

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

**DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE**

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

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

**Option: IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME DU PROJET :**

**ETUDE DE PERIMETRE D'IRRIGATION D'AIN  
KERCHA PARTIE EST WILAYA  
D'OUM EL BOUAGHI**

**PRESENTE PAR :**

**M<sup>r</sup>. BOUDJERADA IDRIS**

**Devant les membres du jury**

<b>Noms et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M <sup>r</sup> . RASSOUL ABDELAZIZ	M.C.B	Président
M <sup>me</sup> . AZIEZ WAHIBA	M.A.A	Examinatrice
M <sup>r</sup> . YAHIAOUI SAMIR	M.A.B	Examineur
M <sup>r</sup> . KERID RACHID	M.A.A	Examineur
M <sup>r</sup> . TARIK BENKACI	M.A.A	Promoteur

**Septembre - 2014**

# Dédicaces

*Je dédie ce travail :*

*Avant tout à mes chers parents, pour leur soutien immense qu'ils n'ont cessé de m'apporter ainsi que les conseils qu'ils m'ont prodigué sans les quels j'avoue je ne serai pas ce que je suis aujourd'hui.*

*A mes frères :*

*Hamza, Hicham, Mouhamed, Abdéraouf, Oussama, et Ma  
sœur Nabila sa fille Marieme et le petit Youssef*

*A toute la famille BOUDJERADA*

*Mon promoteur Mer Benkaci Tarik*

*A tous mes amis sans exception et d'une façon spéciale à :*

*Jbrahim, badis, Amine, Sofiane, chamssou, Yasser, Fayçal, Zaki,  
Hamza, Massoud, Hatem, Ahmed, Ali, RABIA, Rida, Amine,  
Taki, Massi, Djelloul, Elarbi, Abderahmane, abderazzak, Khalil,  
Mostapha, Taki, Youcef, Waheb....., tous les  
étudiants d'Ensh.*

## REMERCIEMENTS

*Avant tout, je remercie le bon Dieu qui a illuminé mon chemin et qui m'a donné la force, ainsi que la bonne volonté pour achever le cursus universitaire et ce modeste travail.*

*Au terme de cette étude qu'il me soit permis d'exprimer ma profonde gratitude envers tous ceux qui m'ont apporté leur aide.*

*Je tiens à remercier chaleureusement, Mon promoteur Mer: Benkaci Tarik qui 'a bien voulu m'encadrer durant ce mémoire de fin d'études, et qui a assuré la direction et l'orientation scientifique de ce travail. Je lui exprime mes vifs remerciements*

*Monsieur Yahoui Samir, Madame W.AZIZ, L.S.BAHBOUH, Monsieur M.BOUKHELIFA, pour leurs conseils ainsi que pour leurs disponibilités à chaque fois que je les sollicite.*

*Je profite de l'occasion pour remercier tous mes enseignants de l'ENSH de la première année jusqu'à maintenant.*

*Je tiens aussi à exprimer mes vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé tout au long de mon travail.*

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

:

الهدف نهاية دراستي هو تحديد الأبعاد لشبكة تزويد و توزيع المياه  
الزراعية عين الكرشة ولاية ام البواقي يسعى إلى زيادة ودية الفلاحية  
التقنيات تسيير المائية .

لتحقيق هذا الهدف قمنا باقتراح حديثة منها بالتقطير  
الأخيرة نتيجة تتميز به هذه للمياه.

## Résumé :

L'objectif de ce mémoire de fin d'études rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irriguée; dont l'objectif est d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleures systèmes d'irrigation, et une meilleure gestion des ressources en eau et cela par l'adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée ou l'aspersion. Ces systèmes présentent de multiples avantages, comme l'efficience de l'eau et l'obtention de rendements importants.

## Abstract:

The aim of this present work has an aspect of the actual policy of the irrigated Areas management in a way to attain a high investment feedback, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and Potentialities preservation: water resource and ground resources on the other part. This by adoption of modern irrigation system, which their reliability, localized Irrigation, aspersion irrigation the most developed with the evolution of science and Technology. These systems present many advantages like the water efficiency and the high yields of crops.

## Sommaire

Introduction Générale.....	1
----------------------------	---

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

I.1) Présentation de la wilaya d'Oum El Bouaghi.....	2
I.2 Situation administrative de la wilaya d'Oum El Bouaghi.....	3
I-3) Etude socio-économique de la wilaya d'Oum el bouaghi.....	4
I-3-2 Perspectives de développement.....	5
I-4 Localisation et présentation du périmètre d'étude.....	5
I.5 Situation géographique de la zone d'étude.....	6
I-5-2) Relief et Hydrographie.....	8
I. Conclusion .....	8

### Chapitre II : Etude climatologie

II.1) Introduction.....	9
II-2 Présentation de la station météorologique .....	9
II-3 Pluviométrie .....	9
II-4 Température de l'air .....	10
II-5 Humidité relative de l'air .....	11
II-6- Le Vent .....	11
II-7- Insolation .....	12
II-8 Les Phénomènes climatiques accidentelles.....	12
1- La neige .....	12
2- La grêle .....	12
3- Les gelées .....	12
4- Le siroco.....	13
II-9) Evaporation .....	13
II-10 Indices climatiques .....	13
I.10.1 Indice d'aridité de Martonne .....	14
I.10.2 Quotient pluviométrique d'Emberger.....	14
I.10.3 Classification du climat selon l'indice de Gaussen.....	16
Conclusion.....	17

### **Chapitre III : Ressources en sol**

III.1) Introduction .....	18
III.2) Classification des sols.....	18
III.2.1) Les types de sols .....	18
III.2.1.1 Les sols calcimagnésiques carbonatés bruns calcaires à encroûtements .....	18
III.2.1.2 Les sols minéraux bruts d'origine non climatique d'apport alluvial modaux...	19
III.2.1.3 Les sols peu évolués d'origine non climatiques d'apport alluvial modaux.....	19
III.3. Caractéristiques physico-chimiques des sols.....	20
III.3.1 Interprétation des résultats .....	20
III.4 Propriétés hydrodynamiques des sols .....	21
III.5 Etude des aptitudes culturales .....	21
III.5.1 Les différentes classes d'aptitude des sols à l'irrigation et au drainage .....	21
Conclusion.....	26

### **Chapitre IV : Ressources en eau-Hydrologie**

IV.1) Introduction.....	27
IV.1.2 Description du transfert Barrage de Béni Haroun- Barrage Koudiet Medouar...27	
IV.1.2.1 Description du barrage de Beni Haroun.....	28
IV.1.2.2 Station de pompage d'Ain kercha .....	29
IV.1.2.3 Description de l'aménagement et du transfert.....	29
IV.2.4. Barrage de koudiat medouar.. .....	30
IV.3. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation .....	31
IV.3.1. Les limites admissibles .....	32
a) La conductivité électrique .....	32
b) Le SAR (Sodium Absorption Ration) .....	32
IV-3-2 Température et PH de l'eau.....	35
Conclusion.....	35
IV.4). Etude Hydrologique .....	35
VI.4.1. Choix de la station représentative de la zone d'étude .....	35
IV.4.2) Présentation des stations pluviométrique de ksar-sbahi .....	36
IV.5) Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique....	36
IV6- Etude statistique de l'échantillon : choix du type de loi d'ajustement.....	39
IV.6.1-Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale.....	39
V.6.1.1-Test de validité de l'ajustement à la loi de Gauss .....	41

IV.6.2- Ajustement des pluies annuelles à la loi du log normale ou loi de Galton.....	42
IV.7- Détermination de l'année de calcul.....	44
Conclusion.....	45

## **Chapitre V : Besoins en eau des cultures**

V.1.Introduction.....	46
V.2.1. Besoin en eau du périmètre.....	46
V.2.2Calcul de L'évapotranspiration.....	46
V.2.3L'évapotranspiration Réelle.....	46
V.2.4. L'évapotranspiration potentielle de référence (ET <sub>o</sub> ) .....	47
V.2.5. Les Coefficients culturaux (K <sub>c</sub> ) .....	48
V.3.1. La réserve facilement utilisable(RFU) .....	50
V.3.2. Les profondeurs d'enracinement .....	51
V.3.3. Les pourcentages proposés aux différentes cultures .....	51
V.4.1Le bilan hydrique .....	53
V.4.2.Calcul de la pluie efficace .....	53
V.5.Calcul du débit spécifique .....	60
V.6.Estimation des besoins en eau totaux du périmètre .....	60
Conclusion.....	61

## **Chapitre VI : Etude du système d'adduction**

Introduction.....	62
VI.1) Variante d'aménagement du périmètre d'étude.....	62
La variante 01 .....	62
La variante 02 .....	62
VI.2. Ilot d'irrigation .....	63
VI.2.1. Découpage des îlots d'irrigation .....	63
VI.2.2. Tracé du réseau de distribution .....	64
2.1 Tracé par proximité .....	64
2.2 Tracé à 1200 .....	64
2.3 Le tracé économique .....	64
VI.2.3. Modalités de fourniture de l'eau.....	64
3.1) Distribution continue.....	64
3.2) Distribution par rotation ou par tout d'arrosage.....	64
3.3.) Distribution à la demande .....	64
VI.3. Calcul des débits des bornes .....	65
VI.4.1. Calcul hydraulique des canalisations.....	67
a)Conduite en fonte.....	67
b) Avantage des canalisations en PEHD.....	67

VI.4.2) Dimensionnement des canalisations.....	67
VI.4.3.) Calcul des pertes de charge .....	68
VI.4.4.) Simulation du réseau de distribution par le logiciel Epanet.....	70
Conclusion.....	77

## **Chapitre VII : Etude des techniques d'irrigation**

Introduction.....	78
VII.1) Les différents technique d'arrosages.....	78
VII.1.1 L'irrigation de surface .....	78
A) Irrigation par ruissellement ou par planche.....	78
b) L'arrosage à la raie .....	79
c) Irrigation par submersion .....	80
d) L'irrigation mixte (par intermittence) .....	81
VII.1.2. L'irrigation par aspersion.....	81
VII.1.3.1) L'irrigation localisée .....	82
VII. 1.3.2. Composition D'une installation du système goutte à goutte.....	83
1- point de fourniture d'eau .....	83
2- L'unité de tête .....	83
3- Conduites et rampes.....	85
4- Différents types de distributeurs.....	85
5-Qualité de l'eau.....	85
VII.2) Choix de la technique d'arrosage .....	86
Conclusion .....	88

## **Chapitre VIII : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation**

Introduction.....	89
VIII.1) Les différents dispositifs de l'irrigation par aspersion.....	89
A)-Couverture totale .....	89
B) – Couverture intégrale .....	89
VIII.2) Facteurs déterminant les performances d'un arroseur par aspersion.....	90
A) buse de l'asperseur.....	90
B) pression .....	90
C) Pluviométrie horaire .....	90
D) Portée du jet.....	90
VIII.3. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par Aspersion .....	91
VIII.3. A) Dimensionnement théorique.....	92
VIII.3.B.Dimensionnement hydraulique des rampes .....	95



VIII.2. Calcul de la pression à la tête de la parcelle.....	98
VIII.4.Données générales .....	98
VIII.5.Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée .....	98
VIII.5.1.Influence du taux de couverture du sol .....	98
VIII.5.2.Dose nette pratique .....	99
VIII.5.3. Calcul de la dose brute.....	99
VIII.5.4. Fréquence des arrosages .....	100
VIII.5.5. Durée d'arrosage par mois .....	101
VIII.5.6. Durée d'arrosage journalier.....	101
VIII.5.7. Nombre de poste .....	101
VIII.5.8. Surface de la parcelle .....	101
VIII.6.Calcul hydraulique .....	101
VIII.6.1.Condition hydraulique .....	101
VIII.6.2. Le débit .....	102
VIII.6.2.1.1. Le nombre d'arbres par rampe.....	102
VIII.6.2.1.2. Nombre des goutteurs par rampe.....	102
VIII.6.2.1.3. Le nombre des rampes.....	103
VIII.6.2.1.4. Débit de la rampe.....	103
VIII.6.2.1.5. Débit de la porte rampe.....	103
VIII.6.1.6. Débit de la conduite secondaire.....	103
VIII.6.4.Dimensionnement des différentes parties du réseau .....	103
VIII.6.5. Vérification des pertes de charges .....	103
VIII.6.6.Calcul de Diamètre de la rampe.....	104
VIII.6.7.Calcul de Diamètre de la porte rampe .....	104
VIII.6.8.Calcul des diamètres des conduites secondaires .....	104
VIII.6.9.Calcul de diamètre de conduites secondaires .....	104
VIII.6.10.Calcul de diamètre de la conduite principale à la sortie de la borne.....	104
VIII.6.11.La pression d'eau à la borne de distribution .....	105
Conclusion.....	106

## **Chapitre IX : Estimation de projet**

Introduction.....	107
IX.1. devis de réseau d'irrigation localisée .....	107
IX.2.Factures pro-forma de réseau d'irrigation, .....	108
IX.2.1.Calcul du volume de terrassement.....	108
IX.2.1.a. Largeur du fond de la tranchée .....	108
IX. 2.1.b. profondeur de la tranchée .....	108
IX.2.2.la conduite principale.....	109
IX.2.2.a. Calcul du volume de déblai .....	109
IX.2.2.b. Calcul du volume de lit de sable .....	109

IX.2.2.c. Calcul du volume de remblai .....	110
IX. 2.3. Devis estimatif pour le terrassement de la conduite principale.....	110
IX.2.4.Devis estimatif total.....	110
Conclusion.....	110
Conclusion Générale.....	111

## **Liste des tableaux :**

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

<b>Tableau I.1</b> : la liste des communes de la wilaya d'Oum El Bouaghie.....	3
--	---

### **Chapitre II : Etude climatologie**

<b>Tableau II.N°1</b> : Présentation de la station météorologique .....	9
<b>Tableau II.N°2</b> : Moyennes mensuelles des températures .....	10
<b>Tableau II.N°3</b> : Température de l'air.....	10
<b>Tableau II.N°4</b> : Humidité relative de l'air .....	11
<b>Tableau II.N°5</b> : Vitesse moyenne mensuelle du vent.....	11
<b>Tableau II.N°6</b> : Fréquence des vents de la zone d'étude .....	11
<b>Tableau II.N°7</b> : Durée moyenne mensuelle de l'insolation.....	12
<b>Tableau II.N°8</b> : Nombre moyen de jours de neige.....	12
<b>Tableau II.N°9</b> : Nombre moyen mensuel de jours de grêle.....	12
<b>Tableau II.N°10</b> : Nombre de jours de gelée .....	13
<b>Tableau II.N°11</b> : Nombre de jours moyen mensuel de siroco.....	13
<b>Tableau II.N°12</b> : Valeurs mensuelles d'évaporation.....	13
<b>Tableau II.N°13</b> : Classification du climat selon De Martonne.....	14
<b>Tableau II N°14</b> : Diagramme Embrothermique de GAUSSEN .....	16

### **Chapitre III : Ressource en sol**

<b>Tableau III.N°1</b> : Analyses physico-chimiques du sol.....	20
<b>Tableau III.N°2</b> : propriétés hydrodynamiques des sols .....	21
<b>Tableau III.N°3</b> : caractéristique des sols et aptitudes culturales .....	22

<b>Tableau III.N°4:</b> Les espèces culturales.....	24
<b>Tableau III.N°5</b> Degré d'aptitude culturale.....	25

#### **Chapitre IV : Ressource en eau-hydrologie**

<b>Tableau IV.N°1 :</b> Les sous-bassins et leurs superficies .....	28
<b>Tableau IV.N°2</b> Caractéristiques du barrage de béni Haroun.....	28
<b>Tableau IV.N°3 :</b> Caractéristique de barrage de koudiat medouar.....	31
<b>Tableau IV.N°4 :</b> Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	32
<b>Tableau IV.N°5 :</b> Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	33
<b>Tableau IV.N°6 :</b> Les caractéristiques de l'eau de barrage Koudiet Medouar.....	33
<b>Tableau IV.N°7 :</b> Présentation des stations de ksar-sbahi .....	36
<b>Tableau IV.N°8 :</b> Les précipitations .....	36
<b>Tableau IV.N°9 :</b> Les résultats de l'homogénéité .....	38
<b>Tableau IV.N°10 :</b> Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss .....	40
<b>Tableau IV.N°11 :</b> Ajustement des pluies annuelles à la loi-log normale .....	43
<b>Tableau IV.N°12 :</b> Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul .....	45

#### **Chapitre V : les besoins en eau des cultures**

<b>Tableau V.N°1 :</b> calculs d'ET0.....	49
<b>Tableau V.N°2 :</b> Les Coefficients culturaux (K c) des différentes cultures.....	50
<b>Tableau V.N°3 :</b> Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures.....	51
<b>Tableau V.N°4 :</b> Assolement et rotation des cultures proposé.....	51
<b>Tableau V.N°5 :</b> Les pourcentages occupés aux différentes cultures.....	52
<b>Tableau V.N°6 :</b> précipitations efficaces dans les zones de projet.....	54
<b>Tableau V.N°7 :</b> Besoins en eau d'irrigation de l'olivier.....	54

<b>Tableau V.N°8:</b> Besoins en eau d'irrigation de sorgho.....	55
<b>Tableau V.N°9 :</b> Besoins en eau d'irrigation du blé-orge.....	55
<b>Tableau V.N°10 :</b> Besoins en eau d'irrigation de luzern.....	56
<b>Tableau V.N°11:</b> Besoins en eau d'irrigation de pomme de terre.....	56
<b>Tableau V.N°12:</b> Besoins en eau d'irrigation de pomme de carotte.....	57
<b>Tableau V.N°13 :</b> Besoins en eau d'irrigation de pomme de tomate.....	57
<b>Tableau V.N°14</b> Calcul des besoins en eau des cultures.....	59
<b>Tableau V.N°15 :</b> Besoins en eau totaux des cultures du périmètre d'Ain Kercha Est.....	61

### **Chapitre VI: Etude de système d'addiction**

<b>Tableau VI.N°1 :</b> les caractéristiques des ilots. ....	66
<b>Tableau VI.N°2 :</b> Paramètres des pertes de charge.....	69
<b>Tableau VI.N°3 :</b> diamètres des conduites de distribution du périmètre .....	69
<b>Tableau VI.N°4 :</b> Tableau des pressions au niveau des bornes.....	72
<b>Tableau VI.N°5 :</b> Tableau des vitesses dans les conduites de distribution.....	73
<b>Tableau VI.N°6 :</b> Etat quantitatif des conduites .....	73
<b>Tableau VI.N°7 :</b> Tableau des pressions au niveau des bornes avec 2 <sup>ème</sup> variante.....	76

### **Chapitre VII: les techniques d'irrigation**

<b>Tableau VII.N°1:</b> Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage .....	87
--	----

### **Chapitre VIII: Dimensionnement d'un réseau d'irrigation**

<b>Tableau VIII.N°1 :</b> Résultat de calcul pratique d'aspersion. ....	97
---	----

### **Chapitre IX: Calcul technico-économique**

<b>Tableau IX.N°1:</b> Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation .....	107
---	-----

<b>Tableau IX.N°2</b> : calcul du volume de déblai.....	109
<b>Tableau IX.N°3</b> : calcul du volume de sable .....	109
<b>Tableau IX.N°4</b> : Calcul du volume de remblai.....	110
<b>Tableau IX.N°5</b> : Factures pro-forma terrassement.....	110

## **Liste des figures :**

### **Chapitre I**

<b>Figure I.1 :</b> Willaya d'Oum el bouaghie.....	1
<b>Figure I.2 :</b> Situation du périmètre d'étude.....	6
<b>Figure I.3 :</b> carte réseau hydrographique du périmètre d'Ain Kercha.....	7

### **Chapitre II**

<b>Figure II.1 :</b> Evolution de la température moyenne mensuelle .....	10
<b>Figure II.2 :</b> Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	15
<b>Figure II.3 :</b> Diagramme Embrothermique de Gaussen.....	16

### **Chapitre IV**

<b>Figure IV.1 :</b> Profil topographique longitudinal du système de transfert de Béni Haroun....	30
<b>Figure IV.2 :</b> Localisation du barrage Koudiat Medaour.....	31
<b>Figure IV.3 :</b> Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	34
<b>Figure IV.4:</b> Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss.....	40
<b>Figure IV.5 :</b> Ajustement à une loi de log-normal.....	43

### **Chapitre VI**

<b>Figure VI.1 :</b> Schéma des tronçons de réseau de distribution.....	71
<b>Figure VI.2 :</b> Le Schéma des tronçons du réseau de distribution avec réservoir.....	75

### **Chapitre VII**

<b>Figure VII.1 :</b> Irrigation par planche de ruissellement.....	79.
<b>Figure VII.2 :</b> Irrigation à la raie.....	80
<b>Figure VII.3 :</b> Irrigation par submersion.....	81
<b>Figure VII.4 :</b> Partie essentielle d'une installation en aspersion classique.....	82

<b>Figure VII.5</b> : Partie essentielle d'une installation localisée.....	83
<b>Figure VII.6</b> : Dilueur d'engrais.....	84
<b>Figure VII.7</b> : 2Filtre à gravier.....	84
<b>Figure VII.8</b> : Filtre à tamis.....	84
<b>Figure VII.10</b> : Goutteur.....	85

### **Chapitre VIII**

<b>Figure VIII.1</b> : Exemple d'une couverture totale .....	89
<b>Figure VIII.2</b> : Exemple d'une couverture intégrale.....	90

### **Chapitre IX**

<b>Figure IX1</b> : Schéma d'une tranchée .....	108
---	-----



# **Liste des planches**

Planche 01 : Plan de situation de la zone d'étude

Planche 02 Réseau de distribution

Planche 03 Réseau d'irrigation par aspersion

Planche 04 Profil en long de la conduite principale d'adduction

## INTRODUCTION GENERALE

L'eau est une ressource essentielle dans la vie. Elle fait l'objet d'utilisation Très diverse par l'homme. Indispensable dans la production agricole, Énergétique et industrielle.

La situation de l'agriculture algérienne est très difficile; la production agricole n'a que peu évoluer et l'Algérie reste un importateur important des denrées alimentaires.

Les ressources en eau sont relativement limitées et se réduisent progressivement, au détriment de l'agriculture.

Une des raisons du manque de prospérité en agriculture est qu'une majorité des terres cultivées en Algérie n'est toujours pas irriguée, l'autre proportion est irriguée de façon traditionnelle.

La région de Ain kercha située dans l'Est Algérien. Elle présente des terres et des potentialités agricoles importantes. Cependant, la rareté de l'eau et le manque d'exploitation de l'eau en irrigation a rendu tout développement hydro-agricole et impossible.

C'est la raison pour laquelle une bonne gestion de la ressource hydrique devient plus qu'une nécessité à l'heure actuelle.

L'objet de ce mémoire rentre justement dans ce contexte, on propose dans le cadre de cette étude de dimensionner le réseau d'irrigation du périmètre de Ain kercha secteur Est, afin d'optimiser la ressource en eau et d'assurer les besoins en eau des cultures mises en place.

**Chapitre I**  
**PRESENTATION**  
**DE LA REGION**  
**D'ETUDA**

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

### I.1 Présentation de la wilaya d'Oum El Bouaghi :

La wilaya d'Oum El Bouaghi est une zone en majorité rurale caractérisée par un habitat dispersé où par des groupements de maisons (mechtas) paraissent assez denses. La localisation des agglomérations se concentre généralement sur les piémonts du Tell comme Aïn Mila, Aïn Kercha, Souk Naamane, Ksar Sbahi, ces villes se sont développées, grâce à des nappes phréatiques et aux sols riches limoneux descendus de ces massifs. D'autres agglomérations plus importantes se sont développées aux pieds des horsts (massifs isolés) telle que Oum el Bouaghi ou Aïn Béïda, elles bénéficient de l'axe routier entre Tebessa et Constantine. Le point culminant de la wilaya est le Djebel Gueriou, 1 729 mètres d'altitude près de Aïn M'lila. La majorité des oueds sont endoréiques; ils coulent en direction des lacs salés et non vers la mer Méditerranée, sauf l'oued Settara et les affluents du Rummel.

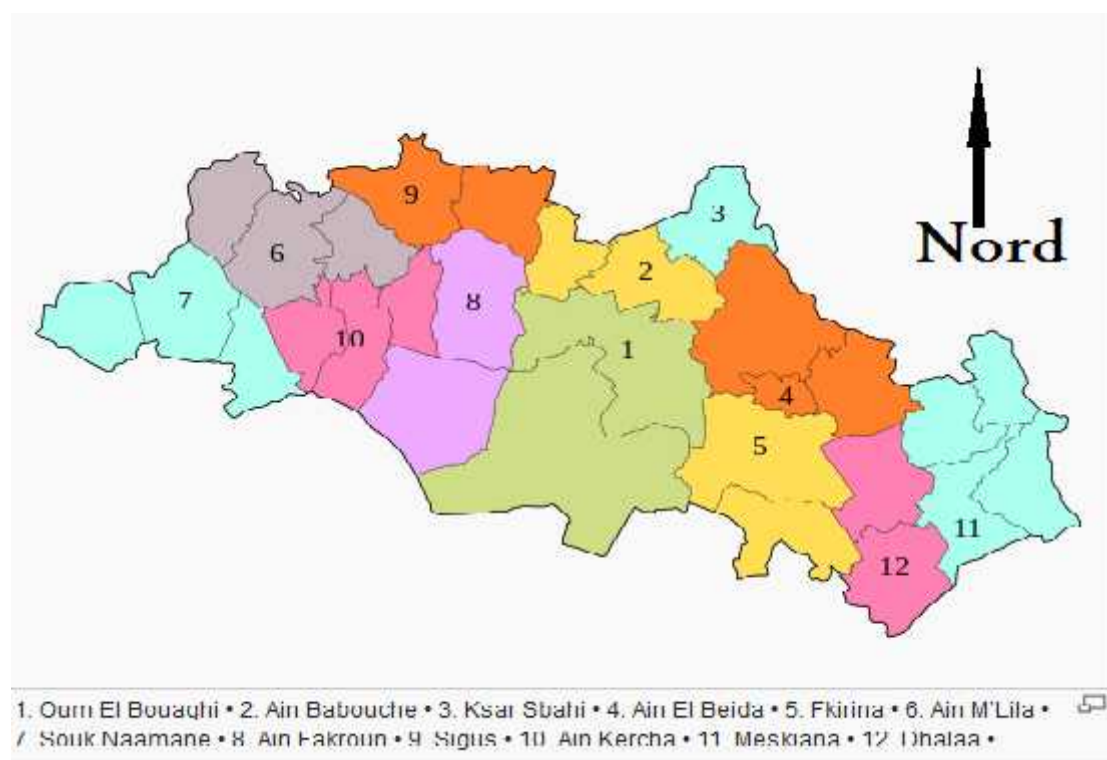


Figure 01 Carte administrative de la wilaya d'Oum el bouaghi

**I.2 Situation administrative de la wilaya d'Oum El Bouaghi**

La wilaya d'Oum El Bouaghi est constituée administrativement de 12 daïras et 29 communes.

