

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdallah -

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : Conception des Systèmes d'Irrigation Et de Drainage**

### **THEME**

**ETUDE DE FAISABILITE DE L'ADDUCTION DES  
EAUX DU BARRAGE DU GRIB VERS LA RIVE  
DROITE DU PERIMETRE DU HAUT CHELIFF**

**Présenté par :**

**M<sup>me</sup> TAIBI Lynda née MOUSSOUNI**

### **DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup> M. MESSAHEL</b>	professeur	Président
<b>M<sup>me</sup> L.S BAHBOUH</b>	M A.A	Examinatrice
<b>M<sup>me</sup> H. BOUCHAMA</b>	M A.A	Examinatrice
<b>M<sup>me</sup> S. HARKAT</b>	M A.B	Examinatrice
<b>M<sup>r</sup> A.AYAD</b>	M A.A	Examinateur
<b>M<sup>me</sup> D. DJOUDAR</b>	M A.A	Promotrice

**Juillet – 2012**

# Dédicace

Tout d'abord je dédie ce travail à l'ange qui n'est pas encore venu au monde, le fœtus qui a assisté à toute seconde du parcours de la 5eme année; EMD, synthèse et à la préparation de ce mémoire, mon précieux bébé que dieu te ramène dans mes bras en bonne santé et que tout mon temps sera consacré pour toi ma très chère fillette **TAIBI RAIHANNE**

*Je tien à dédié les plus chères au monde, mes parents M<sup>me</sup> **DJEMAI DAHBIA** et M<sup>r</sup> **MOUSSOUNI AKLI** pour leurs sacrifices et leurs soutiens dont ils ont fait preuve pour que je réussisse tous le long de ma vie et mes études et les mots me manquent pour exprimer toute la reconnaissance, la fierté et le profond amour que je vous porte. Merci pour tout.*

*A mon bras droit, mon mari chéri **TAIBI MOUAAD** pour sa constante disponibilité pour moi et pour son soutien moral et matériel.*

*Je dédie également mes beaux-parents M<sup>me</sup> **MAHFOUF ZOULIKHA** et Mr **TAIBI MOURAD** avec qui j'ai toujours sentis être chez mes propres parents.*

*Ma très chère sœur **OUARDA** que j'ai toujours trouvé à mes côtés, à mes frères **AMAR, MOURAD** et mon chéri **KRIMOU** qui sont toujours là quand j'ai besoin d'eux, et aussi **AMEL, HOCINE** et **OUAHIBA**.*

*A mes belles sœurs **MIMI, ASMA** et son fiancé **MUSTAPHA, ASSIA** et ma **SALOUCHA** et mon adorable beau-frère **MOH,***

*A tout les étudiants du groupe d'irrigation surtout **Assia, Zineb, Samira, Alia, Hadjer, Yasmina,** et tous les autres.*

*Et je ne peux pas oublier les petits; DARINE et RIADE que j'adore.*



*LYNDA  
(JUN 2012)*



# Remerciements

*Louange à Dieu, le miséricordieux, sans Lui rien de tout cela n'aurait pu être.*

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à ma promotrice M<sup>me</sup> DJOUDAR Dahbia pour son orientation, ses conseils judicieux, ses riches enseignements et sa constante disponibilité dans le but que je réalise à bien ce projet de fin d'étude.*

*Je remercie les deux personnes qui m'ont beaucoup aidé lors de la préparation de ce mémoire; TAIBI Asma et M<sup>r</sup> BOUKHLIFA Mustapha pour leurs soutien et leurs disponibilité, sans eux je n'aurai jamais arrivé jusqu'au là.*

*Mes remerciements s'adressent également à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation, M<sup>me</sup> Bahbouh et tout le personnel de l'ENSH. Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

*Mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur d'évaluer mon travail*

*MOUSSOUNI LYNDIA (épouse : TAIBI)*

## ملخص

لتحقيق مشاريع الإمداد لا بد من الواضح لنقل المياه، ومهمتنا هي تزويد الضفة اليمنى من محيط Chellif عالية بالمياه، وتلبية الاحتياجات للزراعة ونمو المحاصيل. يتم ذلك من خلال دراسة تقنية أجريت على نقل المياه من المصدر إلى مشاريع الري، ونحن في هذه الورقة إجراء دراسة أن يعمل على تزويد نظام للري وخمسة محيط من سد GRIB، الذي بدأ قبل عرض في منطقتنا، ثم بعد دراسة المناخ الهيدرولوجية الدراسة، والنتيجة في الطلب على المياه المقدر للمحيط خمس سنوات وهناك من كان حجم وخطورة أنابيب أنبوب التصريف. وفي النهاية، ناقشنا منهجية لتنفيذ المشروع، ومختلف الوسائل المستخدمة لتنفيذها، وتقديرا للمشروع.

## Résumé

La réalisation des projets d'adduction est évidemment essentiel pour le transfert d'eau, notre travail consiste à approvisionner la rive droite du périmètre du Haut Chellif en eau, et satisfaire ses besoins pour l'activité agricole et le développement des cultures. Cela s'effectue à travers une étude technique concernant les conduites de transfert des eaux à partir de la source vers les périmètres d'irrigation et dans ce mémoire on a effectué une étude d'adduction qui serve à alimenter cinq périmètre d'irrigation à partir du barrage GRIB, dont on a débuter par la présentation de notre région, puis une étude climatique suivit d'une étude hydrologique, en suite on a estimé la demande en eau des cinq périmètres et à partir de cela on a dimensionner les conduites gravitaires et une conduite de refoulement. Et en fin, nous avons abordé la méthodologie de mise en œuvre du projet, les différents moyens déployés pour son exécution et un devis estimatif du projet.

## Abstract

Achieving supply projects is obviously essential for the transfer of water, our job is to supply the right bank of the perimeter of the High Chellif water, and satisfy needs for farming and crop development. This is done through a technical study conducted on water transfer from the source to the irrigation schemes and in this paper we conducted a study that serves to supply power five irrigation scheme from GRIB dam, which was started by the presentation of our region, then a climate study followed a hydrological study, result in an estimated water demand of the five perimeters and from there it was the size and gravity pipes a discharge pipe. And in the end, we discussed the methodology of implementation of the project, the various means used for its implementation and an estimate of the project.

# Sommaire

## Introduction générale

### Chapitre I: présentation de la région

<b>I.1.Généralité et présentation de la zone d'étude.....</b>	<b>1</b>
I.1.1.Situation géographique.....	3
I.1.2.Historique.....	5
I.1.3.Limites géographiques et géomorphologique.....	5
<b>I.2. Aperçu Hydrogéologique.....</b>	<b>5</b>
I.2.1. Géologie.....	5
- Aquifère alluvionnaire quaternaire.....	6
- Aquifère gréseux mio-pliocène.....	6
- Aquifère gréseux du Tortonien (Miocène supérieur).....	6
I.2.2. Piézométrie et hydrochimie.....	6
<b>I.3. Caractéristiques principales des infrastructures hydrauliques et les différents secteurs de la rive droite du Haut Cheliff.....</b>	<b>8</b>
<b>I.4. Données agro-sociologique.....</b>	<b>10</b>
I.4.1. Urbanisation et démographie.....	10
I.4.2. Agriculture et végétation.....	10
<b>I.5. Ressources en eau de la région d'étude.....</b>	<b>10</b>
I.5.1. Ressources superficielles.....	10
1-Analyse des données de volume d'eau.....	11
2- Analyse des pertes d'eau.....	13
I.5.2. Ressources souterraines.....	13
<b>I.6. Superficies.....</b>	<b>15</b>
I.6.1. Superficies irrigables.....	15
I.6.2. Superficies irriguées.....	15
<b>I.7. Aperçu sur le sol de la zone d'étude.....</b>	<b>17</b>
I.7.1. La Texture.....	17
I.7.2. La Structure.....	17
I.7.3. Description des profils.....	18
<b>I.8. Etude morphologique.....</b>	<b>18</b>
Introduction.....	18
I.8.1. Caractéristiques physiographiques.....	18
I.8.1.1. Paramètres géométriques.....	18
a) Surface du bassin versant.....	19
b) Périmètre de la plaine.....	19
I.8.1.2. Paramètres de forme.....	19
a) Indice de compacité.....	19
b) Rectangle équivalent.....	19
I.8.1.3. Paramètres de relief.....	20
a) Les altitudes.....	20
b) Temps de concentration des eaux.....	21
c) Vitesse de ruissellement.....	22
<b>Conclusion.....</b>	<b>24</b>

## Chapitre II: Etude climatique

<b>II.1. Les températures de l'air.....</b>	<b>25</b>
<b>II.2. Les précipitations.....</b>	<b>25</b>
II.2.1. Méthode arithmétique .....	26
II.2.2. Méthode des isohyètes.....	29
II.2.3. Méthodes des polygones de THIESSEN.....	29
<b>II.3. Les vents.....</b>	<b>32</b>
<b>II.4. Humidité atmosphérique.....</b>	<b>33</b>
II.4.2. L'humidité absolue.....	34
<b>II.5. L'insolation.....</b>	<b>34</b>
<b>II.6. Les indices climatiques.....</b>	<b>35</b>
II.6.1. L'indice d'aridité DE MARTONE .....	35
II.6.2. Quotient pluviométrique d'EMBERGER.....	36
II.6.3. Climogramme pluviométrique de Gaussen.....	38
<b>Conclusion.....</b>	<b>38</b>

## Chapitre III: Etude hydrologique et le bilan hydrique

<b>III.1. Le bilan hydrique.....</b>	<b>39</b>
III.1.1. Evapotranspiration ou déficit d'écoulement.....	39
III.1.1.1. Evapotranspiration réelle E.T.R.....	39
a) Formule de TURC.....	39
b) Formule de COUTAGNE.....	41
c) Méthode de WUNDT.....	42
III.1.1.2. Evapotranspiration potentielle E.T.P .....	43
a) Méthode de SERRA .....	43
b) Méthode de C.W THORNTHWAITE.....	44
III.1.2. Etablissement du bilan hydrique.....	45
a) Bilan de THORNTHWAITE.....	45
Evaluation du bilan hydrique globale.....	46
Conclusion.....	47
<b>III.2. Etude hydrologique.....</b>	<b>48</b>
III.2.1. ANALYSE DES DONNÉES.....	48
III.2.2. Présentation de la série de données.....	49
III.2.3. Caractéristiques de la série des pluies annuelles.....	49
La moyenne interannuelle des précipitations.....	49
L'écart-type.....	49
e coefficient de variation.....	49
III.2.4. Homogénéisation des données.....	49
III.2.4.1. Test de Wilcoxon.....	49
III.2.4.2. Test de la médiane ou test de Mood.....	52
III.2.5. Ajustement de la série des pluies maximales journalières.....	54
III.2.5.1. Ajustement de la série à la loi de Gumbel.....	54
III.2.5.2. Ajustement de la série à la loi de Galton Log-normale.....	59
III.2.6. Test d'adéquation du $\chi^2$ .....	63
III.2.6.1. Pour la loi Normale.....	63
<b>III.2.7. Détermination de l'année de calcul.....</b>	<b>65</b>

Reconstitution de l'année de calcul.....	65
<b>Conclusion.....</b>	<b>66</b>

## **Chapitre IV: estimation des besoins en eau**

<b>IV.1.Introduction.....</b>	<b>67</b>
<b>IV.2.Quelques définitions.....</b>	<b>67</b>
Le besoins en eau d'une culture.....	67
L'évapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC).....	67
<b>IV.3. Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence.....</b>	<b>68</b>
<b>IV.4.Calendrier d'occupation des sols.....</b>	<b>69</b>
<b>IV.5.Les besoins eau des cultures suivant le calendrier cultural.....</b>	<b>69</b>
IV.5.1.calcul de l'évapotranspiration de référence ET0.....	70
IV.5.2.Calcul de la pluie efficace.....	71
IV.5.3.Evaluation des valeurs des coefficients culturaux (Kc).....	72
IV.5.4.L'Evaporation maximale de la culture.....	73
Calcul des besoins en eau pour chaque culture.....	73
<b>IV.6.Débits spécifiques.....</b>	<b>80</b>
<b>IV.7.Débits caractéristiques.....</b>	<b>81</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>82</b>

## **Chapitre V: dimensionnement de l'adduction et étude de la variante**

<b>V. Introduction.....</b>	<b>83</b>
<b>V.1. Le barrage GRIB.....</b>	<b>84</b>
V.1.1. La fiche technique du barrage.....	84
V.1.2. Qualité des eaux du barrage.....	86
V.1.3. Classification des eaux du barrage.....	87
a) Classification mondiale (F.A.O).....	87
b) Classification Russe.....	87
c) Classification Américaine.....	88
* Pour la conductivité électrique C.E.....	88
* Pour le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R.....	88
<b>V.2. Description et choix de la variante.....</b>	<b>90</b>
<b>V.3. Dimensionnement de l'adduction.....</b>	<b>92</b>
V.3.1. Calcul du diamètre de la conduite gravitaire.....	92
Les valeurs de la rugosité $\epsilon$ .....	93
V.3.1.1. Les données topographiques.....	93
V.3.1.2. Application du calcul des diamètres.....	94
Les diamètres normalisés de la fonte.....	94
V.3.1.3. Dimensionnement des adductions qui ont des diamètres non commerciales.....	94
Adduction A-B (Djendel-Ain Chaiba).....	95
Adduction B-C (Ain Chaiba-El Khemis).....	95
Adduction C-D (El Khemis-Sidi Lakhdar).....	95
V.3.1.4. Le profil en long du réseau.....	96
Les côtes terrains naturels et les côtes du projet.....	96
Les côtes piézométriques.....	96
V.3.2. Calcul du diamètre de la conduite de refoulement (à partir de la station de pompage vers le réservoir de distribution) (cas du secteur n°1 ; DJENDEL).....	98
Calcul du débit d'équipement.....	99



V.3.2.1. Calcul des pertes de charge.....	100
Pertes de charge linéaires.....	100
Pertes de charge singulières.....	100
Pertes de charge totales.....	100
V.3.2.2. Calcul de la hauteur manométrique totale.....	101
V.3.2.3. Puissance absorbée par la pompe.....	101
V.3.2.4. Energie consommée par la pompe.....	101
V.3.2.5. Frais d'exploitation.....	101
V.3.2.6. Frais d'amortissement.....	102
*Calcul des frais d'investissement.....	103
*Calcul des frais d'exploitation.....	103
*Bilan des coûts (Exploitation - Investissement).....	103
<b>Conclusion.....</b>	<b>104</b>

## Chapitre VI: organisation de chantier

<b>V. Introduction.....</b>	<b>105</b>
<b>VI.1. Différents travaux à entreprendre.....</b>	<b>105</b>
VI.1.1. Travaux concernant l'adduction .....	105
b) Construction des regards .....	105
c) Pose du lit de sable.....	105
d) Pose des conduites .....	105
Pose en terre.....	105
Traversées des routes.....	106
Traversée des Oueds.....	106
e)Epreuve de joint et de la canalisation.....	107
f) Remblayage des tranchées.....	107
g) Nivellement et compactage.....	107
VI.1.2. Travaux concernant les stations de pompage.....	107
a) Décapage.....	107
b) Exécution des fouilles.....	107
c) Coulage du béton de propreté.....	108
d) Remblayage.....	108
e) Coulage du béton.....	108
f) Maçonnerie.....	108
<b>VI.2. Calcul des volumes des travaux de l'adduction.....</b>	<b>108</b>
VI.2.1. Décapage de la couche de terre végétale .....	108
VI.2.2. Déblais d'excavation.....	108
a. La profondeur de la tranchée.....	109
b. Largeurs de la tranchée.....	109
c. Déblais de l'adduction .....	110
VI.2.3. Volume de Lit de sable.....	111
VI.2.4. Volume de la conduite.....	112
VI.2.5. Remblais compacté.....	113
VI.2.6. calcul des volumes des travaux de l'adduction.....	113
<b>VI.3. Planification des travaux de l'adduction.....</b>	<b>113</b>
VI.3.1. Définitions des tâches et leurs durées.....	114
VI.3.2. Délai de réalisation de la conduite d'adduction.....	114
VI.3.3. Chemin critique du réseau .....	115
<b>VI.4. Choix des engins de mise en place de la conduite.....</b>	<b>118</b>

Pelle hydraulique .....	118
Les Dozers.....	118
Les chargeurs .....	119
Compacteur (vibrateur de sol).....	120
<b>Conclusion .....</b>	<b>120</b>

## **Conclusion générale**

# Liste des figures

## Chapitre I: présentation de la région

<b>Figure I.1</b> : La situation les différents secteurs de la rive droite du Haut Cheliff.....	2
<b>Figure I.2</b> : Carte de situation de la zone d'étude (djoudar 2012).....	3
<b>Figure I-3</b> : Carte géologique du bassin du Cheliff (Méghraoui et al, 1986, in Djoudar, 2012).....	5
<b>FigureI.4</b> : Carte piézométrique de la nappe alluviale du Haut Cheliff (Djoudar, 2012).....	7
<b>Figure I.5</b> : Analyse des volumes .....	10
<b>Figure I.6</b> : Carte des ressources en eau.....	12
<b>Figure I.7</b> : Graphe des superficies irriguées et les volumes distribués.....	14
<b>Figure I.8</b> : Courbe hypsométrique de la pleine du Haut Chélif.....	21

## Chapitre II: Etude climatique

<b>Figure II.1</b> : Répartition de la température de la station de Miliana (1995-2004).....	26
<b>Figure II.2</b> : Carte de situation des stations pluviométriques.....	28
<b>Figure II.3</b> : Carte des polygones de THEISSEN.....	31
<b>Figure II.4</b> : Fréquence des vents (1995-2004).....	33
<b>Figure II.5</b> : Les valeurs de l'humidité relative à Miliana (1995-2004).....	34
<b>Figure II.6</b> : insolation moyenne journalière .....	35
<b>Figure II.7</b> : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	37
<b>Figure II.8</b> : Climogramme de Gausсен.....	38

## Chapitre III: Etude hydrologique et le bilan hydrique

<b>Figure III.1</b> : Abaque de Wundt modifié par Coutagne(Bouziane2006).....	42
<b>Figure III.2</b> : Ajustement à une loi normale .....	58
<b>Figure III.3</b> : ajustement à une loi log normal.....	62
<b>Figure III.4</b> : Résultat du test d'adéquation du $\chi^2$ , sous logiciel Hyfran pour la loi normale .....	63
<b>Figure III.5</b> : Résultat du test d'adéquation du $\chi^2$ , sous logiciel Hyfran pour la loi lognormal.....	64

## Chapitre V: Dimensionnement de l'adduction et étude de la variante

<b>Figure V.I</b> .carte d'état majeur de la rive droite du Haut Cheliff.....	83
<b>Figure V.2</b> : le barrage GRIB.....	84
<b>Figure V.3</b> : le barrage GRIB (prise d'eau).....	86
<b>Figure V.4</b> : le barrage GRIB.....	90
<b>Figure V.5</b> : schéma hydraulique général du périmètre du Haut Cheliff.....	91
<b>Figure V.6</b> : un brise charge .....	92
<b>Figure V.7</b> : Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.....	104

## Chapitre VI: organisation de chantier

<b>FigureVI.1:</b> Traversé de l'Oued Abda (Sidi Lakhdar).....	106
<b>FigureVI.2:</b> traversé d'un oued (pont-route n'existe pas oued.....	107
<b>FigureVI.3 :</b> coupe en travers de tranché de la conduite.....	109
<b>FigureVI.4:</b> réseau à flèche (conduite d'adduction).....	116
<b>FigureVI.5:</b> planification des travaux (diagramme de GANTT) .....	117
<b>FigureVI.6:</b> pelle hydraulique.....	118
<b>FigureVI.7:</b> Bulldozer.....	119
<b>FigureVI.8:</b> chargeur.....	120

# Liste des tableaux

## Chapitre I: Présentation de la région

<b>Tableau I.1:</b> Les plus importants périmètres de l'Algérie.....	1
<b>Tableau I.2:</b> Les secteurs de la rive droite du Haut Cheliff et leurs infrastructures hydrauliques.....	9
<b>Tableau I.3:</b> Estimation des différents volumes (1994/2004).Source	
<b>Tableau I.5 :</b> les différents superficies des cinq secteurs.....	15
<b>Tableau I.6 :</b> Les volumes distribués et les superficies prévues et irriguées (1994/2004).....	16
<b>Tableau I.7 :</b> Répartition hypsométrique du bassin versant.....	20
<b>Tableau I.8 :</b> Caractéristiques morphologiques du bassin versant du Haut Chelif.....	23

## Chapitre II: Etude climatique

<b>Tableau II.1 :</b> Les températures moyennes mensuelles maximales, minimales et annuelles pour la station de Miliana. ....	25
<b>Tableau II.2 :</b> Précipitation moyenne annuelle pour l'ensemble des Stations pluviométriques retenues qui sont significatives du bassin de haut Chélif (1946-2009).....	27
<b>Tableau II.3 :</b> résultats obtenus par la méthode des isohyètes.....	29
<b>Tableau II.4 :</b> Résultats de la précipitation moyenne annuelle obtenue par la méthode des polygones de Thiessen.....	30
<b>Tableau II.5 :</b> comparaison des résultats obtenus par les trois méthodes.....	32
<b>Tableau II.6 :</b> Fréquence des vents (m/s) à Miliana (1995-2004).....	32
<b>Tableau II.7 :</b> Humidité relative (%) de l'année 1995-2004.....	33
<b>Tableau II.8 :</b> Insolation moyenne journalière au cours de l'année en (h/j).....	34
<b>Tableau II.9 :</b> Classification du climat selon DE MARTONE .....	36

