1 Calcul des différents volumes

Tubes enterrés	Longueur (m)	largeur (m)	hauteur (m)	V déblai (m3 )	V sable (m3 )	V conduites (m3 )	V remblai (m3 )	V excédentaire (m3)
PEHD Ø90	89.3	0.69	0.89	54.84	6.16	0.57	41.95	13.71
PEHD Ø110	188.9	0.71	1	134.12	13.41	1.79	105.50	33.53
PEHD Ø125	346.3	0.725	1.03	258.60	25.11	4.25	204.14	64.65
PEHD Ø160	407.7	0.76	1.06	328.44	30.99	8.19	258.28	82.11
PEHD Ø200	489.8	0.8	1.1	431.02	78.37	15.38	298.09	107.76
PEHD Ø315	1004.9	0.915	1.215	1117.17	183.90	78.27	763.05	279.29
PEHD Ø400	1237.8	1	1.3	1609.14	247.56	155.47	1082.33	402.29
PEHD Ø500	4115.7	1.1	1.4	6338.18	905.45	807.71	4172.29	1584.54
la somme				10271.51	1490.95	1071.63	6925.63	2567.88

### VII.3 Estimation du coût de pose de canalisation

Tableau VII.2 Estimation du coût de pose de la conduite d'adduction.

Designation des travaux	Quantité(m3)	Prix unitaire DA	Montant DA
Déblai en terrain	10271.51	450	4622180
Lit de sable	1490.95	1200	1789140
Remblai	6925.63	300	2077689
déblai excédentaire	2567.88	200	513576
total (HT) 1			9002585
TVA (19%) 1			1710491
montant TTC 1			10713076

**VII -5. Estimation du coût du réseau d'irrigation :**

Le calcul du coût du réseau d'irrigation est détaillé comme suit

**Tableau VII.3** Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.

conduites	type de conduite	quantité (m)	prix unitaire (Da/m)	montant (Da)
∅ 90	PEHD	89.3	188.62	16843.766
∅ 110	PEHD	188.9	721.62	136314.018
∅ 125	PEHD	346.3	934.26	323534.238
∅ 160	PEHD	407.7	1526.93	622529.361
∅ 200	PEHD	489.8	2397.85	1174466.93
∅ 315	PEHD	1004.9	5881.51	4113628.49
∅ 400	PEHD	1237.8	9500.90	8503364.17
∅ 500	FONTE	4115.7	14816.89	39100178.9
total(HT)1				53990859.9
TVA(19%)				10258263.4
MONTANT TTC 2				64249123.3

**Tableau VII.4** Factures proformas des pièces spéciales

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix (DA)	Montant (DA)
borne d'irrigation	Un	13 (A2)	18500	240500
		1 (A4)	21000	21000
Bouchon	Un	5	1536,27	7681
Té Ø (110/75)	Un	2	2 984.45	5969
Filtre à disque métallique	Un	1	12 400	12400
Filtre	Un	2	14508	29016
coude 90	Un	5	424.48	2122
vanne Ø 160	Un	1	15000	15000
vanne Ø 125	Un	1	12000	12000
vanne Ø 75	Un	3	8000.00	24000
ventouse	Un	4	2000.00	8000
Goutteur réglable	Un	50	6.13	307
asperseur	Un	6	110.858,15	42000
Total(HT)				419995
TVA (17%)				71399.15
Total(TTC)				491394.2

**VII.4 Devis estimatif du projet :**

- Devis de pose de la canalisation (montant TTC 1= 10713076DA).
- Devis du réseau d'irrigation (montant TTC 2 = 64249123.3 DA).
- Devis des pièces spéciales (montant TTC3 = 491394.2 DA).

Le coût global est : 64 740 518 da

**VII. Conclusion**

L'estimation du coût total du projet, englobe, en général, tous les prix des équipements hydrauliques et hydromécaniques à utiliser ou à mettre en place, le réseau de canalisations de transport, les lignes de distribution ainsi la pose des bornes d'irrigation et tous les ouvrages de protection, ajoutez à cela, les frais liés à la pose des différentes canalisations, les frais de transport, la main-d'œuvre directe et indirecte et toutes les dépenses liés au projet.

En définitive, la mise en œuvre de ce projet repose sur une étude minutieuse ayant pris en compte toutes les phases d'exécution du projet avec une recherche approfondie des prix du marché des matériaux recueillis auprès des fournisseurs.

Le coût estimatif du projet est de l'ordre de soixante-quatre millions sept cent quarante mille cinq cent dix-huit dinars (64 740 518 da ) , représentant l'ensemble des opérations financières pour sa concrétisation.