Le tableau suivant donne la liste des communes de la wilaya d'Oum El Bouaghi, en précisant pour chaque commune : son code ONS, son nom, sa population et sa superficie :

Code ONS	Commune	Population nb. habitants	Superficie Km <sup>2</sup>	Code ONS	Commune	Population nb. habitants	Superficie Km <sup>2</sup>
401	Oum el Bouaghi	80 359	188	415	Ain Diss	2 767	123
402	Ain Beida	118 662	53,73	416	Fkirina	12 318	344
403	Ain M'Lila	88 441	236	417	Souk Naamane	23 988	227
404	Behir Chergui	1 904	115	418	Zorg	2 281	196
405	El Amiria	10 416	165	419	El Fedjouz Boughrara Saoudi	4 169	313
406	Sigus	17 598	207	420	Ouled Zouaï	4 998	139
407	El Belala	2 477	180	421	Bir Chouhada	9 182	168
408	Ain Babouche	16 129	199	422	Ksar Sbahi	11 833	177
409	Berriche	17 609	347	423	Oued Nini	5 119	196
410	Ouled Hamla	13 112	158	424	Meskiana	28 315	184
411	Dhalaa	11 439	205	425	Ain Fakroun	55 282	262
412	Ain Kercha	32 377	163	426	Rahia	2 711	161
413	Hanchir Toumghani	23 159	108	427	Ain Zitoun	5 948	738
414	El Djazia	3 878	196	428	Ouled Gacem	7 107	138
				429	El Harmilia	8 036	131

### **I-3) Etude socio-économique de la wilaya d'Oum el bouaghi**

La wilaya d'Oum El Bouaghi s'étend sur une superficie totale de 6.187,56 Km<sup>2</sup>, sa population est estimée à 611.000 habitants, dont une majorité (70%) se localise au niveau de 07 communes. Elle se singularise au sein de la Région des hauts plateaux de l'Est algérien par sa vocation agro-pastorale.

#### **➤ L'agriculture :**

Elle constitue la principale activité de la wilaya, la superficie agricole totale est estimée à 516.285 ha, la surface agricole utile (SAU) est évaluée à 361.688 ha. Cette activité est prédominée par la céréaliculture et l'élevage ovin (504.258 de race ovine Ouled Djellal).

La mise en œuvre du PNDAR a permis la diversification et la rentabilité des activités agricoles par la mise à niveau des exploitations. Environ 6,60 milliards de DA ont été mobilisés à cette fin. Dans le cadre du PCSC (hauts plateaux), le développement rural a bénéficié d'une enveloppe globale de 1,33 milliards de DA.

#### **➤ Le patrimoine forestier**

Il occupe 79.989 ha soit 13% du territoire de la wilaya, le maquis et l'alfa couvrent une superficie de 30.000 ha. Pour la période 2005-2009, le secteur forestier a bénéficié d'une enveloppe de 1,036 milliards de DA dont le niveau de réalisation de la tranche 2006 a atteint 483.792.000 DA et a généré 797 postes d'emplois permanents.

La wilaya compte 11 zones humides d'une superficie de 160.000 ha dont 05 zones d'une superficie de 78.294 ha sont classées dans le cadre de la convention RAMSAR; trois autres zones couvrant une superficie de 8.270 hectares, sont en cours de classement.

#### **➤ Ressources hydrauliques**

Les ressources mobilisées proviennent essentiellement des nappes aquifères avec un volume de 92,43 millions M<sup>3</sup>/an. En l'absence de bilans hydrogéologiques, les potentialités des nappes souterraines restent encore méconnues.

Pour ce qui est des ressources superficielles, elles proviennent essentiellement des wilayas limitrophes tel que le barrage Ourkiss qui est destiné à l'irrigation du périmètre de Chemorra et Boughrara Saoudi d'une superficie de 17.000 hectares et à l'alimentation en eau potable des villes d'Oum El Bouaghi, Ain Beida, Ain M'lila, Ain Kercha et Ain Fakroun.

Le secteur de l'environnement enregistre une évolution significative, le programme qui lui

est destiné porte sur la réalisation de deux centres d'enfouissement techniques intercommunal et d'une décharge contrôlée intercommunale à Ain Beida destinée à traiter 70 tonnes/jour ; ce programme s'élève à 665.000.000 DA, dont 145.000.000 DA au titre du programme hauts plateaux.

### **I-2-3 Perspectives de développement**

La wilaya d'Oum El Bouaghi enregistre actuellement une dynamique de développement grâce aux différentes actions en cours qui sont de nature à atténuer progressivement les déficits cumulés et opérer les ajustements nécessaires apparues lors de l'exécution des programmes précédents.

Ces efforts auront inévitablement des impacts positifs sur tous les aspects de la vie locale et participeront à la satisfaction croissante des besoins de la population comme ils permettront de jeter durablement les bases d'un développement.

Par ailleurs, la prise en charge financière des projets structurants, dont les études sont achevées ou en cours, reste vitale pour le devenir de la wilaya, il s'agit, notamment :

- du barrage de Chebabta à Meskiana, destiné à l'alimentation en eau potable de la partie Est de la wilaya et du périmètre irrigué de Ksar Sbihi d'une superficie de 2.379 ha.
- de la station de traitement des eaux du barrage Ourkiss destinée à l'alimentation des 05 agglomérations prévues.
- des 03 stations d'épuration (Ain M'Lila, Oum El Bouaghi, Ain Fakroun), dont la concrétisation permettra d'améliorer davantage les indicateurs de satisfaction de la demande.

### **I-2 Localisation et présentation du périmètre d'étude**

Le périmètre de Ain Kercha est rattaché administrativement à la commune d'El Harmilia et à la commune de Ain Kercha. Il est situé à droite de la RN100 allant de Ain M'Lila vers Ain Kercha, il est traversé par la CW06.

La zone d'étude est limitée par :

Au Nord : RN 100

Au Sud : Djbel hanout sghir et sebkhet Ezemoul

A l'Est : la commune de Ain Kercha et CW 26.

A l'Ouest et commune El harmilia et CW 06.



**Figure 2 : Situation du périmètre d'étude**

Sur l'ensemble du périmètre d'irrigation, le réseau routier est bien développé, il présente des chemins avec couverture d'asphalte, ainsi que des pistes.

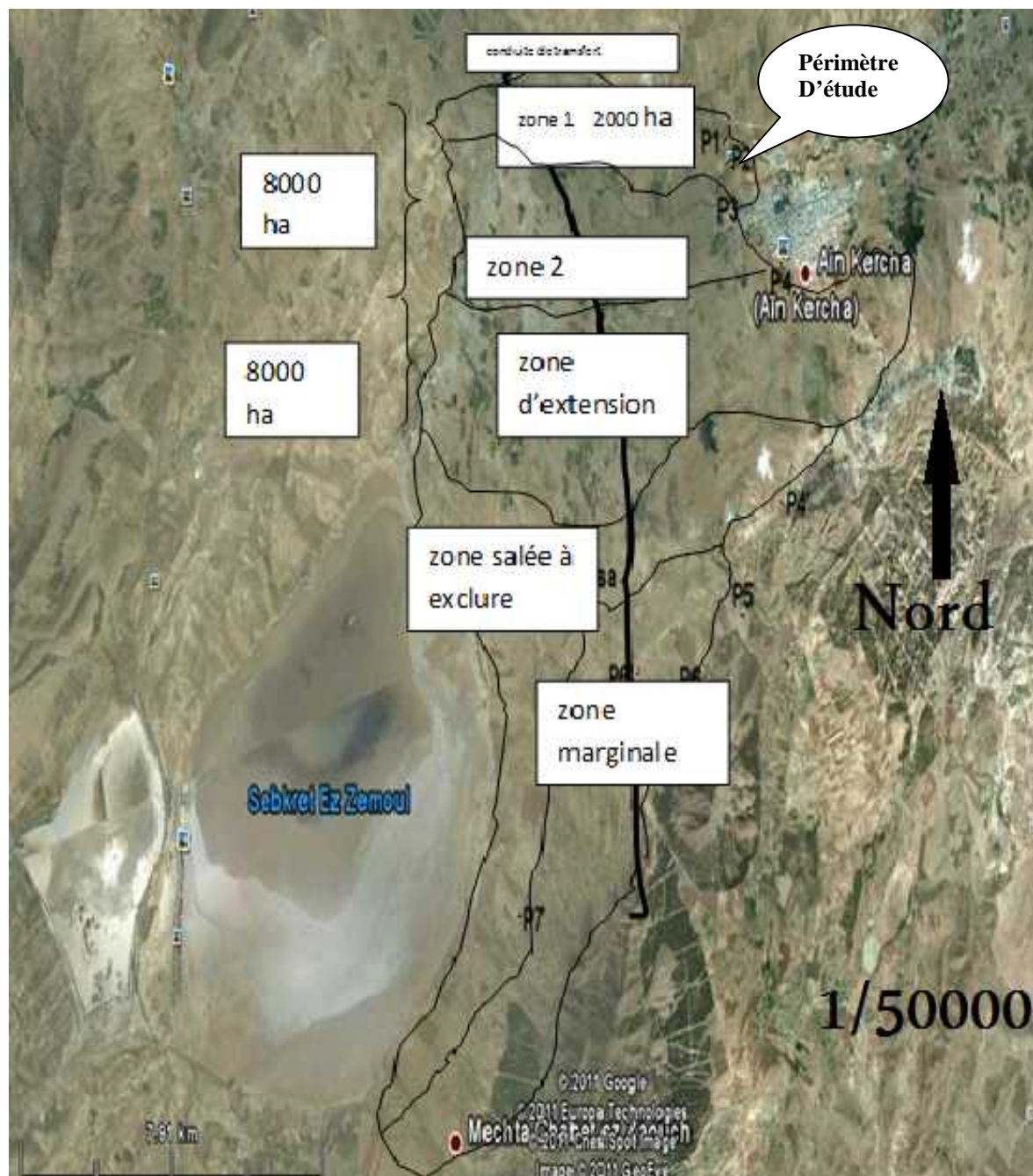
Le périmètre en question est limité au Nord par la route nationale RN 100, et au Sud par la sebkhet Ezemoul. Il fait partie du grand périmètre de Ain Kercha dont la superficie totale avoisine 30 000 hectares. Cependant, sur cette superficie, environ 14.000 ha des terres représentent des sols très salés, donc ils sont exclus de l'aménagement.

Sur les 16.000 ha restants, la partie située entre El Harmilia et Ain Kercha présente de grandes potentialités agricoles.



**Choix du périmètre d'étude :**

Notre périmètre d'étude est situé dans la partie Est du périmètre Ain Kercha qui présente une superficie de 283 ha, irriguée à partir d'un piquage de la conduite de transfert du barrage de Béni Haroun vers le barrage de Koudiat Medouer.



**Figure 02 :** Carte de situation du périmètre d'Ain Kercha (Zone d'étude)

### **I-3-2) Relief et Hydrographie**

D'une manière générale le périmètre d'Ain Kercha est un plaine d'une altitude ne dépassant pas 814 m. La zone d'étude est entourée au Nord par Djebel Bouazouz avec une altitude de 1256 m et au Sud par Djebel Hanout Sghir avec 1194m d'altitude et Djebel Hanout Kebir avec une altitude de 1344 m.

Sur le plan hydrographique, le périmètre est drainé par Oued FESGUIA et ces affluents, durant ce parcours, il reçoit quelques affluents qui coulent dans la zone d'étude

### **I.5 Conclusion**

Ce chapitre nous a permis de dégager une idée générale sur la situation actuelle du périmètre de Ain kercha (Secteur Est) dans la wilaya d'Oum El Bouaghi, qui présente des potentialités agricoles importantes.

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

# **Chapitre II**

## **CLIMATOLOGIQUE**

## *Chapitre II : Etude climatologique*

### **II.1 Introduction**

L'analyse des conditions climatiques est nécessaire dans l'élaboration d'une étude d'irrigation. La connaissance des différents paramètres climatiques est en effet un des facteurs essentiels qui conditionnent la production végétale et qui est nécessaire pour évaluer le potentiel agricole de la région.

L'objectif est d'analyser les données climatiques observées et mesurées afin d'évaluer les besoins en eaux des cultures pratiquées et de dimensionner correctement les réseaux hydrauliques.

### **II-2 Présentation de la station météorologique**

Pour l'exploitation des données climatiques, il est nécessaire de se référer à la station la plus proche du site d'étude. Pour notre part, vu qu'aucune station n'existe autour du périmètre, nous avons exploité les données de la station climatologique d'Oum El Bouaghi, gérée par l'office National météorologique. Les caractéristiques de la station sont données comme suit :

**Tableau II.1: Coordonnées de la station d'Oum El Bouaghi**

Dénomination	Latitude	Longitude	Altitude
Oum El Bouaghi	35°52 N	07°07 E	888 m

### **II-3 Pluviométrie**

Le régime pluviométrique se caractérise par des pluies relativement abondantes en hiver, et diminuent régulièrement au printemps et atteignant quelques millimètres en été.

La répartition dans le temps des précipitations nous permet de connaître leur importance moyenne, leur fréquence et leur répartition au cours de l'année.

Pour l'étude des pluies, nous avons exploité les pluies de la station de Ksar Sbahi gérée par l'ANRH, et qui comporte les données relativement longues et complètes.

Les précipitations mensuelles moyennes (mm) sont données suivant le tableau 2 :

**Tableau II.2: Moyennes mensuelles des températures de Oum El Bouaghi**

mois	Janv.	Févr.	Mar	Avril	Mai	Jun	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
P <sub>moy</sub> (mm)	42	38	46.5	4.	38	15.5	6	9	28	24	31	44

Source: Station Ksar Sbahi (1980-2004)

D’après le tableau 2, la pluviométrie varie ; elle n’est pas régulière suivant les mois et les années. La moyenne annuelle des précipitations est de 362 mm sur une série de 25 ans (1985-2009), les années 1987-1988 sont les plus sèches, la moyenne des cumuls de pluie annuels n’a pas dépassé 191mm.

**II-4 Température de l’air**

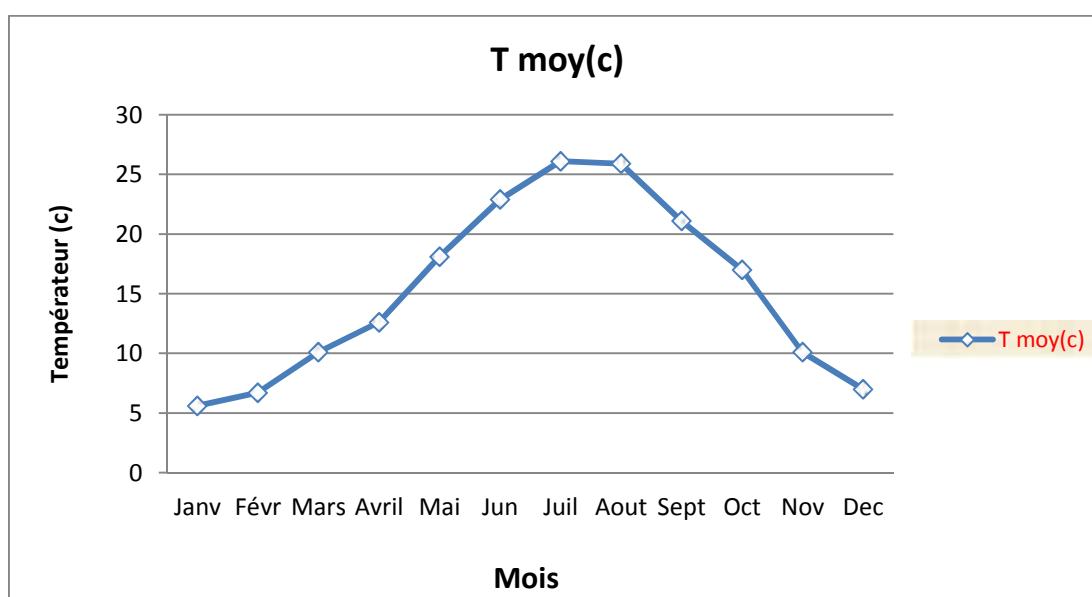
Elles présentent une grande fluctuation au cours de l’année :

**Tableau II.3 Evolution de la température de l’air**

Année	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
<b>moyenne</b>	5,6	6,7	10,1	12,6	18,1	22,9	26,1	25,9	21,1	17,0	10,1	7,0	15,3

L’analyse du tableau des données de températures, montre que :

- La température moyenne mensuelle minimale est au mois de Janvier elle est de 5.6°
- La température moyenne mensuelle Maximale est au mois de Juillet elle est de 26.1°
- La température moyenne annuelle est de à 15.3°



**Figure 1: Evolution de la température moyenne mensuelle (station Oum El Bouaghi)**

**II-4 Humidité relative de l'air :**

L'humidité de l'air moyenne mensuelle et annuelle est donnée d'après les résultats des observations de la station météorologique d'Oum el Bouaghi.

Les valeurs de l'humidité relative de l'air sur une période (1991-2006- 2005) sont :

**Tableau II.4 : Evolution de l'humidité de l'air**

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
Humidité relative de l'air%	78,2	73,9	67,7	67,2	58,7	51,6	48	49,9	62	66,5	73,9	79,4	64,7

Source : Station Oum El Bouaghi (1991-2006)

Le mois le plus sec de l'année est juillet avec l'humidité relative moyenne de l'air de 48 %, les mois les plus humides sont décembre et janvier dont l'humidité relative varie dans les limites de 78 – 79 %.

**II-5- Le Vent**

Pour caractériser le régime des vents nous avons dépouillé les données de la station météorologique d'Oum El Bouaghi :

**- Tableau II.5 : Vitesse moyenne mensuelle du vent**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Vitesse du vent (m/s)	1,35	1,53	1,61	1,87	1,71	1,94	2,05	1,98	2,04	1,93	2,21	2,38	1,9

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

La vitesse moyenne annuelle du vent est 1,9 m/s. La vitesse moyenne mensuelle minimale du vent est de 1,98 m/s (Août), celle moyenne mensuelle maximale atteint 2,38 m/s (Décembre).

**Fréquence des directions des vents Annuel :**

La fréquence annuelle des vents dominants par directions est donnée dans le tableau suivant :

**Tableau II.6 Fréquence des vents de la zone d'étude**

Direction	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Calme
Fréquence %	11,7	2,6	2,4	3,1	4,6	8,1	10,2	13,9	43,4

Source : Station Oum El Bouaghi (1991-2006)

## II-6- Insolation

L'insolation est un paramètre climatique qu'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle. La durée moyenne mensuelle de l'insolation est présentée comme suit :

**Tableau II. 7 : Durée moyenne mensuelle de l'insolation**

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Durée d'insolation (heures)	161,2	180,6	237,6	244,7	275,5	293,2	339	296,3	242,4	226,8	175,7	153,2

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

## II-7 Les Phénomènes climatiques accidentels

### 1- La neige :

#### 2- Tableau II.8 Nombre moyen de jours de neige

mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
nombre de jours	2,69	2,27	0,82	0,38	0,15	0,18	0,07	0,09	0,17	0,08	0,21	1,23	8,3

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

La chute de neige est observée depuis le mois de novembre jusqu'au mois d'avril; le nombre de jours de neige maximum est au mois de janvier. Le nombre moyen de jours de neige est de 8.3jours.

### 2-La grêle

Le nombre moyen mensuel de jours où il y a de la grêle est donné dans le tableau N°09.

**Tableau II.9 Nombre moyen mensuel de jours de grêle**

Années	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
Nombre de jours de grêle	0,07	0	0	0,2	0,13	0,07	0,13	0,07	0,27	0,07	0	0	1

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

### 3-Les gelées :

Dans la zone considérée, les gelées peuvent avoir lieu aux mois de janvier et de mars ce qui représente un risque pour les cultures agricoles surtout en période de semis. Le nombre de jours de gelée est présenté dans le tableau suivant :

**Tableau II.10-** Nombre de jours de gelée

Années	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
Nombre de jours de gelée	10,8	8,0	4,9	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,0	7,1	34,5

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

**II-8 Le Sirocco**

C'est un vent sec et chaud qui assèche le sol et fait augmenter l'évapotranspiration des plantes et de ce fait il constitue un danger pour les cultures agricoles.

Le nombre de jours moyen de siroco pris d'après les données de la station météorologique d'Oum El Bouaghi pour la période de 1992 – 2006, est indiqué dans le tableau 11

**Tableau II.11** Nombre de jours moyen mensuel de siroco

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Année
Nombre de jours avec siroco	0	0	0,07	0,07	0,33	0,4	0,4	0,4	0	0,13	0	0	1,8

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

Le tableau N°11 montre une période bien déterminée de l'année, qui s'étale du mois de Mars au mois d'Octobre avec un nombre de jours moyen annuel de 1.8 jours.

**II-9) Evaporation**

L'évaporation est mesurée à l'aide de l'évaporomètre du piche. Pour le calcul de l'évaporation, nous avons utilisé les données (en millimètre) de la station d'Oum El Bouaghi :

**Tableau II.12 : Valeurs mensuelles d'évaporation**

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
Evaporation	66,16	77,31	112,6	130,2	194,5	260,7	334,1	313,1	204,9	147,3	94,7	69,04	2004,7

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

**I-10 Indices climatiques**

Ces indices permettent d'étudier et de classer le climat de la zone en fonction des paramètres climatiques tels que la température de l'aire ou de la pluviométrie.



### I.10.1 Indice d'aridité de Martonne

L'indice de Martonne (IA) permet de classer la sécheresse pour les pays méditerranéens. Il est calculé comme suit :

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

Avec P: précipitation annuelle en mm.  $P = 377.9$

T: température moyenne en (°C).  $T = 15.3^{\circ}\text{C}$

**Tableau II.13 :** Classification du climat selon De Martonne

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

D'après la classification de De Martonne, l'indice  $IA = 14.93$ , ce qui implique que le climat est relativement sec, dans ce cas, l'irrigation est par fois utile. La zone du projet est située dans la limite entre le subhumide et le semi aride. Cependant, cet indice est influencé par les faibles températures hivernales de la région. De ce fait, cette classification doit être vérifiée et complétée par d'autres indices tels que le Quotient d'Emberger.

### I.10.2 Quotient pluviométrique d'Emberger :

Le quotient pluviométrique d'Emberger exprime la sécheresse globale d'un climat en faisant la comparaison entre la consommation en eau et l'apport par le rapport P/E.

$$Q = 2000 \frac{P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

P : Moyenne annuelle pluviométrique (mm).

M : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud (Kelvin).

m : moyenne des températures minima du mois le plus froid (Kelvin).

Q : Quotient pluviométrique d'Emberger.

$$\text{A.N: } Q = 2000 \frac{362}{(26,1 + 273)^2 - (5,6 + 273)^2} = 61,13$$

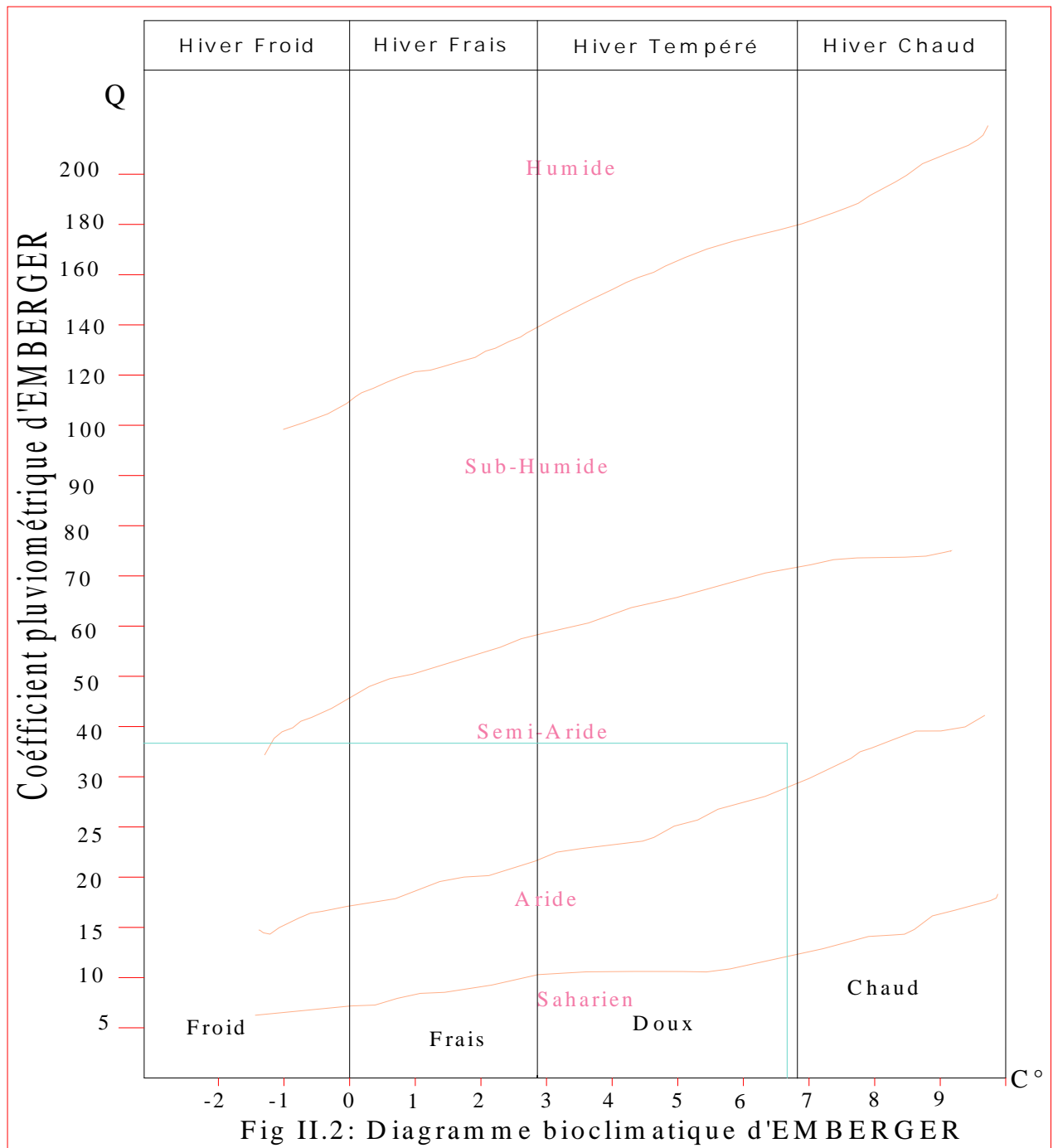


Figure I.11

D'après le diagramme on remarque que notre zone d'étude est limitée entre zone semi-aride et sub-humide.

### I.10.3 Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen

Pour connaître la succession des périodes sèches et humides durant l'année, on trace le climogramme de Gaussen à l'aide des données climatiques.

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonnée les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies dont l'échelle est égale à la moitié de celle des précipitations, lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, il y'a une sécheresse totale, dans le cas contraire on dit que la période est humide.