## Chapitre III: Etude hydrologique et le bilan hydrique

<b>Tableau III.1 :</b> les précipitations moyennes annuelles pour la période (1946-2009).....	40
<b>Tableau III.2 :</b> Les températures moyennes annuelles pour la période (1995-2004).....	41
<b>Tableau III.3 :</b> l'évapotranspiration réelle E.T.R selon Turc.....	41
<b>Tableau III.4 :</b> l'évapotranspiration réelle E.T.R selon Coutagne. ....	42
<b>Tableau III.5 :</b> l'évapotranspiration réelle E.T.R selon WUNDT.....	43
<b>Tableau III.6 :</b> Résultats de l'E.T.R obtenu par les trois méthodes.....	43
<b>Tableau III.7 :</b> E.T.P moyenne mensuelle et annuelle calculée par la formule de SERRA...44	
<b>Tableau III.8 :</b> E.T.P moyenne mensuelle et annuelle calculée par la formule Thornthwaite .....	45
<b>Tableau III.9:</b> Bilan d'eau selon Thornthwaite de la plaine du Haut Cheliff.....	46
<b>Tableau III.10 :</b> Le bilan global.....	47
<b>Tableau III.11 :</b> Caractéristiques de la station pluviométrique.....	48
<b>Tableau III.12 :</b> Test d'homogénéité de Wilcoxon.....	51
<b>Tableau III.13 :</b> Test d'homogénéité de la médiane .....	53
<b>Tableau III.14 :</b> Ajustement de la série des précipitations à la loi de Gumbel.....	56
<b>Tableau III.15 :</b> Quantiles résultant de la loi de Gumbel.....	57
<b>Tableau III.16 :</b> Ajustement de la série des précipitations à la loi Log-normale Galton.....	60

<b>Tableau III.17</b> : Quantiles résultant de la loi Log-normale.....	61
<b>Tableau III.18</b> : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.....	65

### **Chapitre IV: Estimation des besoins en eau**

<b>Tableau IV.1</b> : Calendrier de la répartition d'occupation des sols relatifs aux cycles culturaux de la zone d'étude.....	69
<b>Tableau IV.2</b> : Evapotranspiration de référence ET0 calculée à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0.....	71
<b>Tableau IV.3</b> : les pluies efficaces calculées à l'aide du logiciel CROPWAT.....	72
<b>Tableau IV.4</b> : les valeurs du Kc (Coefficient cultural).....	73
<b>Tableau IV.5</b> : les besoins en eau de la pomme de terre saisonnière.....	74
<b>Tableau IV.6</b> : les besoins en eau de la pomme de terre (arrière-saison).....	75
<b>Tableau IV.7</b> : les besoins en eau du melon.....	76
<b>Tableau IV.8</b> : les besoins en eau de la tomate.....	77
<b>Tableau IV.9</b> : les besoins en eau des agrumes.....	78
<b>Tableau IV.10</b> : les besoins en eau des oliviers.....	79
<b>Tableaux IV.11</b> : tableau récapitulatifs des besoins d'irrigation des cultures.....	80

### **Chapitre V: Dimensionnement de l'adduction et étude de la variante**

<b>Tableau V.1</b> : Qualité de l'eau du barrage GRIB .....	87
<b>Tableau V.2</b> : Les altitudes des différents points.....	93
<b>Tableau V.3</b> : Les longueurs des adductions.....	94
<b>Tableau V.4</b> : Calcul du diamètre des adductions du réseau .....	94
<b>Tableau V.5</b> : Adduction A-B (Djendel-Ain Chaiba).....	95
<b>Tableau V.6</b> : Adduction B-C (Ain Chaiba-El Khemis).....	95
<b>Tableau V.7</b> : Adduction C-D (El Khemis-Sidi Lakhdar).....	95
<b>Tableau V.8</b> : Les côtes terrains naturelles et les côtes du projet.....	96
<b>Tableau V.9</b> : Les côtes piézométriques.....	97
<b>Tableau V.10</b> : Variation des HMT en fonction du diamètre.....	102
<b>Tableau V.11</b> : Variation des frais d'investissement en fonction du diamètre.....	103
<b>Tableau V.12</b> : Calcul des frais d'exploitation.....	103
<b>Tableau V.13</b> : Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.....	103

### **Chapitre VI: organisation de chantier**

<b>Tableau VI.1</b> : Calcul du volume des déblais de l'adduction.....	110
<b>Tableau VI.2</b> : calcul du volume du lit de sable.....	111
<b>Tableau VI.3</b> : calcul du volume de la conduite.....	112
<b>Tableau VI.4</b> : volumes des travaux de l'adduction.....	113
<b>Tableau VI.5</b> : tâches qui précèdent et qui succèdent chaque opération de l'adduction.....	114
<b>Tableau VI.6</b> : détermination du délai de la réalisation (conduite d'adduction).....	115

# Liste des planches

**Planche n°1** : Trace de la projection de l'adduction

**Planche n°2** : Profil en long de l'adduction

**Planche n°3** : Profils en long des piquages de l'adduction vers les bassins

**Planche n°4** : Profils en long des piquages de l'adduction vers les bassins

**Planche n°5** : Schéma hydraulique général du périmètre du Haut Cheliff

# Introduction générale

L'importance de l'eau pour la vie et comme composant de l'écosystème mondial ne sont plus à démontrer. Cette ressource qui répond aux besoins fondamentaux de l'homme est un élément-clé du développement, en particulier pour générer et entretenir la prospérité par le biais de l'agriculture, de la pêche, de la production d'énergie, de l'industrie, des transports et du tourisme. En outre, l'eau est vitale pour tous les écosystèmes du monde. Cependant, la population mondiale, qui a déjà atteint 7 milliards d'habitants, va faire face à court terme, que ce soit pour ses besoins vitaux que par rapport aux exigences du développement, à un grave déficit en eau.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre mémoire de fin d'étude. En effet le périmètre du Haut Cheliff est une riche entité agricole où l'on pratique une agriculture diversifiée. Cependant cette région est connue par sa vocation maraîchère dont la pomme de terre représente environ 85% de la production nationale. Cette particularité est une richesse pour laquelle pour laquelle il est important de réunir les conditions favorables.

Le barrage du GRIB en étant la source la plus importante qui couvre les besoins du périmètre d'étude, c'est dans ce but que la réalisation et la rénovation d'un projet de transfert l'eau de cet ouvrage jusqu'à notre périmètre situé sur la rive droite du Haut Cheliff, et constitué de cinq secteurs, fait appel à une étude technique approfondie, dont l'adduction d'eau est l'élément essentiel où la variation du diamètre des conduits constitue une ossature importante de notre démarche.

Toutefois, pour cerner l'ensemble de la problématique, il a fallu prendre connaissance et faire l'analyse de l'ensemble des composantes indispensables, telles que l'étude globale de la zone géographique, les données climatiques et hydrologiques et l'évaluation des besoins des cultures en eau, pour aboutir au dimensionnement de l'adduction qui s'ensuit par l'organisation de chantier.



## **Présentation de la région d'étude**

## Généralité et présentation de la zone d'étude

Le Cheliff est une exception notable parmi les fleuves nord-africains, c'est le seul Oued qui draine une partie des hauts plateaux, et c'est l'un de ceux qui possèdent le cours le plus long et le débit le plus grand

Le périmètre du Haut Cheliff a une superficie de 20200 ha dont 11000 ha en rive droite qui se subdivise en cinq secteurs qui sont d'Est en Ouest :

**Secteur I** : Djendel

**Secteur II** : Ain Chaiba

**Secteur III** : El Khmis

**Secteur IV** : Sidi Lakhdar

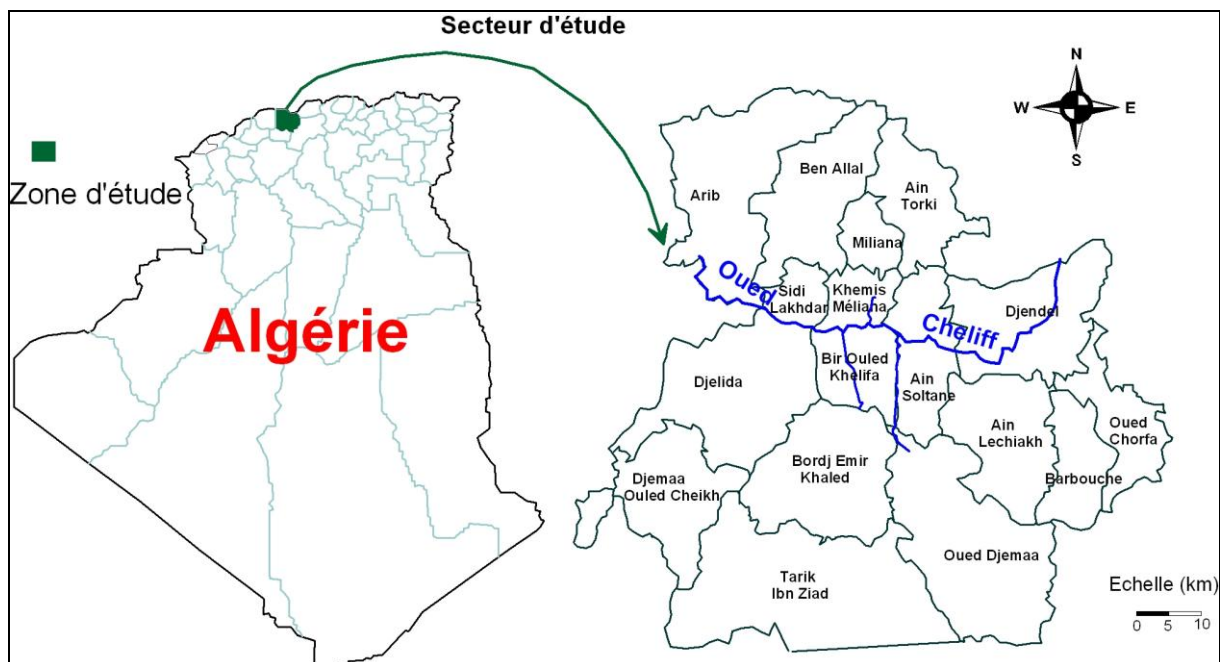
**Secteur V** : El Arib

## Situation géographique

Le périmètre du Haut Cheliff est situé dans la wilaya de AinDefla.

Il s'étend le long de la vallée de l'Oued Cheliff en partant de la commune de Djendel à l'Est jusqu'à Ain Defla à l'Ouest selon une direction Est-Ouest sur une longueur de 35 Km et une largeur moyenne d'environ 8 Km

Ainsi, au Nord il est limité par les contreforts des montagnes du Zaccar (1578 m d'altitude), au Sud par les contreforts de l'Ouarsenis, à l'Est par djebel Gountas et à l'Ouest par les monts de Doui.



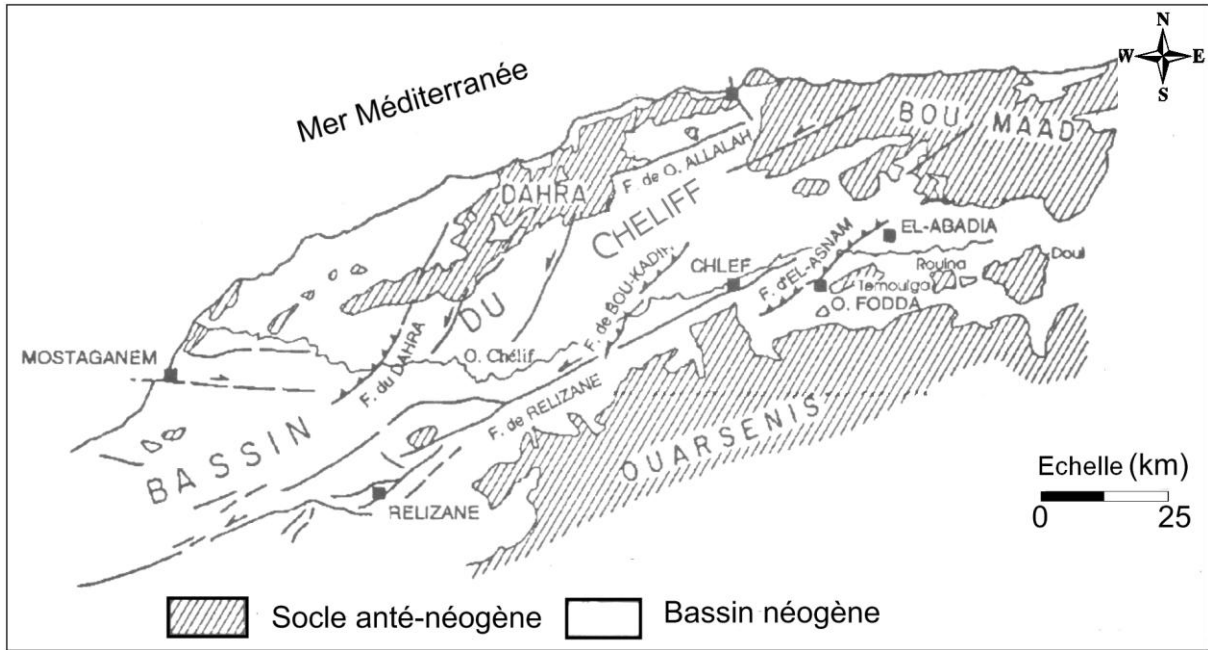
Carte de situation de la zone d'étude (Djoudar, 2012)

Aperçu Hydrogéologique

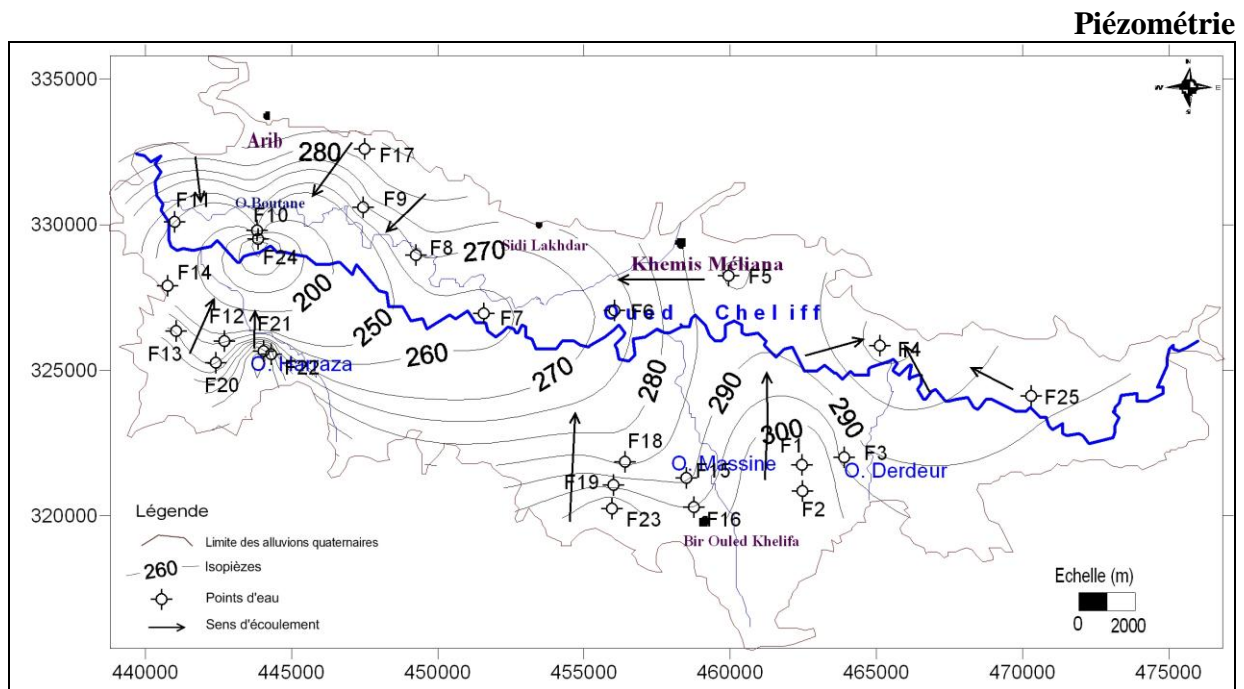
## Géologie

Le bassin du Cheliff renferme trois aquifères principaux :

- Aquifère alluvionnaire quaternaire
- Aquifère gréseux mio-pliocène
- Aquifère gréseux du Tortonien (Miocène supérieur)



Carte géologique du bassin du Cheliff (Méghraoui et al, 1986, in Djoudar, 2012)



Carte piézométrique de la nappe alluviale du Haut Cheliff (Djoudar, 2012)

La zone Ouest, au Sud des Aribes, montre une dépression induite par les pompages intensifs exécutés dans les puits et les forages. Le gradient hydraulique y est particulièrement élevé, avec des valeurs de l'ordre de 1.75%(Djoudar, 2012).

Au Nord-Est de la plaine, on observe une inversion locale du sens de l'écoulement, depuis l'Oued vers le forage F4, avec toutefois un gradient hydraulique modéré, de l'ordre de 0.5%.

### **Hydrochimie**

Selon l'étude établie par Djoudar en 2012, une pollution avérée a été mise en exergue, à savoir :

- Les eaux de la rive droite sont plus chargées en éléments chimiques avec un résidu sec supérieur à 1500 mg/l,
- Le pH de ces eaux varie entre 7 et 8
- La concentration en chlorures dépasse la norme de potabilité à 250 mg/l

### **Données agro-sociologique**

La population qui occupe le bassin du Haut Cheliff est estimée à 734000 habitants

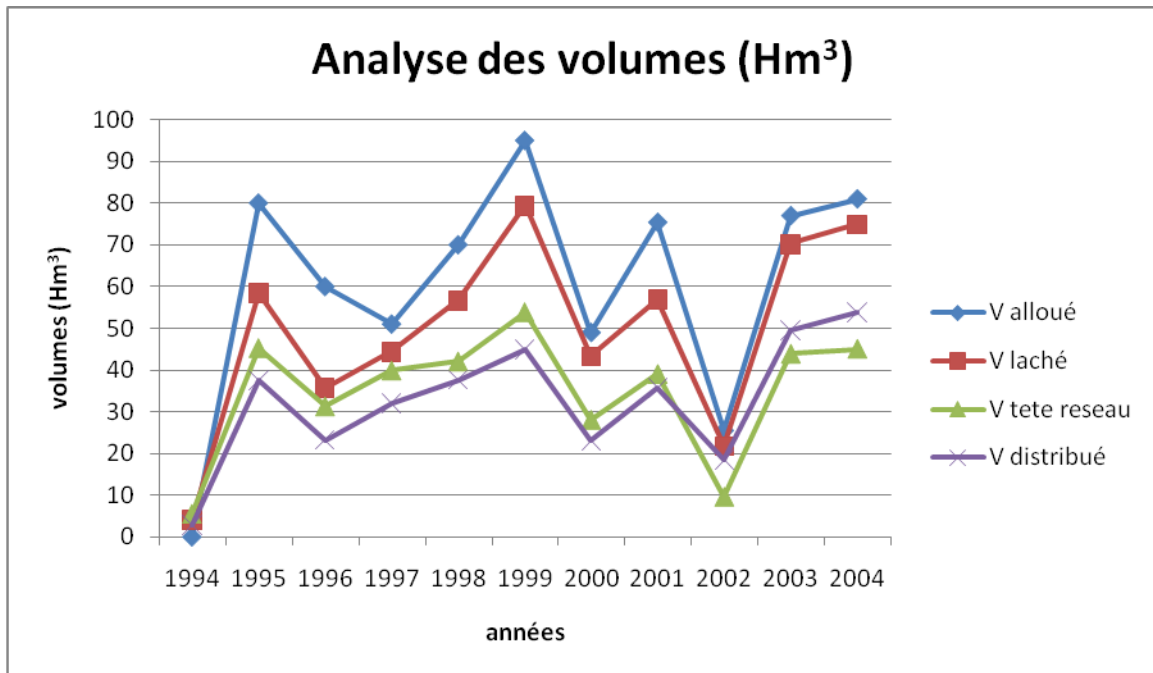
La plaine de Haut Chélif est à vocation essentiellement agricole, les maraîchères en rive droite de l'Oued Chélif et céréaliculture en rive gauche.

## Ressources en eau de la région d'étude

### Ressources superficielles

La ressource en eau est fournie principalement par les deux barrages; GRIB, Deurdeur.