## Conclusion générale

Au cours de ce travail, nous avons étudié les différentes composantes du projet d'irrigation de ksar sbahi , et nous avons réalisé l'étude nécessaire du système d'irrigation pour la mise en valeur de 158 ha de surface à partir de l'eau provenant du barrage de l'oued charef.

L'étude du climat de notre région, a montré que la région appartient à un climat semi- aride, et que la période sèche s'étend sur plus de 5 mois ce qui confirme le caractère semi- aride de cette zone, d'où L'importance de l'irrigation pour maintenir un seuil de rendement acceptable.

Après le choix des cultures, nous avons estimé les besoins en eau totaux, et les besoins en eau de chaque îlot qui est une phase importante dans la conception du système d'adduction et d'irrigation.

Pour le système d'adduction, nous avons projeté un réseau à partir du barrage de l'oued charef , et une distribution vers les parcelles par une desserte gravitaire après étude d'un tracé plus économique.

Pour les systèmes d'irrigation, nous avons insisté sur la nécessité d'introduire des techniques modernes telles que l'aspersion et le goutte à goutte, car l'augmentation des rendements des spéculations agricoles ne peut se faire qu'à travers des systèmes d'irrigation efficaces.

Du côté économique, nous avons élaboré un devis quantitatif et estimatif afin d'évaluer le coût de projet qui est de soixante-quatre millions sept cent quarante mille cinq cent dix-huit dinar (64 740 518 da)

## Annexe

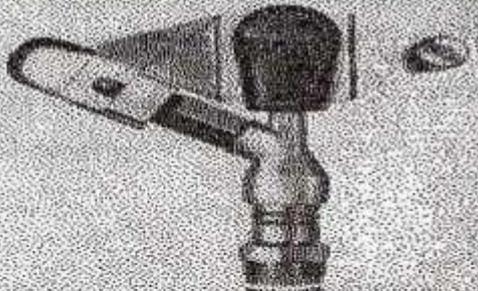
### annexe 01:Le cycle végétatif des cultures envisagées

cultures	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
blé dur												
blé tendre												
orge grain												
orge en vert												
p.terre (AS)												
p.terre(s)												
tomate												
aubergine												
haricot												
courgette												
Pois												
Ail												
Oignon												
Oliviers												
Amandier												

**annexe 02: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 03:Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30



**Caractéristiques de  
l'asperseur circulaire  
PERROT ZF 30**

1 buse  
angle de jet 30°  
Raccord fileté 1"

dia la buse  ø mm	pression à la buse  bar	portée  m	débit  m³/h	espacement  m		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,38
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,76
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,64
4,8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,6
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82
	4,0	17	1,75	18/24	24/24	432	576	4,05	3,04
5,0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05
	4,0	17,5	1,88	18/24	24/24	324	576	4,35	3,26
5,5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71
	4,0	18	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98
6,0	2,5	16,2	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
	4,0	18,5	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,76
7,0	2,5	17,5	2,96	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	8,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	8,5	6,2

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Mr MESLEM DJAMEL EDDINE : dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre ksar sbahi (secteur b) wilaya oum el bouaghi à partir du barrage foug el khanga. ENSH 2020.
2. Mr SALEM FARES : dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre-zone A de ksar sbahi à partir d'un petit barrage-foug el khanga (wilaya d'oum el bouaghi). ENSH 2014
3. Gobat J.M, Agrano M, Matthey W, 2010 : Le sol vivant, base de pédologie biologie des sols. Presses universitaires et romandes, EPFL, Lausanne, Suisse.
4. Dubost d. 1992- Aridité, agriculture et développement : le cas des oasis algériennes in sècheresse no 2. Vol. 3.
5. FAO 1975. Les besoins en eau des cultures. Bull Fao n° 24. BULLETIN DE FAO N° 36, L'irrigation localisée (Calcul, mise en place exploitation, contrôle du fonctionnement). FAO 1983.p33
6. FAO. Agriculture et rareté de l'eau : une approche programmatique pour l'efficacité de l'utilisation de l'eau et la productivité agricole. COAG/2007/7, Rome, p 15 (2017).
7. Détection des œufs d'helminthes, Abwasser Wasserwirtschaft Wassertechnik, 16 ; 198-201 (1966).
8. Hillel, D. 1988. L'eau et le sol: Principes et processus physiques. Ed Academia, 288p. 7. Tiercelin. 2006. Traité d'irrigation, Lavoisier tec & doc, paris .1011p.
9. Laborde J., 2009 Eléments d'HYDROLOGIE DE SURFACE. ECOLE POLYTECHNIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE NICE - SOPHIA ANTIPOLIS.