**Tableau II.14 Diagramme Embrothermique de Guassen**

	Jan	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
<b>La moyenne de p (mm) les 10 ans</b>	37,3	30,4	27,5	33,8	44,9	23,7	10,1	24,8	36,5	23,6	37,5	47,8	37,3
<b>Température moyenne (c°)</b>	5,6	6,7	10,1	12,6	18,1	22,9	26,1	25,9	21,1	17	10,1	7	5,6
<b>2T</b>	11,2	13,4	20,2	25,2	36,2	45,8	52,2	51,8	42,2	34	20,2	14	11,2

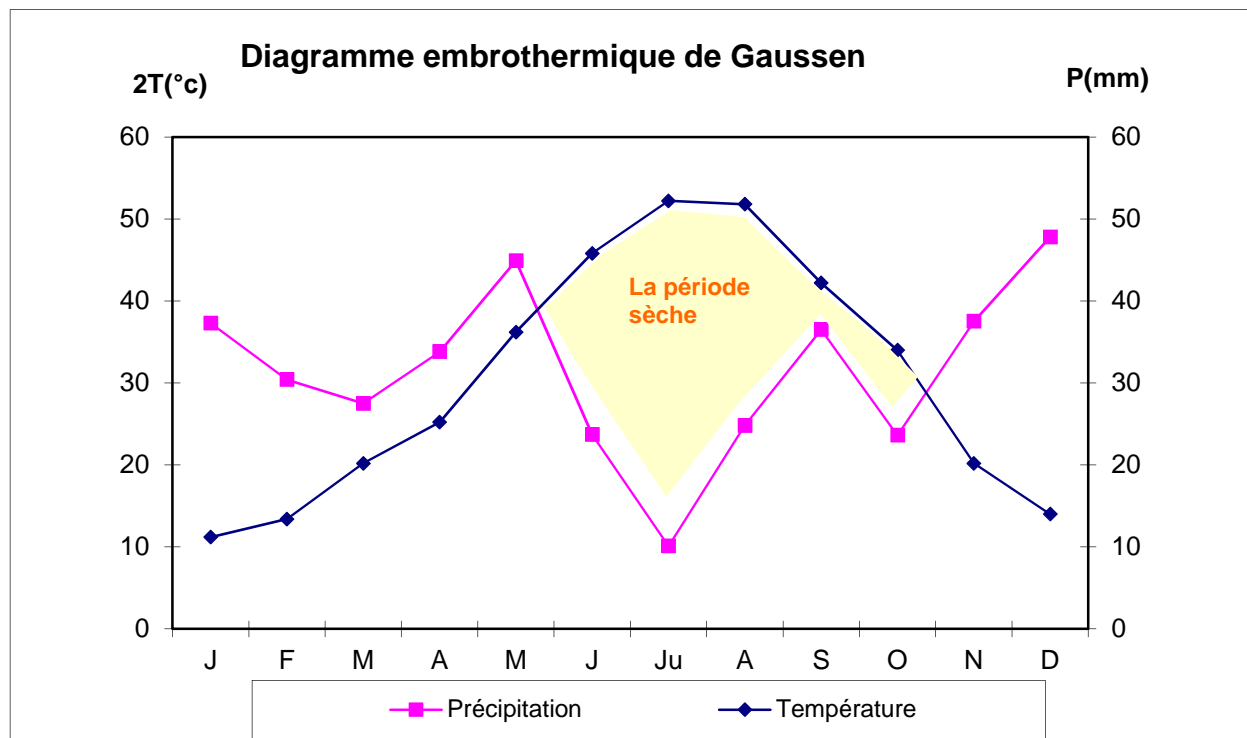


Figure : Diagramme embrothermique de Guassen

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

### **II.11 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons exploité les données climatologiques afin de caractériser le régime climatique et pluviométrique de la zone d'étude.

L'examen des températures moyennes mensuelles nous a permis de conclure que le climat de la région a un caractère semi-aride avec un écart de température de 15 à 16°C entre l'été et l'hiver. De ces données, il ressort aussi que la région d'étude jouit d'un climat sec avec un régime pluviométrique variable en volume et en répartition dans le temps. L'année est caractérisée par des hivers relativement humides, et des étés très secs.

Cette aridité, permet de conclure que le développement de l'agriculture à Oum El Bouaghi dépend dans une large mesure de l'irrigation.

# Chapitre II

## RESSOURCE

### EN EAU

### **Chapitre III : Ressources en sol**

#### **III.1. Introduction :**

La wilaya d'Oum El Bouaghi par sa vaste superficie, recèle d'importantes parcelles agricoles, qui nécessitent une meilleure exploitation. Cependant, certains sols doivent être minutieusement analysés, car deux contraintes majeures s'opposent à toute mise en valeur :

- En premier lieu la salinité importante de certaines parcelles, ces sols sont généralement situés à proximités des Sebkhass (sols très salins)
- En deuxième lieu, un encroûtement calcaire en surface de certains sols, dont la mise en valeur nécessite des moyens importants et un assainissement à long terme.

L'étude agro-pédologique détaillée dans ce chapitre a pour but de définir les sols destinés à l'irrigation ou de localiser les zones aptes à la mise en valeurs en irrigation ainsi les caractéristiques hydro-dynamiques de ces sols indispensables pour le calcul des doses d'arrosages et l'emplacement des réseaux d'irrigation et de drainage.

#### **III. 2 Classification des sols**

##### **III.2.1) Les types de sols :**

L'étude pédologique du périmètre de Ain Kercha et l'établissement de la carte des sols ont permis de distinguer trois classes de sol. Il s'agit des sols peu évolués d'origine non climatique, d'apport alluvial modaux, des sols calcimagnésiques carbonatés brun calcaires à encroûtement et les sols minéraux bruts d'origine non climatique d'apport alluvial modaux.

##### **III.2.1.1 Les sols calcimagnésiques carbonatés bruns calcaires à encroûtements :**

Ce sont des sols caractérisés par la présence d'un encroûtement calcaire en profondeur variant entre 90 et 140cm. Ils occupent 63.86 ha. Leur charge en cailloux reste très forte dans les horizons intermédiaires. Ils occupent la majorité du périmètre.

Leur texture est généralement limoneuse à limono-argileuse avec des taux de calcaire qui peuvent dépasser 44% en profondeur au contact de la croûte calcaire.

Leur salinité est très faible et ne dépasse pas 0.7 mmhos/cm.

**III.2.1.2 Les sols minéraux bruts d'origine non climatique d'apport alluvial modaux**

Ces sols n'occupent qu'une petite surface de 30 ha situés au Nord ouest du périmètre. Ces sols (les lithosols et les régolites) sont des sols de montagnes sur substrat soit rocheux tendre plus ou moins altéré, soit rocheux dur avec des horizons humifères très minces.

Ces sols ont une texture limoneuse avec des taux de calcaire atteignant 36 %. Ils sont caractérisés par une forte charge en cailloux à partir de 60 cm de profondeur.

**III.2.1.3 Les sols peu évolués d'origine non climatiques d'apport alluvial modaux :**

Ces sols occupent une grande superficie, et s'étendent sur la partie Est du périmètre. Ils sont caractérisés par une profondeur moyenne et un manque d'encroûtement dans le profil.

Leur texture est limoneuse à limono-argileux avec des taux d'argile ne dépassant pas 33%. Le taux de calcaire fluctue entre 21 et 34 % avec un calcaire actif compris entre 12 et 14 %.

Leur pH est toujours supérieur à 8.2 sans dépasser 8.8 avec des valeurs basses pour la conductivité électrique (0.3 à 0.8 mmhos/cm). Exceptionnellement, la base du profil PP1 affiche une CE de 2.8 mmhos/cm.

### III.3.Caractéristiques physico-chimiques des sols

Les analyses physico-chimiques du sol de notre périmètre, recueillies au niveau de la DHW d'Oum El Bouaghi ainsi que des études faites par le BNEDER, sont détaillées comme suit :

**Tableau III 1:** Analyses physico-chimiques du sol

ANALYSE	RESULAT	METHODE/ REFERENCE
Couleur		
Marron		
<b>Caractéristiques physico-chimiques</b>		
<b>Paramètre S1</b>		
PH Eau 1/ 2.5.		
Conductivité électrique (C.E) uS/Cm	7.67 2390 23.90	NF ISO 10390 Méthode INRA
Somme des anions (mé / L) Salinité (ga)	1.02	
CaCO3 Actif		NF ISO 10693 NF X 31-106
	%	11.3
Carbone Organique C.0		0.755
Matière Organique M.0 Azote		1.3
		0.065
<b>Analysez texturale</b>		
Argile (A) Limon (L) Sable (S)	%	34
		<i>Test de pression</i>
		35
		* <i>Test de lu</i>
		31
		<i>bouteille</i>
		-
<i>Texteur moyennement fine argileux limoneux</i>		

#### III.3.1 Interprétation des résultats :

Les analyses physico-chimiques du sol ont mis en évidence les conclusions suivantes :

- Cette unité pédologique se caractérise par un PH basique, conductivité acceptable et présente salinité une moyenne, dans les normes



- Sol riche en matière organique.
- Sol modérément calcaire
- La texture du sol est moyennement fine, de type argileux-limoneux.

### III.4 Propriétés hydrodynamiques des sols

Précédemment, les analyses des sols ont révélé la texture argilo-limoneuse des sols se notre périmètre. Pour une meilleure exploitation de l'irrigation, il est nécessaire de connaître les propriétés hydrodynamiques des sols, indispensables aux calculs des doses d'irrigation.

**Tableau III.2 : propriétés hydrodynamiques des sols**

Texture	Argileux-limoneux
Capacité au champ (%)	26%
Point de flétrissement (%)	17%
Vitesse de perméabilité (mm/h)	7mm/h

### III.5 Etude des aptitudes culturales

Du point vue aptitudes culturales, les sols du périmètre d'étude sont subdivisés en deux classes; l'une favorable aux cultures maraîchères et l'autre favorable aux cultures céréalières et fourragères.

#### III.5.1 Les différentes classes d'aptitude des sols à l'irrigation et au drainage

Cette classification à été élaborée sur la base des paramètres suivants :

Profondeur du sol.

Texture.

Salinité.

Topographie.

Perméabilité.

Drainage.

Calcaire actif.

Les différentes classes avec ces caractéristiques sont données dans le tableau suivant :

Les différentes cartes pédologiques telle que : la perméabilité et conductivité hydraulique, l'aptitude culturelle des sols, l'aptitude des sols à l'irrigation et au drainage.

**Tableau.III.3** : Caractéristiques des sols et aptitudes culturales

<b>Paramètre de classification</b> <b>Classe d'aptitude à l'irrigation</b>	<b>Profondeur (cm)</b>	<b>Texture</b>	<b>Salinité mmohs/cm</b>	<b>Topo</b>	<b>Perméabilité (cm/h)</b>	<b>drainage</b>	<b>Aptitudes culturales</b>	<b>Observations</b>
<b>Classe I</b>	> 120	-Texture moyenne (Sablo argileuse, limoneuse)	-Pas de problème de salinité <1 -Calcaire actif < 5%	Plane	2-6 (bonne)	Ne nécessite pas un drainage	Bonne aptitude pour toutes les cultures arbustives, industrielles, céréalières, maraîchères	Leur aptitude à l'irrigation est bonne Aucune contrainte majeure pour la mise en valeur.
<b>Classe II</b>	> 80	-Sablo-limoneuse -Limonosableuse et limono argileuse	-La salinité varie de 4 à 8 -Teneur en calcaire actif 7%	Plane	-Pour les sols à texture fine 0,5-2 -Texture grossière 6-12,5	Nécessite un drainage	-Moyennement apte à toutes les cultures industrielles céréalières fourragères et maraîchères	-Les travaux d'aménagement nécessaires sont mineurs, notamment l'apport d'engrais minéraux et organique
<b>Classe III</b>	40 à 80	-Salo –limoneuse (à forte teneur en sable) -Argilo- sableuse, argilo limoneuse	Présente dans les endroits à texture fine 8÷12 calcaire actif entre 7 et 12%	Pente faible	-Pour les sols à textures fine (0,1÷0,5) -Pour les sols à texture grossière (12,5÷25)	Nécessite un drainage	-Moyenne aptitude aux cultures maraîchères céréalières et fourragères et peu aptes aux cultures arbustives et industrielles	Labours profonds, apport de matières organiques, plantation des brises vents

Suite du Tableau III.3

<b>Paramètre de classification</b> <b>Classe d'aptitude à l'irrigation</b>	<b>Profondeur (cm)</b>	<b>Texture</b>	<b>Salinité mmohs/cm</b>	<b>Topo</b>	<b>Perméabilité (cm/h)</b>	<b>drainage</b>	<b>Aptitudes culturales</b>	<b>Observations</b>
<b>Classe IV</b>	40 à 80	-Texture fine argileuse ou très légère sableuse -Présence de croûtes calcaires	-Varie de 12 ÷ 16 -Teneur en calcaire actif > 12%	Par endroit la pente est forte	Variable	Nécessite un drainage	Faible aptitude aux cultures maraîchères et fourragères et inaptes à l'arboriculture	-Lessivage localisé -Des engrais organiques et minéraux -Labour profond et assainissement de surface.
<b>Classe V</b>	< 40	-Affleurement de la dalle calcaire par endroits -Charge caillouteuse >50%	Salinité > 16	Pente supérieure à 20%	Très faible	Nécessite un drainage	-Inapte à toutes les cultures -Aptitude moyenne pour l'olivier, la vigne, le figuier et les céréales en sec	Inapte à l'irrigation

**Tableau III.4** : Les espèces culturales.

N°	Espèces: Arboriculture	N°	Espèces: Cultures maraichères	N°	Espèces: Céréales et fourrages	N°	Espèces: Cultures industrielles
1	Agrumes	1	Artichaut	1	Luzerne	1	Betterave sucrière
2	Pêcher/Franc	2	Tomate	2	Bersim	2	Coton
3	Pêcher/Amandier	3	Oignon	3	Sorgho	3	Tournesol
4	Pêcher/Prunier	4	Pomme de terre	4	Mais	4	Tabac
5	Abricotier/Franc	5	Carotte	5	Fétuque	5	Lin
6	Abricotier/Prunier	6	Navet	6	Vesce avoine		
9	Olivier	7	Chou-fleur	7	Ray gras		
10	pommier/Franc	8	Chou pommé	8	Blé dur		
11	pommier/Doucine	9	Epinard	9	Blé tendre		
12	pommier/Pa radja	10	Laitue	10	Orge		
13	Poirier/Franc	11	Ail				
14	Poirier/Cognassier	12	Aubergine				
15	Figuier	13	Pastèque				
		14	Melon				
		15	Piment poivron				
		16	Haricot vert				
		17	Concombre				
		18	Pois				

**Tableau III.5.** : Degré d'aptitude culturale.

TYPE DE SOL	Cultures	Degré d'aptitude culturale	
		Bon pour	Moyenne pour
les sols minéraux bruts et les sols Calcimagnésiques	Arboriculture: (B43)		9,15
	Cultures maraichères: (M11)	1,2,3,4,7,8,9,10,11 12,13,14,15,16,17,18	5,6
	Céréales et fourrages:(C10)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	
	Cultures industrielles:(I13)	2,3	5,6
les sols peu évolués	Arboriculture: (B42)		9,15
	Cultures maraichères: (M10)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 12,13,14,15,16,17,18	
	Céréales et fourrages:(C10)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	
	Cultures industrielles:(I11)	1,2,3,4,5	

**Interprétation des résultats :**

D'après les classes détaillées dans les tableaux précédents, et vu les caractéristiques des sols, les cultures céréales et maraichères et olivier s'adapte plus facilement au type de sol.

### **III.6 Conclusion**

L'analyse de la qualité des sols de la zone d'étude montre que les aptitudes culturales des sols varient d'une classe à l'autre. Les cultures maraîchères, céréalières et fourragères sont bonnes à cultiver sur ces sols. Par contre l'arboriculture est à déconseiller voir inapte excepté l'olivier et l'amandier. Car certains sols, peu évolués présentent une faible profondeur ce qui limite la profondeur d'enracinement. D'autres cultures s'adaptent mal, à cause de certaines restrictions dues principalement à la salinité, et dans certains cas à la présence d'une croûte calcaire en surface des sols.

# **Chapitre IV**

## **ressource en eau- hydrologie**

## ***Chapitre IV : Ressources en eau-Hydrologie***

### **IV.1 Introduction**

D'après l'étude climatologique, la wilaya d'Oum El Bouaghi présente un climat semi-aride avec des précipitations relativement faibles et mal réparties. La limitation des ressources en eau constitue une contrainte majeure pour tout projet hydro-agricole dans cette wilaya. Pour remédier à la problématique des ressources en eau, un plan de réalisation de retenues collinaires a été lancé durant les années 2000, qui visent à diversifier les ressources en eau à partir de la petite et moyenne hydraulique pour certaines wilayates du pays, dont la wilaya d'Oum El Bouaghi en fait partie.

Cependant, les volumes en eau régularisés par ces retenues collinaires restent très limités.

C'est dans ce contexte que le transfert des eaux du barrage de Béni Haroun vers le barrage de Koudiat Medouar constitue une opportunité pour le développement hydro-agricole pour la wilaya d'Oum El Bouaghi.

#### **IV.1.2 Description du transfert Barrage de Béni Haroun- Barrage Koudiet Medouar**

Le bassin versant de Beni Haroun est situé en grande partie dans la wilaya de Mila, sur le versant méridional tellien. Il représente à ce titre une zone intermédiaire entre le domaine tellien à très forte influence méditerranéenne au Nord et le domaine des hautes plaines à forte influence continentale au Sud. Il couvre une superficie de 5328 km<sup>2</sup>, soit plus 60% de la superficie totale du grand bassin Kebir Rhumel dont il fait partie.

Cette entité hydrographique est composée de quatre (04) bassins versants.

Il est limité par :

- Au Nord-Ouest et Est le bassin des côtiers Constantinois Est et Centre.
- Au Sud, le bassin des hauts plateaux constantinois.
- A l'Ouest les bassins de l'Algérois- Hodna- Soummam.
- A l'Est le bassin de la Seybouse.



Tableau IV-1 : Les sous-bassins et leurs superficies

<b>Bassin</b>	<b>Superficie (km<sup>2</sup>)</b>
Rhumel Amont	1217
Rhumel-Seguen	1162
Boumerzoug	1868
Rhumel-Smendou	1081
<b>Total</b>	<b>5328</b>

Sur le plan administratif, le bassin couvre quatre (04) wilayates : Constantine Mila, Sétif et Oum El Bouaghi partiellement. Ces quatre wilayas constituant le bassin, contiennent quarante-trois (43) communes.

Le site de drainage principal du bassin comprend par Oued Rhumel et ses affluents et

Oued Boumerzoug et ses affluents. Les deux oueds se convergent à la ville de Constantine pour Former de nouveau Oued Rhumel qui se jette dans le barrage de Beni Haroun.

#### IV.1.2.1 Description du barrage de Beni Haroun

Le barrage de Béni Haroun se compose de :

D'une station de pompage.

Le transfert (adduction).

Le barrage réservoir de l'oued Athmania.

Les caractéristiques du barrage de Beni Haroun sont résumées comme suit :

Tableau IVN°02 : Caractéristiques du barrage de béni Haroun

Volume régularisé	986 hm <sup>3</sup>
Hauteur sur fondation	118 m
Volume de béton	1.900.000 m
Coté de la crête	218.2 m
Longueur en crête	710 m
Largeur en crête	8 m
Surface inondée	3.900 ha
Débit maximum	13.230 m <sup>3</sup>
Q maximales vidanges de fond	700m <sup>3</sup> /s



**Photo 1: Vue générale de la cuvette du barrage de Beni Haroun**

Le barrage est prévu pour alimenter six wilayates en eau potable : Mila, Constantine, Oum El Bouaghie, Khenchela, Batna et Jijel. L'alimentation s'effectue par un système de pompage consistant à drainer l'eau sur d'autres barrages qui se situent en amont. En aval du barrage, des réservoirs sont prévus tels que les barrages de Ourkis, koudiat medouar et Bousiaba.

#### **IV.1.2.2 Station de pompage d'Ain kercha :**

Les transferts des eaux de Beni Haroun vers le barrage de Koudiat Medouar, près de Timgad (Batna) via la station de pompage de Ain Kercha (Oum El Bouaghi), va permettre l'irrigation de 80000 ha de terres agricoles sur cet axe, dont 24 000 ha dans la seule wilaya de Batna.

Le projet permettra, à terme, de fournir à cette wilaya 700 000 m<sup>3</sup> d'eau par jour destinés à l'alimentation en eau potable et à l'irrigation, notamment celle des périmètres situés autour du bassin du barrage de Koudiat Medouar, ce qui constitue des potentialités hydriques importantes en particulier pour la wilaya d'Oum El Bouaghi.

#### **IV.1.2.3 Description de l'aménagement et du transfert**

Le projet a pour objectif principal la mobilisation des ressources hydrauliques du bassin supérieur de l'Oued Reboa, afin de contribuer à satisfaire les besoins en eau potable et industrielle de la ville de Batna d'une part et, d'autre part, d'effectuer la mise en valeur de 15.700 ha de terres

agricoles dans les plaines de Batna et de Chemmora et d'Oum el Bouaghi, ainsi que l'alimentation en eau potable et industrielle des localités de Kaïs, Kenchela, Arris et Tazoult, AinTouta et Barika.

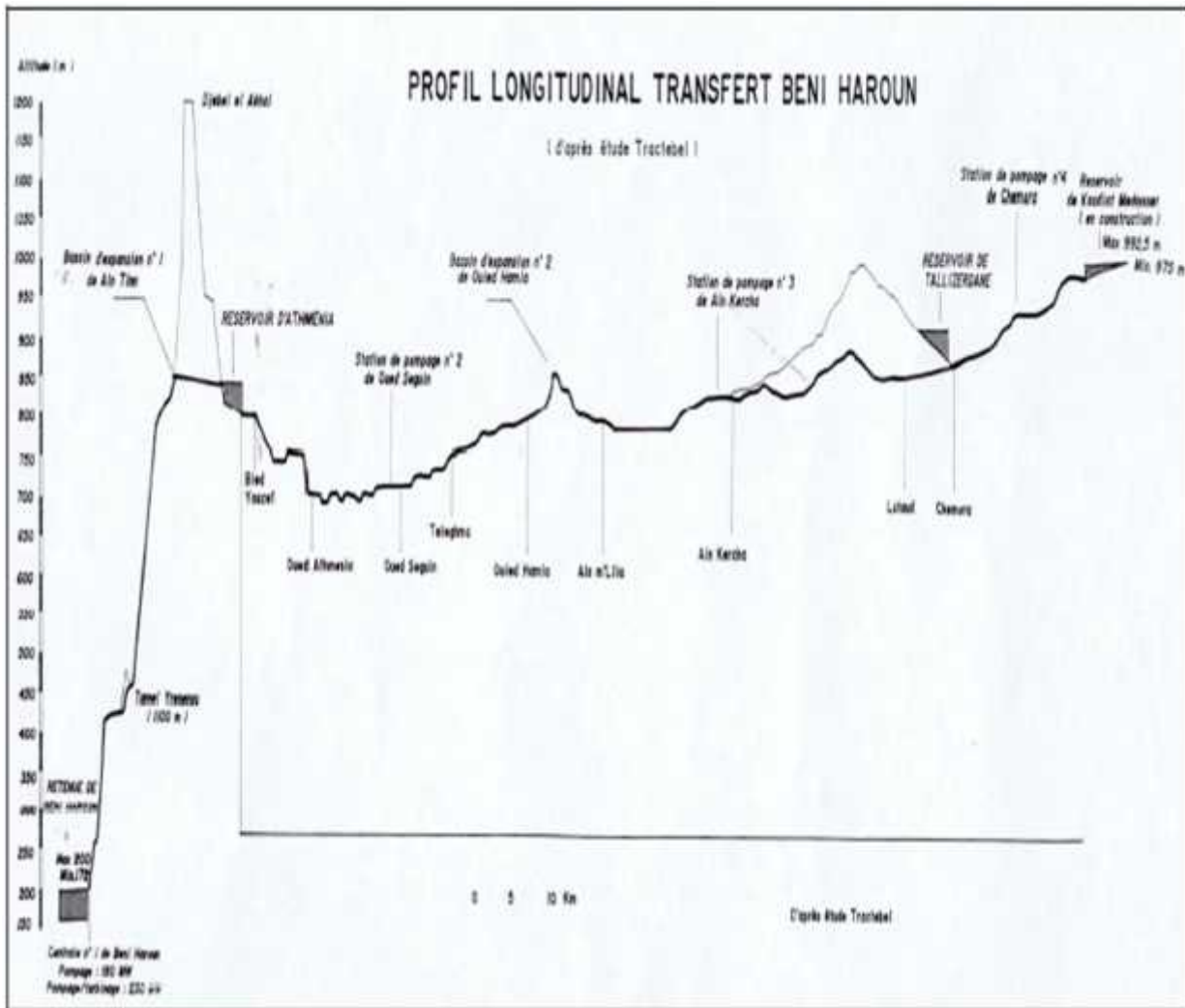


Figure IV-1 : Profil topographique en long du système de transfert de Béni Haroun

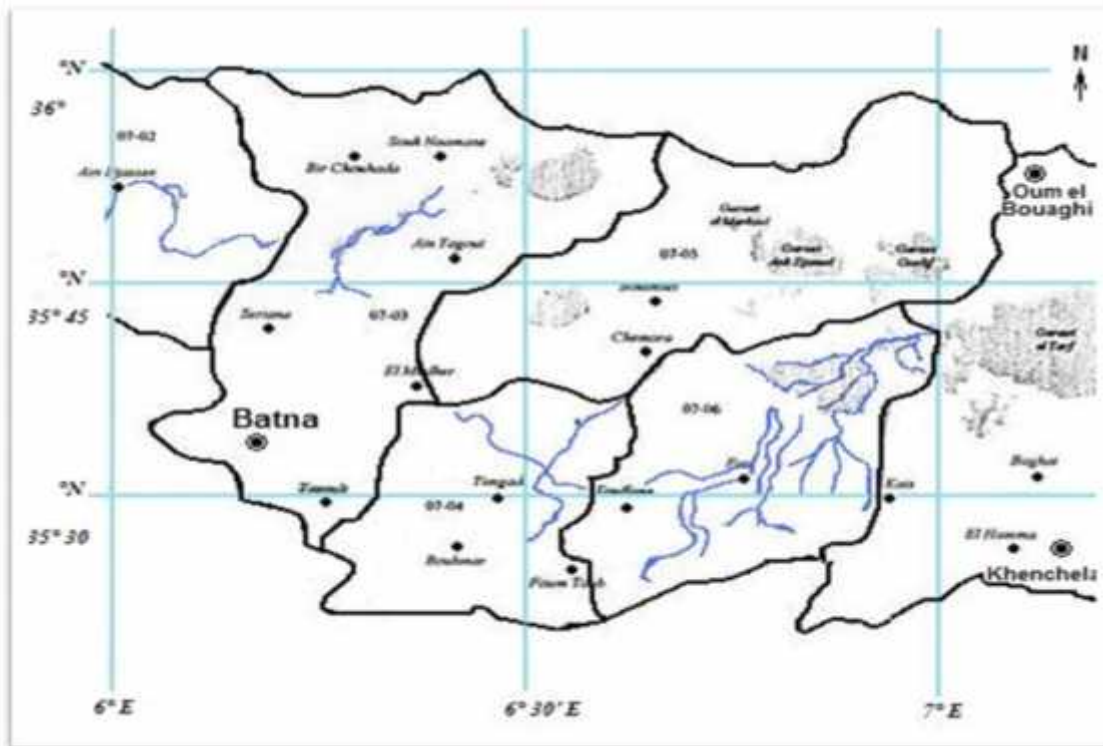
**-IV.1.2.4. Barrage de Koudiat Medaour :**

Le Barrage est situé à 7 Km de la ville de Timgad, sur l'oued Reboa à l'Est des collines de Koudiat Medaour qui donnent leur nom à l'aménagement hydraulique (Figure 02). Il est limité :

- Au Nord par Chemmora
- À l'Est par Toufana
- À l'Ouest par Tazoult et Batna
- Au Sud par Arris et Ichmoul

**Tableau IV-03 : Caractéristique de barrage de Koudiat Medouar**

Désignation	Valeurs
Capacité utile	68,38 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> entre 966,00 – 992,50
Volume annuel régularisable	20 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> court terme 191 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Superficie de la retenue (à 992.50)	6,7 km <sup>2</sup>
Cote de la retenue normale	992.5 m
Cote de la retenue minimale	965.0 m
Cote de la retenue maximale	997.0 m

*Figure IV.02. Localisation du barrage Koudiat Medaour*

## IV.2 Etude de la qualité de l'eau d'irrigation

C'est un élément essentiel dans tout projet agricole. En effet, la qualité de l'eau d'irrigation obéit à une réglementation stricte, ce qui permet de préserver la santé du consommateur et l'environnement de la zone d'exploitation.