### Analyse des données de volume d'eau



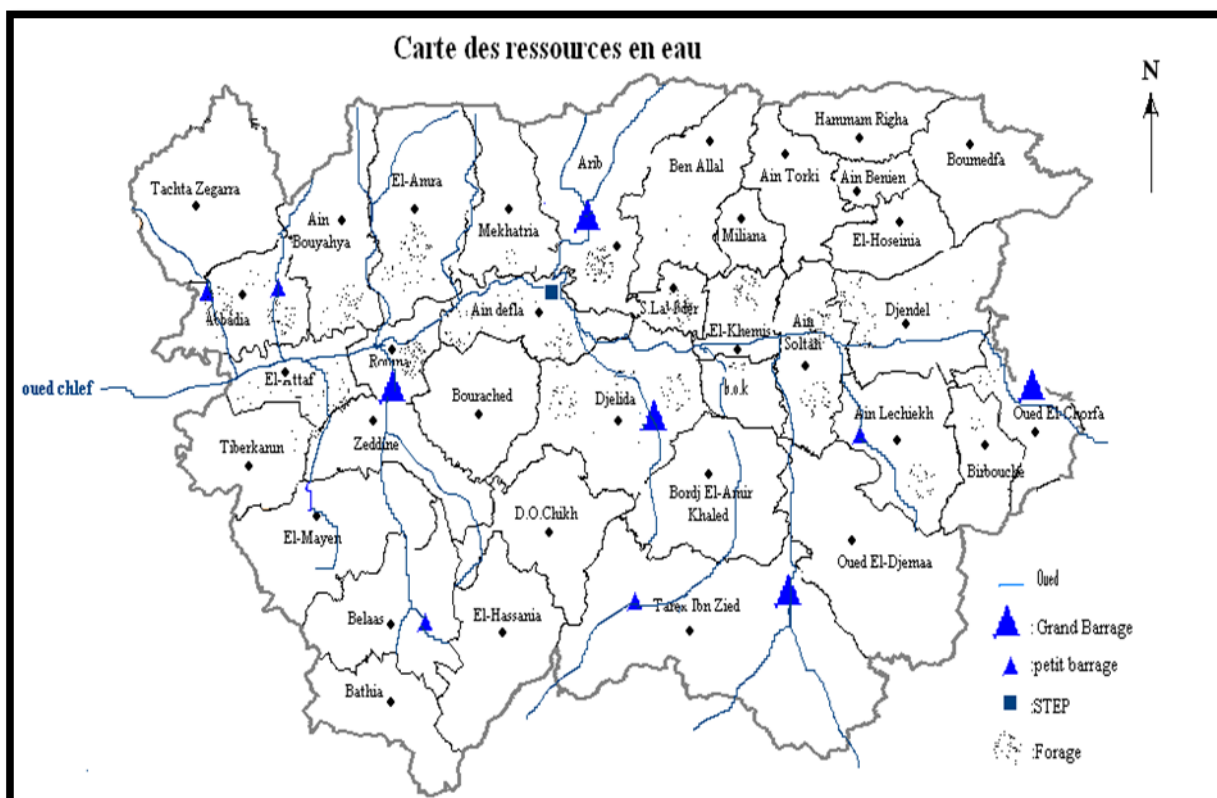
### Analyse des volumes

#### Ressources souterraines

Les eaux souterraines constituent la ressource la plus utilisée dans le Bassin Hydrographique du Cheliff, autant pour l'alimentation en eau potable que pour l'irrigation.

#### Les principales nappes d'eaux souterraines.

Désignation de la nappe	Localisation exacte	Disponibilité en eau (Hm <sup>3</sup> )
Nappe du Zaccar	Ain Toriki Miliana Ben Allel	6
Nappe du Doui	Djelida Ain Defla	6
Nappe Phréatique du Haut Chélif	Djendel Khemis SidiLakhder Arib	80



Carte des ressources en eau.

### Superficies

#### Superficies irrigables

Les superficies irrigables de certains secteurs ont été réduites par l'urbanisation résumée dans le tableau suivant :

N° secteur	Superficie irrigable initiale (ha)	Superficie irrigable actuelle (ha)	Superficie urbanisée (ha)	superficie urbanisé %
01	1530	1530	-	0
02	895	895	-	0
03	3015	2739	276	9.15
04	2820	2792	28	1
05	2570	2559	11	0.42
Est	1869	1869	-	0
Centrale	2807	2771	36	1.28
Ouest	4591	4591	-	0
Total	20097	19746	351	1.74

AGID

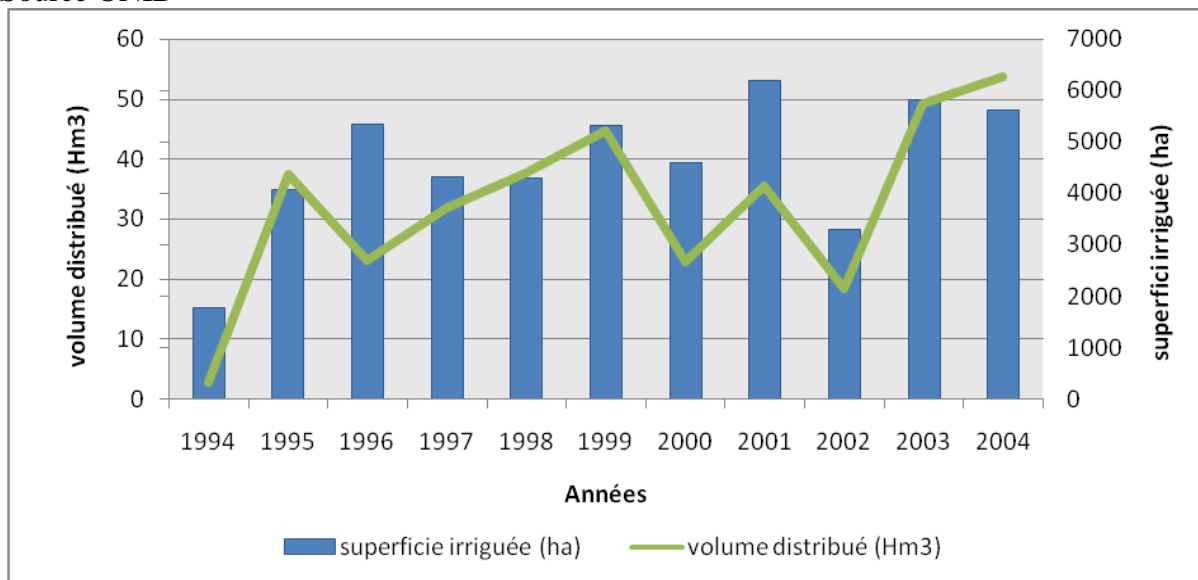
#### Superficies irriguées

Les volumes distribués et les superficies irriguées (1994/2004).

années	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
--------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Volume distribué (Hm <sup>3</sup> )	<b>2.85</b>	<b>37.47</b>	<b>23.25</b>	<b>31.95</b>	<b>37.69</b>	<b>44.92</b>	<b>23.04</b>	<b>35.7</b>	<b>18.45</b>	<b>49.38</b>	<b>53.81</b>
Superficies irriguées (Ha)	<b>1782</b>	<b>4066</b>	<b>5339</b>	<b>4322</b>	<b>4305</b>	<b>5326</b>	<b>4598</b>	<b>6201</b>	<b>3294</b>	<b>5832</b>	<b>5617</b>

Source ONID



**Graphe des superficies irriguées et des volumes distribués**

On constate que les deux années de très faibles ressources (1994 et 2002) ou les apports sont inférieurs aux besoins en eau.

#### **Aperçu sur le sol de la zone d'étude**

Les propriétés physiques du sol sont liées à deux notions fondamentales : la texture et la structure.

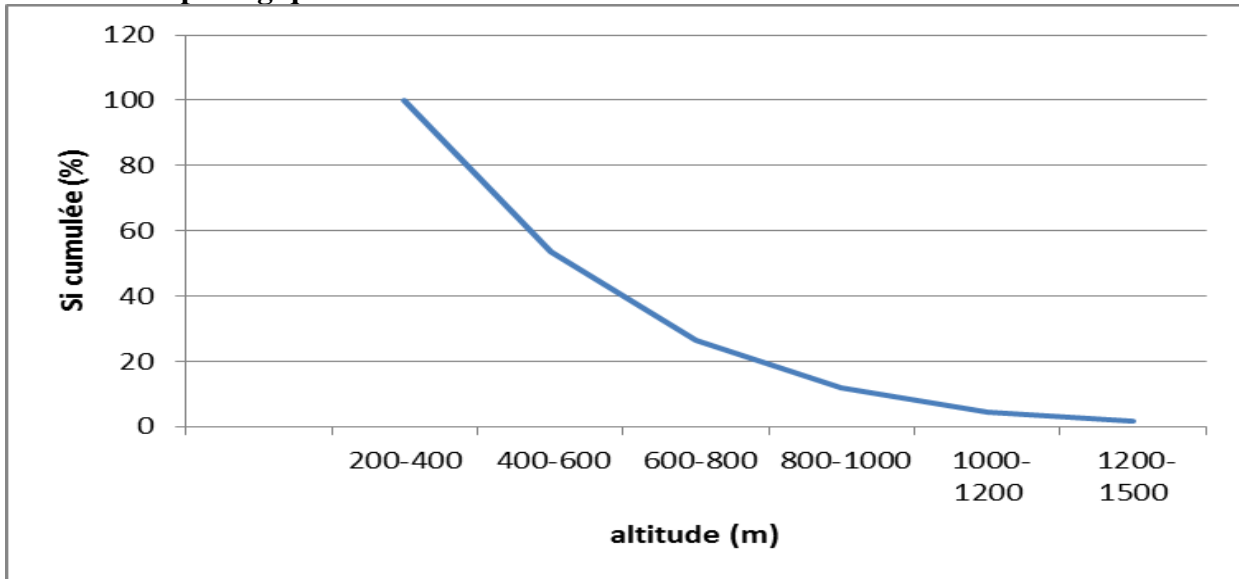
#### **Résultats**

D'après l'analyse chimique On peut dire que :

- Le sol n'est pas salin car la conductivité électrique  $< 4\text{mmhos/cm}$ .
- Le sol faiblement riche en matière organique.
- La valeur de SAR  $< 6$ , donc il n'y a pas de danger d'alcalinisation.



## Etude morphologique



**Courbe hypsométrique de la plaine du Haut Chéiff**

### Caracteristiques morphologiques du bassin verant du Haut Cheliff

Parametres	symboles	unite	Les resultas
Surface du bassin versant	S	Km <sup>2</sup>	1937
Perimetre du bassin versant	P	Km	221
Indice du compacite	K <sub>c</sub>	-	1.41
Longueur du rectangle equivalent	L	Km	88
Largeur du rectangle equivalent	L	Km	22
Altitude maximale	H <sub>max</sub>	m	1500
Altitude minimale	H <sub>min</sub>	m	225
Altitude moyenne	H <sub>moy</sub>	m	496
Altitude a 5% de surface	H <sub>5%</sub>	m	1300
Altitude mediane	H <sub>50%</sub>	m	590
Altitude a 95% de la surface	H <sub>95%</sub>	m	240
Longueur de thalweg principale	L <sub>p</sub>	Km	70
Indice de pente global	I <sub>g</sub>	m/km	12
Pente moyenne du bassin	I <sub>BV</sub>	%	0.18
Densite de drainage	D <sub>d</sub>	Km/Km <sup>2</sup>	3.27
Temps de concentration	T <sub>c</sub>	h	21.4
Vitesse de ruissellement	V <sub>r</sub>	Km/h	2.27

## **Conclusion**

Dans notre bassin versant les deux rives de l'Oued Cheliff sont à vocation agricole, elles se caractérisent par une diversité des cultures (arbres fruitier, les céréales, les légumes...)  
Les ressources en eau de la plaine sont assez considérables, celles assurées par les barrages de Grib, et Deurdeur qui constituent un stock important d'eau, les ressources souterraines qui représentent une réserve hydrique de 360 Hm<sup>3</sup> (ONID 2011), ce qui implique l'importance majeur de la région.

## **Etude climatique**

## II. Étude climatologique

Le climat de la plaine du Haut Cheliff se caractérise par une insuffisance et une mauvaise répartition des pluies et une insolation forte avec des variations de températures et des périodes de gel hivernal.

### II.1. Les températures de l'air

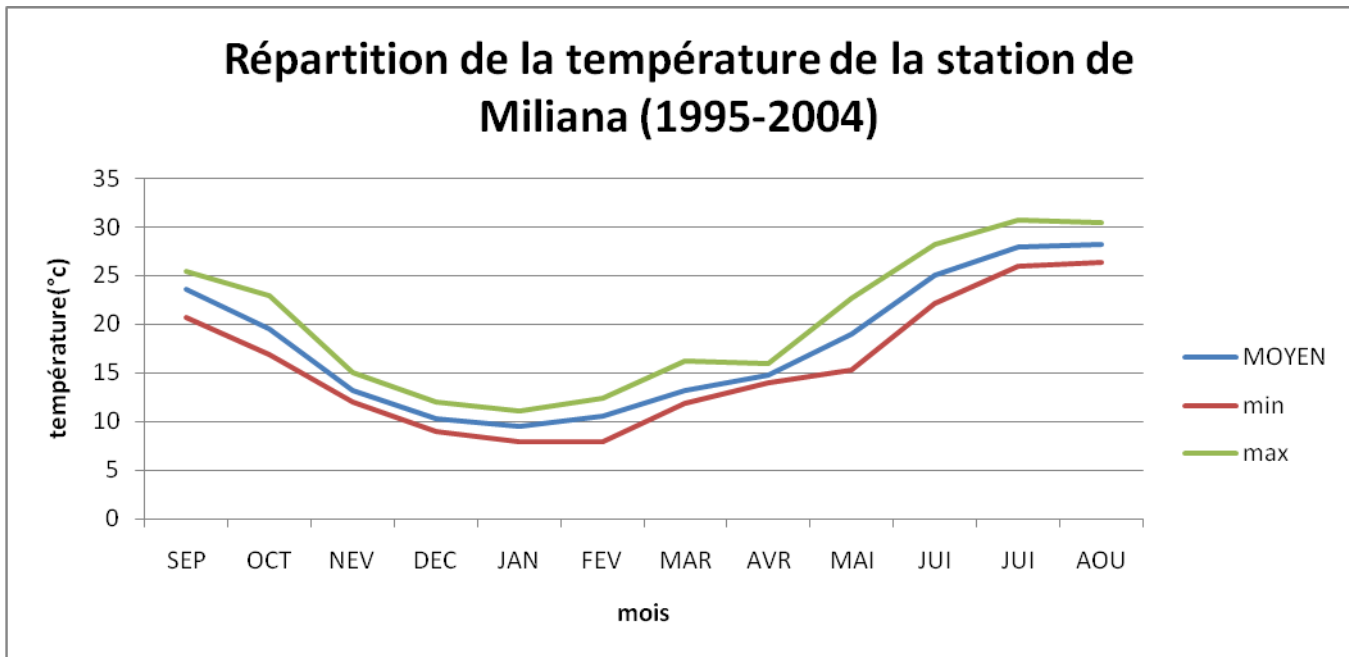
Le tableau ci-dessous, présente les températures moyennes mensuelles maximales et minimales, prélevées durant la période 1995/2004.

**Tableau II.1 :** Les températures moyennes mensuelles maximales, minimales et annuelles pour la station de Miliana.

	SEP	OCT	NEV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	annu
1995	21,3	19,8	15	11,8	8,7	12,1	11,8	13,9	20,8	23	27,7	27,3	17,8
1996	20,6	16,8	14	11,3	11,1	8	11,8	14,4	17,3	22,1	26,3	26,3	16,7
1997	24,1	19,6	13	10,5	10	12,4	13,6	15,3	19,2	24,3	25,9	26,6	17,9
1998	24	17	13	9	10	12	13,3	14,2	17	25,3	28,6	27,6	17,6
1999	24,4	21,5	12	9,1	9,3	7,9	12,5	16	22,7	24,8	27,6	29,6	18,2
2000	24,1	16,8	13,3	12	8,7	12,4	14,4	15,3	21,4	25	29,2	29,6	18,5
2001	24,5	22,9	12,3	9,2	9,9	9,9	16,2	15,2	17,8	26,5	28,4	29,3	18,6
2002	23,5	20,1	13,4	11,6	10,3	11,8	13,2	14,4	19,6	27,1	26,9	26,3	18,2
2003	24,3	19,4	13,7	9,3	7,9	8,1	13,2	15	19,1	28,2	30,7	30,4	18,3
2004	25,5	21,8	12,6	9,5	9,5	12	12,5	14,2	15,3	24,8	28,4	29,7	18
<b>MOYEN</b>	<b>23,6</b>	<b>19,6</b>	<b>13,2</b>	<b>10,3</b>	<b>9,5</b>	<b>10,7</b>	<b>13,3</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>25,1</b>	<b>28</b>	<b>28,3</b>	<b>17,9</b>
<b>min</b>	<b>20,6</b>	<b>16,8</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>7,9</b>	<b>7,9</b>	<b>11,8</b>	<b>13,9</b>	<b>15,3</b>	<b>22,1</b>	<b>25,9</b>	<b>26,3</b>	<b>15,8</b>
<b>max</b>	<b>25,5</b>	<b>22,9</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>11,1</b>	<b>12,4</b>	<b>16,2</b>	<b>16</b>	<b>22,7</b>	<b>28,2</b>	<b>30,7</b>	<b>30,4</b>	

ONM Alger

D'après les valeurs moyennes mensuelles des températures mentionnées dans le tableau précédent, on constate que les mois de juillet et août sont les plus chauds, par contre les mois de décembre et janvier sont les plus froids. On remarque aussi que se sont pas des températures élevées car la station de Miliana est représentative des zones des hautes altitudes (715m).



**Figure II.1 : Répartition de la température de la station de Miliana (1995-2004)**

## II.2. Les précipitations

Nous avons travaillé avec les quatre stations pluviométriques de la région les plus représentatives. Dont les moyennes annuelles des précipitations sont évaluées par les trois méthodes suivantes :

### II.2.1. Méthode arithmétique

C'est la méthode la plus simple et la plus rapide. La moyenne arithmétique est calculée en utilisant la formule suivante :

$$P = \frac{\sum^n P_i}{\sum^n N_i}$$

Où :

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

**P<sub>i</sub>** : Pluie moyenne annuelle à la station *i* (mm)

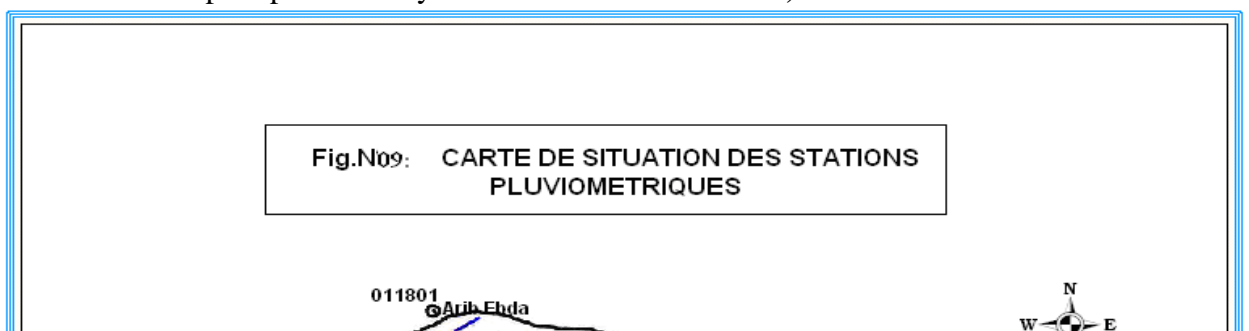
**N** : Le nombre des stations (*i*)

**Tableau II.2 :** Précipitation moyenne annuelle pour l'ensemble des Stations pluviométriques retenues qui sont significatives du bassin de haut Chélif (1946-2009).

code	stations	X (km)	Y (km)	Z(m)	P (mm)
011405	GHRIB BGE	487,25	318,4	460	489,54
011510	DOMAINE	469.8	321.55	313	406,98
011603	Bordj Emir AEK	461.1	285.3	1080	427
011717	EL KHEMIS ANRH	456.2	329	300	409,00

ANRH El Khemis

Nous obtenons une précipitation moyenne annuelle : **P = 433,13 mm**



**Figure II.2 : Carte de situation des stations pluviométriques.**

**II.2.2. Méthode des isohyètes**

Une courbe isohyète est le lieu géométrique des points d'égaux hauteurs des précipitations pour une période considérée.

La précipitation moyenne est calculée par la formule suivante :

$$P = \frac{\sum^n P_i S_i}{\sum^n S_i}$$

Dont  $\beta_i = \frac{S_i}{\sum^n S_i}$   
Où:  $P = \sum^n \beta_i P_i$

Avec : P : Précipitation moyenne annuelle sur le bassin versant (mm)

P<sub>i</sub> : Pluie moyenne annuelle au niveau de la station i (mm)

S<sub>i</sub> : surface inter- isohyètes (Km<sup>2</sup>)

β<sub>i</sub> : Coefficient de la méthode des isohyètes.

Les résultats obtenus par cette méthode sont présentés dans le tableau ci-après :

**Tableau II.3 : résultats obtenus par la méthode des isohyètes**

Courbes isohyètes	Précipitations (mm)	β	Surface inters isohyètes -S <sub>i</sub> (Km <sup>2</sup> )	B x P ( mm)
0-350	489,54	0,28255951	571,2	138,324182
350-400	406,98	0,23490638	492,8	95,6021982
400-450	427	0,2464618	379,2	105,239189
450-500	409	0,23607231	342,5	96,5535751

Total	1732,52	1	2949	435,719144
-------	---------	---	------	------------

La précipitation moyenne annuelle de notre bassin versant obtenue par la méthode des isohyètes pour la période 1980/2004 est de l'ordre : **P = 435,72 mm**

### II.2.3. Méthodes des polygones de THIESSEN :

La pluviométrie moyenne annuelle à l'échelle du bassin est donnée par l'expression :

$$P = \sum P_i A_i / \sum S_i$$

soit:  $\partial_i = A_i / \sum A_i$

On obtient : **P =  $\sum \partial_i P_i$**

Avec : P : Précipitation moyenne annuelle sur le bassin versant (mm)

P<sub>i</sub> : Pluie moyenne annuelle de chaque station pluviométrique (mm)

S<sub>i</sub> : surface des polygones considérés (Km<sup>2</sup>)

$\partial_i$  : Coefficient de Thiessen dépend de la répartition spatiale des postes par rapport au bassin versant.

Les résultats sont donnés sur le tableau ci-après :

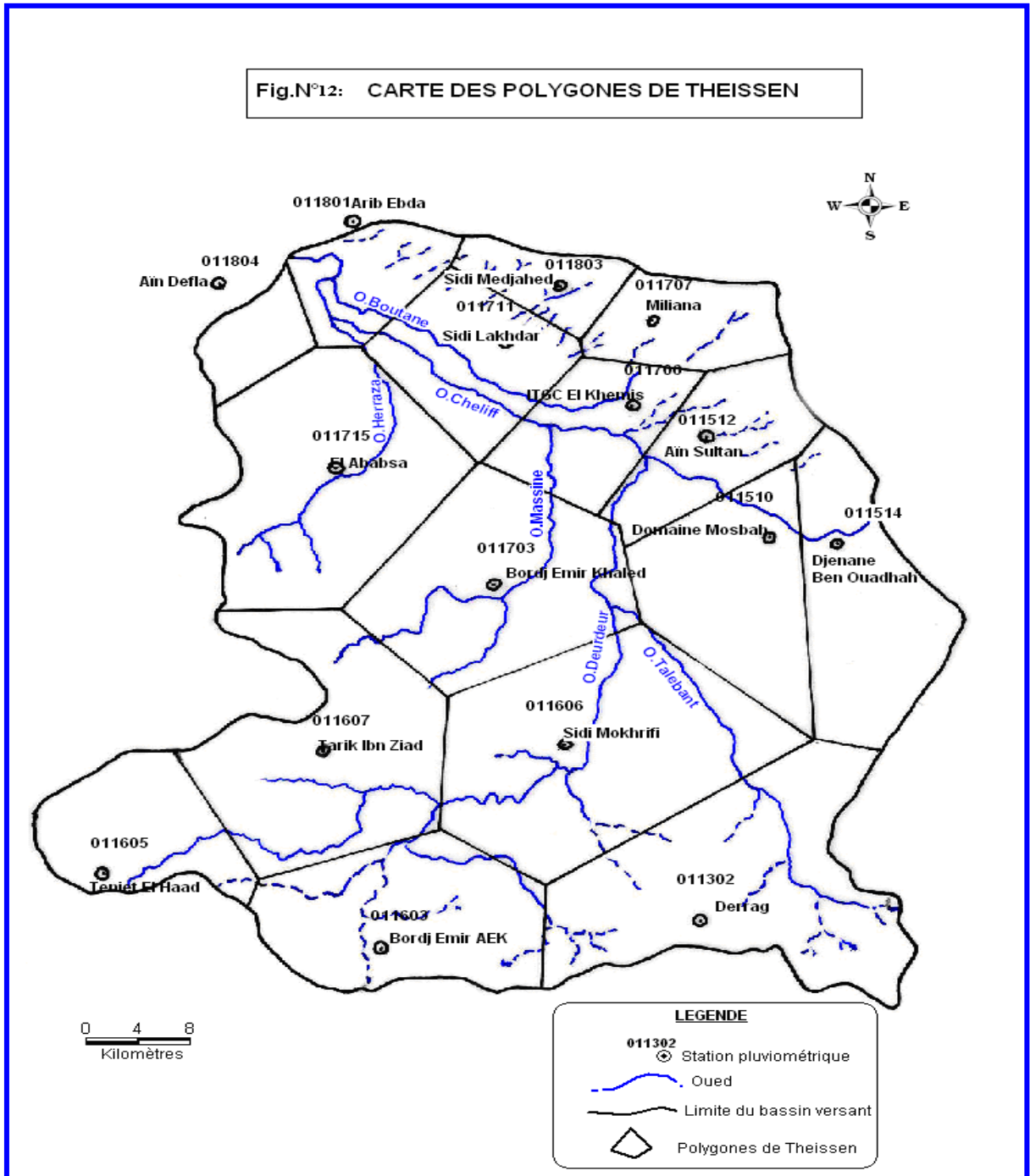
**Tableau II.4 :** Résultats de la précipitation moyenne annuelle obtenue par la méthode des polygones de Thiessen.

CODE	Station pluviométrique	Précipitations P <sub>i</sub> (mm)	Surfaces A <sub>i</sub> Km <sup>2</sup> )	$\partial$	$\partial \cdot P$ ( mm)
11405	GHRIB BGE	489,54	337,6	0,3957796	193,749946
11510	DOMAINE FERROUKHI	406,98	190,4	0,22321219	90,842898
11603	Bordj Emir AEK	427	125	0,14654162	62,5732708
11717	EL KHEMIS ANRH	409	200	0,23446659	95,8968347
total		1732,52	853	1	443,06295

A partir des résultats obtenus par la méthode des polygones de Thiessen pour la période (1980-2004), la précipitation moyenne annuelle de notre bassin versant est :

**P = 443,06 mm**

Fig.N°12: CARTE DES POLYGONES DE THEISSEN





### Figure II.3 : Carte des polygones de THEISSEN

#### Comparaison des résultats :

Les résultats des précipitations moyennes annuelles obtenus par les trois méthodes sont portés dans le tableau suivant :

**Tableau II.5 :** comparaison des résultats obtenus par les trois méthodes.

Méthodes	arithmétique	Isohyètes	Thiessen
P (mm) calculée	433,13	435,72	443,06

On remarque que, ces méthodes donnent des résultats très proches.

La méthode des isohyète est la plus représentative. Elle tient compte des variations de relief, d'altitude, en plus de la disponibilité des quatre postes pluviométriques.

En fin, la valeur de la précipitation retenue est celle obtenue par la méthode des isohyètes

P=435,72mm. Donc **P=436 mm**

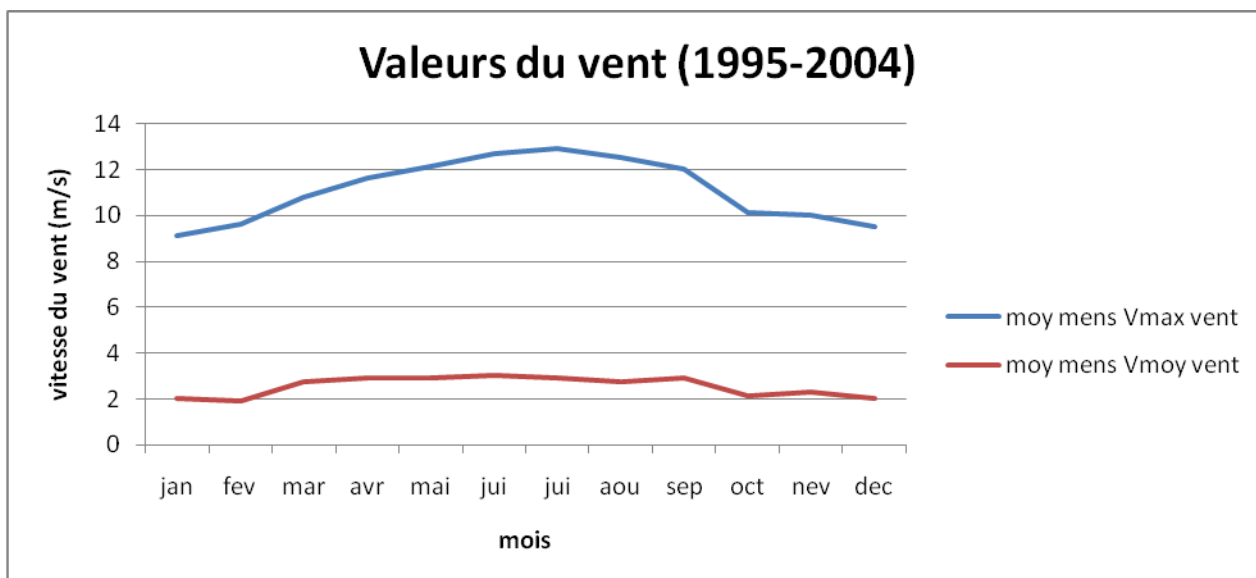
#### II.3. Les vents

La région est caractérisée par les vents dominants venant du Nord-Ouest en hiver, ils entraînent une hygrométrie importante qui influe beaucoup sur l'activité végétative.

**Tableau II.6 :** Fréquence des vents (m/s) à Miliana (1995-2004)

	jan	fev	mar	avr	mai	jui	jui	aou	sep	oct	nev	dec
moy mens Vmax vent	9,1	9,6	10,8	11,6	12,1	12,7	12,9	12,5	12	10,1	10	9,5
moy mens Vmoy vent	2	1,9	2,7	2,9	2,9	3	2,9	2,7	2,9	2,1	2,3	2

D'après le tableau II-6, les valeurs les plus élevées des vents s'étalent du mois de mars jusqu'au mois de septembre.



**Figure II.4 : Fréquence des vents (1995-2004)**

## II.4. Humidité atmosphérique

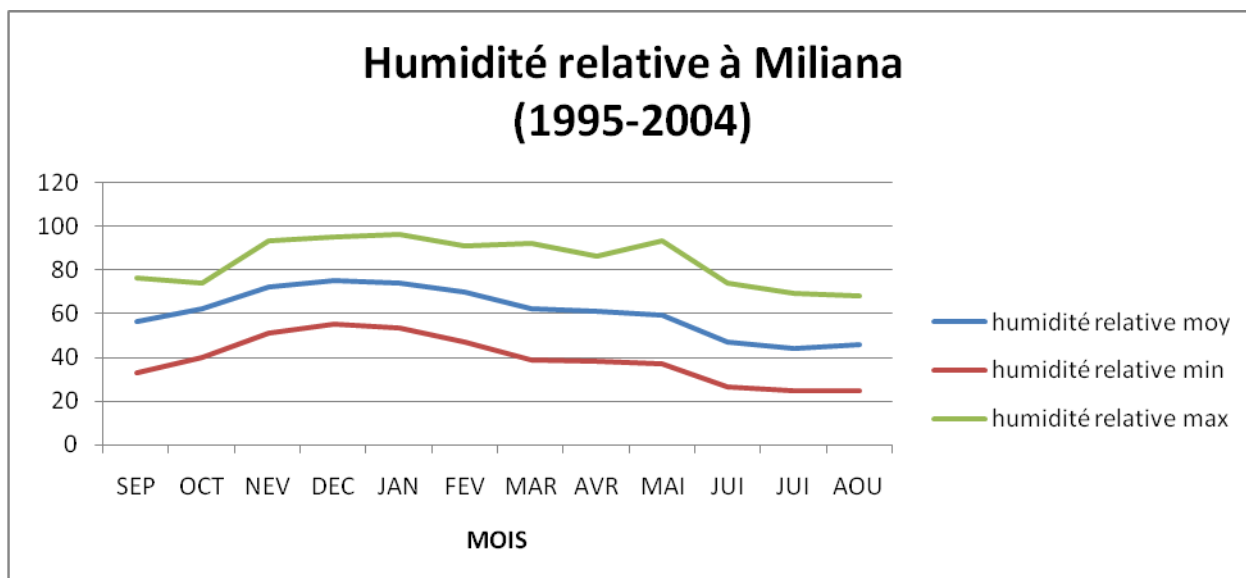
L'humidité de l'air est un élément atmosphérique aussi important que les précipitations, dont on distingue deux types ;

### II.4.1. Humidité relative

Elle indique l'état de l'atmosphère et explique s'il est plus ou moins proche de la condensation.

**Tableau II.7 : Humidité relative (%) de l'année 1995-2004.**

	sep	oct	nev	dec	jan	fev	avr	jui	jui	aou	annuel		
humidité relative moy	56	62	72	75	74	70	62	61	59	47	44	46	61
humidité relative min	33	40	51	55	53	47	39	38	37	27	25	25	39
humidité relative max	76	74	93	95	96	91	92	86	93	74	69	68	80



**Figure II.5 : Les valeurs de l’humidité relative à Miliana (1995-2004)**

#### II.4.2. L’humidité absolue

L’humidité absolue est définie pour l’air humide comme sa teneur en vapeur d'eau. Elle décroît à partir du sol pour arriver à une valeur faible dans les hautes altitudes.

#### II.5. L’insolation

Le tableau ci-joint nous donne la durée d’insolation moyenne journalière en heures par jour au cours de l’année.

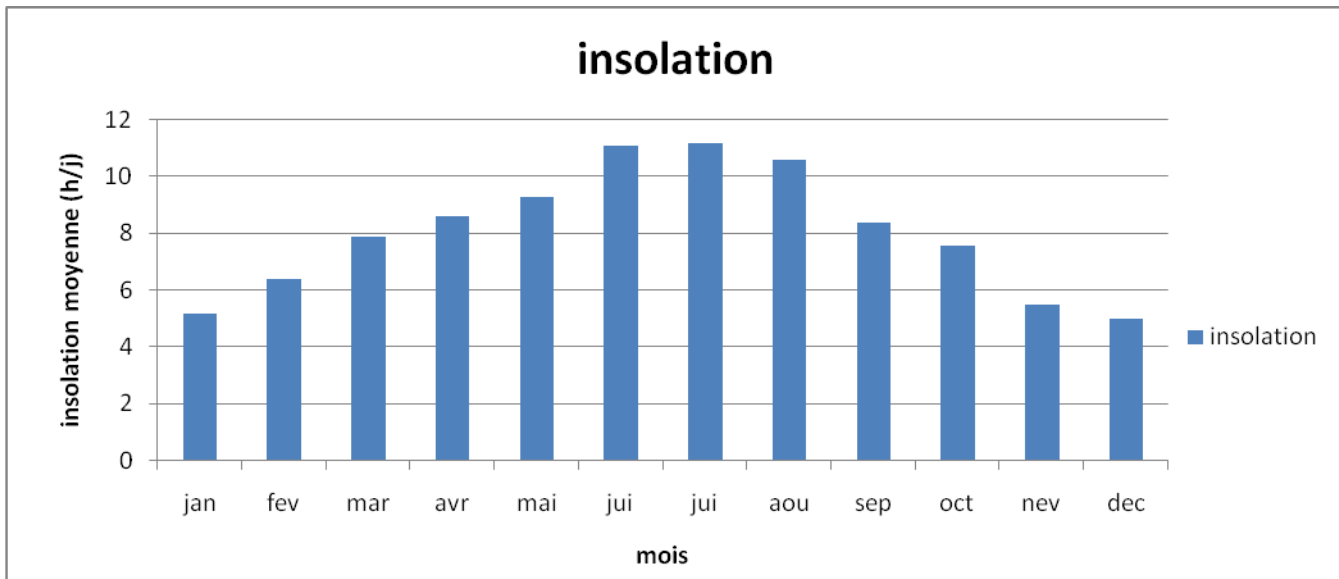
**Tableau II.8 : Insolation moyenne journalière au cours de l’année en (h/j)**

MOIS	jan	fev	mar	avr	mai	jui	jui	aou	sep	oct	nev	dec	année
insolation	5,2	6,4	7,9	8,6	9,3	11,1	11,2	10,6	8,4	7,6	5,5	5	8,1

ONM

Alger

Il apparaît clairement que les mois d’été sont les plus ensoleillés avec une valeur maximale de 11,2 en juillet, tandis que les mois de l’hiver enregistrent une durée d’insolation faible avec une valeur minimale de 5 en décembre. L’histogramme ci-dessous illustre bien aussi cette situation.



**Figure II.6 : insolation moyenne journalière**

## II.6. Les indices climatiques

### II.6.1. L'indice d'aridité DE MARTONE

Cet indice permet de préciser le degré de sécheresse de la région et par conséquent de renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation.

$$I_A = P / (T + 10)$$

Avec : P : précipitation moyenne annuelles en (mm) T :  
température moyenne annuelle en (°C)

IA : indice d'aridité

**Tableau II.9 : Classification du climat selon DE MARTONE**

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

Source: Belmiloud, 2008

Pour: P = 489,54 mm et T = 17,98 °C = 18°C

**IA=17,48**

Selon l'indice d'aridité calculé, on constate d'après la classification ci-dessus, que la région est soumise à un régime de climat sec, et que l'irrigation est souvent indispensable.

### **II.6.2. Quotient pluviométrique d'EMBERGER**

Cet indice a pour but la détermination de l'étage bioclimatique :

$$Q = 2000P / ((M+m) (M-m))$$

Où Q : coefficient pluviométrique **d'EMBERGER**

P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (en °K)

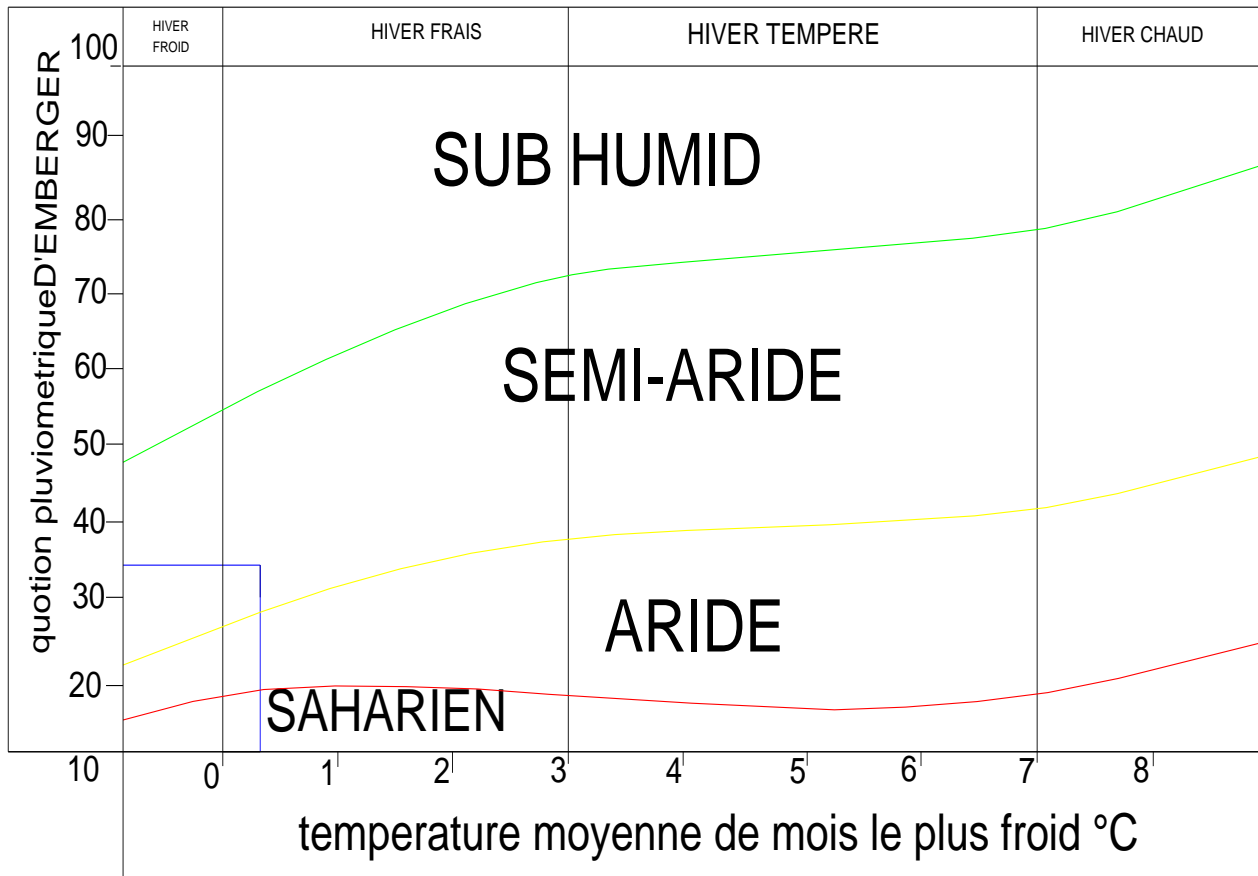
m : moyenne des minima du mois le plus froid (en °K)

Pour:

$$m = 7,9^{\circ}\text{C} \quad M = 30,4^{\circ}\text{C} ; \quad P = 489,54\text{mm} ;$$

$$\text{On obtient ;} \quad \quad \quad \mathbf{Q = 30,78}$$

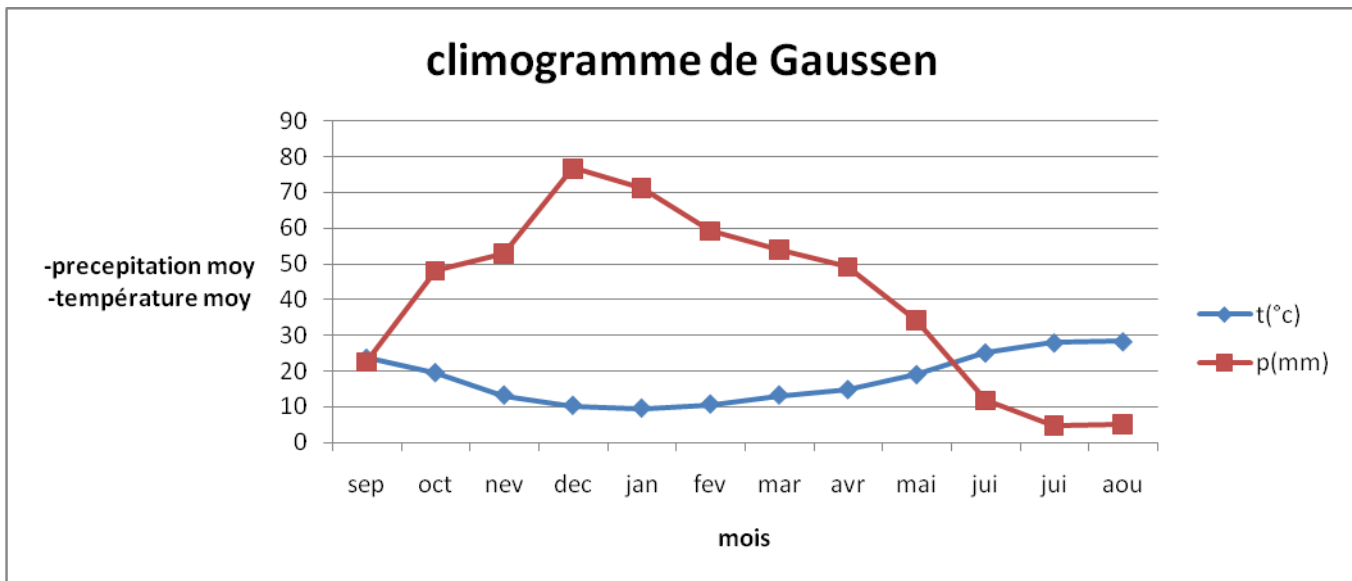
En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER, et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut confirmer que notre région se caractérise par un climat semi-aride.