### IV.2.1 Analyses physico-chimiques de l'eau du barrage

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

- La concentration totale en sels dissous
- Le rapport de Sodium par rapport aux autres conditions.

### IV.2.2. Les limites admissibles

La classification des eaux suivant la qualité chimique a été établie selon le diagramme de classification des eaux d'irrigation, en fonction de deux paramètres, celui de la conductivité électrique CE (classification américaine), et le rapport d'absorption du Sodium SAR.

Les bilans d'analyses physico-chimiques effectués sont présentés dans les paragraphes suivants :

#### a- La conductivité électrique :

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

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

Tableau IV N°04 : **Caractéristique de barrage de Koudiat Medouar**

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

L'eau du barrage prévue pour l'irrigation du périmètre a une conductivité électrique moyenne CE = 1.02 mmhos/cm, ce qui présente un risque à long terme, et convient pour les plantes bien tolérantes.

#### b) Le SAR (Sodium Absorption Ration) :

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculante.

Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions  $\text{Na}^+$  et celle en ions  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$ , par la mesure du SAR :

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

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

Tableau IVN°05 : Classification des eaux en fonction du S.A.R

Classe	S.A.R.	Danger d'alcalinisation
S1	SAR ≤ 10	Risque faible
S2	10 < SAR ≤ 18	Risque moyen
S3	18 < SAR ≤ 26	Risque élevé
S4	SAR > 26	Risque très élevé

$$SAR = \frac{64}{\frac{116.3 + 37.3}{2}} = 4$$

Si on se réfère au diagramme de classification des eaux d'irrigation (Fig.), on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un degré d'alcalinité faible, ce qui stipule que notre eau pourra être utilisée dans les projets d'irrigation.

Les caractéristiques de l'eau de notre barrage sont résumées comme suit :

Tableau IV N°06 : Les caractéristiques de l'eau de barrage Koudiet Medouar

Ph	8.1
T (°C)	18.4
Conductivité	0.7
Turbe (NTU)	0.93
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	195.30
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	53.57
Nitrate (mg/l)	0.40
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0.001
Salinité ‰	0.5
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	116.23
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	37.42

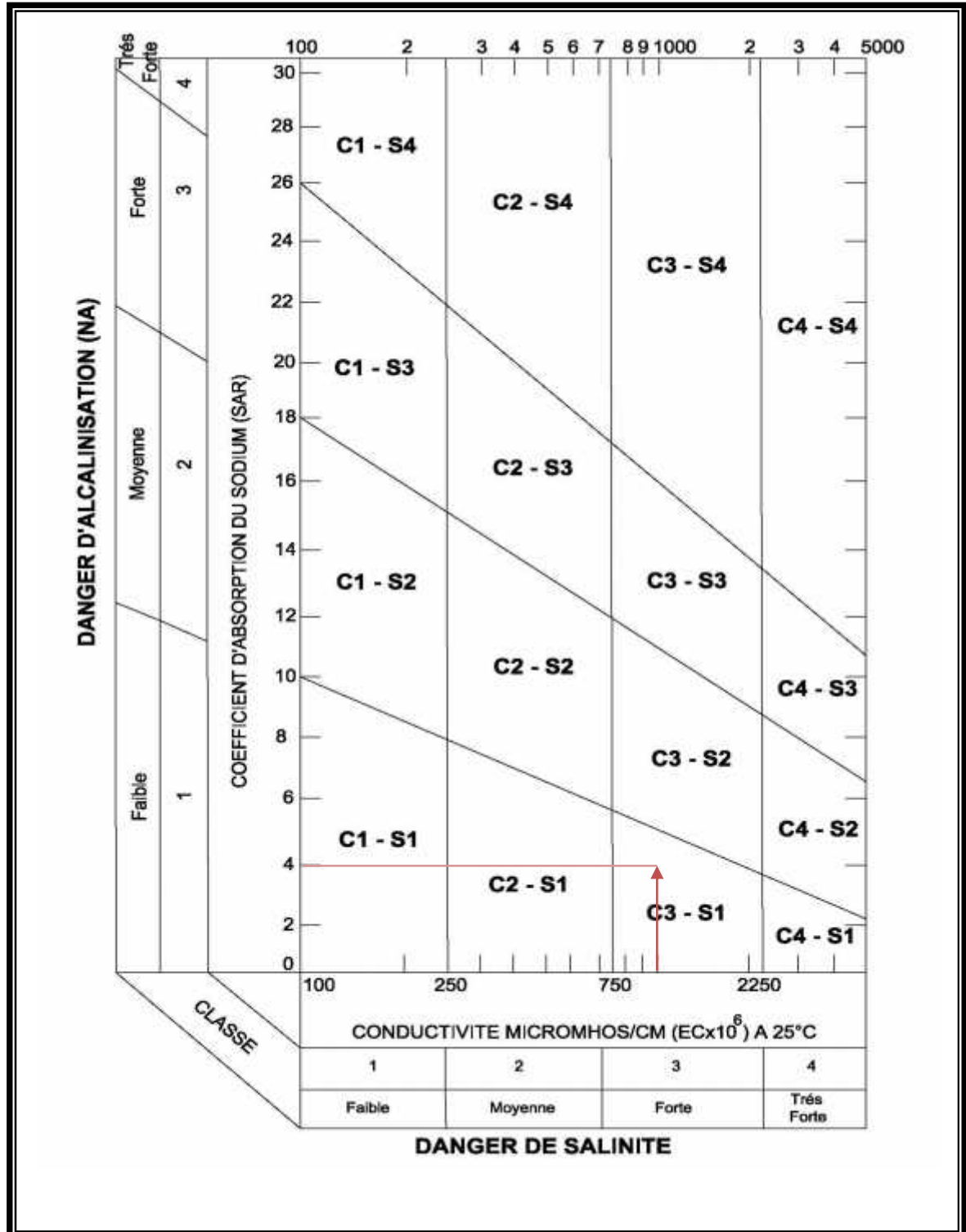


Fig. IV 03 .Diagramme de classification des eaux d'irrigation

D'après les analyses, on remarque que notre eau appartient à la classe **C3-S1**.

### **IV-2-2 Température et PH de l'eau**

La température de l'eau dépend de la période de prélèvements. Pour l'ensemble des prélèvements, la température moyenne avoisine 18(°C).

En ce qui concerne, l'acidité de l'eau, elle a été donc mesurée par le pH, qui est un paramètre déterminant de la qualité de l'eau. Dans notre cas, les valeurs moyennes du pH varient de 8.35 à 8.71, mais qui peuvent légèrement diminuer pour atteindre 7.9 après traitement de l'eau.

Nous pouvons donc considérer, du point de vue acidité, que l'eau du barrage peut satisfaire à tous les usages.

### **Conclusion**

En conclusion de cette étude, l'eau du barrage semble être conforme avec les directives et les normes de qualité pour les eaux de surface destinées à l'irrigation.

### **IV.3.Etude Hydrologique**

L'hydrologie est définie comme une science qui étudie le cycle de l'eau dans la nature et l'évolution de celle-ci à la surface de la terre, et l'ensemble des aspects liés aux au processus de maturation de n'importe quel ouvrage hydraulique.

Cette partie a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies annuelles de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, tels que : le calcul des besoins des cultures projetés dans le périmètre, ainsi que le dimensionnement de réseau de distribution.

#### **Étude statistique des pluies annuelles**

L'étude hydrologique a pour but de déterminer les précipitations mensuelles de fréquence au dépassement de 80%. Elles servent à estimer les pluies mensuelles nécessaires au dimensionnement du réseau d'irrigation

#### **VI.3.1.Choix de la station représentative de la zone d'étude**

Notre choix se pose sur la station pluviométrique d'Oum el Bouaghi. Cela, étant lié à une série de facteurs tel que :

- Localisation géographique, celle-ci étant très proche au périmètre.



- Les relevés de la station s'étalent sur une période d'observation acceptable (25 ans d'observations).

### VI.3.2. Présentation des stations pluviométriques de ksar-sbahi :

Tableau IV N°07 *Présentation des stations de ksar-sbahi :*

nom de station	Ksar –sbahi Oum el Bouaghi
X=910.625	Y=311.1
année d'observation	25 ans
latitude	36°4'8'N
Longitude	7°14'46'E

La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique d'ksar-sbahi est donnée dans le tableau VI.1.ci-après :

Tableau IV N°08 : *Les précipitations : Répartition mensuelle des précipitations (mm)*

<i>Année</i>	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
<i>Pluie</i>	473,7	344.1	266.3	383.5	558	335	471.3	238.1	260.3	295.3	467.2	469.1	373.8
<i>Année</i>	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	<i>moyenne</i>
<i>Pluie</i>	281.6	411.3	525.9	196.8	419.7	191.8	476.2	242.9	306.8	269.4	254.7	476	354.7

D'après les résultats du tableau correspondant à la période 1985 –2009, On remarque une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle.

#### IV.4- Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique

L'homogénéité est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquence [2].

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon.

La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous :

On divise la série complète en deux sous séries X et Y tel que :

$N_1$  et  $N_2$  représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement  $N_2 > N_1$ .

On constitue par la suite, la série X unions Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre décroissant. A ce stade, on attribue a chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée [2] .

Avec :

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

$$W_x = \sum_{i=1}^n \text{Rang}$$

$W_x$  : Somme des rangs de sous sérient

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

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

Tableau IV-9 : Les résultats de l'homogénéité sont détaillés comme suit :

Rang	série d'origine	série- Y	série -X	TRRI	Y U X	Rang
1	473,7	473,7	411,3	558	Y	5
2	344,1	344,1	525,9	525,9	X	
3	266,3	266,3	196,8	476,2	X	
4	383,5	383,5	419,7	476	X	
5	558	558	191,8	473,7	Y	1
6	335	335	476,2	471,3	Y	7
7	471,3	471,3	242,9	469,1	Y	12
8	238,1	238,1	306,8	467,2	Y	11
9	260,3	260,3	269,4	419,7	X	
10	295,3	295,3	254,7	411,3	X	
11	467,2	467,2	476	383,5	Y	4
12	469,1	469,1		373,8	Y	13
13	373,8	373,8		344,1	Y	2
14	281,6	281,6		335	Y	6
15	411,3			306,8	X	
16	525,9			295,3	Y	10
17	196,8			281,6	Y	14
18	419,7			269,4	X	
19	191,8			266,3	Y	3
20	476,2			260,3	Y	9
21	242,9			254,7	X	
22	306,8			242,9	X	
23	269,4			238,1	Y	8
24	254,7			196,8	X	
25	476			191,8	X	
					Wy	105

D'après le tableau on a :

$$W_y = 105$$

$$W_{\min} = 94.19$$

$$W_{\max} = 191.81$$

$$94.19 < W_y < 191.81$$

La condition de **Wilcoxon** est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station d'Oum El Bouaghi est homogène.

#### IV.5- Etude statistique de l'échantillon : choix du type de loi d'ajustement

L'ajustement statistique des pluies permet l'extrapolation des données de pluie pour une fréquence ou période de retour donnée. C'est donc une méthode de prédétermination des données. Pour le cas de données annuelles, plusieurs lois peuvent être testées. Les lois d'ajustement les plus communément employées sont les suivantes :

Loi de Gauss ou loi Normale.

Loi de Galton ou loi log –Normale.

##### IV.5.1-Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

Le procédé de calcul consiste à:

Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.

Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.

Calculer la fréquence expérimentale (par la formule de Hazen par exemple).

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

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

Le coefficient de variation :  $Cv = \frac{u}{\bar{X}}$ .

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

$$XP\% = \bar{X} + \delta * Up\% \quad \text{Avec:}$$

Avec : XP%: précipitation de probabilité P%.

Up%: variable réduit de Gauss.

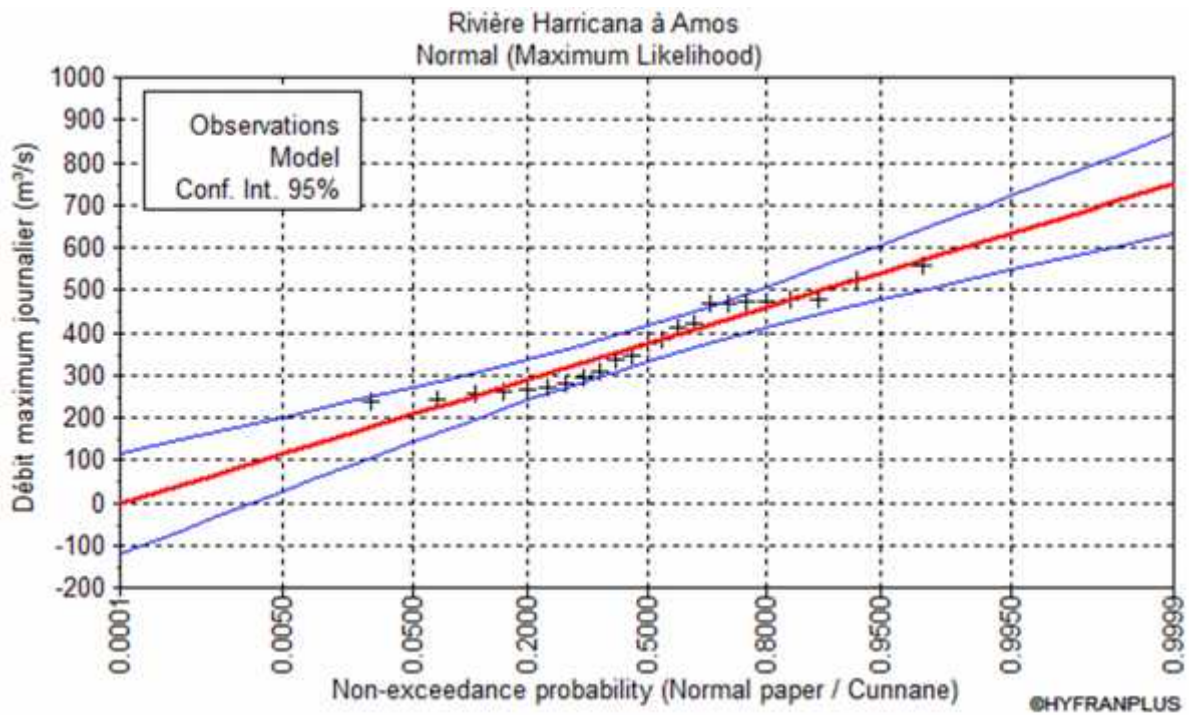
$\bar{X}$  : Moyenne arithmétique.

$\delta$  : Écart type

Pour la mise en œuvre des calculs, nous avons utilisé le logiciel HYFRAN.

**Tableau IV.10 : Ajustement à la loi de Gauss**

T = 1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.99	609	41.3	529	690
50	0.98	582	37.8	508	656
20	0.95	540	32.8	476	605
10	0.9	504	28.8	447	560
5	0.8	459	24.7	411	508
2	0.5	367	21.1	333	415
1.25	0.2	294	24.7	240	337



**Figure IV.1 : Ajustement des pluies annuelles à la loi Normale**

### IV.5.2 Test de validité de l'ajustement à la loi choisie

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

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

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

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

$f(X)$  : étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique. La variable aléatoire  $t^2$ , dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l'expression suivante :

$$t^2 = \sum \frac{(n_i - \epsilon_i)^2}{\epsilon_i}$$

$$\} = K - 1 - P$$

Avec :

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

On calcule  $\chi^2$ .

On calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma$  :

On détermine  $\chi^2$  théorique sur la table de Pearson IV (voir tableau IV -5 ci-après)

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

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

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

$$\chi^2 \text{ calculé} = 5.30 \quad \gamma = 4$$

D'après la table de Pearson du  $\chi^2$  on a :

$$\chi^2 \text{ théorique} = 13.277$$

$$\chi^2 \text{ calculé} = 5.30 < \chi^2 \text{ théorique} = 13.277$$

Donc l'ajustement est à considérer.

### IV.5.3- Ajustement des pluies annuelles à la loi du log normale ou loi de Galton

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

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

Nous avons l'équation de la droite de Galton qui s'écrit comme suit :

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

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

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

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

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

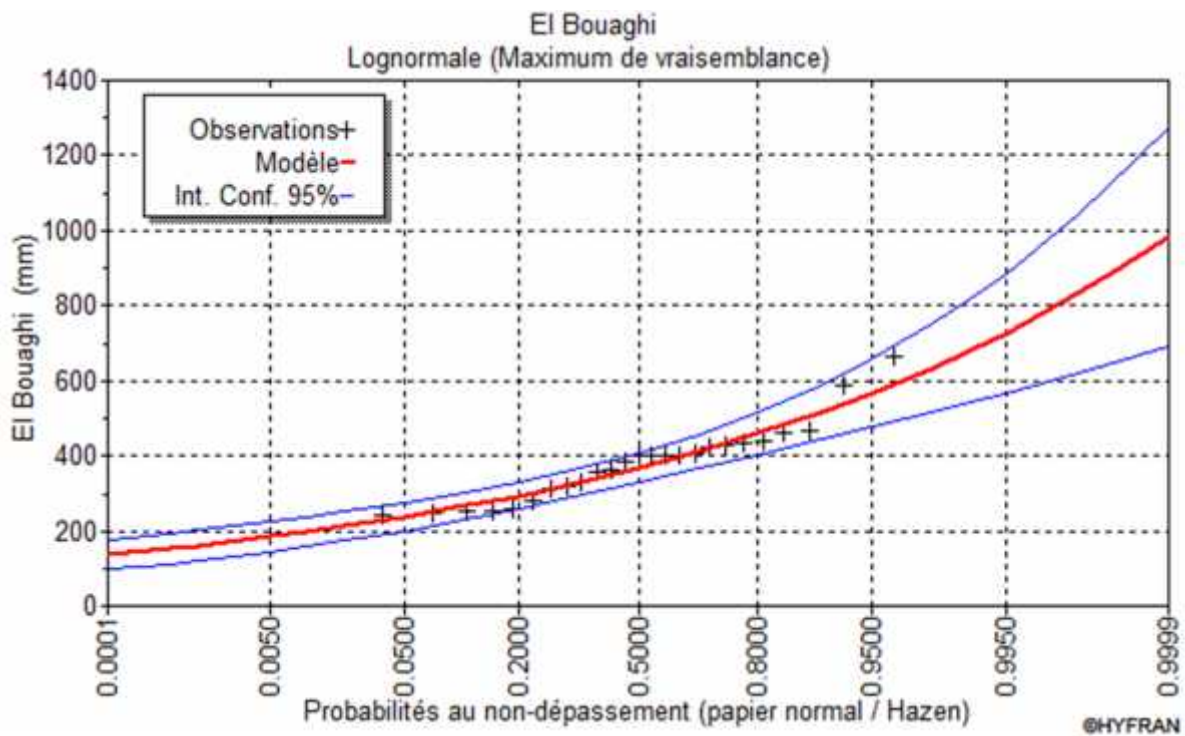
$$\delta \text{Ln} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=N} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30$$

$U_p\%$ : variable réduite de Gauss.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN. Les résultats obtenus sont détaillés dans le tableau IV -12, et dans la figure IV.2:

**Tableau IV N°12: Ajustement des pluies annuelles à la loi-log normale**

q = F(X) (probabilité au non-dépassement) T = 1/q					
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.99	686	77.5	535	838
50	0.98	637	65.7	508	765
20	0.95	568	50.9	469	668
10	0.9	514	40.4	435	593
5	0.8	455	30.7	395	515
2	0.5	367	20.8	320	401
1.25	0.2	294	19.3	248	324



**Figure IV.2 Ajustement des pluies annuelles à une loi de log-normale**



**Test de validité de l'ajustement à la loi de Galton**

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

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 5.91 \quad \gamma = 4$$

D'après la table de Pearson du  $\chi^2$  on a :

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 5.91 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

**Conclusion :**

D'après le test de Khi carré, la loi log-Normale s'ajuste mieux aux pluies annuelles par rapport à la loi Normale.

**IV.6- 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.

L'estimation de l'année sèche de fréquence 80%; on utilise la formule suivante :

$$P_i, 80\% = P_{\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique (80\%) Annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) Annuelle}}}$$

Avec : i : mois

On déduit les résultats suivants :

$$P_{\text{théorique 80\%}} = 294 \text{ mm}$$

$$P_{\text{théorique 50\%}} = 367 \text{ mm.}$$

Les pluies mensuelles servant au calcul et au dimensionnement du réseau de notre périmètre sont présentées comme suit :

Tableau IV N°13: Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.

mois	Janv.	Févr.	Mar	Avril	Mai	Jun	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
$P_{i,moy}$ (mm)	31,0	25,5	33,09	36,1	46,06	36,9	32,75	26,56	37,45	18,41	24,33	31,74
$P_{i,80\%}$ (mm)	24.8	20.4	26.5	28.9	36.9	29.6	26.2	21.3	30.0	14.7	19.5	25.4

#### IV.7.Conclusion

Au terme de ce chapitre, nous avons pu dégager les principales caractéristiques hydrologiques et statistiques de la zone du projet.

En premier lieu, le périmètre d'étude sera alimenté par la conduite de transfert du barrage de Beni Haroun vers le barrage Koudiet Medouar, ce qui constitue une opportunité de développement hydro-agricole pour la région puis que les ressources en eau sont très limitées dans la wilaya d'Oum El Bouaghi.

Pour ce qui est de l'analyse statistique des pluies annuelles, on doit noter que le test de Khi carré a montré un ajustement acceptable avec les deux lois (loi de Galton et la loi de Gauss). Vu la variabilité des pluies annuelles de la station de Ksar Sbahi, la comparaison entre les deux lois a montré une meilleure adéquation de la loi log-normale par rapport à la loi normale. Ce qui nous a conduits à prendre en considération cette loi pour l'estimation des pluies servant au dimensionnement du réseau d'irrigation d'Ain Kercha.

# **Chapitre V**

## **Besoins en eau des cultures**

---

## *Chapitre V : Besoins en eau des cultures*

### **V.1.Introduction**

Ce chapitre, présente 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, potentialités des sols, l'eau disponible, fertilité des sols.

#### **V.2.1. Besoin en eau du périmètre**

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

La pièce de base pour la quantification des besoins en eau du périmètre est le calendrier des cultures, établi par des agronomes. Il présente les différentes cultures occupant le sol à chaque instant de l'année. L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique.

### **2. Calcul de L'évapotranspiration**

Les besoins en eau, qui peut également s'exprimer sous le terme déficit hydrique, se définit comme la différence entre l'évapotranspiration réelle (ETR) de la culture considérée et les précipitations efficaces ( $P_{eff}$ ).

Pour la détermination des besoins de chaque culture il faut déterminer :

### **3. L'évapotranspiration maximale**

S'obtient en multipliant l'évapotranspiration standard par le coefficient cultural.

$$ETM = ETo * Kc$$

**ETo** : représente l'évapotranspiration standard (de référence)

**Kc** : le coefficient cultural.

L'évapotranspiration de référence (ET<sub>o</sub>) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence, de sorte que le taux d'évapotranspiration (mm /j) représente les conditions climatique locales.

#### 4. L'évapotranspiration potentielle de référence (ET<sub>o</sub>) :

C'est l'évapotranspiration maximale d'un gazon à ras couvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue [3].

Pour prédire l'évapotranspiration de référence on utilise des méthodes basées sur des variables climatiques, parmi les plus communiquement employées sont:

- Méthodes de lysimètre
- Méthodes des stations expérimentales
- Méthodes directes de l'évaporation
- Méthodes empiriques

En ce qui concerne les méthodes empiriques, il existe des formules de calcul dont les principales sont:

- Priestly- Taylor
- Makkink
- Turc
- Hargreaves
- Blaney – Cridle
- Thornthwaite
- Penman et Monteith modifiée.

Pour l'estimation de l'évapotranspiration de référence, nous nous sommes basés sur l'équation de la formule de Penman-Monteith modifiée, et recommandée par la FAO.

- La formule de Penman - Monteith modifiée se présente comme suit:

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

ET<sub>o</sub> : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm / jour.

w : facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

R<sub>n</sub> : rayonnement net évaporation équivalente exprimé en mm/ j

F(u) : fonction liée au vent.

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

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

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

C : facteur de correction pour compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est effectué à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT. 8, fondé sur la méthode de Mr Penman et Montheit modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue à Rome en Mai 1990.

Les données de calcul sont :

- Les températures moyennes en degré Celsius.
- L'humidité relative de l'air exprimé en (%)
- L'insolation journalière en heure
- La vitesse du vent en m /s

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ETo calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8. Sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Les résultats de calcul sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau N°V 01 : calculs d'ET0**

Mois	Temp moy (°C)	Hr%	Vent (Km/jour)	Isolation (Heures)	Radiation Solaire (MJ/m2/j)	ET0 (mm / j)	ET0 (mm/mois)
Janvier	5.6	78	117	5.2	3.3	0.90	27,9
Février	6.7	47	132	6.4	5.4	1.40	39,2
Mars	10.1	68	139	7.6	8.5	2.32	71,92
Avril	12.6	67	162	8.1	11.2	3.11	93,3
Mai	18.1	59	148	8.8	13.1	4.28	132,68
Juin	22.9	52	168	9.7	14.2	5.44	163,2
Juillet	26.1	48	177	10.9	14.9	6.20	192,2
Août	25.9	50	171	9.5	12.8	5.50	170,5
Septembre	21.1	62	176	8.1	10.0	3.86	115,8
Octobre	17.0	67	167	7.3	6.9	2.60	80,6
Novembre	10.1	74	191	5.8	4.0	1.44	43,2
Décembre	7.0	79	206	4.9	2.8	0.98	30,38
TOTAL	15.3	65	163	7.7	8.9	38,03	1161

### 5. Les Coefficients cultureux (K c) :

Les valeurs du coefficient cultural (KC) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante ; de la force du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne minimale de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, à partir du bulletin FAO « irrigation et drainage », N24 [4].