**Figure II.7 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER**

### II.6.3. Climogramme pluviométrique de Gaussen

Il est établi selon la méthode mise au point par F H.GAUSSEN .Ce diagramme nous permettra donc d'évaluer l'intervalle de saisons sèche et humide, et sa position dans le temps, en faisant intervenir la pluviométrie et la température sur un même graphique.



**Figure II.8 : Climogramme de Gausсен**

**Description du graphe :**

D’après le Climogramme ombrothermique de Gausсен, on remarque qu’il existe deux périodes : la période humide où l’irrigation n’est pas indispensable, et la période sèche où l’irrigation est indispensable. Cette période commence du mois de Juin jusqu’au mois d’Aout.

**Conclusion**

Le climat de la zone d’étude est de type méditerranéen avec une saison pluvieuse allant d’octobre à Mai et un été sec et chaud.

## **Etude hydrologique et le bilan hydrique**



### III.1. Le bilan hydrique

Connaître le bilan d'eau d'une région c'est évaluer la répartition des précipitations entre les différentes composantes du bilan hydrique à savoir l'écoulement, l'infiltration et l'évaporation.

#### III.1.1. Evapotranspiration ou déficit d'écoulement

##### III.1.1.1. Evapotranspiration réelle E.T.R

L'E.T.R est la quantité d'eau effectivement évaporée et transpirée.

#### a) Formule de TURC

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{t^2}{L^2}}}$$

$$L = 300 + 25t + 0.005t^3$$

**Tableau III.1** : les précipitations moyennes annuelles pour la période (1946-2009)

N°	Année	P annuelle	N°	Année	P annuelle
1	1946	491,6	33	1978	457,7
2	1947	599,8	34	1979	604,4
3	1948	591,7	35	1980	429,2
4	1949	464,5	36	1981	422
5	1950	632,6	37	1982	405,2
6	1951	868,3	38	1983	342,5
7	1952	519,7	39	1984	595,1
8	1953	683,9	40	1985	498,5
9	1954	552,1	41	1986	544,8
10	1955	562,4	42	1987	330,6
11	1956	471	43	1988	467,6
12	1957	805,2	44	1989	316,7
13	1958	510,4	45	1990	390,7
14	1959	751,3	46	1991	508,4
15	1960	445,6	47	1992	305
16	1961	625,8	48	1993	251,1
17	1962	570,2	49	1994	483,5
18	1963	419,4	50	1995	676,9
19	1964	476,5	51	1996	331,5
20	1965	365,7	52	1997	457,3
21	1966	485,9	53	1998	433,8
22	1967	399,2	54	1999	237,5
23	1968	378,2	55	2000	494
24	1969	516	56	2001	246
25	1970	362,2	57	2002	555,7
26	1971	630,5	58	2003	524,1
27	1972	620,1	59	2004	367,6
28	1973	541	60	2005	446,2
29	1974	564,4	61	2006	454,5
30	1975	523	62	2007	464,4
31	1976	409,2	63	2008	576,3

32	1977	384	64	2009	490,2
----	------	-----	----	------	-------

D'après ce tableau qui contient les valeurs des précipitations annuelles de 1946 jusqu'à 2009, on tire la valeur de P qui est égale à la moyenne.

**P=489,54mm**

**T ; la température moyenne annuelle**

Le tableau suivant présente les variations des températures mensuelles et annuelles en (°c) de 1995 jusqu'à 2004 ;

**Tableau III.2 : Les températures moyennes annuelles pour la période (1995-2004)**

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NEV	DEC	annuelle
1995	8,7	12,1	11,8	13,9	20,8	23	27,7	27,3	21,3	19,8	15	11,8	17,8
1996	11,1	8	11,8	14,4	17,3	22,1	26,3	26,3	20,6	16,8	14	11,3	16,7
1997	10	12,4	13,6	15,3	19,2	24,3	25,9	26,6	24,1	19,6	13	10,5	17,9
1998	10	12	13,3	14,2	17	25,3	28,6	27,6	24	17	13	9	17,6
1999	9,3	7,9	12,5	16	22,7	24,8	27,6	29,6	24,4	21,5	12	9,1	18,2
2000	8,7	12,4	14,4	15,3	21,4	25	29,2	29,6	24,1	16,8	13,3	12	18,5
2001	9,9	9,9	16,2	15,2	17,8	26,5	28,4	29,3	24,5	22,9	12,3	9,2	18,6
2002	10,3	11,8	13,2	14,4	19,6	27,1	26,9	26,3	23,5	20,1	13,4	11,6	18,2
2003	7,9	8,1	13,2	15	19,1	28,2	30,7	30,4	24,3	19,4	13,7	9,3	18,3
2004	9,5	12	12,5	14,2	15,3	24,8	28,4	29,7	25,5	21,8	12,6	9,5	18
MOYEN	9,54	10,66	13,25	14,79	19,02	25,11	27,97	28,27	23,63	19,57	13,23	10,33	17,98

ONM Alger

Donc on tire la valeur de t (la moyenne), qui est de 17,98 on prend **t=18°c**

**Tableau III.3 : l'évapotranspiration réelle E.T.R selon Turc**

Paramètre Région	t (°C)	L	P (mm)	E.T.R (mm)
Plaine du haut Chélif	18	779,16	489,54	515,87

**b) Formule de COUTAGNE**

Cette formule donne l'évapotranspiration réelle du bassin versant en fonction de la précipitation moyenne P en mètre et de la température moyenne annuelle T en c°

Avec :

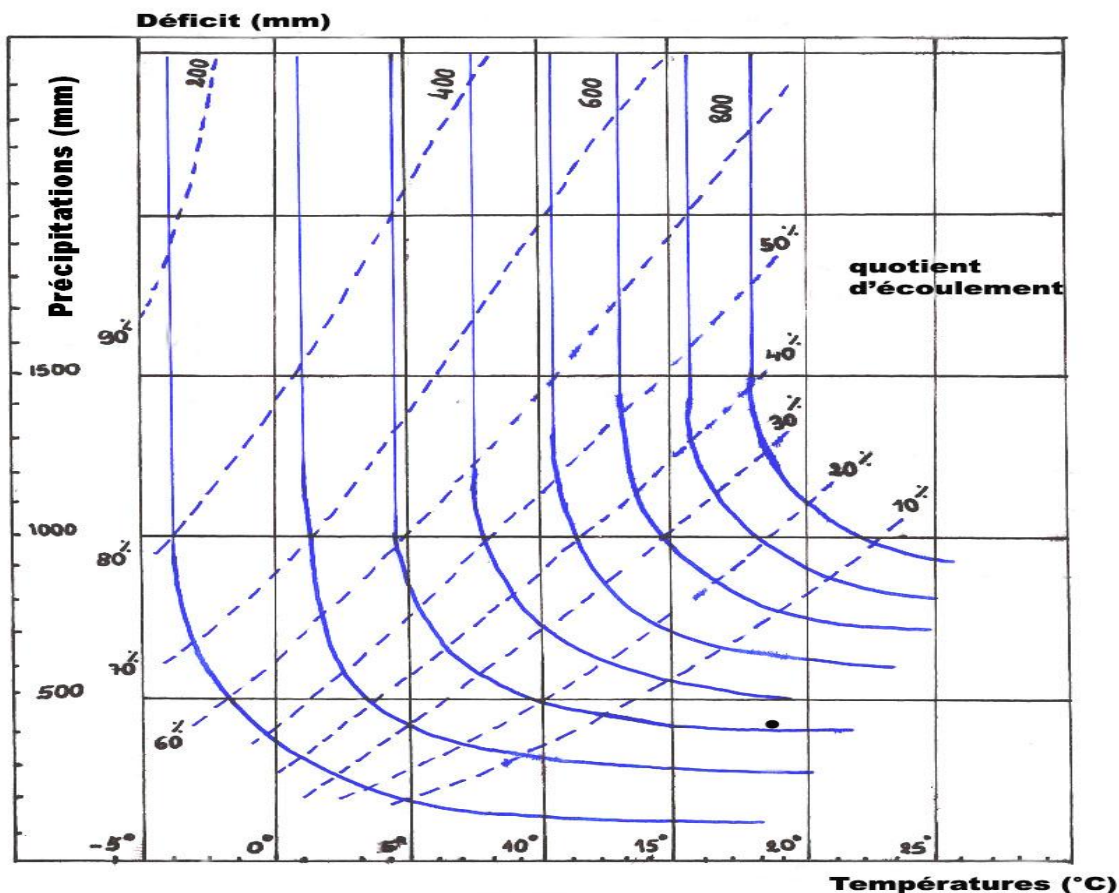
$$E.T.R = P - \lambda P^2 \quad \text{tel que :} \quad \lambda = \frac{1}{0.8 + 0.14T}$$

Cette formule n'est appliquée à une région donnée que si :

$$\frac{1}{8\lambda} < P < \frac{1}{2\lambda} \quad T=18^\circ\text{c} \quad \text{donc : } \lambda = 0,3$$

$$\text{Et} \quad \frac{1}{8\lambda} = 0,42 \quad \frac{1}{2\lambda} = 1,67$$

$\lambda=0,48954\text{m}$ , compris entre 0.42 et 1.67, donc la formule de Coutagne est applicable à notre Bassin versant.



**Fig.N° : Abaque de Wundt modifié par Coutagne**

**Figure III.1 : Abaque de Wundt modifié par Coutagne(Bouziane 2006)**

**Tableau III.4 : l'évapotranspiration réelle E.T.R selon Coutagne.**

Paramètres Région	t (°C)	P (mm)	E.T.R (mm)
Plaine du haut Chélif	18	489,54	417,65

c)  
Méthode  
de  
WUNDT

L'E.T.R est déduite de l'abaque de WUNDT (figure n°III.1) qui donne la valeur de L'E.T.R en fonction des précipitations et des températures, pour une précipitation de 489,54 mm portée sur l'axe des ordonnées et une température de 18°C portée en abscisse, le déficit d'écoulement, lu sur le diagramme, est de 465mm.

**Tableau III.5 : l'évapotranspiration réelle E.T.R selon WUNDT**

Paramètre Région	t (°C)	P (mm)	E.T.R (mm)

<b>Plaine de haut Chélif</b>	18	489,54	465
------------------------------	----	--------	-----

Nous remarquons que l'E.T.R est inférieure aux précipitations et par conséquent l'abaque de WUNDT est exploitable dans notre cas.

• **Comparaison des résultats de l'évapotranspiration réelle ETR :**

Les résultats obtenus de l'évapotranspiration réelle (E.T.R) par les trois méthodes sont donnés dans le ci-dessous.

**Tableau III.6 :** Résultats de l'E.T.R obtenu par les trois méthodes

Méthode	TURC	COUTAGNE	WUNDT	Moyenne
ETR (mm)	515,87	417,65	465	<b>466,17</b>

Nous constatons que la valeur obtenue de la méthode de WUNDT est la plus proche de la moyenne, donc on prend **E.T.R=465mm** pour le calcul du bilan hydrologique.

**III.1.1.2. Evapotranspiration potentielle E.T.P**

L'E.T.P correspond à la lame d'eau qui pourrait être évapotranspirée si le sol est recouvert d'un tapis végétal contenant en permanence une quantité suffisante d'eau.

a) **Méthode de SERRA**

$$E.T.P = 16 \left( \frac{10t}{I} \right)^a \quad \text{Avec : } I = \sum_{i=1}^{12} i \quad \text{Où } i=0.09 t \text{ et } a = 1.6 \left( \frac{I}{100} \right) + 0.5 .$$

NB : E.T.P corrigé = E.T.P \* K

**Tableau III.7 :** E.T.P moyenne mensuelle et annuelle calculée par la formule de SERRA

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév	Mar	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Moyenne annuelle
<b>Paramètres</b>													
<b>t (°C)</b>	9,54	10,66	13,25	14,79	19,02	25,1	27,97	28,27	23,63	19,57	13,23	10,33	17,95
<b>E.T.P (mm)</b>	57,73	63,3	75,82	83,07	102,36	129	140,97	142,22	122,56	104,81	75,73	61,67	1159
<b>K</b>	1,03	0,97	0,86	0,84	0,87	0,85	1,03	1,1	1,21	1,22	1,24	1,16	----
<b>E.T.P corrigé</b>	<b>59,46</b>	<b>61,401</b>	<b>65,21</b>	<b>69,78</b>	<b>89,049</b>	<b>110</b>	<b>145,2</b>	<b>156,44</b>	<b>148,29</b>	<b>127,86</b>	<b>93,9</b>	<b>71,54</b>	<b>1198</b>

Nous obtenons ainsi une évapotranspiration potentielle **E.T.P =1198 mm** pour un indice thermique annuel  $I=20.33$

b) **Méthode de C.W THORNTHWAITE**

$$E.T.P = 16 \left( \frac{10t}{I} \right)^a \times K$$

$$\text{Avec : } I = \sum_{i=1}^{12} i \quad \text{Où } i = \left( \frac{t}{5} \right)^{1.514}$$

$$\text{Et } a = \frac{1.6}{100} I + 0.5 \quad \text{d'où } a = \frac{1.6}{100} 93.88 + 0.5 .$$

Les résultats de l'E.T.P obtenus par la formule de Thornthwaite sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau III.8 : E.T.P moyenne mensuelle et annuelle calculée par la formule Thornthwaite.**

Mois Paramètres	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv.	Fev	Mar	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Moyenne annuelle
t (°C)	9,54	10,66	13,25	14,79	19,02	25,1	27,97	28,27	23,63	19,57	13,23	10,33	17,95
E.T.P (mm)	16,52	20,629	31,87	39,71	65,674	114	142,02	145,09	101,37	69,527	31,78	19,37	798
K	1,03	0,97	0,86	0,84	0,87	0,85	1,03	1,1	1,21	1,22	1,24	1,16	----
E.T.P corrige	<b>17,02</b>	<b>20,011</b>	<b>27,41</b>	<b>33,36</b>	<b>57,137</b>	<b>97,3</b>	<b>146,28</b>	<b>159,59</b>	<b>122,66</b>	<b>84,823</b>	<b>39,4</b>	<b>22,47</b>	<b>827,5</b>

La valeur de l'E.T.P annuelle trouvée est de **827,5mm** pour un indice thermique annuel I=93.88.

### III.1.2. Etablissement du bilan hydrique a) Bilan de THORNTHWAITE

$$RFU_i = P_i - ETP_i + RFU_{i-1}$$

**Tableau III.9: Bilan d'eau selon Thornthwaite de la plaine du Haut Cheliff**

Mois Paramètres	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mar	Avri	Mai	Juin	Juil	Août	Moyenne annuelle
P (mm)	22,32	47,79	52,43	75,87	70,33	58,7	53,23	48,61	34,07	11,93	5,12	5,23	489,5
ETP (mm)	<b>17,02</b>	<b>20,01</b>	<b>27,41</b>	<b>33,36</b>	<b>57,14</b>	<b>97,3</b>	<b>146,28</b>	<b>159,59</b>	<b>122,66</b>	<b>84,82</b>	<b>39,4</b>	<b>22,47</b>	<b>827,5</b>
P-ETP (mm)	5,3	27,78	25,02	42,51	13,19	-39	-93,05	-111	-88,59	-72,89	-34,3	-17,2	
RFU (mm)	0	0	25,02	67,53	80,73	42,2	0	0	0	0	0	0	
ETR (mm)	17,02	20,01	27,41	33,36	57,14	58,7	53,23	48,611	34,07	11,931	5,12	5,23	<b>371,8</b>
EXC (mm)	5,3	27,78	25,02	42,51	13,19	0	0	0	0	0	0	0	113,8
Déficit (mm)	0	0	0	0	0	38,6	93,05	110,98	88,59	72,893	34,29	17,25	455,6

- Si :  $P > ETP$  alors :  $ETR = ETP$
- Si :  $P < ETP$ :  $ETR = P + \min(RFU, ETP - P)$
- Si :  $RFU = 0$ ,  $Da = ETP - ETR$

L'évapotranspiration réelle annuelle est donc de **371,8mm** pour une pluie moyenne annuelle de 489,5 elle correspond donc à 76% des précipitations, le reste constitue l'excédent qui représente la quantité d'eau qui s'infiltre dans le sol ou s'écoule dans les oueds.

### Evaluation du bilan hydrique globale

La formule du bilan hydrologique peut être exprimée de la manière suivante :

$$P = E.T.R + R + I \pm \Delta S$$

Donc la formule devient ;  $P - (E.T.R + R + I) = 0$

Nous estimons le ruissellement (R) de façon approximative selon la formule de TIXERONT-BERKALOFF.

$$R = \frac{P^3}{3(ETP)^2} \quad \mathbf{R=57,12mm}$$

Aussi, nous pouvons déduire l'infiltration (I) de l'équation du bilan hydrologique :

$$I = P - E.T.R - R \quad \mathbf{I=60,59 \text{ mm}}$$

**Tableau III.10** : Le bilan global.

Apports (mm)		Exhaures (mm)				Ecart apport exhaure (mm)
Précipitations	Total des apports	E.T.R	R	I	Total des Exhaures	
<b>489,54</b>	<b>434</b>	<b>371,8</b>	<b>57,12</b>	<b>60,59</b>	489,54	0

### III.2. Etude hydrologique

L'hydrologie est la science qui étudie les eaux terrestres, leur origine, leur mouvement et leur répartition sur notre planète, leurs propriétés physiques et chimiques, leurs interactions avec l'environnement physique et biologique et leur influence sur l'activité humaine.

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques de la station pluviométrique prise en considération dans l'étude.

**Tableau III.11** : Caractéristiques de la station pluviométrique

Code	Nom	X (km)	Y (km)	Z (m)
011405	GHRIB BGE	487.25	318.4	460

Source ANRH Alger

#### III.2.2. Présentation de la série de données

**Tableau III.1** : les précipitations moyennes annuelles pour la période (1946-2009)

N°	Année	P annuelle	N°	Année	P annuelle
1	1946	491,6	33	1978	457,7
2	1947	599,8	34	1979	604,4
3	1948	591,7	35	1980	429,2
4	1949	464,5	36	1981	422
5	1950	632,6	37	1982	405,2
6	1951	868,3	38	1983	342,5
7	1952	519,7	39	1984	595,1
8	1953	683,9	40	1985	498,5

9	1954	552,1	41	1986	544,8
10	1955	562,4	42	1987	330,6
11	1956	471	43	1988	467,6
12	1957	805,2	44	1989	316,7
13	1958	510,4	45	1990	390,7
14	1959	751,3	46	1991	508,4
15	1960	445,6	47	1992	305
16	1961	625,8	48	1993	251,1
17	1962	570,2	49	1994	483,5
18	1963	419,4	50	1995	676,9
19	1964	476,5	51	1996	331,5
20	1965	365,7	52	1997	457,3
21	1966	485,9	53	1998	433,8
22	1967	399,2	54	1999	237,5
23	1968	378,2	55	2000	494
24	1969	516	56	2001	246
25	1970	362,2	57	2002	555,7
26	1971	630,5	58	2003	524,1
27	1972	620,1	59	2004	367,6
28	1973	541	60	2005	446,2
29	1974	564,4	61	2006	454,5
30	1975	523	62	2007	464,4
31	1976	409,2	63	2008	576,3
32	1977	384	64	2009	490,2

### III.2.3. Caractéristiques de la série des pluies annuelles

- La moyenne interannuelle des précipitations

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i = \frac{31330,4}{64} = 489,54 \text{ mm}$$

- L'écart-type

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2\right)} = \sqrt{15526,4073} = 125,59 \text{ mm}$$

- Le coefficient de variation

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{P}} = \frac{125,59}{489,54} = 0,26$$

### III.2.4. Homogénéisation des données

#### III.2.4.1. Test de Wilcoxon

Ce test consiste en :

- 1- Diviser la série d'observation en deux échantillons ( $X_1, \dots, X_n$ ) et ( $Y_1, \dots, Y_m$ ) avec  $n < m$  et  $n, m$  représentent les tailles des deux échantillons.
- 2- Classer la série ( $X \cup Y$ ) par ordre décroissant en attribuant à chaque valeur son rang et sa série d'origine ( $X$  ou  $Y$ ).
- 3- La condition pour que la série soit homogène est :

$$W_{min} < W_y < W_{max} \square$$

Avec :

- $W_y$  : La somme des rangs des  $Y_i$

$$W_{min} = \frac{(n + m + 1)n - 1}{2} - u_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{(n + m + 1)nm}{12}}$$

- $W_{max} = (n + m + 1)n - W_{min} \square$

- $n$  : Taille de l'échantillon X.