**Tableau .V.2** : Coefficients culturaux (K c) des différentes cultures

Culture	Janv	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Orge / Blé	1	1,05	1,15	1,15	0,2						0,7	0,85
Sorgho					0,8	1	1,15	0,75				
Carotte									0,8	1	1,1	0,75
Pomme de terre			0,75	1,1	1,2	0,75						
luzerne		0,7	0,7	0,85	1,2	1,2	0,7					
Tomate			0,5	0,8	1,05	0,75			0,8	1	1,1	0,75
Olivier	0,65	0,65	0,65	0,65	0,75	0,75	0,75	0,75	0,7	0,65	0,65	0,65

### V.3.1. La réserve facilement utilisable (RFU)

La réserve utile c'est la quantité d'eau contenue dans la tranche de sol explorée par les racines, entre le point de ressuage et le point de flétrissement. Mais les plantes ayant d'autant plus de mal à extraire l'eau que l'humidité s'approche du point de flétrissement, on nomme Réserve Facilement Utilisable (RFU). la quantité d'eau égale à 1 /3 ou 2/3 de la RU :

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

Y : degré de tarissement des cultures généralement égal à 2/3.

Da : densité apparente du sol.

Z : profondeur d'enracinement mm.

Hcc : humidité à la capacité au champ.

Hpf : humidité au point de flétrissement.

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



### V.3.2. Les profondeurs d'enracinement

**Tableau V.3** Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures

Culture	Janv	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Août	Sept	Octo	Nov	Déc
Orge / Blé	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7						0.3	0.3
Sorgho					0.20	0.40	0.50	0.60				
Carotte									0.10	0.20	0.25	0.30
tomate			0.2	0.7	1.0	1.0						
Pomme de terre		0.75	0.95	0.95	0.7	0.5						
olivier	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Luzerne		0.45	0.5	1.0	1.5	1.5	1.5					

**Tableau V.4 :** Assolement et rotation des cultures proposé

Sole I	Sole II
sorgho/vesce avoine	bersim/mais grain
bersim/mais grain	sorgho/vesce avoine
choux-oignon vert/ail	carotte-navet/melon
carotte-navet/melon	choux-oignon vert/ail
pomme de terre/piment-poivrent	laitue/petit pois
oignon sec/choux	melon/navet
haricot vert/laitue	petit pois/laitue
navet/melon	oignon sec/choux
piment-poivron/ petit pois	vesce avoine/ail
mais grain/bersim	Blé

### V.3.3. Les pourcentages proposés aux différentes cultures :

Après détermination de l'assolement et rotation, on a proposé un assolement des cultures dans le tableau dessous :

**Tableau V.5** : Répartition culturale du périmètre d'Ain Kercha

N° de la parcelle	la culture	la superficie en m2	la superficie en ha	superficie des parcelles des sols	Pourcentage %
1	Olivier	212281,16	21.23	133.95	47.30%
2		189154,05	18.92		
3		126173,41	12.62		
4		51461,14	5.15		
5		61852,34	6.19		
6		51461,14	5.15		
7		328920,08	32.89		
8		323323,84	32.33		
9	Sorgho	232236,37	23.22	23.22	8.20%
10	Carotte	189509,42	18.95	18.95	6.69%
11	Pomme de terre	105252,82	10.53	10.53	3.72%
12	Tomate	281749,82	28.17	28.17	9.95%
13	blé-orge	148450,84	14.85	55.58	19.63%
14		127884,96	12.79		
15		132180,55	13.22		
16		155700,41	15.57		
17		65007,01	6.50		
18	Luzerne	127884,96	12.79	12.79	4.51%
				Superficie totale : 283.19ha	100%

#### V.4.1 Calcul des besoins en eau- bilan hydrique

Par définition le bilan hydrique d'une culture donnée est la différence entre d'une part les besoins en eau des cultures tels que déterminés 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 par période le bilan :

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

**ETP** : évapotranspiration potentielle de référence en mm ;

**Kc** : le coefficient culturel de la culture considérée ;

**P<sub>eff</sub>** : pluie efficace en mm ;

**RFU** : la réserve facilement utilisable disponible au début de la période ;

#### V.4.2. Calcul de la pluie efficace :

Pour tenir compte des pertes, on introduit la notion de pluie efficace, qui est la pluie réellement utilisée par les plantes. Il est difficile d'évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits. Dans notre étude, nous avons estimé les pluies efficaces par la formule suivante :

$$P_{\text{eff}} = P_{P\%} \times 0.8.$$

**P<sub>eff</sub>** : Pluie annuelle efficace en (mm/mois).

**P<sub>P%</sub>** : Pluie annuelle de probabilité de dépassement de 80%, en (mm).

Les valeurs la pluie efficace (**P<sub>eff</sub>**) sont regroupées dans le tableau ci-après :

**Tableau V.6.** Les précipitations efficaces dans les zones de projet

Mois	Janv	Févr	Mar	Avril	Mai	Jun	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
$P_{i,80\%}$ (mm)	42	38	46.5	4.	38	15.5	6	9	28	24	31	44
$P_{eff}$ (mm)	32.2	29.13	35.65	30.67	29.13	11.88	4.60	6.90	21.47	18.40	23.77	33.73

Les besoins en eau des différentes cultures sont aux tableaux ci-dessous :

**Tableau V.7:** Besoins en eau d'irrigation de l'olivier

Mois	P eff (mm)	ETP (mm)	RFU_theo (mm)	RFU (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
<b>Janvier</b>	25,76	27,9	71,28	35,64	0,65	18,135	0
<b>Février</b>	23,304	39,2	71,28	35,64	0,65	25,48	0
<b>Mars</b>	28,52	72,92	71,28	23,76	0,65	47,398	0
<b>Avril</b>	24,536	93,3	71,28	0,00	0,65	60,645	36,109
<b>Mai</b>	23,034	132,68	71,28	0,00	0,75	99,51	76,206
<b>Juin</b>	9,504	168,2	71,28	0,00	0,75	126,15	116,545
<b>Juillet</b>	3,68	192,2	71,28	0,00	0,75	144,15	140,47
<b>Août</b>	5,52	170,5	71,28	0,00	0,75	127,875	122,355
<b>Septembre</b>	17,17	115,8	71,28	0,00	0,7	81,06	63,884
<b>Octobre</b>	14,72	80,6	71,28	0,00	0,65	52,39	37,67
<b>Novembre</b>	19,02	43,2	71,28	0,00	0,65	28,08	9,064
<b>Décembre</b>	26,98	30,4	71,28	23,76	0,65	19,76	0

**Tableau V.8:** Besoins en eau d'irrigation du sorgho

Mois	P eff (mm)	ETP (mm)	RFU_theo (mm)	RFU (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
<b>Janvier</b>	25,76	27,9	0	0	0	0	0
<b>Février</b>	23,304	39,2	0	16,3	0	0	0
<b>Mars</b>	28,52	72,92	29,7	0	0,5	36,46	7,44
<b>Avril</b>	24,536	93,3	59,4	0	0,75	69,975	45,439
<b>Mai</b>	23,034	132,68	59,4	0	1,1	145,948	122,644
<b>Juin</b>	9,504	168,2	59,4	0	1,1	185,02	175,516
<b>Juillet</b>	3,68	192,2	59,4	0	1	192,2	188,52
<b>Août</b>	5,52	170,5	0	0	0	0	0
<b>Septembre</b>	17,176	115,8	0	0	0	0	0
<b>Octobre</b>	14,72	80,6	0	0	0	0	0
<b>Novembre</b>	19,01	43,2	0	0	0	0	0
<b>Décembre</b>	26,98	30,4	0	0	0	0	0

**Tableau V.9:** Besoins en eau d'irrigation du blé/orge

Mois	P eff (mm)	ETP (mm)	RFU_theo (mm)	RFU (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
<b>Janvier</b>	25,76	27,9	30,15	9,05	0,85	23,715	0
<b>Février</b>	23,304	39,2	42,21	15,08	0,95	37,24	0
<b>Mars</b>	28,52	72,92	42,21	21,11	1,05	76,566	8,01
<b>Avril</b>	24,536	93,3	42,21	0	1,05	97,965	65,96
<b>Mai</b>	23,034	132,68	42,21	0	1,05	139,314	124,94
<b>Juin</b>	9,504	168,2	42,21	0	0,6	100,92	96,92
<b>Juillet</b>	3,68	192,2	0	42,21	0	0	0
<b>Août</b>	5,52	170,5	0	0	0	0	0
<b>Septembre</b>	17,176	115,8	0	0	0	0	0
<b>Octobre</b>	14,72	80,6	0	0	0	0	0
<b>Novembre</b>	19,016	43,2	12,06	0	0,7	30,24	0
<b>Décembre</b>	26,984	30,4	18,09	9,05	0,7	21,28	0

**Tableau V.10:** Besoins en eau d'irrigation de la luzerne

Mois	P eff (mm)	ETP (mm)	RFU_theo (mm)	RFU (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
<b>Janvier</b>	25,76	27,9	0	0	0	0	0
<b>Février</b>	23,304	39,2	26,73	10	0,7	27,44	0
<b>Mars</b>	28,52	72,92	29,7	0	0,7	51,044	21,82
<b>Avril</b>	24,536	93,3	59,4	0	0,85	79,305	54,77
<b>Mai</b>	23,034	132,68	89,1	0	1,2	159,216	135,91
<b>Juin</b>	9,504	168,2	89,1	0	1,2	201,84	192,34
<b>Juillet</b>	3,68	192,2	89,1	0	0,7	134,54	130,86
<b>Août</b>	5,52	170,5	89,1	0	0	0	0
<b>Septembre</b>	17,176	115,8	0	0	0	0	0
<b>Octobre</b>	14,72	80,6	0	0	0	0	0
<b>Novembre</b>	19,016	43,2	0	0	0	0	0
<b>Décembre</b>	26,984	30,4	0	0	0	0	0

**Tableau V.11:** Besoins en eau d'irrigation de la pomme de terre

Mois	P eff (mm)	ETP (mm)	RFU_theo (mm)	RFU (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
<b>Janvier</b>	25,76	27,9	0	0	0	0	0
<b>Février</b>	23,304	39,2	11,88	10	0,75	29,4	0
<b>Mars</b>	28,52	72,92	23,76	0	0,95	69,274	39,8
<b>Avril</b>	24,536	93,3	35,64	0	0,95	88,635	64,1
<b>Mai</b>	23,034	132,68	35,64	0	0,7	92,876	69,57
<b>Juin</b>	9,504	168,2	0	0	0,5	84,1	74,59
<b>Juillet</b>	3,68	192,2	0	0	0	0	0
<b>Août</b>	5,52	170,5	0	0	0	0	0
<b>Septembre</b>	17,176	115,8	0	0	0	0	0
<b>Octobre</b>	14,72	80,6	0	0	0	0	0
<b>Novembre</b>	19,016	43,2	0	0	0	0	0
<b>Décembre</b>	26,984	30,4	0	0	0	0	0

**Tableau V.12:** Besoins en eau d'irrigation de pomme de la carotte

Mois	P eff (mm)	ETP (mm)	RFU_theo (mm)	RFU (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
<b>Janvier</b>	25,76	27,9	0	0	0	0	0
<b>Février</b>	23,304	39,2	0	0	0	0	0
<b>Mars</b>	28,52	72,92	0	0	0	0	0
<b>Avril</b>	24,536	93,3	0	0	0	0	0
<b>Mai</b>	23,034	132,68	0	0	0	0	0
<b>Juin</b>	9,504	168,2	0	0	0	0	0
<b>Juillet</b>	3,68	192,2	0	0	0	0	0
<b>Août</b>	5,52	170,5	0	0	0	0	0
<b>Septembre</b>	17,176	115,8	5,94	0	0,5	57,9	40,72
<b>Octobre</b>	14,72	80,6	11,88	0	0,8	64,48	49,76
<b>Novembre</b>	19,016	43,2	14,85	0	1,05	45,36	26,34
<b>Décembre</b>	26,984	30,4	17,82	0	0,75	22,8	0

**Tableau V.13:** Besoins en eau d'irrigation de la tomate

Mois	P eff (mm)	ETP (mm)	RFU_theo (mm)	RFU (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
<b>Janvier</b>	25,76	27,9	0	0	0	0	0
<b>Février</b>	23,304	39,2	0	0	0	0	0
<b>Mars</b>	28,52	72,92	11,88	10	0,5	36,46	0
<b>Avril</b>	24,536	93,3	41,58	0	0,8	74,64	50,1
<b>Mai</b>	23,034	132,68	59,4	0	1,05	139,314	116,01
<b>Juin</b>	9,504	168,2	59,4	0	0,75	126,15	116,65
<b>Juillet</b>	3,68	192,2	0	0	0	0	0
<b>Août</b>	5,52	170,5	0	0	0	0	0
<b>Septembre</b>	17,176	115,8	0	0	0	0	0
<b>Octobre</b>	14,72	80,6	0	0	0	0	0
<b>Novembre</b>	19,016	43,2	0	0	0	0	0
<b>Décembre</b>	26,984	30,4	0	0	0	0	0

### V.5. Calcul du débit spécifique

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

Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante :

$$q = \frac{B_m}{T \times t \times 3600 \times K} \text{ (l/s/ha)}$$

Avec

**$B_m$**  : Besoins mensuels maximum net ( $\text{m}^3/\text{ha}$ )

**$T$**  : Temps d'irrigation par jour = (24 h)

**$t$**  : Nombre de jours du mois d'irrigation= (30 j)

**$K$**  : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation 0,75



**Tableau V.14: Calcul des besoins en eau des cultures**

Mois	Sept	oct.	nov.	Déc.	jan	fév.	Mars	avril	Mai	juin	Juilly	aout	annuel
Olivier	63,884	37,67	9,064	0	0	0	0	36,109	76,206	116,646	140,47	122,355	602,404
Sorgho	0	0	0	0	0	0	7,44	45,439	122,644	175,516	188,52	0	539,559
Pomme de Terre	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	39,804	64,099	69,572	74,596	0,000	0,000	248,071
Carotte	40,72	49,76	26,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	116,82
Tomate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,10	116,01	116,65	0,00	0,00	282,76
Blé	0	0	0	0	0	0	8,011	65,965	124,914	96,92	0	0	295,81
Luzern	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,82	54,77	135,91	192,34	130,86	0,00	535,7
Totale besoins	104,608	87,43	35,408	0	0	0	77,079	316,485	645,258	772,66	459,85	122,355	2621,133

D'après le tableau V.14, les besoins de pointe correspondent au mois de juin, soient donc **772.66** mm/mois.

Le débit spécifique calculé est très important, il est de 3.97 l/s/ha, ce débit dépasse les normes (1.5 l/s/ha), ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement. Dans ce cas, on a deux méthodes pour estimer le débit spécifique :

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

Dans notre cas, la culture la plus exigeante est la luzerne (mois de juin), avec des besoins estimés à 192.34 mm/mois, le débit spécifique est donc :

$$q = \frac{1792.34 * 10 * 1000}{24 * 30 * 3600 * 0.75} = \mathbf{0.99 \text{ l/s/ha}}$$

Le débit spécifique pour le périmètre d'Ain kercha est de 0.99 l/s/ha.

Pour notre périmètre ayant une superficie de 283.19 hectares, le débit du réseau sera:

$$Q_c = 0.99 * 283.19 = \mathbf{280.18 \text{ l/s}}$$

### V.6. Estimation des besoins en eau totaux du périmètre

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

Étant donné, que nous avons pris en considération un assolement triennal, nous avons calculé les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant, en plus des besoins de l'arboriculture (hors assolement).

**Tableau V.15 : Besoins en eau totaux des cultures du périmètre de Ain Kercha Est**

Culture	superficies (ha)	Besoins nets (mm)	Efficiencie	Besoins bruts (m <sup>3</sup> /ha)	Besoins totaux (m <sup>3</sup> )
Olivier	133,95	602,404	0,75	4518,03	605190,119
Sorgho	23,22	539,559	0,75	4046,6925	93964,1999
Pomme de Terre	10,53	248,071	0,75	1860,5325	19591,4072
Carotte	18,95	116,82	0,75	876,15	16603,0425
Tomate	28,17	282,76	0,75	2120,7	59740,119
Blé-orge	55,58	295,81	0,75	2218,575	123308,399
Luzerne	12,79	535,7	0,75	4017,75	51387,0225
Total	283,19	2621,133	0,75	19658,43	969 784,308

### V.7.Conclusion

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

Après estimation des volumes nécessaires pour chaque culture, et en fonction des surfaces allouées à chaque culture, nous avons estimé les besoins en eau totaux pour le périmètre qui sont de l'ordre de 970 000 m<sup>3</sup>. Ce volume est normalement régularisable, puisque le volume de transfert annuel dépasse cinq (5) million de m<sup>3</sup>.

# **Chapitre VI**

## **Adduction**

## Chapitre VI : Etude du système d'adduction

### Introduction

Un réseau de distribution et d'irrigation doit être bien conçu pour pouvoir répondre à certaines exigences topographiques, techniques, hydrauliques et sécuritaires. Le système de distribution doit intégrer tous les aspects aussi bien opérationnels qu'hydrauliques, de manière à satisfaire aux exigences énoncées ci-dessus.

### VI.1. Variante d'aménagement du périmètre d'étude

Pour l'aménagement du périmètre de Ain Kercha, vu le passage de la conduite de Transfert, deux variantes s'imposent :

#### Variante 01 :

Dans cette variante, le périmètre est alimenté à partir d'un piquage direct sur la conduite de transfert de la station de pompage (Transfert barrage Beni Haroun- Koudiet Medouar)

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

D'un réseau de conduites en PEHD PN 10, alimentant les bornes d'irrigation comprenant une ou plusieurs sorties, chaque borne d'irrigation est conçue pour irriguer un ilot comprenant une ou plusieurs parcelles.

#### Variante 2 :

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

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

La distribution à partir d'un réservoir de mise en charge est proposée pour couvrir toute la superficie du périmètre et pour éventuellement pratiquer l'irrigation par aspersion. L'implantation d'un brise charge sur le point de piquage P est indispensable afin de minimiser la pression de 25 bars (250 m) au 8 bars (80m) pour assurer une pression qui ne dépasse pas les 10 bars au niveau des conduites.

## **VI.2. Ilot d'irrigation :**

L'îlot d'irrigation est la plus petite entité hydraulique desservie par une borne d'irrigation. Le terme « îlot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une borne d'irrigation. Chaque îlot est desservi par d'une borne à une ou plusieurs prises. Elle est placée généralement sur la partie ayant la plus haute cote afin de surplomber l'îlot et d'assurer une irrigation de surface des différentes parcelles de l'îlot.

Une borne d'irrigation comprend :

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

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

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

### **VI.2.1. Découpage des îlots d'irrigation :**

Le réseau d'irrigation du périmètre Ain kercha Est est de type ramifié. Le périmètre est partagé en îlots d'irrigation, chaque ilots est desservi par une borne d'irrigation, les bornes sont alimentées par des conduites secondaire, en suite le réseau secondaire est alimenté par un réseau principale de l'addiction.

La taille des ilots d'irrigation a été établie en fonction des contraintes foncières et topographiques. Environ 18 ilots ont été établis et tracés dans le périmètre. La taille des ilots varie

entre 4.62 et 32.89 hectares en formant deux modèles d'exploitation, les ilots dont la superficie est inférieure à 15 hectares, et les ilots supérieurs à 15 hectares.

### **VI.2.2. Tracé du réseau de distribution:**

Pour l'établissement du tracé du réseau, plusieurs méthodes [5] :

#### **2.1 Tracé par proximité :**

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

#### **2.2 Tracé à 120° :**

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

**2.3 Le tracé économique :** il s'agit d'un tracé semblable au précédent, mais la longueur des conduites des diamètres importants est réduite au dépend des conduites ayant un petit diamètre.

### **VI.2.3. Modalités de fourniture de l'eau**

Il est indispensable de maîtriser les débits sur l'ensemble du périmètre d'irrigation entre la source d'eau et les parcelles.

Trois schémas de distribution d'eau peuvent être présentés :

#### **3.1) Distribution continue**

L'eau est fournie aux exploitants de manière continue dans le temps [6] . Ce type de distribution correspond à la capacité maximum, mais il faut avoir recours stockage de l'eau .

#### **3.2) Distribution par rotation ou par tout d'arrosage**

Elle est inspirée du mode de desserte spécifique des réseaux d'irrigation de surface avec réseau collectif constitué de canaux à ciel ouvert dont le débit transité par chaque tertiaire correspond au module d'irrigation et cela successivement pour tous les îlots dépendant de ce tertiaire.

**Rotation par tour fixe :** l'eau est disponible aux exploitants pendant une période fixe.

**Rotation programmée :** ce mode d'irrigation est utilisé lorsque le périmètre est divisé en plusieurs parcelles. L'horaire et la quantité d'eau dépendent de la superficie de l'exploitation et de l'assolement.

**3.3.) Distribution à la demande**

Avec ce système, l'exploitant dispose en permanence d'un débit supérieur auquel il aurait droit dans le cas par rotation, sans contraintes horaires ou de durée.

**VI.3. Calcul des débits des bornes**

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

$$q_c = q_s * S$$

Avec :  $q_c$  = Débit caractéristique (l/s)  
 $q_s$  = Débit spécifique moyen (l/s/ha)  
 $S$  = Superficie de l'ilot (ha)

**Données de base du dimensionnement :**

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

La surface du périmètre est égale à 283.19 ha,

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

$$q = 0.99 * 283.19 = \mathbf{280.36 \text{ l/s}}$$

Les caractéristiques des bornes et les ilots d'irrigation sont donnés par le tableau ci-dessous :



Tableau VI.1 : Caractéristiques des ilots.

N° de l'ilot d'irrigation	Superficie m <sup>2</sup>	N° de la parcelle	Superficie (ha)	débit des prises (l/s)	débit des ilots (l/s)
1	212281,16	01-a	8	7,92	20,6
		01-b	8	7,92	
		01-c	5,23	5,18	
2	189154,05	02-a	9	8,91	18,35
		02-b	9,92	9,82	
3	126173,41	03-a	6	5,94	12,24
		03-b	6,62	6,55	
4	51461,14		5.15	4.99	4,99
5	61852,34		6.18	6.00	6
6	46225,01		4.62	4.49	4,49
7	328920,08	07-a	9	8,91	31,92
		07-b	9	8,91	
		07-c	9	8,91	
		07-d	5,89	5,83	
8	323323,84	08-a	8	7,92	31,37
		08-b	8	7,92	
		08-c	8	7,92	
		08-d	8,33	8,25	
9	232236,37	09-a	8	7,92	22,53
		09-b	8	7,92	
		09-c	7,22	7,15	
10	189509,42	10-a	9	8,91	18,39
		10-b	9,95	9,85	
11	105252,82	11-a	5	4,95	10,21
		11-b	5,53	5,47	
12	281749,82	12-a	7,17	7,1	27,34
		12-b	7	6,93	
		12-c	7	6,93	
		12-d	7	6,93	
13	148450,84	13-a	7	6,93	14,4
		13-b	7,85	7,77	
14	127884,96	14-a	6	5,94	12,41
		14-b	6,78	6,71	
15	132180,55	15-a	6	5,94	12,83
		15-b	7,22	7,15	
16	155700,41	16-a	7,57	7,49	15,11
		16-b	8	7,92	

**Suite du Tableau VI.1 : Caractéristiques des ilots.**

N° de l'ilot d'irrigation	Superficie m <sup>2</sup>	N° de la parcelle	Superficie (ha)	débit des prises (l/s)	débit des ilots (l/s)
17	65007,01		6.5	6.31	6,31
18	54415,34		5.44	5.28	5,28

**VI.4.1. Calcul hydraulique des canalisations**

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

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : la fonte, le PVC, le PEHD et Béton précontraint. Nous utiliserons les conduites en PEHD (polyéthylène à haute densité) pour les conduites dont le diamètre est inférieur ou égal à 400 mm et inférieur à 25 Bars, et la fonte pour les conduites dont le diamètre est supérieur ou égal à 600 mm.

**a) Conduite en fonte**

Présentent plusieurs avantages :

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

**b) Avantages des canalisations en PEHD**

- Ils supportent des pressions élevées ;
- Une résistance aux contraintes (choc, écrasement, déplacement du terrain);
- Ils peuvent être adaptés à toutes les conditions de service;
- Ils offrent une bonne flexibilité ;

**4.2) Dimensionnement des canalisations**

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

- **vitesses admissibles**

La fixation d'un seuil de vitesse permet de lutter

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

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

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

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

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

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

Avec :

- $Q$  : débit, exprimé en  $m^3/s$  ;
- $D$  : diamètre exprimé en  $mm$ .
- $V$  : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.25 m/s

**VI.4.3.) Calcul des pertes de charge :**

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de Lechapt et Calmon, Qui est donnée par la formule suivante [5] :

$$h_{Pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C$$

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

$Q$  : débit en  $m^3/s$

$D$  : diamètre de la conduite considérée

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

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

singulière

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

**Tableau VI.02:** Paramètres des pertes de charge

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

Pour une conduite en PEHD

La rugosité équivalente  $K=0,1\text{mm}$ ,

$L=1.2$

$M=1.89$

$N=5.01$

**Tableau VI.03 :** diamètres des conduites de distribution du périmètre

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Le débit Q (l/s)	Diamètre de la conduite D (mm)	Diamètre normalisée D(mm)
P1-N1	564,16	280,34	529,47	600,00
N1-N1a	581,65	280,34	529,47	600,00
N1a-1	194,52	21,09	145,22	160,00
N1a-N2	493,74	259,25	509,16	500,00
N2-N3	235,77	47,01	216,81	250,00
N3-2	57,59	15,79	125,65	125,00
N3-N4	451,49	31,22	176,69	200,00
N4-3	124,02	12,49	111,75	110,00
N4-12	122,34	18,73	136,85	160,00
N2-N5	158,56	212,24	460,69	500,00
N5-4	128,38	32,01	178,91	200,00
N5-N6	348,86	180,19	424,48	500,00
N6-N7	325	147,63	384,226	400,00
N7-7	165,26	29,18	170,82	200,00
N7-6	124,91	22,99	151,62	160,00
N7-N8	788,26	95,46	308,966	315,00

N8-8	98,4	27,89	167,002	160,00
N8-N8a	383,02	67,57	259,942	250,00
N8a-9	143,9	27,24	165,045	160,00
N8a-N8b	383	40,33	200,823	250,00
8Nb-10	207	25,74	160,43	160,00
N8b-11	438,6	22,21	149,030	160,00

#### VI.4.4.) Simulation du réseau de distribution par le logiciel Epanet

Les calculs hydrauliques du réseau sont établis pour un réseau de type ramifié. Après détermination du diamètre, on utilise le logiciel EPANET pour déterminer la vitesse et les pertes de charge au niveau des conduites de distribution. Après détermination du diamètre, on utilise le logiciel EPANET pour déterminer la vitesse, les pressions et les pertes de charge au niveau de la conduite principale et le réseau de distribution pour les variantes 1 et 2. Le calcul des pertes de charge a été effectué selon la formule de Hazan-Williams:

$$H_f = 10.675 \cdot L \cdot \frac{Q^{1.852}}{C_w} \cdot \frac{1}{D^{4.87}}$$

Chw : est le coefficient de perte de charge qui dépend du type de matériau il varie entre 130 et 150 pour le PEHD et la fonte. Dans notre cas,

Selon les pressions des bornes, les diamètres des canalisations seront modifiés si la pression n'est pas suffisante.