- $m$  : Taille de l'échantillon Y.

- $u_{1-\frac{\alpha}{2}}$  : Variable réduite de Gauss=1.96

Les résultats du test de Wilcoxon appliqué à la station pluviométrique sont donnés dans le tableau III.12.

**Tableau III.12** : Test d'homogénéité de Wilcoxon

La série X $N_2=33$			La série Y $N_1=31$			Classement					
N°	Année	Pannuelle	N°	Année	Pannuelle	P ↓	Rang	Série	P ↓	Rang	Série
1	1946	491,6	34	1979	604,4	868,3	1	X	483,5	33	Y
2	1947	599,8	35	1980	429,2	805,2	2	X	476,5	34	X
3	1948	591,7	36	1981	422	751,3	3	X	471	35	X
4	1949	464,5	37	1982	405,2	683,9	4	X	467,6	36	Y
5	1950	632,6	38	1983	342,5	676,9	5	Y	464,5	37	X
6	1951	868,3	39	1984	595,1	632,6	6	X	464,4	38	Y
7	1952	519,7	40	1985	498,5	630,5	7	X	457,3	39	Y
8	1953	683,9	41	1986	544,8	625,8	8	X	457,7	40	X
9	1954	552,1	42	1987	330,6	620,1	9	X	454,5	41	Y
10	1955	562,4	43	1988	467,6	604,4	10	Y	446,2	42	Y
11	1956	471	44	1989	316,7	599,8	11	X	445,6	43	X
12	1957	805,2	45	1990	390,7	595,1	12	Y	433,8	44	Y
13	1958	510,4	46	1991	508,4	591,7	13	X	429,2	45	Y
14	1959	751,3	47	1992	305	576,3	14	Y	422	46	Y
15	1960	445,6	48	1993	251,1	570,2	15	X	419,4	47	X
16	1961	625,8	49	1994	483,5	564,4	16	X	409,2	48	X



17	1962	570,2	50	1995	676,9	562,4	17	X	405,2	49	Y
18	1963	419,4	51	1996	331,5	555,7	18	Y	399,2	50	X
19	1964	476,5	52	1997	457,3	552,1	19	X	390,7	51	Y
20	1965	365,7	53	1998	433,8	544,8	20	Y	384	52	X
21	1966	485,9	54	1999	237,5	541	21	X	378,2	53	X
22	1967	399,2	55	2000	494	524,1	22	Y	367,6	54	Y
23	1968	378,2	56	2001	246	523	23	X	365,7	55	X
24	1969	516	57	2002	555,7	519,7	24	X	362,2	56	X
25	1970	362,2	58	2003	524,1	516	25	X	342,5	57	Y
26	1971	630,5	59	2004	367,6	510,4	26	X	331,5	58	Y
27	1972	620,1	60	2005	446,2	508,4	27	Y	330,6	59	Y
28	1973	541	61	2006	454,5	498,5	28	Y	316,7	60	Y
29	1974	564,4	62	2007	464,4	494	29	Y	305	61	Y
30	1975	523	63	2008	576,3	491,6	30	X	251,1	62	Y
31	1976	409,2	64	2009	490,2	490,2	31	Y	246	63	Y
32	1977	384				485,9	32	X	237,5	64	Y
33	1978	457,7									

**Résultats :**

- $W_y = 1218$
- $W_{min} = 894,1$
- $W_{max} = 1250,9$

Donc la condition  $W_{min} < W_y < W_{max}$  est vérifiée d'où la série est homogène.

### III.2.4.2. Test de la médiane ou test de Mood

Ce test consiste en :

- 1- Constituer un échantillon  $(X_1, \dots, X_n)$  comportant la série d'observation
- 2- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant
- 3- Déterminer la médiane  $M$  de cet échantillon, qui représente une valeur constante de telle sorte que 50% des valeurs de l'échantillon lui soient inférieures et les 50 autres supérieures.
- 4- Attribuer à chaque valeur non classée un signe :
  - + pour  $X_i > M$
  - pour  $X_i < M$
- 5- Les conditions pour que la série soit homogène :

$$N_s > \frac{1}{2} \left( n + 1 - u_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{n+1} \right)$$

$$T_s < 3.3(\log_{10} n + 1)$$

Avec :

- n : taille de la série
- $N_s$  : nombre total de + ou de -
- $T_s$  : taille de la plus grande série de + ou de -
- $u_{1-\frac{\alpha}{2}}$  : Variable réduite de Gauss=1.96

Les résultats du test de Mood appliqué à la station pluviométrique sont donnés comme suit :

**Tableau III.13** : Test d'homogénéité de la médiane

N°	Année	P annuel	S	P ↑	N°	Année	P annuel	S	P ↑
1	1946	491,6	+	237,5	33	1978	457,7	-	485,9
2	1947	599,8	+	246	34	1979	604,4	+	490,2
3	1948	591,7	+	251,1	35	1980	429,2	-	491,6
4	1949	464,5	-	305	36	1981	422	-	494
5	1950	632,6	+	316,7	37	1982	405,2	-	498,5
6	1951	868,3	+	330,6	38	1983	342,5	-	508,4
7	1952	519,7	+	331,5	39	1984	595,1	+	510,4
8	1953	683,9	+	342,5	40	1985	498,5	+	516
9	1954	552,1	+	362,2	41	1986	544,8	+	519,7
10	1955	562,4	+	365,7	42	1987	330,6	-	523
11	1956	471	-	367,6	43	1988	467,6	-	524,1
12	1957	805,2	+	378,2	44	1989	316,7	-	541
13	1958	510,4	+	384	45	1990	390,7	-	544,8
14	1959	751,3	+	390,7	46	1991	508,4	+	552,1
15	1960	445,6	-	399,2	47	1992	305	-	555,7
16	1961	625,8	+	405,2	48	1993	251,1	-	562,4
17	1962	570,2	+	409,2	49	1994	483,5	-	564,4
18	1963	419,4	-	419,4	50	1995	676,9	+	570,2
19	1964	476,5	-	422	51	1996	331,5	-	576,3
20	1965	365,7	-	429,2	52	1997	457,3	-	591,7
21	1966	485,9	+	433,8	53	1998	433,8	-	595,1
22	1967	399,2	-	445,6	54	1999	237,5	-	599,8
23	1968	378,2	-	446,2	55	2000	494	+	604,4
24	1969	516	+	454,5	56	2001	246	-	620,1
25	1970	362,2	-	457,3	57	2002	555,7	+	625,8
26	1971	630,5	+	457,7	58	2003	524,1	+	630,5
27	1972	620,1	+	464,4	59	2004	367,6	-	632,6
28	1973	541	+	464,5	60	2005	446,2	-	676,9
29	1974	564,4	+	467,6	61	2006	454,5	-	683,9
30	1975	523	+	471	62	2007	464,4	-	751,3
31	1976	409,2	-	476,5	63	2008	576,3	+	805,2

32	1977	384	-	483,5		64	2009	490,2	+	868,3
----	------	-----	---	-------	--	----	------	-------	---	-------

### Résultats :

- $M = 484$
- $N_s = 32$
- $T_s = 6$
- $\frac{1}{2}(n + 1 - u_{1-\frac{\alpha}{2}}\sqrt{n + 1}) = 10,87$
- $3.3(\log_{10} n + 1) = 8,27$

Donc les conditions  $N_s > 10,87$  et  $T_s < 8,27$  sont vérifiées, d'où la série est homogène.

### III.2.5. Ajustement de la série

#### III.2.5.1. Ajustement de la série à la loi de Gumbel

La fonction de répartition de la loi de Gumbel est :

$$F(x) = e^{-e^{-\frac{x-x_0}{\alpha}}}$$

Avec :

- $F(x)$  : Fréquence au dépassement de la valeur de  $x$ .
- $\alpha, x_0$  : Coefficients d'ajustement.

Par changement de variable  $y = \frac{x - x_0}{\alpha}$ , la loi de Gumbel s'écrit :

$$F(x) = e^{-e^{-y}}$$

Avec :

- $y$  : variable réduite de Gumbel
- $x \in ]-\infty, +\infty[$

L'équation  $x = \frac{1}{\alpha}y + x_0$  représente la droite de Gumbel sur papier à probabilité Gumbel.

#### Résultats de l'ajustement par la loi de Gumbel

L'ajustement est fait sous logiciel Hydrolab, est les résultats se présentent comme suit :

**Tableau III.14** : Ajustement de la série des précipitations à la loi de Gumbel.

				Ajustement à une loi de Gauss					
Taille n=64		Moyenne = 489,54				I.C. à (en%) = 95		U Gauss=1,9604	
		Ecart-type = 125,59							
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure	

491,6	237,5	1	0,0078	-2,418	237,50	185,86	113,62	239,31
599,8	246	2	0,0234	-1,988	246,00	239,88	177,42	286,89
591,7	251,1	3	0,0391	-1,762	251,10	268,24	210,70	312,08
464,5	305	4	0,0547	-1,601	305,00	288,42	234,27	330,13
632,6	316,7	5	0,0703	-1,474	316,70	304,45	252,89	344,54
868,3	330,6	6	0,0859	-1,366	330,60	317,93	268,50	356,73
519,7	331,5	7	0,1016	-1,273	331,50	329,68	282,04	367,42
683,9	342,5	8	0,1172	-1,189	342,50	340,18	294,10	377,01
552,1	362,2	9	0,1328	-1,113	362,20	349,72	305,02	385,78
562,4	365,7	10	0,1484	-1,043	365,70	358,53	315,05	393,90
471	367,6	11	0,1641	-0,978	367,60	366,73	324,35	401,50
805,2	378,2	12	0,1797	-0,916	378,20	374,44	333,07	408,69
510,4	384	13	0,1953	-0,858	384,00	381,74	341,29	415,52
751,3	390,7	14	0,2109	-0,803	390,70	388,69	349,08	422,06
445,6	399,2	15	0,2266	-0,750	399,20	395,35	356,52	428,35
625,8	405,2	16	0,2422	-0,699	405,20	401,75	363,64	434,42
570,2	409,2	17	0,2578	-0,650	409,20	407,93	370,49	440,32
419,4	419,4	18	0,2734	-0,602	419,40	413,92	377,10	446,06
476,5	422	19	0,2891	-0,556	422,00	419,74	383,49	451,67
365,7	429,2	20	0,3047	-0,511	429,20	425,42	389,70	457,16
485,9	433,8	21	0,3203	-0,466	433,80	430,96	395,74	462,56
399,2	445,6	22	0,3359	-0,423	445,60	436,40	401,63	467,87
378,2	446,2	23	0,3516	-0,381	446,20	441,73	407,39	473,11
516	454,5	24	0,3672	-0,339	454,50	446,98	413,04	478,29
362,2	457,3	25	0,3828	-0,298	457,30	452,15	418,57	483,42
630,5	457,7	26	0,3984	-0,257	457,70	457,26	424,02	488,51
620,1	464,4	27	0,4141	-0,217	464,40	462,32	429,38	493,58
541	464,5	28	0,4297	-0,177	464,50	467,33	434,67	498,62
564,4	467,6	29	0,4453	-0,137	467,60	472,30	439,89	503,65
523	471	30	0,4609	-0,098	471,00	477,25	445,07	508,67
409,2	476,5	31	0,4766	-0,059	476,50	482,17	450,19	513,70
384	483,5	32	0,4922	-0,020	483,50	487,08	455,28	518,74
457,7	485,9	33	0,5078	0,020	485,90	491,99	460,33	523,80
604,4	490,2	34	0,5234	0,059	490,20	496,90	465,37	528,88
429,2	491,6	35	0,5391	0,098	491,60	501,83	470,40	534,01
422	494	36	0,5547	0,137	494,00	506,77	475,43	539,18
405,2	498,5	37	0,5703	0,177	498,50	511,74	480,46	544,41
342,5	508,4	38	0,5859	0,217	508,40	516,76	485,50	549,70
595,1	510,4	39	0,6016	0,257	510,40	521,81	490,56	555,06
498,5	516	40	0,6172	0,298	516,00	526,92	495,66	560,50
544,8	519,7	41	0,6328	0,339	519,70	532,10	500,79	566,04
330,6	523	42	0,6484	0,381	523,00	537,34	505,97	571,68
467,6	524,1	43	0,6641	0,423	524,10	542,68	511,21	577,44
316,7	541	44	0,6797	0,466	541,00	548,11	516,52	583,34
390,7	544,8	45	0,6953	0,511	544,80	553,66	521,91	589,38
508,4	552,1	46	0,7109	0,556	552,10	559,33	527,40	595,58
305	555,7	47	0,7266	0,602	555,70	565,15	533,01	601,98
251,1	562,4	48	0,7422	0,650	562,40	571,14	538,75	608,59
483,5	564,4	49	0,7578	0,699	564,40	577,33	544,65	615,44
676,9	570,2	50	0,7734	0,750	570,20	583,73	550,73	622,56
331,5	576,3	51	0,7891	0,803	576,30	590,38	557,02	629,99
457,3	591,7	52	0,8047	0,858	591,70	597,34	563,56	637,79
433,8	595,1	53	0,8203	0,916	595,10	604,64	570,39	646,01
237,5	599,8	54	0,8359	0,978	599,80	612,35	577,57	654,72
494	604,4	55	0,8516	1,043	604,40	620,55	585,18	664,03

246	620,1	56	0,8672	1,113	620,10	629,35	593,30	674,06
555,7	625,8	57	0,8828	1,189	625,80	638,90	602,07	684,98
524,1	630,5	58	0,8984	1,273	630,50	649,40	611,66	697,03
367,6	632,6	59	0,9141	1,366	632,60	661,15	622,34	710,58
446,2	676,9	60	0,9297	1,474	676,90	674,63	634,53	726,18
454,5	683,9	61	0,9453	1,601	683,90	690,65	648,94	744,81
464,4	751,3	62	0,9609	1,762	751,30	710,84	666,99	768,38
576,3	805,2	63	0,9766	1,988	805,20	739,19	692,19	801,65
490,2	868,3	64	0,9922	2,418	868,30	793,21	739,77	865,46

**Tableau III.15 : Quantiles résultant de la loi de Gumbel**

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.
0,2	-0,841	383,86	343,67	417,51
0,5	0,000	489,54	457,81	521,27
0,8	0,841	595,22	561,57	635,41

Le graphique de l'ajustement est représenté par la Figure III-2

### Ajustement à une loi Normale

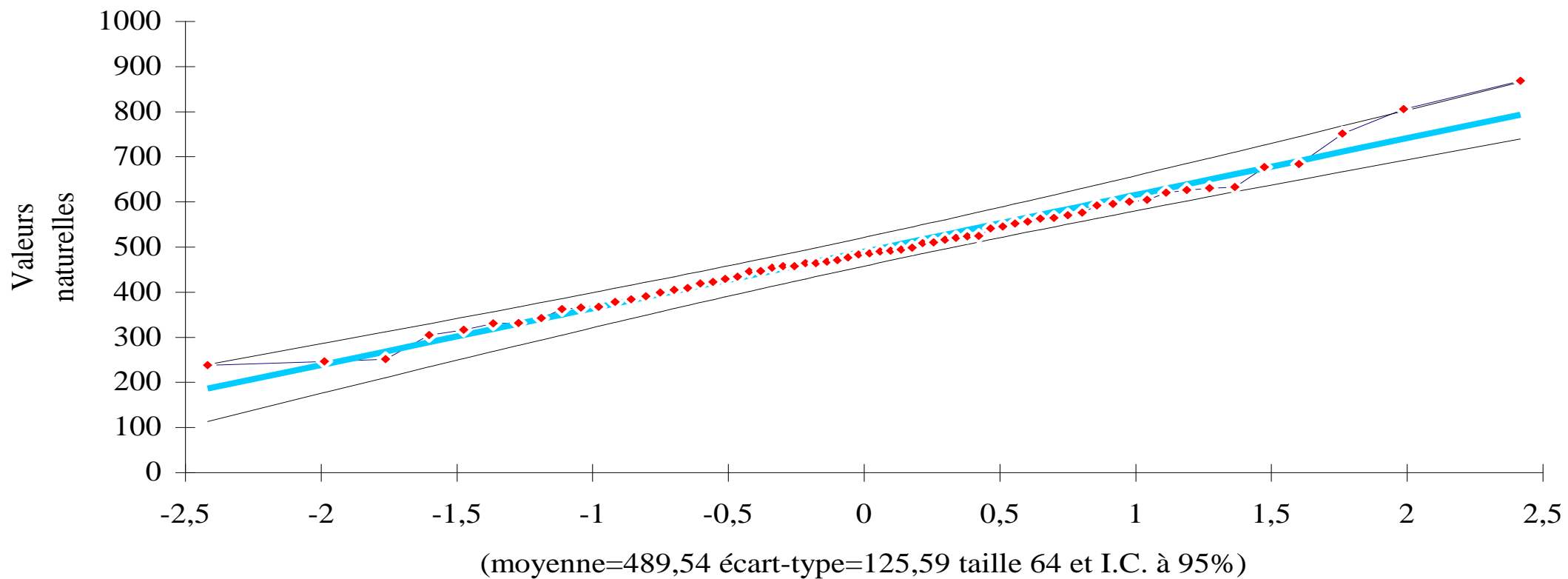


Figure III.2 : Ajustement à une loi normale

### Observation et interprétation

D'après le test visuel (figure III.2), on constate que les valeurs ne s'ajustent pas à la droite de Gumbel, donc cet ajustement est écarté.

#### III.2.5.2. Ajustement de la série à la loi de Galton Log-normale

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

La fréquence étant au non dépassement.

La variable réduite est de la forme :

$$u = \frac{\ln x - \overline{\ln x}}{\sigma_{\ln x}}$$

#### Résultats de l'ajustement par la loi de Galton

L'ajustement est fait sous le logiciel Hydrolab, est les résultats se présentent comme suit :

**Tableau III.16 :** Ajustement de la série des précipitations à la loi Log-normale Galton

		Ajustement		à une loi Log-normale				
Taille n=64		Moy.log(x-xo)= 2,68						
xo=0		E.T. log(x-xo)=0,12		I.C. à (en%)=95		U Gauss=1,960		
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
491,6	237,5	1	0,008	-2,418	237,50	249,46	214,19	279,24
599,8	246	2	0,023	-1,988	246,00	279,58	245,05	308,73
591,7	251,1	3	0,039	-1,762	251,10	296,82	262,88	325,59
464,5	305	4	0,055	-1,601	305,00	309,73	276,28	338,23
632,6	316,7	5	0,070	-1,474	316,70	320,38	287,36	348,67
868,3	330,6	6	0,086	-1,366	330,60	329,63	296,98	357,76
519,7	331,5	7	0,102	-1,273	331,50	337,90	305,59	365,91
683,9	342,5	8	0,117	-1,189	342,50	345,47	313,46	373,39
552,1	362,2	9	0,133	-1,113	362,20	352,50	320,77	380,37
562,4	365,7	10	0,148	-1,043	365,70	359,11	327,63	386,94
471	367,6	11	0,164	-0,978	367,60	365,38	334,13	393,20
805,2	378,2	12	0,180	-0,916	378,20	371,37	340,33	399,20
510,4	384	13	0,195	-0,858	384,00	377,14	346,28	405,00
751,3	390,7	14	0,211	-0,803	390,70	382,71	352,03	410,63
445,6	399,2	15	0,227	-0,750	399,20	388,13	357,59	416,11
625,8	405,2	16	0,242	-0,699	405,20	393,40	363,01	421,49
570,2	409,2	17	0,258	-0,650	409,20	398,57	368,29	426,76
419,4	419,4	18	0,273	-0,602	419,40	403,64	373,46	431,97
476,5	422	19	0,289	-0,556	422,00	408,63	378,54	437,11
365,7	429,2	20	0,305	-0,511	429,20	413,55	383,53	442,20
485,9	433,8	21	0,320	-0,466	433,80	418,42	388,45	447,27
399,2	445,6	22	0,336	-0,423	445,60	423,24	393,31	452,31
378,2	446,2	23	0,352	-0,381	446,20	428,03	398,12	457,33
516	454,5	24	0,367	-0,339	454,50	432,80	402,89	462,36
362,2	457,3	25	0,383	-0,298	457,30	437,55	407,62	467,39
630,5	457,7	26	0,398	-0,257	457,70	442,30	412,33	472,44
620,1	464,4	27	0,414	-0,217	464,40	447,04	417,02	477,52
541	464,5	28	0,430	-0,177	464,50	451,79	421,70	482,63
564,4	467,6	29	0,445	-0,137	467,60	456,56	426,38	487,78
523	471	30	0,461	-0,098	471,00	461,35	431,06	492,98
409,2	476,5	31	0,477	-0,059	476,50	466,17	435,74	498,23
384	483,5	32	0,492	-0,020	483,50	471,02	440,45	503,56