Les résultats des calculs pour la variante 1 (Piquage direct) sont présentés dans la figure et les tableaux ci-dessous :

Les résultats des calculs sont présentés par secteur dans les tableaux N° 10 et 11.

Le Schéma des tronçons du réseau de distribution est présenté comme suit :

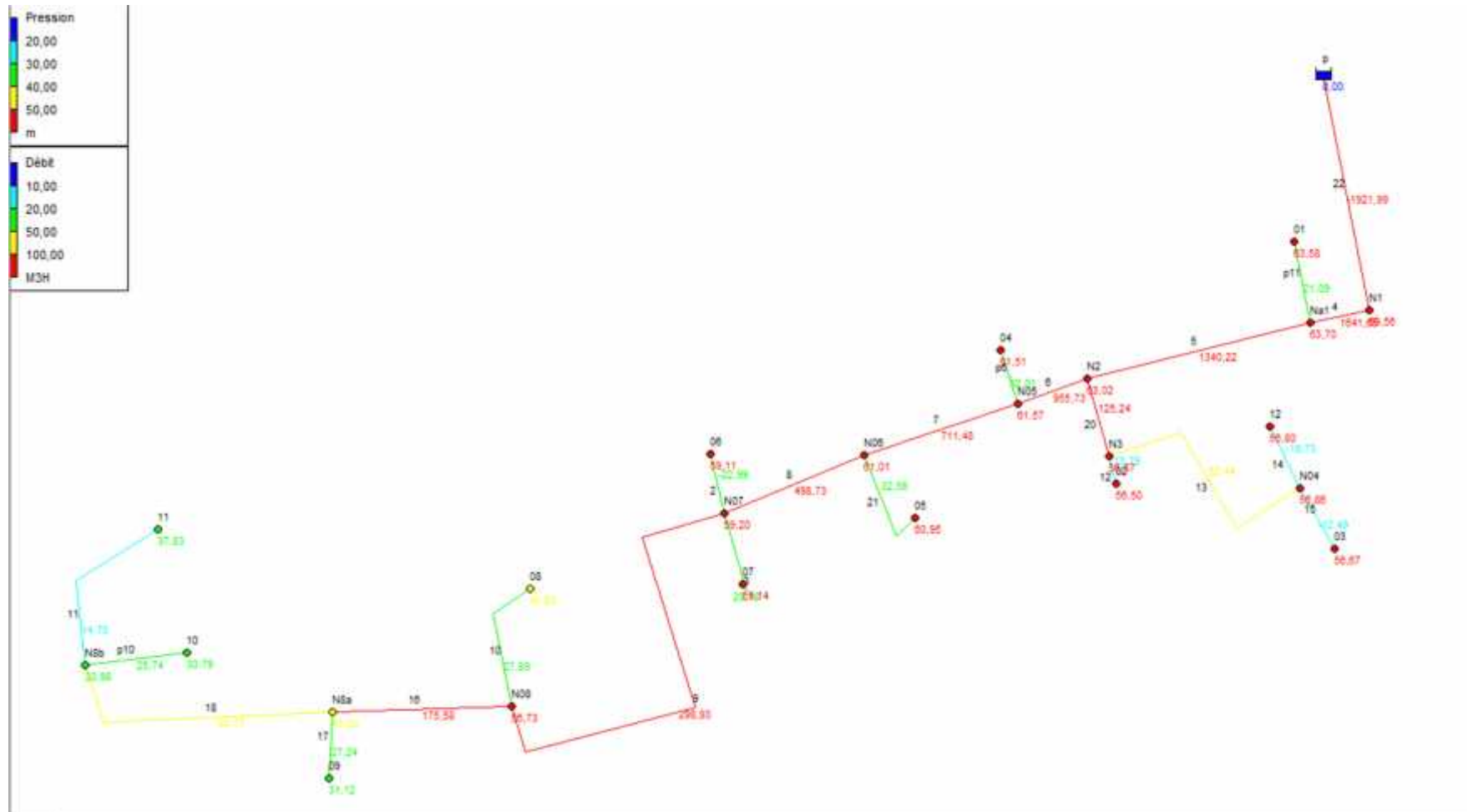


Figure VI.1: Schéma des tronçons de réseau de distribution

Les résultats des calculs sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

**Tableau VI.4 :** Tableau des pressions au niveau des bornes

Nombre de nœud	Altitude (m)	Demande Base (l/s)	Demande l/s	Charge (m)	Pression (m)
Noeud N1	808	280,34	280,34	877,56	69,56
Noeud 08	823	27,89	27,89	868,63	45,63
Noeud 07	812	29,18	29,18	871,14	59,14
Noeud 06	812	22,99	22,99	871,11	59,11
Noeud N08	812	95,46	95,46	868,73	56,73
Noeud 09	837	27,24	27,24	868,12	31,12
Noeud 05	811	32,56	32,56	871,95	60,95
Noeud N05	811	212,24	212,24	872,57	61,57
Noeud 04	811	32,01	32,01	872,51	61,51
Noeud N2	810	259,25	259,25	873,02	63,02
Noeud 02	816	15,79	15,79	872,5	56,5
Noeud N3	816	47,01	47,01	872,57	56,57
Noeud 03	815	12,49	12,49	871,67	56,67
Noeud N8a	828	67,57	67,57	868,3	40,3
Noeud 11	830	14,7	14,7	867,83	37,83
Noeud N8b	837	40,33	40,33	867,98	30,98
Noeud 10	837	25,74	25,74	867,79	30,79
Noeud Na1	812	280,34	280,34	875,7	63,7
Noeud 01	812	21,09	21,09	875,58	63,58
Noeud N06	811	180,19	180,19	872,01	61,01
Noeud N07	812	147,63	147,63	871,2	59,2
Noeud N04	815	31,22	31,22	871,86	56,86
Noeud 12	815	18,73	18,73	871,8	56,8

D'après le tableau précédent, on remarque que les pressions sont relativement bonnes, et ne présentent aucune contrainte pour l'irrigation. Les pressions varient entre 3 et 6.9 bars.

**Tableau VI.5 :** Tableau des vitesses dans les conduites de distribution

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Le débit Q (l/s)	Diamètre de la conduite D (mm)	Vitesse V (m /s)	Perte de charge total Ht (m)
P1-N1	564,16	280,34	600	0,99	0,725
N1-N1a	581,65	280,34	600	0,99	0,747
N1a-1	194,52	21,09	160	1,05	1,413
N1a-N2	493,74	259,25	500	1,32	1,364
N2-N3	235,77	47,01	250	0,96	0,832
N3-2	57,59	15,79	130	1,29	0,833
N3-N4	451,49	31,22	200	0,99	2,250
N4-3	124,02	12,49	110	1,31	2,187
N4-12	122,34	18,73	160	0,93	0,710
N2-N5	158,56	212,24	500	1,08	0,302
N5-4	128,38	32,01	200	1,02	0,670
N5-N6	348,86	180,19	500	0,92	0,484
N6-N7	325	147,63	400	1,18	0,947
N7-7	165,26	29,18	200	0,93	0,725
N7-6	124,91	22,99	160	1,14	1,068
N7-N8	788,26	95,46	315	1,23	3,337
N8-8	98,4	27,89	160	1,39	1,212
N8-N8a	383,02	67,57	250	1,38	2,686
N8a-9	143,9	27,24	160	1,36	1,695
N8a-N8b	383	40,33	250	0,82	1,0125
8Nb-10	207	25,74	160	1,28	2,191
N8b-11	438,6	22,21	160	1,11	3,513

**Tableau VI.10 :** Etat quantitatif des conduites

Le tableau suivant donne les longueurs des conduites par diamètres :

Diamètre (mm)	600	500	315	250	200	160	130	110
Longueur en m	1145,81	651,68	788,26	1001,79	745,13	1329,67	57,59	124,02



**Simulation de la variante N02 :**

La variante 2 impose l'établissement d'un réservoir de régulation et de stockage. Dans ce qui suit, nous présentons les résultats de simulation après insertion d'un réservoir d'eau.

Données générales :

Cote du réservoir : 845m

Volume du réservoir : 2000m<sup>3</sup>

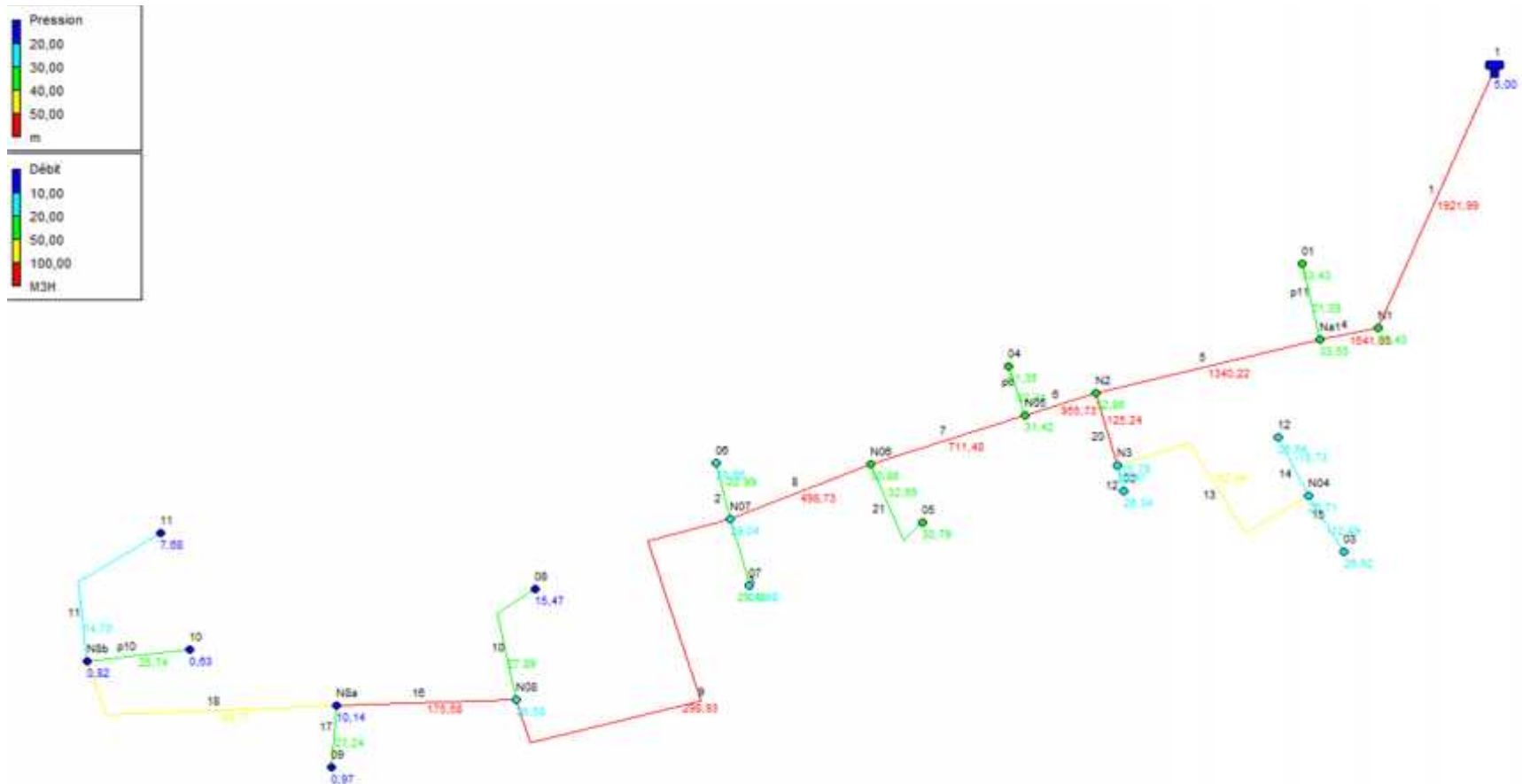


Figure VI.2 : Le Schéma des tronçons du réseau de distribution avec réservoir

**Tableau VI.07:** Tableau des pressions au niveau des bornes

Nombre de nœud	Altitude (m)	Demande Base (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud N1	808	280,34	847,4	39,4
Noeud 08	823	27,89	838,47	15,47
Noeud 07	812	29,18	840,98	28,98
Noeud 06	812	22,99	840,95	28,95
Noeud N08	812	95,46	838,58	26,58
Noeud 09	837	27,24	837,97	0,97
Noeud 05	811	32,56	841,79	30,79
Noeud N05	811	212,24	842,42	31,42
Noeud 04	811	32,01	842,35	31,35
Noeud N2	810	259,25	842,86	32,86
Noeud 02	816	15,79	842,34	26,34
Noeud N3	816	47,01	842,41	26,41
Noeud 03	815	12,49	841,52	26,52
Noeud N8a	828	67,57	838,14	10,14
Noeud 11	830	14,7	837,68	7,68
Noeud N8b	837	40,33	837,82	0,82
Noeud 10	837	25,74	837,63	0,63
Noeud Na1	812	280,34	845,55	33,55
Noeud 01	812	21,09	845,43	33,43
Noeud N06	811	180,19	841,86	30,86
Noeud N07	812	147,63	841,04	29,04
Noeud N04	815	31,22	841,71	26,71
Noeud 12	815	18,73	841,64	26,64
Réservoir	845	/	850	5

D'après le tableau précédent, on remarque que les pressions sont très faibles, Les pressions varient entre 0.06 et 3.94 bars. On remarque donc que pour cette variante, plusieurs bornes présentent des pressions faibles voir négatives.

On conclut que la variante 2 (variante avec pompage et réservoir) n'est pas compatible avec les exigences du système d'irrigation de Ain Kercha Est. Cette variante est donc exclue de l'aménagement du périmètre.

### **VI.5.Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons abordé les variantes d'aménagement du système d'adduction ainsi que les calculs relatifs aux bornes d'irrigation.

La simulation par Epanet des variantes d'aménagement, variante 1 (piquage direct sur la conduite de transfert) et 2 (Alimentation à partir d'un réservoir) ont donné des résultats nettement différents.

Pour la variante 1, la simulation donne des pressions aux bornes satisfaisantes pour l'élaboration d'un aménagement avec différents systèmes d'irrigation (aspersion par exemple). Pour la variante 2 qui est une variante avec réservoir de mise en charge n'a pas aboutit aux exigences d'un système d'irrigation tel que par aspersion par exemple, et cela quelque soit la position du réservoir projeté.

Nous retenons donc la variante 1 qui va alimenter le périmètre de Ain Kercha (Est) par un piquage direct sur la conduite de transfert Beni Haroun-Koudiet Medouar.

# **Chapitre VII**

## **Les techniques d'irrigation**

## Chapitre VII : Etude des techniques d'irrigation

### VII. Introduction

Le choix de la méthode d'irrigation dans un périmètre est toujours problématique du fait de plusieurs contraintes : topographiques, hydrauliques, édaphiques et socio-économiques.

Dans ce chapitre, on détaille les principales techniques d'irrigation, leurs avantages et inconvénients, en essayant d'en tirer les meilleures conclusions quant à l'utilisation d'une technique d'irrigation.

#### VII.1) – Les différents technique d'arrosages:

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

- L'irrigation de surface
- L'irrigation par aspersion
- L'irrigation localisée ou micro irrigation

##### VII.1.1 L'irrigation de surface :

L'irrigation de surface regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la réparation de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration, et capillarité).

On distingue :

##### **a-Irrigation par ruissellement ou par planche**

Dans cette technique, on divise la surface à irriguer en bandes rectangulaires prise dans le sens de la plus grande pente. En général, la longueur des planches varie de 5 à 30 m. et leur longueur de 50 à 800 m.

L'irrigation par planches convient le mieux aux pentes inférieures à 0,5 %. Cependant, les pentes longitudinales maximales des planches peuvent atteindre 4 % à 5 %. Les sols convenant le mieux à cette technique sont les sols moyennement filtrants.

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

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

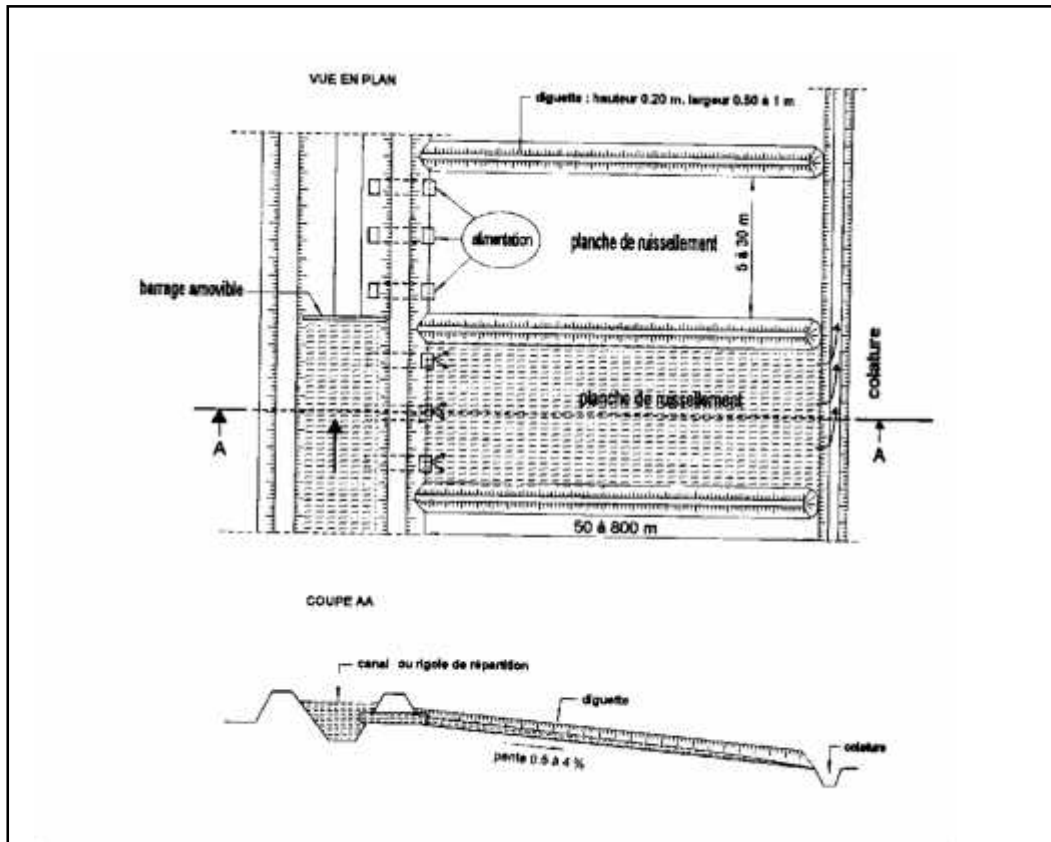


Fig.VII.1. Irrigation par planche de ruissellement

### b) – L'arrosage à la raie

Consiste à amener l'eau à la plante, par une série plus au moins dense (espacement d'environ 0,75 à 1 m.) de petits fossés à ciel ouvert à pente faible mais régulière.

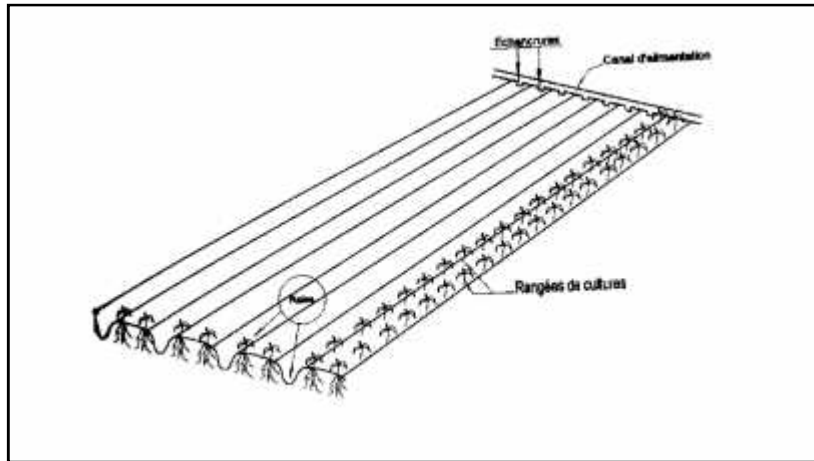
Les raies sont tracées suivant la ligne de plus grande pente du terrain pour des pentes  $< 02 \%$ . Pour des pentes  $> 02 \%$  les raies sont orientées obliquement par rapport à la ligne de plus grande pente.

La forme des sections des raies peut être triangulaire, trapézoïdale avec :

- Largeur : 25 à 40 cm.
- Profondeur : 15 à 30 cm.

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

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



**Fig. VII.2.** Irrigation à la raie

### c) Irrigation par submersion :

Dans cette technique l'eau submerge le terrain et s'y infiltre. Dans la pratique de la submersion, l'eau est apportée et répandue aussi vite que possible sur l'ensemble de la parcelle à irriguer avant la phase d'infiltration proprement dite. La pratique de la submersion, nécessite l'aménagement du terrain en bassins de submersion, avec des petites digues de 30 à 40 cm. de hauteur et une revanche minimum de 10 cm [7].

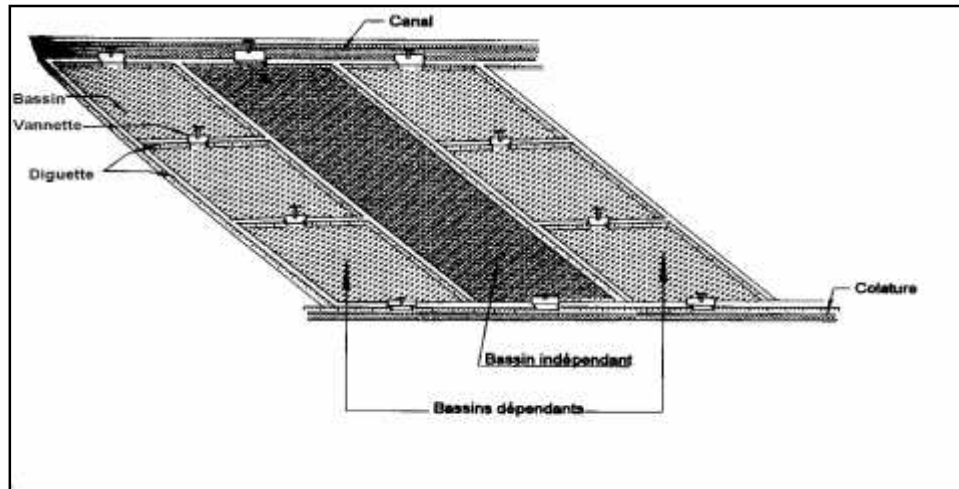
L'irrigation par submersion est une technique d'arrosage appliquée de préférence en terrain presque plat (moins de 0,1 % de pente).

L'uniformité de l'arrosage est directement liée à trois (03) facteurs :

- 1). Faible perméabilité (terrain très peu ou moyennement perméable)
- 2). Qualité du nivellement.
- 3). Fort débit d'apport.

La nécessité du nivellement implique généralement des travaux de terrassement importants et coûteux. Ce système d'irrigation s'emploie généralement dans les rizicultures. L'efficacité de la technique d'irrigation en submersion se situe entre 45 et 60%.





**Fig.VII.3.** Irrigation par submersion

**d) L'irrigation mixte (par intermittence):**

Il s'agit d'un ruissellement suivi d'une submersion. Les dispositions générales de ce mode d'irrigation sont identiques à celles que nous avons vu, mais lorsque l'eau atteint le niveau voulu dans le bassin, on continue à les alimenter en prenant soin d'évacuer les surplus. L'avantage de ce système est que l'eau est plus aérée apporte plus de matières nutritives et présente une température plus régulière ce qui peut être intéressant pour les cultures.

**VII.1.2. L'irrigation par aspersion**

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

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

Pour ce qui est de type de sol, l'irrigation par aspersion s'adapte à tous les types de sols ayant une bonne capacité d'infiltration ( $I > 4$  mm /h pour sols peu perméables, jusqu'à  $I < 50$  mm /h pour sols perméables). Dans le cas de sols très argileux et très peu perméables, l'irrigation par aspersion est déconseillée [8].

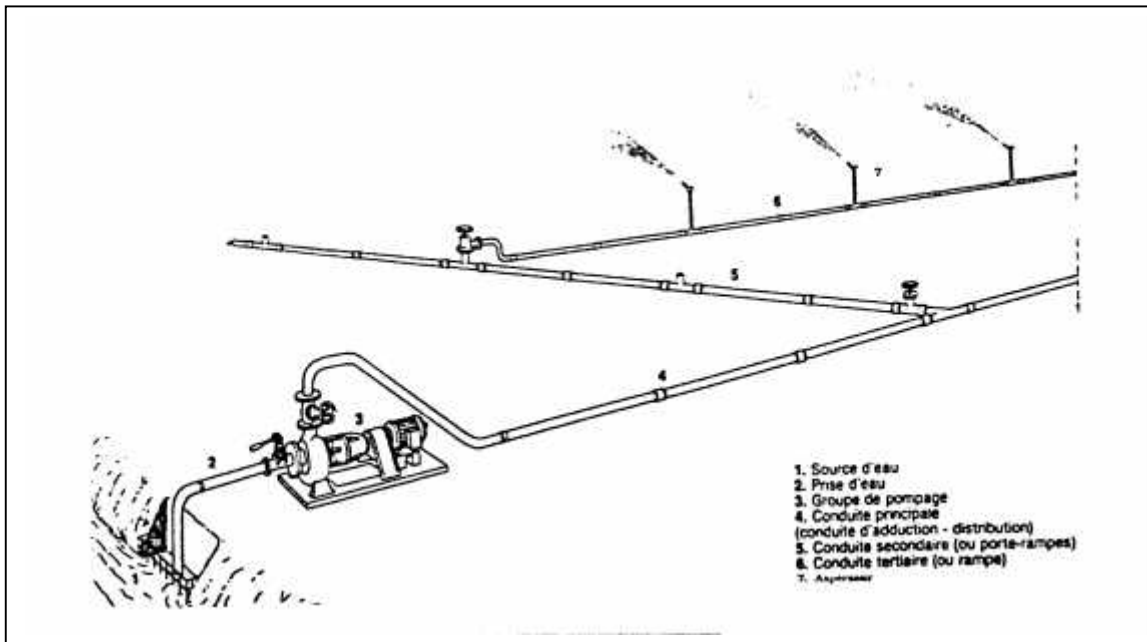
L'irrigation par aspersion présente une bonne efficacité située entre 65% à 85 %, essentiellement en fonction de la maîtrise technique des irrigants.

L'irrigation par aspersion est utilisée pour l'arrosage des cultures les plus diverses :

Fourragères, maraîchères, céréales, vergers, vigne, etc.