457,7	485,9	33	0,508	0,020	485,90	475,92	445,17	508,96
604,4	490,2	34	0,523	0,059	490,20	480,88	449,93	514,45
429,2	491,6	35	0,539	0,098	491,60	485,90	454,73	520,05
422	494	36	0,555	0,137	494,00	491,00	459,58	525,75
405,2	498,5	37	0,570	0,177	498,50	496,18	464,48	531,58
342,5	508,4	38	0,586	0,217	508,40	501,45	469,45	537,55
595,1	510,4	39	0,602	0,257	510,40	506,83	474,49	543,67
498,5	516	40	0,617	0,298	516,00	512,33	479,62	549,95
544,8	519,7	41	0,633	0,339	519,70	517,95	484,84	556,41
330,6	523	42	0,648	0,381	523,00	523,72	490,17	563,08
467,6	524,1	43	0,664	0,423	524,10	529,65	495,62	569,96
316,7	541	44	0,680	0,466	541,00	535,76	501,20	577,09
390,7	544,8	45	0,695	0,511	544,80	542,06	506,94	584,50
508,4	552,1	46	0,711	0,556	552,10	548,59	512,85	592,20
305	555,7	47	0,727	0,602	555,70	555,37	518,95	600,25
251,1	562,4	48	0,742	0,650	562,40	562,44	525,28	608,68
483,5	564,4	49	0,758	0,699	564,40	569,82	531,86	617,54
676,9	570,2	50	0,773	0,750	570,20	577,57	538,72	626,89
331,5	576,3	51	0,789	0,803	576,30	585,74	545,92	636,80
457,3	591,7	52	0,805	0,858	591,70	594,40	553,50	647,36
433,8	595,1	53	0,820	0,916	595,10	603,62	561,54	658,69
237,5	599,8	54	0,836	0,978	599,80	613,52	570,12	670,91
494	604,4	55	0,852	1,043	604,40	624,24	579,34	684,22
246	620,1	56	0,867	1,113	620,10	635,94	589,36	698,85
555,7	625,8	57	0,883	1,189	625,80	648,88	600,36	715,14
524,1	630,5	58	0,898	1,273	630,50	663,42	612,63	733,57
367,6	632,6	59	0,914	1,366	632,60	680,07	626,60	754,84
446,2	676,9	60	0,930	1,474	676,90	699,69	642,93	780,10
454,5	683,9	61	0,945	1,601	683,90	723,75	662,78	811,37
464,4	751,3	62	0,961	1,762	751,30	755,25	688,51	852,74
576,3	805,2	63	0,977	1,988	805,20	801,82	726,10	914,78
490,2	868,3	64	0,992	2,418	868,30	898,63	802,79	1046,61

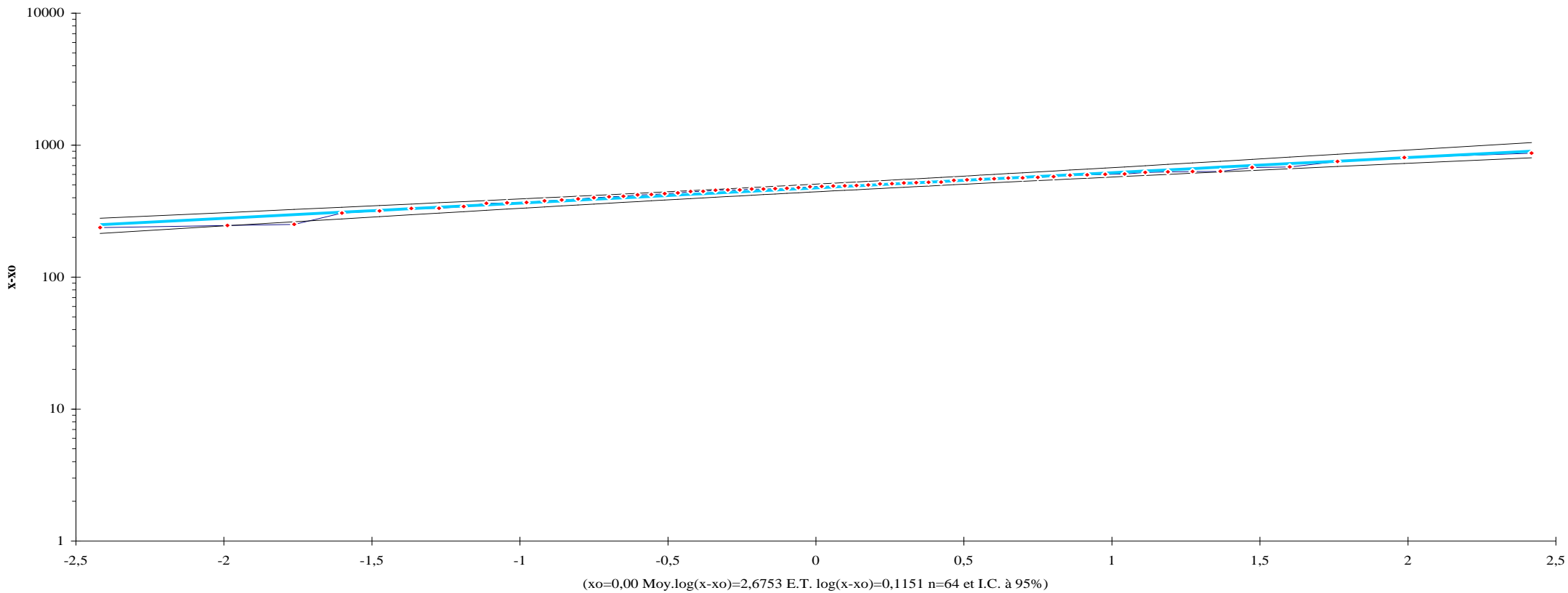
**Tableau III.17 : Quantiles résultant de la loi Log-normale**

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.
0,2	-0,841	378,83	348,03	406,71
0,5	0,000	473,47	442,81	506,25
0,8	0,841	591,74	551,19	644,12

Le graphique de l'ajustement est représenté par la Figure III.3



### Ajustement à une loi Log-normale



**Figure III.3 : ajustement à une loi log normal**

## Observation et interprétation

On remarque d'après la figure III.3, que la loi de Galton est la plus acceptable vu la concentration des points autour de la droite d'ajustement.

### III.2.6. Test d'adéquation du $\chi^2$

#### III.2.6.1. Pour la loi Normale

Résultats	
Résultat de la statistique :	$X^2 = 1.62$
p-value	$p = 0.9777$
Degrés de liberté :	7
Nombre de classes :	10

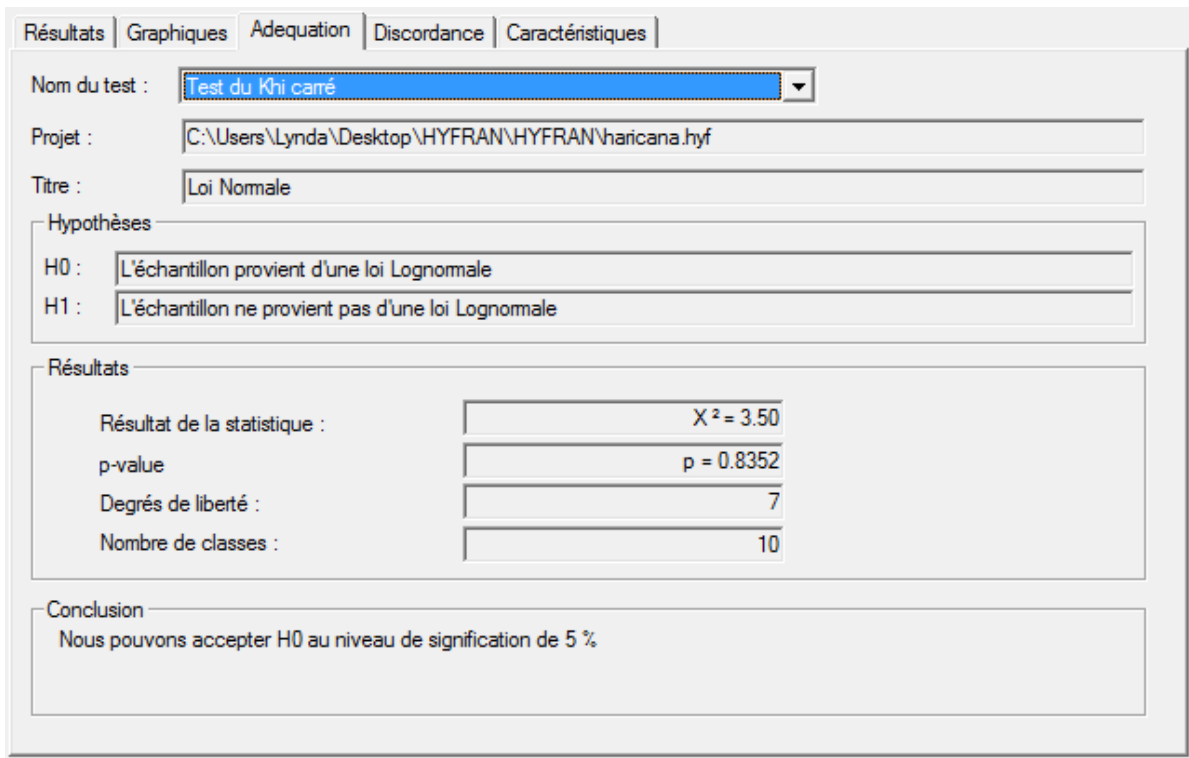
Conclusion  
Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %

**Figure III.4 : Résultat du test d'adéquation du  $\chi^2$ , sous logiciel Hyfran pour la loi normale**

#### Conclusion

L'adéquation de cette loi est admise mais vu le test visuel qui n'est pas vérifié, on conclue que la loi de Gumbel est rejetée.

#### III.2.6.2. Pour la loi Lognormale



**Figure III.5 : Résultat du test d'adéquation du  $\chi^2$ , sous logiciel Hyfran pour la loi lognormal**

### Conclusion

En plus du test visuel qui est vérifié, le test d'adéquation du  $\chi^2$  nous confirme l'admission de cette loi. Donc notre sérié pluviométrique s'ajuste la loi de Galton.

### III.2.7. Détermination de l'année de calcul

#### Estimation de la valeur $P_{80\%}$

D'après l'ajustement de la loi Log normale la valeur de  $P_{80\%}$  est de

$$P_{80\%} = 378,83 \text{ mm}$$

#### Reconstitution de l'année de calcul

$$P_{80\%} = 378,83 \text{ mm}$$

$$P_{50\%} = 489,54 \text{ mm}$$

**Tableau III.18 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.**

	sept	oct	nev	Dec	jan	fev	mars	avr	mai	juin	juil	aout
P moyenne	22,58	48,2	52,95	76,83	71,26	59,3	54	49,22	34,24	11,87	4,71	5,24
P80% mensuelle	17,5	37,3	41	59,5	55,1	45,9	41,8	38,1	26,5	9,2	3,7	4,1

**Co**

### **Conclusion**

Dans la présente étude, nous nous sommes efforcés de dégager les principales caractéristiques statistiques de la série pluviométrique, retenue comme représentative de la zone d'étude.

Quant à l'ajustement des séries de pluies moyennes annuelles, il faut signaler que le test de Khi carré a montré un ajustement à considérer avec les deux lois (loi de Galton et la loi de Gauss).

Les calculs manuels des expressions statistiques nécessitent plus temps, mais avec l'outil informatique, on arrive plus facilement aux résultats et l'utilisation des logiciels tels que l'HydroLab, et Hyfran nous a permis l'élaboration des analyses statistiques les plus importantes en hydrologie.

## **Estimation des besoins en eau**

L'eau qui constitue la plante est libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé (feuille), le reste est évaporé par le sol ; l'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration, ce phénomène conditionne et détermine les besoins en eau des cultures, dans un premiers temps, la détermination des besoins en eau d'une culture nécessite:

- la connaissance de divers paramètres concernant aussi bien la plante elle-même que les données climatiques et pédologiques de la région
  - Les données climatiques
  - les paramètres pédologiques et les données culturales

## **IV.2.Quelques définitions**

### **Le besoins en eau d'une culture**

C'est un apport artificiel d'eau aux cultures, en complément aux précipitations naturelles. L'objet est de créer des conditions favorables de production toute au point de vue quantitatif que qualitatif.

### **L'évapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC)**

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

## **IV.4.Calendrier d'occupation des sols**

**Tableau IV.1 :** Calendrier de la répartition d'occupation des sols relatifs aux cycles culturaux de la zone d'étude.

Cultures	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pomme de terre (S)		S						R				
Pomme de terre (A.S)						S						R
Melon	S						R					
tomate	S							R				
Agrumes	S/R											
Olivier	S/R											

ONID-Khmis Meliana

Tel que ; S : semis

R : récolte

S/R : semis et récolte au même mois

#### IV.5. Les besoins en eau des cultures suivant le calendrier cultural

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

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

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

L'irrigation aura lieu lorsque  $B > 0$ , (d'après la formule (5-6)).

##### IV.5.1. calcul de l'évapotranspiration de référence ET0

A partir du logiciel CROPWAT 8.0 on a calculé les valeurs d'ET0

**Tableau IV.2 :** Evapotranspiration de référence ET0 calculée à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0

Station climatique : MELIANA						Pays : Algérie
Latitude:36-18N			Longitude:02-14E		Altitude : 175m	
Mois	Temp moy °C	Humidité relative %	Vent (Km/j)	Insol (heurs)	Radiation (MJ/m <sup>2</sup> /j)	ET0 (mm/j)
Jan	9,5	74	173	5	18,5	2,69
Fev	10,7	70	173	6	18,5	2,80
Mar	13,3	62	259	8	18,6	3,25
Avr	15,0	61	259	9	15,9	2,92
Mai	19,0	59	259	9	12,6	2,78
Jui	25,1	47	259	11	12,4	3,53
Jui	28,0	44	259	11	13,2	4,19
Aou	28,3	46	259	10	15,3	4,86

Sep	23,6	56	259	8	17,0	4,48
Oct	19,6	62	173	8	20,3	4,05
Nev	13,2	72	173	6	19,5	3,18
Dec	10,3	75	173	5	18,8	2,79
année	18,0	61	223	8	16,7	3,46

#### IV.5.2. Calcul de la pluie efficace

Pour tenir compte des pertes, le programme CROP WAT, nous permet de calculer la précipitation efficace.

**Tableau IV.3** : les pluies efficaces calculées à l'aide du logiciel CROPWAT.

Mois	P <sub>80%</sub> (mm)	P <sub>eff</sub> (mm)
Jan	55,1	50,2
Fev	45,9	42,6
Mar	41,8	39,2
Avr	38,1	35,7
Mai	26,5	25,8
Jui	9,2	8,9
Jui	3,7	4
Aou	4,1	5
Sep	17,5	16,5
Oct	37,3	34,8
Nev	41	38,3
Dec	59,5	53,4
TOTAL	379,7	354,4

#### IV.5.3. Evaluation des valeurs des coefficients culturaux (Kc)

A partir du bulletin FAO d'irrigation et drainage n°33(annexe n°1), on a tiré les valeurs des coefficients culturaux pour les différents mois.

**Tableau IV.4** : les valeurs du Kc (Coefficient cultural)

Cultures	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pomme de terre (S)			0,45	0,75	0,75	1,13	0,9					
Pomme de terre (A.S)							0,45	0,75	0,75	1,13	0,9	
Melon		0,45	0,75	0,75	1	0,85						
tomate		0,45	0,75	0,75	1,15	1,15	0,88					



Agrumes		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Olivier		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

#### IV.5.4.L'Evaporation maximale de la culture

$$ETM = Kc. ETo ; (mm/j)$$

Avec:

#### Calcul des besoins en eau pour chaque culture

Les résultats de calculs sont reportés dans les tableaux IV.5, jusqu'au tableau IV.11;

**Tableau IV.5 :** les besoins en eau de la pomme de terre saisonnière

mois	ET0 (mm/j)	Kc	ETM (mm/j)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm)	B (mm/mois)
Jan	2,69		0		50,2	
Fev	2,8		0		42,6	
Mar	3,25	0,45	1,46	45,33	39,2	-10,52
Avr	2,92	0,75	2,19	65,7	35,7	13,33
Mai	2,78	0,75	2,08	64,63	25,8	38,83
Jui	3,53	1,13	3,98	119,66	8,9	110,76
Jui	4,19	0,9	3,77	116,90	4	112,90
Aou	4,86		0		5	
Sep	4,48		0		16,5	
Oct	4,05		0		34,8	
Nev	3,18		0		38,3	
Dec	2,79		0		53,4	
TOTAL	3,46		0	412,24	354,4	275,83

**Tableau IV.6 :** les besoins en eau de la pomme de terre (arrière-saison)

mois	ET0 (mm/j)	Kc	ETM (mm/j)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm)	B (mm/mois)
Jan	2,69				50,2	
Fev	2,8				42,6	
Mar	3,25				39,2	
Avr	2,92				35,7	
Mai	2,78				25,8	
Jui	3,53				8,9	
Jui	4,19	0,45	1,88	58,45	4	54,45
Aou	4,86	0,75	3,64	109,35	5	104,35
Sep	4,48	0,75	3,36	104,16	16,5	87,66
Oct	4,05	1,13	4,57	137,29	34,8	85,82
Nev	3,18	0,9	2,86	88,72	38,3	25,42
Dec	2,79				53,4	
TOTAL	3,46			497,97	354,4	357,71

**Tableau IV.7 : les besoins en eau du melon**

mois	ET0 (mm/j)	Kc	ETM (mm/j)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm)	B (mm:mois)
Jan	2,69				50,2	
Fev	2,8	0,45	1,26	36,54	42,6	-41,06
Mar	3,25	0,75	2,4375	75,56	39,2	13,02
Avr	2,92	0,75	2,19	65,7	35,7	6,66
Mai	2,78	1	2,78	86,18	25,8	60,38
Jui	3,53	0,85	3,00	90,01	8,9	81,11
Jui	4,19				4	
Aou	4,86				5	
Sep	4,48				16,5	
Oct	4,05				34,8	
Nev	3,18				38,3	
Dec	2,79				53,4	

TOTAL	3,46			353,99	354,4	161,19
-------	------	--	--	--------	-------	--------

**Tableau IV.8 : les besoins en eau de la tomate**

mois	ET0 (mm/j)	Kc	ETM (mm/j)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm)	B (mm/mois)
Jan	2,69				50,2	
Fev	2,8	0,45	1,26	36,54	42,6	-96,06
Mar	3,25	0,75	2,43	75,56	39,2	-23,63
Avr	2,92	0,75	2,19	65,7	35,7	-30
Mai	2,78	1,15	3,19	99,10	25,8	73,30
Jui	3,53	1,15	4,05	121,78	8,9	112,88
Jui	4,19	0,88	3,68	114,30	4	110,30
Aou	4,86				5	
Sep	4,48				16,5	
Oct	4,05				34,8	
Nev	3,18				38,3	
Dec	2,79				53,4	
TOTAL	3,46			512,9977	354,4	296,49

**Tableau IV.9 : les besoins en eau des agrumes**

mois	ET0 (mm/j)	Kc	ETM (mm/j)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm)	B (mm/mois)
Jan	2,69				50,2	
Fev	2,8	0,7	1,96	56,84	42,6	-35,76
Mar	3,25	0,7	2,27	70,52	39,2	-2,00
Avr	2,92	0,7	2,04	61,32	35,7	-7,71
Mai	2,78	0,7	1,94	60,32	25,8	34,52
Jui	3,53	0,7	2,47	74,13	8,9	65,23
Jui	4,19	0,7	2,93	90,92	4	86,92

Aou	4,86	0,7	3,40	102,06	5	97,06
Sep	4,48	0,7	3,13	97,21	16,5	80,71
Oct	4,05	0,7	2,83	85,05	34,8	16,91
Nev	3,18	0,7	2,226	69,006	38,3	-19,29
Dec	2,79	0,7	1,953	58,59	53,4	-94,81
TOTAL	3,46			825,98	354,4	381,37

**Tableau IV.10 : les besoins en eau des oliviers**

mois	ET0 (mm/j)	Kc	ETM (mm/j)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm)	B (mm/mois)
Jan	2,69				50,2	
Fev	2,8	0,5	1,4	40,6	42,6	-67
Mar	3,25	0,5	1,62	50,37	39,2	-32,15
Avr	2,92	0,5	1,46	43,8	35,7	-35,23
Mai	2,78	0,5	1,39	43,09	25,8	17,29
Jui	3,53	0,5	1,76	52,95	8,9	44,05
Jui	4,19	0,5	2,09	64,94	4	60,94
Aou	4,86	0,5	2,43	72,9	5	67,9
Sep	4,48	0,5	2,24	69,44	16,5	52,94
Oct	4,05	0,5	2,025	60,75	34,8	-17,38
Nev	3,18	0,5	1,59	49,29	38,3	-54,01
Dec	2,79	0,5	1,39	41,85	53,4	-141,55
TOTAL	3,46			589,99	354,4	243,12

**Tableaux IV.11: tableau récapitulatifs des besoins d'irrigation des cultures**

mois	Pomme de terre (S)	Pomme de terre (AS)	Melon	Tomate	Agrumes	Olivier	SOMME (mm/mois)
Jan							
Fev			0	0	0	0	0
Mar	0		13,02	0	0	0	13,02
Avr	13,33		6,66	0	0	0	20
Mai	38,83		60,38	73,30	34,52	0	207,04

Jui	110,76		81,11	112,88	65,23	44,05	414,04
Jui	112,90	54,45		110,30	86,92	60,94	425,52
Aou		104,35			97,06	67,9	269,31
Sep		87,66			80,71	52,94	221,31
Oct		85,82			16,91	0	102,74
Nev		25,42			0	0	25,42
Dec					0	0	0
TOTAL	275,83	357,71	161,19	296,49	381,37	243,12	1698,43

Donc le volume total nécessaire du périmètre est de **16990m<sup>3</sup>** pour toute l'année. Le volume nécessaire au mois de pointe juillet est de : **4255m<sup>3</sup>**.