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

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



**Fig.VII.4.** Exemple d'une installation en aspersion

### VII.1.3.1) L'irrigation localisée

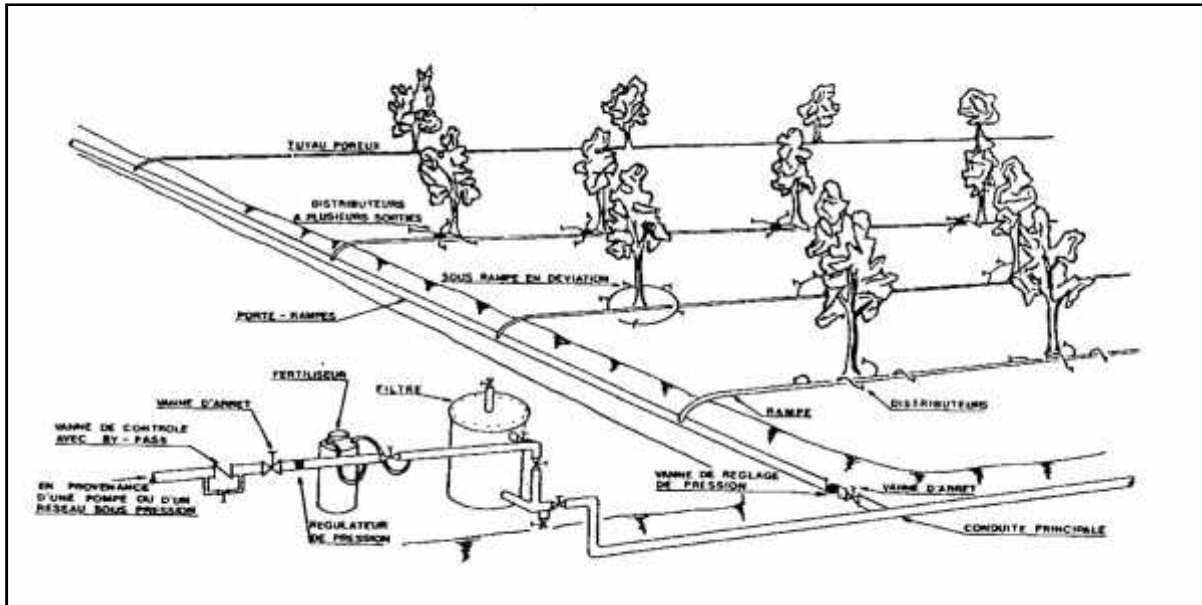
L'irrigation localisée ou micro-irrigation, est une méthode qui regroupe plusieurs systèmes de distribution de l'eau à la parcelle. Elle se caractérise par :

- La mise en place sur la parcelle d'un réseau de canalisation.
- Une discontinuité des points d'apport permettant de n'irriguer que les zones utiles à la plante.
- Des débits faibles généralement inférieurs à 100 l/h.
- Une distribution fréquente pour maintenir un certain volume d'eau à un niveau voisin de la capacité au champ.

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

L'efficacité de l'irrigation localisée est excellente. Elle est située entre 80% à 95%.

L'irrigation localisée est surtout pratiquée en cultures maraîchères ou fruitières.



FigVII.5. Partie essentielle d'une installation localisée

### 1.3.2. Composition D'une installation du système goutte à goutte

#### 1\* point de fourniture d'eau :

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

#### 2\* L'unité de tête :

Reliée au point de fourniture d'eau elle permet de réguler la pression et le débit, de filtrer l'eau et d'y introduire des éléments fertilisants. Parfois, des régulateurs de pression et des filtres secondaires sont placés en tête des portes rampes ou même des rampes [9].

Pour introduire des éléments fertilisants, on utilise le plus souvent un réservoir que l'on remplit d'engrais solubles (généralement l'azote) : c'est un petit récipient sous pression avec une entrée et une sortie. Une fraction du débit est dérivée de la conduite principale, envoyée dans le réservoir, s'y enrichit en engrais puis est réinjectée dans la conduite principale. Le filtre à sable (ou

à gravier), avec vannes permet un nettoyage par contre-courant. Quand l'eau contient beaucoup de sable, on doit installer des filtres spéciaux, appelés dessaleurs, qui fonctionnent suivant le principe au vortex.

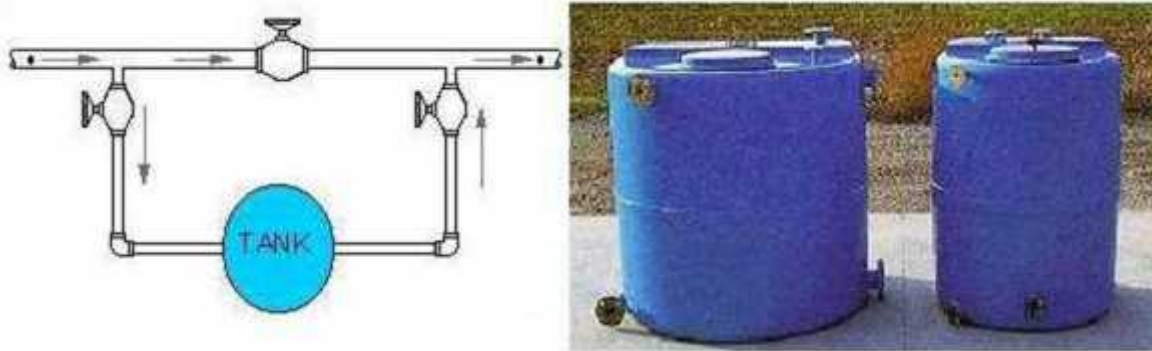


Fig. VII.6:Dilueur d'engrais

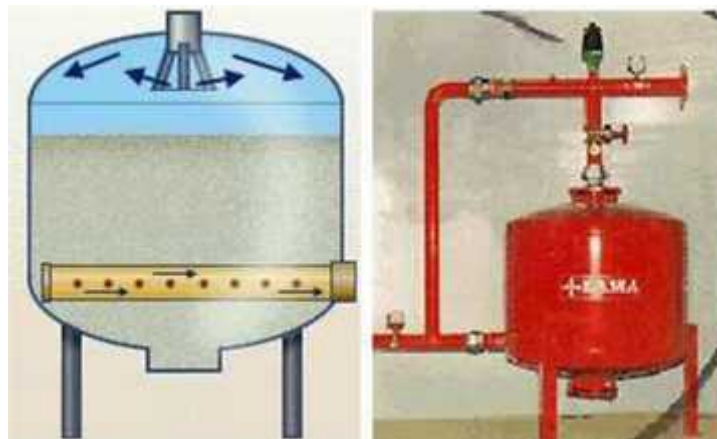


Fig. VII.2Filtre à gravier

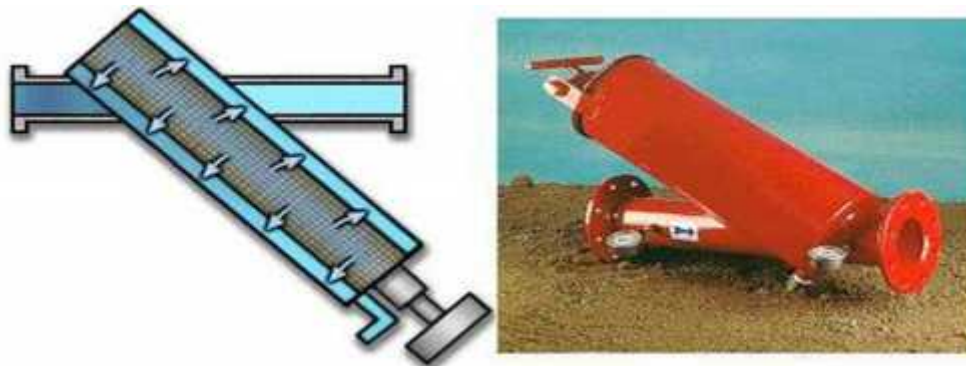


Fig. VII.8:Filtre à tamis

### 3- Description des conduites et rampes

Le système d'irrigation est composé de canalisations suivantes :

- **La conduite principale :**

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

- **Le porte-rampes :**

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

- **Les rampes :**

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

- **Les distributeurs :**

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



**Figure**

**VII.10: Exemple**

## d'un goutteur

### 4- Différents types de distributeurs

-**Goutteurs**: les plus utilisés ont des débits de 2 l/h pour les cultures maraîchères et de 4 l/h pour les cultures arboricoles. Ils sont placés en dérivation, en ligne ou intégrés dans les rampes.

-**Gaines**: destinée aux cultures maraîchères, peut être utilisée pour les vergers; elles assurent conjointement un rôle de transport et de distributeur [10].

- **Tubes poreux**: la paroi à structure poreuse laisse passer l'eau, ils sont généralement enterrés.

-**Mini diffuseurs**: ils sont toujours placés en dérivation, fixés directement sur la rampe, fonctionnent comme de petits asperseurs statiques ne couvrant qu'une partie de la surface du sol au voisinage des cultures.

### 5-Qualité de l'eau:

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

Dans ce cas, on utilisera essentiellement des goutteurs en ligne à cheminement long non uniforme, ayant un débit de 4 l/h.

## VII.2) Choix de la technique d'arrosage

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de connaître toutes les contraintes de chaque type d'arrosage.

Une analyse multicritères des techniques d'arrosage basée sur différentes contraintes est nécessaire pour aboutir au choix de la technique d'irrigation la plus adéquate pour la zone considérée, notre analyse est détaillée comme suit :

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

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

**Remarque :**

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

++: Adapté ; +++: Très Adapté

**VII.3. Conclusion**

Il existe une multitude de système d'irrigation que l'ingénieur doit analyser et choisir. Dans notre projet, compte tenu des critères détaillés dans le tableau précédent, on opte pour le système d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte, ces deux systèmes présentent la meilleure efficacité en eau, indispensable dans une zone semi-aride (wilaya d'Oum El Bouaghi) et permettent de meilleurs rendements des cultures.



# **Chapitre VIII**

## **Dimensionnement a la parcelle**

## Chapitre VIII : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation

### VIII.1 Introduction

Tel qu'énoncé dans le chapitre précédent, l'aspersion et l'irrigation localisée représentent deux techniques qui doivent être vulgarisées dans la région d'Oum El Bouaghi, et cela vu leurs avantages sur les rendements des cultures.

L'irrigation gravitaire reste encore trop consommatrice en volume d'eau, en particulier pour l'arboriculture, et reste inappropriée pour la céréaliculture.

#### 1.2) – Les différents dispositifs de l'irrigation par aspersion

On peut classer les équipements d'irrigation par aspersion en deux (02) types : les couvertures d'asperseurs et les machines à irriguer.

##### 2.1)-Couverture totale

Avec la couverture totale, le champ est entièrement couvert de rampes. En cours de saison, on déplace manuellement les cannes munies de leurs asperseurs d'un poste à l'autre tout le long de la rampe [7]. Etant donné que chaque rampe n'alimente qu'un asperseur à un instant donné, on utilise des tuyaux de faible diamètre et de faible coût. En outre le déplacement de matériel à effectuer ne représente pas un travail trop considérable.

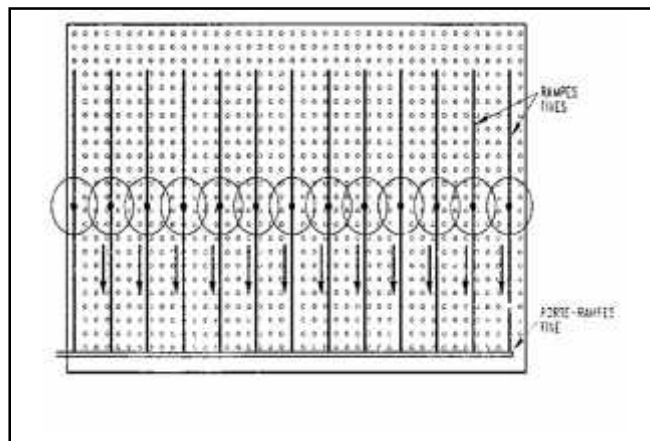


Fig VIII.1. Exemple d'une couverture totale

##### 2.2) – Couverture intégrale

La couverture intégrale consiste à disposer les rampes sur la parcelle et à les équiper de l'ensemble des asperseurs, en début de campagne.

Une fois posé, l'ensemble n'est plus déplacé pendant toute la saison d'irrigation.

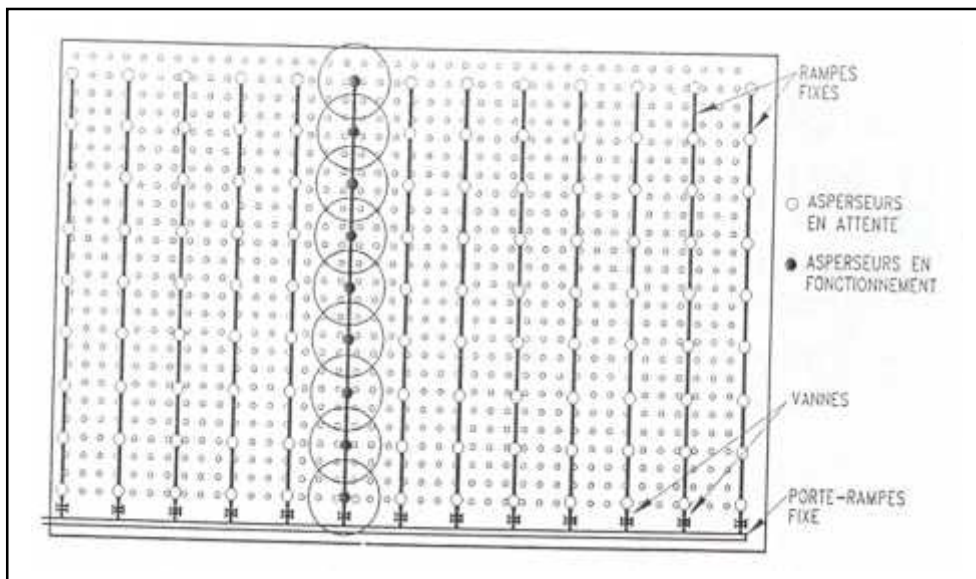


Fig VIII.2. Exemple d'une couverture intégrale

## VIII.2) Facteurs déterminant les performances d'un arroseur par aspersion

### A) buse de l'arroseur

Le débit d'un arroseur est directement lié au diamètre de la buse, dont il est équipé. Dans de l'irrigation par aspersion, le diamètre varie de 2 à 30 mm [9]

### B) pression

Pour une même buse, le débit et la portée de l'arroseur augmentent avec la pression. L'arrosage par aspersion exige une pression de service minimale de 3 bars.

### C) Pluviométrie horaire :

La vitesse d'arrosage (pluviométrie horaire) dépend essentiellement de la nature du sol, de la couverture végétale, et de la topographie. Elle est exprimée comme suite :

$$\text{Où } p = \left( \frac{1000 * Q}{S} \right) \dots \dots \dots (4)$$

P : pluviométrie horaire (mm/h)

Q : débit d'appareil (m<sup>3</sup>/h).

S : surface circulaire couverte par l'appareil en m<sup>2</sup>.

P : peut varier de quelque mm /h à plusieurs dizaines de mm/h suivant les appareils (elle varie souvent de 2 à 15 mm/h).

**D) Portée du jet**

C'est la distance de l'appareil au point du rayon arrosé. Elle peut être exprimée quelque soit la forme du diamètre d'arroseur.

La portée R permet de définir la surface circulaire arrosée S par l'appareil, pour les petit asperseur le jet varie de 6m à 20 m.

$S = \pi R^2$ , R varie de quelques mètres jusqu'à 80 m suivant le type d'appareil, ou S varie de dizaine de m<sup>2</sup> a quelques hectares pour les grandes canons.

**VII.3 Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par Aspersion**

Le dimensionnement par aspersion, nécessite au préalable de quantifier certains paramètres nécessaires à la mise en œuvre de cette technique.

**Données générales**

**-Choix de la culture** : étant donné les cultures mises en places et très appréciées dans la région, nous avons choisi l'irrigation du blé (Triticum ) par aspersion. En effet, le blé est cultivé d'une manière très extensive, l'irrigation par aspersion peut contribuer à augmenter les rendements de cette culture.

**-Choix de l'ilot** : l'ilot choisi pour l'arrosage par aspersion est l'ilot N°6 d'une superficie de 4.62 ha (296x151m) il dispose d'une pression aux bornes de 5 bars.

**-Choix du mode de couverture** : pour des raisons économiques, on adopte pour la couverture totale.

**Temps de travail** : 20 heures par jour, et 25 jours par mois

**Besoins en de pointes** : 139.31 mm

**Perméabilité du sol** : le sol est de type limoneux-argileux avec une permeabilité estimée de :  
K= 7mm/h.

**Dose pratique** : RFU : elle est calculée comme suit :

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

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

Da : densité apparente : égale à 1.1

Z : profondeur d'enracinement mm (70 cm pour le blé)

H<sub>cc</sub> : humidité à la capacité au champ (26%)

H<sub>pf</sub> : humidité au point de flétrissement (17%).

**A) Dimensionnement théorique****Le diamètre de l'ajutage :**

La perméabilité du sol  $K = 7 \text{ mm/h}$ .

On pose  $p = k$  tel que  $p$  : pluviométrie de la buse.

Le diamètre de la buse se calcul, par la relation 29 :

$$p = \frac{1.5 \cdot d}{1.04} \dots\dots\dots(29)$$

$$\text{D'où : } d = \frac{7 \cdot 1,04}{1,5} = 4,85 \text{ m}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type PERROT (ANNEX 2), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 4.8 mm.

**La portée du jet (L)**

La portée du jet se calcule par l'équation suivante :

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25} \dots\dots\dots(30)$$

Ou  $d$  : diamètre de la buse (mm)

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

$$L = 3 \cdot 4.80^{0,5} \cdot 30^{0,25} = 15.38 \text{ m}$$

Théoriquement, cette formule est valable, mais demande encore plus de précision en fonction du diamètre choisi et recommandé par le fournisseur. D'après le catalogue (voir annexe I), pour le diamètre de la buse de 4,80mm à une pression minimale de 3 bars (fixé au niveau de la borne) la portée calculée est de 15,5m.

**Ecartements entre les rampes et arroseurs :**

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

El entre les lignes d'arrosage : 1,3 (vent faible) à 1,02 L (vent fort).

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

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent ( $< 10 \text{ Km/h}$ ).

Notre zone d'étude présente des vitesses pour des vents faibles de l'ordre de  $2,45 \text{ m/s} = 8.6 \text{ Km/h}$ , donc on prend les valeurs suivantes :

$$E_l = 1,25 \cdot 15,5 = 19,37m$$

$$E_a = 0,82 \cdot 15,5 = 12,71m$$

On prend les valeurs normalisées des écartements.

El=18m, Ea=12m.

### Débit de l'asperseur

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

$$q = 0,95 \cdot \frac{f \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot (4,80 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 30} = 0,0004 m^3/s$$

Avec q débit de l'asperseur (m<sup>3</sup>/s).

### Vérification de la pluviométrie de la buse :

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

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

$$D'où p = \frac{1,5}{18 \cdot 12} = 6,9 mm/h$$

Donc le diamètre de la buse choisi assurera une pluviométrie **P K=7mm/h.**

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

$$T = \frac{dose}{p}$$

tel que:

**La dose d'irrigation =RFU/0.75**

$$Dose=46,43/0,75= 61,91 \text{ mm}$$

P=7mm/h d'où

$$T = \frac{61,91}{7} = 8,84 \text{ heures}$$

Donc on pourra adapter deux positions par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement d'un 18 h

**Nombre d'irrigation par mois :**

Le nombre d'irrigation par mois se calcule comme suit :

$$\text{Nbre d'irrigation par mois} = \frac{\text{besoins nets}}{\text{Dose - nette}} = 139.31/46.43=3.0$$

Dans ce cas, on irrigue 3 fois par mois, c'est à dire 1 fois chaque 10 jours

**Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :**

$V = \text{nbr de position par jour} * \text{nbr d'irrigation par mois} * \text{Dose} * E_a * E_l$

$$V = (2 * 25 * 61.91 * 12 * 18) / 1000 = 668.61 \text{ m}^3$$

**Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle :**

$V_t = \text{besoins mensuelle en eau} * \text{surface}$

$$V_t = 139.331 / 1000 * 296 * 150 = 6185.36 \text{ m}^3$$

**Nombre d'asperseur fonctionnant simultanément**

$$= V_t / V_{asp} = 6185.36 / 668.61 = 9.25 = 10 \text{ asperseurs}$$

**Nombre de position des rampes :**

$$N_r = \frac{L_r}{E_l} = \frac{150}{18} \approx 8$$

$L_r$ : largeur du terrain = 150 m,  $E$  espacement entre les rampe (=18m).

Le nombre de poste égale à **8 postes**.

**Nombre d'asperseurs (maximal)**

$N_{asp} = (\text{surface à arrosée (m}^2) / (\text{implantation} * \text{nombre de poste} / \text{tours d'eau})$

$$\text{Surface} = 296 * 150 = 44\,400 \text{ m}^2$$

$$\text{Implantation} = 12 * 18 = 216 \text{ m}^2.$$

Nombre de poste /tour d'eau =2

$$N_{asp} = \frac{44400}{12 * 18 * 2} = 103 \text{ asperseurs}$$

### VIII.4 Dimensionnement hydraulique des rampes

Calcul des pertes de charge :

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les tubes est calculée généralement par une formule de type Manning :

$$j = a \frac{Q^b}{D^c}$$

Avec :  $j$  : perte de charge unitaire en m/m

$Q$  : débit en m<sup>3</sup>/s.

$D$  : diamètre de la canalisation en m.

La formule de Manning correspond aux paramètres suivants :

$$a=10.294 \text{ n}^2 ; \quad b=2 ; \quad c=5.333$$

Soit une rampe équipée de  $m$  asperseurs, implantés à un écartement  $E$ , avec un asperseur disposé à une distance  $E$  du début de la rampe.

L'estimation des pertes de charge totale dans la rampe peut être estimée par deux méthodes :

- **a) La méthode itérative :**

$$\Delta H = \left[ \frac{a \cdot Q^b}{D^c} \right] \cdot E \cdot \frac{1}{m^b} \sum_{i=1}^m i^b$$

Le premier terme entre crochets représente la perte de charge unitaire  $j$  provoquée par le débit  $Q$  entrant dans la rampe de diamètre  $D$  [9].

Le deuxième terme peut définir une longueur fictive de la rampe  $L_f$ , par laquelle il suffit de multiplier la perte de charge unitaire  $j$  pour obtenir la perte de charge totale de la rampe.

$$\Delta H = j \cdot L_f$$

Soit  $F_c$  le rapport entre la longueur réelle de la rampe et la longueur fictive qui s'écrira :

$$F_c = \frac{1}{m^{b+1}} \sum_{i=1}^m i^b$$

Cette équation peut être remplacée par une bonne approximation qui s'écrit

$$F_c = \frac{1}{b+1} + \frac{1}{2 \cdot m} + \frac{\sqrt{b-1}}{6 \cdot m^2}$$

Dans notre cas le premier asperseur d'une rampe va être disposé à une distance de son origine égale à la moitié de l'écartement  $E$ . le rapport  $L_f/L_r$  vaudra



$$Fm = \frac{Fc - \frac{1}{2 \cdot m}}{1 - \frac{1}{2 \cdot m}}$$

L'application de la règle de Christiansen conduit à imposer une perte de charge maximale de 20% de la pression de fonctionnement (P=3bars, =30m) entre le premier asperseur et l'asperseur le plus défavorisé, soit  $H = 6m$ .

- **b) La méthode basée sur les vitesses dans la rampe**

**Longueur de la rampe  $L =$  longueur de terrain /2 -  $Ea/2 = 296/2 - 12/2 = 142 m$ .**

**Nombre d'asperseur par rampe :**

$N_{asp / ramp} =$  longueur de la rampe /  $Ea = (142 / 12) + 1 = 13 asp$ .

**Nombre de rampes qui travaillent en même temps**

$Nr_w = N_{ach} / (nbr\ asp / rampe) = 10/13 = 1 rampe$

On travaille avec une (1) seule rampe

Calcul du débit de rampe = le débit de l'asperseur  $\times$  le nombre d'asperseur/ rampe.

Le débit de la rampe =  $1,50 \times 13 = 19,52 m^3/h$ .

Donc le débit d'installation égale à  $19,52 \times 1 = 51,05 m^3/h (5,42/s)$ .

**Nombre de position de la rampe**

$N_{position} = (largeur\ de\ terrain / El) \times 2 = 8 positions$

**Diamètre de la rampe :**

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

Avec  $V$  : vitesse de l'écoulement à travers la rampe

Ou :  $V \in V_{ADM} ; V_{adm} \in [0,5 \div 2,5] m/s$

On suppose que  $V = 1,5 m/s$  et on calcule  $D_R$

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,42 \cdot 10^{-3}}{f \cdot 1,5}} = 0,067 m = 67 mm,$$

Les conduites en PEHD disponibles sur le marché ont les diamètres suivants : 50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 ; 125 ; 160 et 200mm. Le diamètre normalisé ( $D_R = 75 mm$ ).annexe 2  
Si on prend le diamètre normalisé ( $D_R = 75 mm$ ).

La nouvelle vitesse sera

$$v = \frac{4 * Q}{f * d^2} = \frac{4 * 5.42 * 10^{-3}}{f * (75 * 10^{-3})^2} = 1.22 \text{ m/s} \text{ Ce qui est conforme.}$$

### Dimensionnement du Porte-rampe

La longueur de la conduite d'approche est calculée par :

$$L_r = 150 - 18/2 = 141 \text{ m}$$

### Dimensionnement du porte rampe : On recalcule avec le porte-rampe

$$Q_{\text{rampe}} = Q_{\text{asp}} * n_{\text{asp/rampe}} * N_{\text{rampe}} \quad Q = 0.00542 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

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

$$D_R = \sqrt{\frac{4.5.42.10^{-3}}{f.1.5}} = 0,067 \text{ m} = 67 \text{ mm},$$

On prend le diamètre normalisé ( $D_R = 75 \text{ mm}$ ).

Cependant, les pertes de charges dépassent les normes de Christiansen. On prend donc un diamètre du porte rampe de 110 mm.

Les pertes de charges totales pour les rampes sont de 5.25m et 0.67 m pour le porte rampe.

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 * Q}{f * d^2} = \frac{4 * 5.42 * 10^{-3}}{f * (110 * 10^{-3})^2} = 0.57 \text{ m/s}$$

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant

Tableau 3 : Résultat de calcul pratique d'aspersion

Paramètres	Porte Rampe	Rampe
Longueur (m)	141	142
Diamètre (mm)	110	75
Débit (m <sup>3</sup> /h)	19.52	19.52
Vitesse réelle (m/s)	0.57	1.22
Perte de charge totale (m)	0.67	5.25

$H_t = 0.67 + 5.25 = 5.93 \text{ m}$  de perte de charge, la règle de Christiansen est donc respectée.

**Calcul de la pression à la tête de la parcelle:**

C'est la pression nécessaire pour le bon fonctionnement du dernier asperseur.

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

H : pression à la tête de la parcelle.

H1 : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).

H2 : perte de charge totale de la rampe

H3 : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H=30+5.93+0=36.0\text{m.}$$

P=3,6 bar, ce qui est suffisant et disponible pour la borne d'irrigation de notre ilot.

**VIII.4 Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte**

Cette deuxième partie concerne le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée (le système goutte à goutte), dont les principales caractéristiques ont été définies précédemment. Pour ce projet, nous avons choisi d'étudier la culture d'olivier qui connaît un engouement dans la wilaya d'Oum El Bouaghi, et cela vu les qualités agronomiques et commerciales de cette culture.

**VIII.4.1 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 [10]

Le réseau d'irrigation sera installé sur la 11-b parcelle l'ilot N°11 alimentée par la borne N°11 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 3.2 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 5.53 et présente une forme relativement rectangulaire.

**Culture :** Olivier

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m

**Caractéristique du goutteur :**

- Débit nominal : 4l/h
- Pression nominal : 10 m.c.e

- Espacement des goutteurs : 1 m
- Le nombre de goutteur par arbre : 2

#### VIII.4.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

##### - 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 [11] :

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

$K_r$  dépend du taux de couverture du sol ( $C_s = 60\%$ ) par les plantes adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après [7]:

- KELLER et KARMELI (1974) :

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

- La formule de Freeman et Garzoli :

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

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0.1 + C_s$$

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

$K_r = 0.71$  selon Keller et Karmeli

$K_r = 0.80$  selon Freeman et Garzoli

$K_r = 0.70$  selon Decroix (CTGREF)

On prendra un coefficient  $K_r = 0.80$

$B_{ji} = B_j * K_r$

$B_{ji} = 4.85 * 0.8 = 3.84 \text{ mm/j}$

#### VIII.4.3. Dose nette pratique :

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire. La différence par rapport aux autres systèmes (gravitaire ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur  $h$  (Ollier & Poirée, 1981).

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

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot P\% = RFU \cdot P\%$$

Tel que : H<sub>cc</sub> : humidité à la capacité au champ (26%)

H<sub>pf</sub> : humidité au point de flétrissement (17%)

Y : degré d'extraction de l'eau du sol (2/3)

Z : profondeur d'enracinement en (1200 mm)

P : Pourcentage du sol humidifié

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

P : Volume du sol humidifié

N : Nombre de point de distribution par arbre

S<sub>pd</sub> : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre

S<sub>h</sub> : Largeur de la bande humidifiée

S<sub>r</sub> : Ecartement entre rangs d'arbre

S<sub>a</sub> : espacement des arbres sur les rangs

$$P = 25\%$$

H<sub>cc</sub> = 26 % et H<sub>pf</sub> = 17 %

Z : 1200mm

Y : 2/3.

Donc :

$$D_p = (0.26 - 0.17) \cdot 1200 \cdot 2/3 \cdot 1.1 = 79.20 \text{ mm.}$$

$$D_p = 79.28 \text{ mm}$$

## 2. Calcul de la dose brute :

$$D_{brute} = \frac{D_p \cdot 0.25}{C_u \cdot eff} = \frac{79.28 \cdot 0.25}{0.9 \cdot 0.9} = 24.40 \text{ mm / mois}$$

C<sub>u</sub> : coefficient d'uniformité C<sub>u</sub>=90%

Eff : efficience du réseau d'irrigation Eff=90%

## 3. Fréquence des arrosages :

La fréquence d'arrosage est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{B_{jl}} = \frac{19.8}{3.84} = 5.15 \text{ jour}$$

Donc on prend Fr = 5 jours.

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

On recalcule la nouvelle dose réelle :

$$D_r = 5 * 3.84 = \mathbf{19.22 \text{ mm}}$$

Et la dose brute :

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_u * eff} = \frac{19.22}{0.9 * 0.9} = \mathbf{23.73 \text{ mm}}$$

#### 4. Durée d'arrosage par mois :

$$\theta = \frac{D_n * S_a * S_r}{n * qg} = \frac{23.72 * 4 * 4}{4 * 2} = 47.46 \text{ heures/mois}$$

#### 5. Durée d'arrosage journalier :

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} = \frac{47.46}{5} = 9.45 \text{ heures/jour}$$

#### 6. Nombre de poste :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{20}{9.45} = 2 \text{ postes}$$

#### 7. Surface du poste :

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = \frac{5.53}{2} = 2.765 \text{ a}$$

A partir de cette surface, on peut déduire les dimensions nécessaires des rampes et porte rampes.

### VIII.4.4. Calculs hydrauliques

#### 1. Conditions hydrauliques de base

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

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

La variation maximale de la pression

$$q = K.H^x \quad \text{avec } x=0.5 \text{ (caractéristique du gutteur)}$$

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

Telle que :  $q(g)$  : débit nominal du goutteur

$H(n)$  pression nominal

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

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

## 2. Le débit :

$$Q_r = Q_g * N_r$$

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

Avec:

.  $Q_r$  : Débit de rampe

.  $Q_g$ : Débit du goutteur

.  $N_g/r$  : Nombre des goutteurs par rampe

.  $N_r$  : Nombre des rampes

$Q_{pr}$ : Débit de porte rampe

La longueur de la rampe: 160 m

La longueur de la porte rampe: 175m

La longueur de la conduite secondaire : 50m

### 2.1.1. Le nombre d'arbres par rampe:

$$N \text{ arbres} = L_r / E_r = 160/4 = 40 \text{ arbres}$$

### 2.1.2. Nombre des goutteurs par rampe:

$$N = N_{\text{arbres}} * n = 40 * 2 = 80 \text{ goutteurs}$$

### 2.1.3. Le nombre des rampes:

$$N_r = L_{pr} / E_r = 175/4 = 43 \text{ rampes}$$

**2.1.4. Débit de la rampe**

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 4 * 80 = 320 \text{ l/h}$$

**2.1.5. Débit de la porte rampe:**

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 38 * 320 = 13760 \text{ l/h}$$

**2.1.6. Nombre de porte rampe:**

$$N_{pr} = 1 \text{ (1 seul porte rampe)}$$

**2.1.7. Débit de la conduite secondaire**

$$Q_{csl} = Q_{pr} * N_{pr} = 13760 * 1 = 13760 \text{ l/h}$$

**VIII.4.5. Dimensionnement des canalisations du réseau :**

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

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

$$\varnothing_{r \text{ cal}} = \frac{P.d.c \ r * 2.75^{-\frac{1}{4.75}}}{0.478 * Q \ r^{1.75} L(r)}$$

$$\varnothing_{pr \text{ cal}} = \frac{P.d.c \ pr * 2.75^{-\frac{1}{4.75}}}{0.478 * Q \ pr^{1.75} L(pr)}$$

Avec :

- Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe
- Q(r) : le débit de la rampe en l/h
- L(r) : la longueur de la rampe en m
- Ør (cal) : le diamètre de rampes
- Øpr (cal) : le diamètre de porte rampe

**VIII.4.6. Vérification des pertes de charges :**

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, on applique la formule de « Tison » [9], [12].

La perte de charge unitaire



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

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

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

Ou : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

#### VIII.4.7. Calcul de Diamètre de la rampe :

Culture	Surface (m <sup>2</sup> )	Lr (m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m) P. charge linéaire	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	Hcal (m)
Olivier	55 300	160	4	320	1.2	10.6	16	0.44	<b>0.47</b>

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 1.2 mce (hr max).

#### VIII.4.8. Calcul de Diamètre de la porte rampe :

Culture	Surface m <sup>2</sup>	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
Olivier	55 300	175	43	13760	0.6	76.5	90	0.60	0.56

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 0.6 mce (hpr max).

D'après les deux tableaux précédents, on voit que les pertes de charges totales n'ont pas dépassé la limite imposée par la règle de Christiansen.

#### VIII.4.9. Calcul des diamètres des conduites secondaires :

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

$$D = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V} \text{ avec : } Q : \text{débit de la conduite considérée (m}^3\text{/s);}$$

V : vitesse d'écoulement (m/s).

**VIII.4.10. Calcul de diamètre de conduites secondaires :**

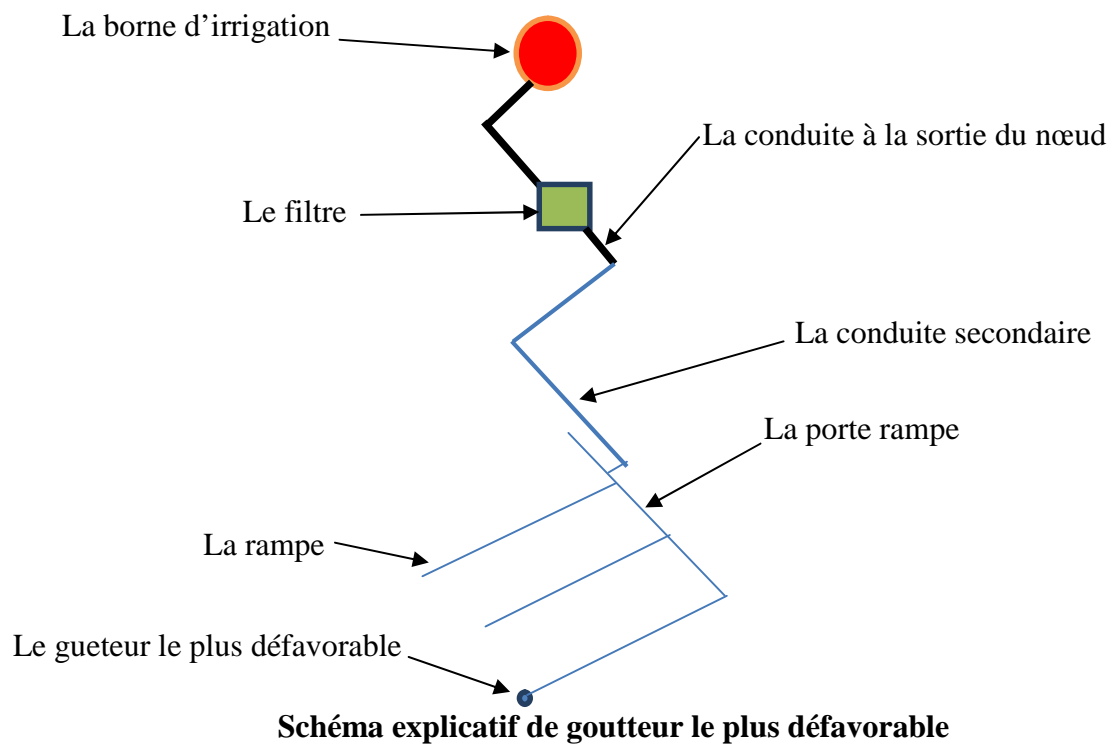
Culture	Surface m <sup>2</sup>	L(m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	55 300	50	0.0038	1.05	68.0	90	0.6	0.079

**VIII.4.11. Calcul de diamètre de la conduite principale à la sortie de la borne:**

L(m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	h cal(m)
13	0.0038	1.05	68	90	0.6	0.002

**VIII.4.12. La pression d'eau à la borne de distribution :**

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



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

	<b>La rampe</b>	<b>Porte rampe</b>	<b>Conduite secondaire</b>	<b>Conduite de sortie</b>
<b>Longueur(m)</b>	160	175	50	13
<b>Diamètre(m)</b>	16	90	90	90
<b>Débit (m<sup>3</sup>/s)</b>	8.88 10 <sup>-5</sup>	0.004	0.004	0.004
<b>Pertes de charge(m)</b>	0.47	0.56	0.079	0.02

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.

$$h = 10 + 0.46 + 0.56 + 0.079 + 0.002 = \mathbf{11.13m.}$$

### VIII.5 Conclusion

Dans ce chapitre, il est question de l'étude du dimensionnement à la parcelle, deux systèmes ont été étudiés : l'aspersion et le goutte à goutte.

Pour ce qui est du réseau d'irrigation par aspersion, deux contraintes doivent être prises en compte : la perméabilité du sol et la vitesse du vent. Dans notre cas, nous avons dimensionné une parcelle de blé. Cette culture est appréciée à Oum El Bouaghi mais elle est cultivée de façon extensive.

Pour l'irrigation localisée (goutte à goutte), le dimensionnement prend en considération des facteurs agronomiques et hydrauliques. Dans notre thèse, nous avons étudié l'irrigation goutte à goutte d'une parcelle d'oliviers.

Enfin, on doit noter que le pilotage d'irrigation est nécessaire pour une bonne gestion d'un réseau d'irrigation et une utilisation rationnelle de l'eau.

# **Chapitre IX**

## **Estimation de projet**

## Chapitre IX Calcul technico-économique

### Introduction

L'étude du devis quantitatif et estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation du projet d'irrigation projeté, ce calcul consiste à déterminer les quantités de tout le matériel ainsi que les différentes opérations à effectuer sur le terrain. Pour notre projet on a les travaux suivants :

- Le réseau de distribution.
- Le réseau d'irrigation.
- La conduite d'adduction.

L'objectif de ce chapitre est donc l'évaluation du coût estimatif de notre projet, il sera fait exclusivement pour l'irrigation goutte à goutte.

### IX.1. Devis du réseau d'irrigation localisée.

Le quantitatif total des pièces est présenté dans le tableau suivant :

**Tableau IX.1.** Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation :

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
TubeØ110 PEHD	m/l	124,02	632,3	78417,846
TubeØ130 PEBD	m/l	57,59	1132,24	65205,7016
TubeØ160 PEBD	m/l	1329,67	1361,17	1809906,914
TubeØ200 PEHD	m/l	745,13	2932,06	2184765,868
TubeØ250 PEHD	m/l	1001,79	3519,72	3526020,299
TubeØ315 PEBD	m/l	788,26	4508,21	3553641,615
TubeØ400 PEHD	m/l	325	6007,06	1952294,5
TubeØ500 PEHD	m/l	1001,16	8117,61	8127026,428
TubeØ600 PEBD	m/l	1145	11980,53	13717706,85
Vanne Ø110	U	1004	12000	12048000
Vanne Ø150	U	82	14000	1148000
Vanne Ø90	U	12	4500	54000
Goutteur réglable	U	6344	6,13	38888.72
Asperseur	U	12	600	7200
Filtre à tamis métallique	U	1	13500	31200
Manomètre glycérine 10bars	U	1	832,92	13500
<b>TOTAL 1</b>				<b>48325407.66</b>

## IX.2. Factures pro-forma de réseau d'irrigation, conduite principale et réseau distribution

### IX.2.1. Calcul du volume de terrassement

#### IX.2.1.a. Largeur du fond de la tranchée

La largeur d'ouverture de tranchée est obtenue par la formule :

$$B = d + (0.5-1.2)$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

#### 2.1. b. profondeur de la tranchée

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

2

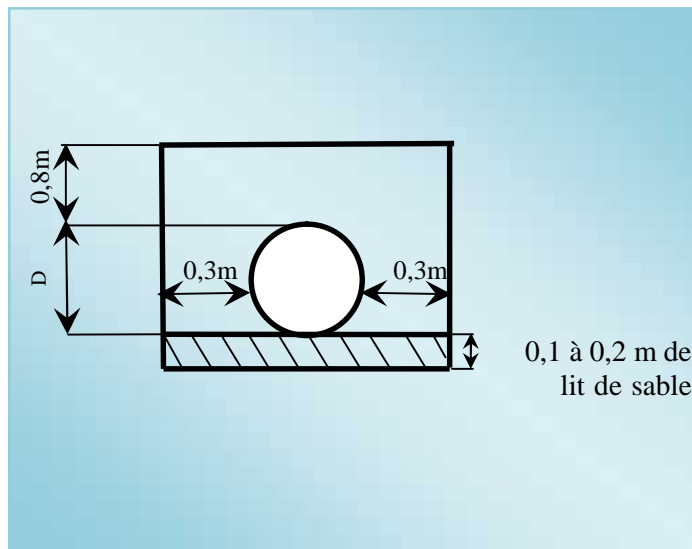


Figure IX.1 : Schéma d'une tranchée

$$H = e + d + h \quad (\text{m})$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur de lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite.

**IX.2.2.la conduite principale****IX.2.2.a. Calcul du volume de déblai**

La surface à calculer est la surface rectangulaire

$$S=B*H$$

$$B = d + (0.5-1.2)$$

$$\text{Donc : } B=1+ \emptyset$$

$$H= 1+ \emptyset \text{ m}$$

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau V-2

**Tableau IX.2:** calcul du volume de déblai

Diamètre (mm)	Longueur	largueur	Hauteur de	Volume de déblai
	de la conduite (m)	d'une tranchée b :(m)	La tranchée(m)	(m3)
600	1145	1	1.2	1374

**IX.2.2.b. Calcul du volume de lit de sable**

Ce lit correspond à une couche de sable de 12cm sur le fond de la tranché, donc c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule cette surface en utilisant la formule suivante

$$V= e*b*L$$

**Tableau IX.3.**calcul du volume de sable

Hauteur (m)	Longueur(m)	Largeur(m)	Volume (m 3)
0.12	1145	1	137.4

**IX.2.2.c. Calcul du volume de remblai**

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai, c'est le volume qu'occupe la conduite et le volume occupé par le lit de sable ;

$$V_r = V_d-(V+V_s)$$

$V_r$  : Volume du remblai compacté (m<sup>3</sup>)

$V_d$  : Volume du déblai (m<sup>3</sup>)

$V_s$  : Volume du sable

$V$  : Volume occupé par la conduite (m<sup>3</sup>) ;  $V = L*\left(\frac{\pi D^2}{4}\right)$

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Dont les volumes des travaux pour la conduite sont représentés dans le tableau V-4.

**Tableau IX.4 .Calcul du volume de remblai**

Diamètre (mm)	Déblai (m3)	Conduite (m3)	Sable (m3)	Remblai (m3)
600	829.2	575.248	137.4	116.552

### IX. 2.3. Devis estimatif pour le terrassement de la conduite principale

**Tableau IX.5.**Factures pro-forma terrassement, conduite principale, réseau distribution et système d'addiction.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
1) déblai en terrain	m3	1374	300	412200
2) lit de sable	m3	137.4	800	109920
3) remblaiement de la tranchée	m3	116.552	200	23310,4
TOTAL 02				545430.4

### IX.2.4.Devis estimatif total

$$D=\text{total 01}+\text{total 02}= 48870838.06 \text{ DA}$$

#### N.B

La référence des prix pour la projection du réseau d'irrigation a été fournie par le représentant commercial de S.T.P.M CHIALI.

### Conclusion

On constate que le coût de la projection du réseau d'irrigation localisée est élevé, comme c'était déjà cité cette élévation de coût est due aux équipements qui sont relativement onéreux (système de fertilisation et filtration). Cependant, on doit noter que le réseau goutte à goutte est rentable à moyen terme.



### **Conclusion générale**

L'objectif de notre présent travail est l'introduction de la technique d'arrosage performante dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel dans une telle étude.

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat semi-aride et l'analyse du sol nous a conduit vers des aptitudes culturales représentées par les cultures maraichères et céréalières. Suivant les résultats caractérisant la région, nous avons choisi les cultures adaptées avec les données climatique et agro pédologiques.

La détermination des besoins en eau d'irrigation nous a permis de quantifier le débit du réseau du périmètre de Ain Kercha (Partie Est) et d'estimer les volumes en eau nécessaires.

Suivant les parcelles et les débits alloués à chacune, nous avons opté pour l'irrigation par aspersion et par goutte à goutte.

D'autre part, on peut dire que ces techniques d'arrosages sont plus adaptées dans notre pays d'après le contexte actuel de la sécheresse des dernières années et le développement au niveau de l'économie nationale.

Nous espérons que ce mémoire aura une suite, c'est-à-dire une vulgarisation de l'irrigation moderne (Aspersion et goutte à goutte), car le développement de la région de Ain Kercha et de la wilaya d'Oum El Bouaghi est tributaire d'une bonne technique d'irrigation.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] L.S.BAHBOUH, 2003 : Cours et travaux pratiques d'agro-pédologie, 3<sup>ème</sup> Année ENSH, Blida ;
- [2] B. TOUAIBIA . (2004). (Cours d'Hydrologie 3ème Année et Régularisation des débits 4ème année).
- [3] Bulletin N°30 FAO Calcul des besoins en eau des cultures
- [4] Bulletin DE FAO N° 24 Les besoins en eau des cultures, 1975 (A C\* E F)
- [5] A. Oudina (2008) : Irrigation du périmètre Tafna Isser à partir du barrage Hammam Boughrara, Dimensionnement de l'adduction.
- [6] T.BENDADA (2013) : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre Tlaghma- Secteur Sud- (Wilaya de Mila) d'une superficie de 358 ha. À partir du barrage réservoir.
- [7] Ollier, Ch, Poirée, M (1983). Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosage, Paris. 500P.
- [8] Jean Robert Tiercelin, Traité de l'irrigation (Technique et documentation 1998).
- [9] A. Nait Mohand Elaboration (2013) d'un code de calcul des réseaux d'irrigation par aspersion en couverture mobile. Thèse ENSH.
- [10] M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U.Alger ;
- [11] D. Veschambre \$ P. Vaysse, (1980) : Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro-irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA ;
- [12] Moussaoui R. 2013 : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par système goutte à goutte d'un périmètre destiné à la culture maraichère, Hassi Khalifa (W. El Oued). 2013.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

## Annexe 1

7

### VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL $K_c$ EN FONCTION DU STADE DE CROISSANCE DE DIFFERENTES CULTURES ANNUELLES

Tableau n° 3

cultures annuelles	POURCENTAGE DE LA PERIODE DE CROISSANCE									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Betterave à sucre	0.45	0.50	0.70	0.90	1.05	1.15	1.25	1.25	1.15	1.10
Colza	0.20	0.30	0.40	0.60	0.90	1.00	1.00	0.90	0.700	0.60
Haricots	0.50	0.65	0.80	1.00	1.10	1.15	1.10	0.95	.80	0.70
» Mais Grains	0.45	0.55	0.65	0.80	1.00	1.05	1.05	1.02	0.95	0.85
Mais Fourrage	0.45	0.50	0.60	0.70	0.90	1.02	1.10	1.10	1.05	0.95
Maraichage	0.35	0.50	0.65	0.75	0.80	0.82	0.80	0.75	0.65	0.50
Melons	0.45	0.50	0.65	0.70	0.80	0.82	0.80	0.75	0.72	0.70
Pomme de terre	0.35	0.45	0.60	0.85	1.10	1.25	1.35	1.35	1.35	1.25
Sorgho grain	0.30	0.50	0.70	0.90	1.10	1.05	0.95	0.80	0.70	0.60
Tomates	0.45	0.45	0.50	0.65	0.85	1.00	1.02	0.95	0.85	0.75

## Annexe 2

### VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL Kc POUR LES CULTURES PERENNES

Tableau n° 5

CULTURES PERENNES	MOIS ( Hemisphere Nord )											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Agrumes	0.64	0.66	0.68	0.70	0.71	0.72	0.72	0.73	0.85	0.67	0.66	0.65
Arbres fruitiers à feuilles caduques	0.17	0.25	0.40	0.65	0.66	0.95	0.90	0.80	0.50	0.30	0.20	0.15
Arbres fruitiers avec couchis	0.65	0.75	0.85	0.95	1.10	1.15	1.10	1.25	0.95	0.90	0.80	0.60
Avocats	0.25	0.40	0.60	0.70	0.77	0.82	0.77	0.70	0.62	0.52	0.42	0.32
Luzerne	0.60	0.75	0.85	1.00	1.10	1.15	1.10	1.05	1.00	0.30	0.80	0.65
Prairies	0.50	0.60	0.75	0.85	0.90	0.92	0.92	0.90	0.65	0.80	0.65	0.55
Noyers	0.10	0.15	0.20	0.45	0.70	0.65	1.00	0.65	0.65	0.65	0.30	0.15
Vigne	0.20	0.25	0.30	0.50	0.70	0.80	0.80	0.75	0.65	0.50	0.35	0.20



### Annexe 3

#### Caractéristiques hydriques de quelques sols

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

## Annexe 4

### 5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

DONNEES GENERALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DEVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (f) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (p. Sa) POUR DIFFERENTS TYPES DE SOLS (en mm/m de profondeur) QUAND ET<sub>crop</sub> = 5-6 mm/jour

Cultures	Profondeur d'enracinement (d) m	Fraction (f) de l'eau utilisable <sup>1</sup>	Réserve d'eau facilement utilisable (p. Sa) mm/m <sup>2</sup>		
			T. fin	T. moyenne	T. grossière
Lettre	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Betane	0.5-0.9	0.35	70	50	20
Orge <sup>2</sup>	1.0-1.5	0.55	110	75	35
Haricot <sup>2</sup>	0.5-0.7	0.45	90	65	30
Butterave	0.6-1.0	0.5	100	70	35
Chou	0.4-0.5	0.45	90	65	30
Carotte	0.5-1.0	0.35	70	50	20
Céleri	0.5-0.5	0.2	40	25	10
Agrumes	1.2-1.5	0.5	100	70	30
Tréfle	0.6-0.9	0.35	70	50	20
Caron		0.2	40	30	15
Coton	1.0-1.7	0.65	130	90	40
Cocoendres	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Daté	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fraisiers cald.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin <sup>2</sup>	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Châtaîgne <sup>2</sup>	0.9-1.5	0.6	120	80	40
Canif. d'hiver <sup>2</sup>	1.5-2.0	0.5	120	80	40
Vigne	1.0-2.0	0.35	70	50	20
Cajou	0.5-1.5	0.5	100	70	30
Arachide	0.5-1.0	0.4	80	55	25
Laitue	0.3-0.5	0.3	60	40	20
Mais <sup>2</sup>	1.0-1.7	0.6	120	80	40
Mais-ensilage		0.5	100	70	30
Melon	1.0-1.5	0.35	70	50	25
Oliver	1.2-1.7	0.65	130	95	45
Oignons	0.3-0.5	0.35	50	35	15
Pâtisier	0.7-1.1	0.65	130	90	40
Pois	0.6-1.0	0.35	70	50	25
Poisson	0.5-1.0	0.25	50	35	15
Ananas	0.3-0.6	0.5	100	65	30
Pomme de terre	0.4-0.6	0.25	50	30	15
Carthame <sup>2</sup>	1.0-2.0	0.6	120	80	40
Sisal	0.5-1.0	0.8	155	110	50
Sorgho <sup>2</sup>	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Soja	0.6-1.3	0.5	100	75	35
Epinard	0.5-0.5	0.2	40	30	15
Fraisier	0.2-0.3	0.15	30	20	10
Butterave suc.	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Carotte à sucre <sup>2</sup>	1.2-2.0	0.65	130	90	40
Tournesol <sup>2</sup>	0.8-1.5	0.45	90	60	30
Pâtis doux	1.0-1.5	0.65	130	90	40
Tabac - init.	0.5-1.0	0.35	70	50	25
lard		0.65	130	90	40
Tomate	0.7-1.5	0.4	80	60	25
Légumes	0.3-0.6	0.2	40	30	15
Bil	1.0-1.5	0.55	105	70	35
marron		0.9	180	130	55
Volume total d'eau de sol disponible (Sa) (mm/m)			200	140	60

<sup>1</sup> Quand ET<sub>crop</sub> < 3 mm/jour, augmenter les valeurs de 20 % ; quand ET<sub>crop</sub> > 8 mm/jour, réduire les valeurs de 20 %. Ceci suppose des conditions sol salées (CE < 3 dS/m).


<sup>2</sup> Des valeurs supérieures à celles indiquées ici sont observées durant la maturation.

Sources: Taylor (1965), Smart et Hagan (1972), Salter et Good (1967), Rijkens (1965), etc.

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage N° 24, Tableau 39 (nouvelle version).

## Annexe 5

## Annexe 5



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

1 buse  
angle de jet 30°  
Raccord fileté 1"

Ø de 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	2,36
	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	6,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	6,5	6,7

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)