#### IV.6.Débits spécifiques

$$q = \frac{B \cdot 10 \cdot 1000}{T \cdot t \cdot K}$$

K: Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation = 0.75.

Et ça nous donne

$$q = \frac{B \cdot 0,00386}{K}$$

Donc  $q = 0,58 \text{ l/s/ha} < 1,5 \text{ l/s/ha}$

#### IV.7.Débits caractéristiques:

Le calcul des débits caractéristiques permet de définir le débit maximum que le système d'irrigation collectif devra fournir au niveau du périmètre, déterminé en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile.

$$Q = q \cdot F$$

$$Q = 0,58 \times 10850 = 6293 \text{ l/s.}$$

**Conclusion:**

L'évaluation quantitative des besoins en eau d'irrigation nécessite de prendre en compte l'information météorologique, pédologique et culturale. L'étude des besoins en eau permettra aux agriculteurs de permuter et de diversifier leur plan de cultures, tout en garantissant leurs besoins en eau.

## **Dimensionnement de l'adduction et étude de la variante**

## **V. Introduction**

L'adduction est essentiellement nécessaire pour assurer le transport des eaux entre la source ou le point de captage et le point d'accumulation (bassin ou réservoir de distribution).

Le réseau collectif de distribution d'eau, est essentiellement constitué par des canalisations enterrées livrant l'eau aux différents exploitants et nécessite aussi une étude afin qu'il puisse réhabiliter l'ancien réseau.

### **V.1. Le barrage GRIB**





**Figure V.2 : le barrage GRIB**

### **V.1.1. La fiche technique du barrage**

(Source ANBT)

Le barrage GRIB est implanté sur l'Oued Chlef à 20kilomètres au Sud-Ouest de la ville de Ain Defla.

**Année de construction : 1927**

**Année de mise en eau : 1939**

#### **Caractéristiques hydrologiques**

Oued	: Chlef
Capacité initiale	: 280 hm <sup>3</sup>
Capacité dernier levé (2011)	: 115,3 hm <sup>3</sup>
Capacité après surélévation	: 185,32 hm <sup>3</sup>
Apport moyen annuel	: 148,5 hm <sup>3</sup> /an
Envasement	: 3,2 hm <sup>3</sup> /an

Surface du bassin versant : 23300 km<sup>2</sup>

### Caractéristiques du barrage

Type : Enrochement avec masque amont

Hauteur : 105 m  
Longueur : 270 m  
Cote de retenue normale (R.N) : 432 m  
Cote plus hautes eaux (P.H.E) : 432,5 m  
Déversoir hausses fusibles : 45000 m<sup>3</sup>/s  
Vidange de fond : 100 m<sup>3</sup>/s

### V.1.2. Qualité des eaux du barrage

L'analyse chimique de l'eau d'irrigation sur une période de 10 ans (de 2002 jusqu'à 2011)

**Tableau V.1 : Qualité de l'eau du barrage GRIB**

Eléments	valeurs
Ca <sup>++</sup> mg/l	105
Mg <sup>++</sup> mg/l	65
Na <sup>+</sup> mg/l	85
K <sup>+</sup> mg/l	6
Cl <sup>-</sup> mg/l	153
SO <sub>4</sub> mg/l	235
HCO <sub>3</sub> mg/l	315
NO <sub>3</sub> mg/l	4
NO <sub>2</sub> mg/l	0.151
RS mg/l	2139
O <sub>2</sub> d	89.5
Conductivité mmhos/cm	1.5
PH	7.5
DCO mg/l	23

DBO <sub>5</sub> mg/l	7
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	0.247
PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/l	0.159
MO mg/l	7.3

ANRH Alger

### V.1.3. Classification des eaux du barrage

#### a. Classification mondiale (F.A.O)

#### b. V.1.3.2. Classification Russe

#### c. Classification Américaine

#### \* Pour la conductivité électrique C.E.

- C1 : C.E < 0,250 mmhos/cm (< 0.2g/l): l'eau à faible salinité, elle ne posera aucun problème sur la plus part des sols et des cultures.
- C2 : 0,250 < C.E < 0,75 mmhos/cm (0.2-0.5g/l): l'eau à salinité moyenne
- C3 : 0,750 < C.E < 2,250 mmhos/cm (0.5-1.5g/l): l'eau à forte salinité, et dit inutilisable sur un sol faiblement drainé, elle n'est autorisée que sur un sol bien drainée et sur des cultures tolérantes.
- C4 : 2,250 < C.E < 5.00 mmhos/cm (1.5-3g/l): l'eau à très forte salinité et inutilisable pour les conditions normales ; elle n'est autorisée que si on pratique un lessivage intense et sur des cultures très tolérantes.
- C5 : C.E > 5.0 mmhos/cm (> 3g/l): l'eau est inutilisable sauf sur sable drainé et pour les palmiers et dattiers.

#### \* Pour le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

S.A.R est calculé par la formule suivante :

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

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

Elle distingue quatre classes:

- S1 - S.A.R < 10 : L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.
- S2 - 10 < S.A.R < 18 : Les eaux contenant une quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol. ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau.
- S3 - 18 < S.A.R < 26 : Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales : bon drainage, lessivage important et addition de matières organiques. S'il y a une forte quantité de gypse dans le sol, il peut ne pas surgir de difficultés pendant quelques temps. S'il n'y a pas de gypse, il faut ajouter un amendement chimique exerçant le même effet.
- S4 - S.A.R > 26 : Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité moyen ou faible, lorsque l'usage de gypse ou amendements analogues permettent l'utilisation.

#### Détermination du S.A.R

$$\text{S.A.R} = \frac{85}{\sqrt{\frac{105 + 65}{2}}} = 9,22$$

#### Interprétation des résultats des analyses

D'après les résultats qu'on a, on peut dire :

En projetant la valeur de la conductivité hydraulique et la valeur du SAR sur l'annexe n°4 et selon les classifications citées précédemment, on obtient les résultats suivants ;

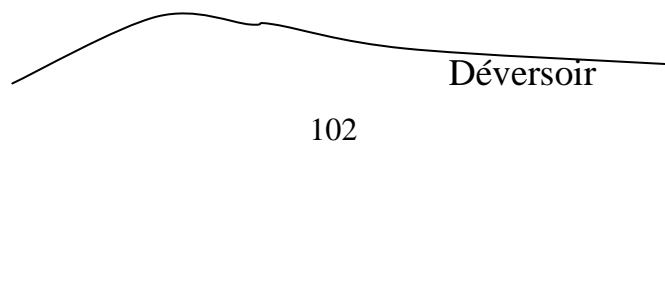
- Notre eau qui a une C.E = 1,5 mmhos / cm fait partie de la classe **C3**, elle ne convient qu'à des sols bien drainés.
- Notre eau a un S.A.R = 9,22 ; c'est-à-dire appartient à la classe **S2**. ce sont des eaux contenant une quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol. ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau.

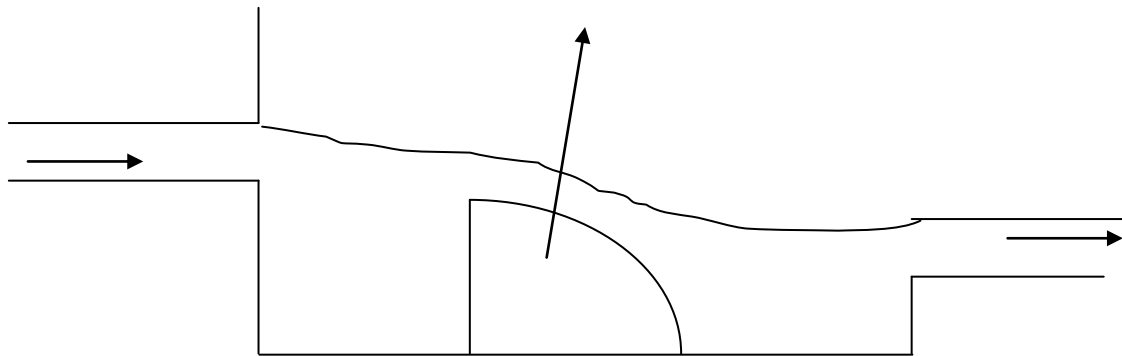
## V.2. Description et choix de la variante

La variante d'adduction retenue pour l'irrigation du périmètre du Haute Cheliff à partir du barrage GRIB répond aux conditions hydrauliques de desserte du périmètre d'irrigation en présentant une meilleure gestion d'exploitation et facilite l'étude et la réalisation du projet.

Dans notre réseau on trouve une conduite maitresse au Nord de Oued Chlef, et qui démarre du barrage GRIB, en allant dans une direction qu'on peut considérer parallèle à l'Oued Chlef . En traversant une première longueur, on trouve un premier picage à travers une conduite secondaire pour le secteur n°1 (Djendel) dont on trouve à l'extrémité le bassin de Djendel, suite à la différence d'altitude entre le barrage GRIB et le premier secteur l'écoulement est gravitaire. En continuant dans la même direction (la conduite maitresse) on trouve un deuxième picage pour le secteur n°2 (Ain Chaiba), sachant que l'écoulement est toujours gravitaire. On arrivant au troisième secteur il se situe un brise charge (figure V.6) qui serre à casser la grande pression crée lors du parcours et tranquilliser l'écoulement suite à l'élévation d'altitude du barrage GRIB par rapport aux cinq secteurs. En suite le picage du bassin de El Khmis qui se trouve sur le chemin de la conduite maitresse (pas de conduite secondaire), puis un quatrième piquage pour le secteur n°4 (Sidi Lakhdar) et enfin un dernier piquage pour le cinquième secteur (Arib).

Donc le réseau se compose brièvement d'une conduite maitresse et quatre conduites secondaires avec un écoulement gravitaire en charge .





**Figure V.6 : un brise charge**

### **V.3. Dimensionnement de l'adduction**

#### **V.3.1. Calcul du diamètre de la conduite gravitaire**

La formule de Darcy-Weisbakh:

$$\Delta H = \frac{16 \lambda L Q^2}{2 g \pi^2 D^5}$$

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \ln \epsilon/D)^{-2} \quad \text{formule de Nikuradze}$$

$$L = L_T = L_g + L_{eq}$$

regime turbulent rugueux

$L_g$ : Longueur géométrique de la conduite gravitaire (m)

$L_{eq}$ : Longueur équivalente des pertes de charge singulière

Dans le cas des adductions, les pertes de charge singulières sont estimées de **10%** à **15%** des pertes de charge linéaires.

Donc

$$L_T = L_g + (0,05 \div 1) L_g$$

**Les valeurs de la rugosité  $\epsilon$**

Pour le	<b>PEHD</b>	→	<b>ε = 0,012 mm</b>
Pour l'	<b>Acier</b>	→	<b>ε = 0,19 mm</b>
Pour la	<b>Fonte neuve</b>	→	<b>ε = 0,1 mm</b>
Pour l'	<b>Acier neuf</b>	→	<b>ε = 0,15 mm</b>

Dans notre cas on a utilisé la fonte, donc la valeur de la rugosité est **ε = 0,1 mm**

### V.3.1.1. Les données topographiques

A partir du levé topographique on a tirés les altitudes des différents points (Barrage/secteurs/bassins) et longueurs entre eux, les résultats sont dans les tableaux qui Suits.

**Tableau V.2 : Les altitudes des différents points**

<b>Barrage/secteurs/bassins</b>	<b>Altitude (m)</b>
<b>Barrage Ghrib</b>	430
<b>Secteur 1 : Djendel</b>	312
bassin de Djendel	311
<b>Secteur 2 : Ain Chaiba</b>	298
Bassin de Ain Chaiba	293
<b>Secteur 3 : El Khemis</b>	288
<b>Secteur 4 : Sidi Lakhdar</b>	279
Bassin de Sidi Lakhdar	278
<b>Secteur 5 : Arib</b>	264
Bassin de Arib	262

**Tableau V.3 : Les longueurs des adductions**

	<b>Reliée entre</b>	<b>Longueur</b>
Adduction <b>0-A</b>	Barrage Ghrib-Djendel	15,9 km
Adduction <b>A-A'</b>	Djendel-bassin de Djendel	83,9 m
Adduction <b>A-B</b>	Djendel-Ain Chaiba	7,37 km
Adduction <b>B-B'</b>	Ain Chaiba-bassin de Ain Chaiba	115 m
Adduction <b>B-C</b>	Ain Chaiba-El Khemis	10,4 km
Adduction <b>C-D</b>	El Khemis-Sidi Lakhdar	3,22 km
Adduction <b>D-D'</b>	Sidi Lakhdar –bassin Sidi Lakhdar	34,6 m
Adduction <b>D-H</b>	Sidi Lakhdar-Arib	5,26 km
Adduction <b>H-H'</b>	Arib-bassin de Arib	155 m

### V.3.1.2. Application du calcul des diamètres

Les résultats du calcul qui a été faite à l'EXCEL sont introduites dans le tableau suivant ;

**Tableau V.4 : Calcul du diamètre des adductions du réseau**

Adduction	$\Delta H$ (m)	L (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	$\lambda$	$\Delta \lambda$	D (mm)
<b>O-A</b>	112,38	15900	6,293	0,01144	0,00001	1400
<b>A-A'</b>	0,95	83,9	0,8874	0,01345	0,00000	600
<b>A-B</b>	13,33	7370	5,4056	0,01104	-0,00001	1700
<b>B-B'</b>	4,76	115	0,5191	0,01477	0,00006	400
<b>B-C</b>	9,52	10400	4,8865	0,01082	0,00002	1900
<b>C-D</b>	8,57	3220	3,1262	0,01160	0,00002	1300
<b>D-D'</b>	0,95	34,6	1,6356	0,01324	0,00005	650
<b>D-H</b>	14,29	5260	1,4906	0,01218	0,00009	1000
<b>H-H'</b>	1,90	155	1,4906	0,01305	-0,00008	700

**Les diamètres normalisés de la fonte**

Les diamètres commerciaux de la fonte sont ;

60 80 100 125 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 1000 1100  
1200 1400 1600 1800 2000

On remarque que les tronçons **A-B**, **B-C** et **C-D** ont des diamètres non commerciales, donc ses adductions se composent de deux conduites de diamètres commerciales différents.

**V.3.1.3. Dimensionnement des adductions qui ont des diamètres non commerciales**

Le diamètre compris entre deux diamètres normalisés

C'est-à-dire  $D_1 > D > D_2$

Tel que ; la conduite au diamètre  $D_1$  a une longueur de  $L_1$

la conduite au diamètre  $D_2$  a une longueur de  $L_2$

Avec  $L = L_1 + L_2 \rightarrow L_2 = L - L_1$

Donc la formule de Darcy-Weisbakh devient ;

$$\Delta H = \frac{16 \lambda Q^2}{2 g \pi^2 D^5} \left( \frac{L_1}{D_1} + \frac{L_2}{D_2} \right)$$

$$\Delta H = \frac{16 \lambda Q^2}{2 g \pi^2 D^5} \left( \frac{L_1}{D_1} + \frac{(L - L_1)}{D_2} \right)$$

Alors on calcul  $L_1$  et on déduit  $L_2$

• **Adduction A-B (Djendel-Ain Chaiba)**

L'adduction **A-B** se compose de deux conduites **(A-B)<sub>1</sub>** et **(A-B)<sub>2</sub>**

Dont

**Tableau V.5 : Adduction A-B (Djendel-Ain Chaiba)**



La conduite	Diamètre (mm)	Longueur (m)
<b>(A-B)<sub>1</sub></b>	1600	2592
<b>(A-B)<sub>2</sub></b>	1800	4778

- **Adduction B-C (Ain Chaiba-El Khemis)**

L'adduction **B-C** se compose de deux conduites **(B-C)<sub>1</sub>** et **(B-C)<sub>2</sub>**  
Dont

**Tableau V.6 : Adduction B-C (Ain Chaiba-El Khemis)**

La conduite	Diamètre (mm)	Longueur (m)
<b>(B-C)<sub>1</sub></b>	1800	5519
<b>(B-C)<sub>2</sub></b>	2000	4881

- **Adduction C-D (El Khemis-Sidi Lakhdar)**

L'adduction **C-D** se compose de deux conduites **(C-D)<sub>1</sub>** et **(C-D)<sub>2</sub>**  
Dont

**Tableau V.7 : Adduction C-D (El Khemis-Sidi Lakhdar)**

La conduite	Diamètre (mm)	Longueur (m)
<b>(C-D)<sub>1</sub></b>	1200	1447
<b>(C-D)<sub>2</sub></b>	1400	1773

#### V.3.1.4. Le profil en long du réseau

##### a. Les côtes terrains naturels et les côtes du projet

- Les cotes terrain naturelle sont tirées de la carte d'état majeur
- Les cotes du projet sont calculées à partir de la formule suivante ;

$$C_p = CTN - H_R$$

Tel que  $H_R = 1,4 \text{ m}$   
Donc  $C_p = CTN - 1,4$

Les résultats sont contenus dans le tableau suivant ;

**Tableau V.8 : Les côtes terrains naturelles et les côtes du projet**

<b>Barrage/secteurs/bassins</b>	<b>CTN (m)</b>	<b>Cp (m)</b>
Barrage Ghrib	430	428,6
Secteur 1 : Djendel	312	310,6
bassin de Djendel	311	309,6
<b>Secteur 2 : Ain Chaiba</b>	298	296,6
Bassin de Ain Chaiba	293	291,6
<b>Secteur 3 : El Khmis</b>	288	286,6
<b>Secteur 4 : Sidi Lakhdar</b>	279	277,6
Bassin de Sidi Lakhdar	278	276,6
<b>Secteur 5 : Arib</b>	264	262,6
Bassin de Arib	262	260,6

**b. Les côtes piézométriques**

$$C_{pz} = CTN + P_{sol}$$

$$P_{sol} = 3m$$

$$Et \quad \Delta H = C_{pz_o} - C_{pz_A}$$

On fait le même calcul pour tous les tronçons, les résultats sont indiqués dans le tableau suivant ;

**Tableau V.9 : Les côtes piézométriques**

<b>Barrage/secteurs/bassins</b>	<b>Côte piézométrique (m)</b>
Barrage Ghrib	433
Secteur 1 : Djendel	320.62
bassin de Djendel	319.67
<b>Secteur 2 : Ain Chaiba</b>	307.29
Bassin de Ain Chaiba	302.53
<b>Secteur 3 : El Khmis</b>	297.77
<b>Secteur 4 : Sidi Lakhdar</b>	289.2
Bassin de Sidi Lakhdar	288.25
<b>Secteur 5 : Arib</b>	274.91
Bassin de Arib	273.01

**V.3.2. Calcul du diamètre de la conduite de refoulement (à partir de la station de pompage vers le réservoir de distribution) (cas du secteur n°1 ; DJENDEL)**

On a le débit demandé  $Q_d = 0,89 \text{ m}^3/\text{s}$  avec une longueur entre le bassin et le réservoir (Djendel) est de **318,4 m**

**Calcul du débit d'équipement:**

$$Q_{eq} = \alpha \cdot Q_{max,j}$$

$\alpha$ : Coefficient de correction

$\alpha = (1.04 \text{ à } 1.08)$ , on prend  $\alpha = 1,04$

$$Q_{eq} = 0,93 \text{ m}^3/\text{s}.$$

La station de pompage qui refoule un débit de **0,93 m<sup>3</sup>/s**.

Pour le calcul du diamètre économique de conduite de refoulement, on utilise les deux

Formules approchées suivantes:

**Formule de BRESS:**

$$D = 1,5 \cdot \sqrt{Q}$$

**Formule de BONNIN :**

$$D = \sqrt{Q}$$

**Remarque:** La formule de Bress n'est valable que pour les petits projets

(Longueur de conduite  $\leq 1 \text{ Km}$ )

Dans notre cas  $L = 318,4 \text{ m} < 1 \text{ Km}$ , donc on utilise la formule de Bress

$$D = 1,5 * \sqrt{Q} = 1,5 * \sqrt{0,93} = 1,447 \text{ m} = 1447 \text{ mm}$$

A partir de ce diamètre déterminé, on choisit une gamme de diamètres parmi lesquels on optera pour celui qui présentera les frais les moins élevés.

### V.3.2.1. Calcul des pertes de charge

#### a. Pertes de charge linéaires:

$$\Delta H \text{ linéaire} = I * L = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Le coefficient  $\lambda$  est obtenu par la formule suivante :

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \text{ Ln } \epsilon/D)^{-2} \quad \text{formule de Nikuradze}$$

#### b. Pertes de charge singulières:

$$\Delta H \text{ singulière} = 0,1 * \Delta H \text{ linéaire}$$

#### c. Pertes de charge totales

$$\Delta H t = 1,1 \Delta H \text{ linéaire}$$

### V.3.2.2. Calcul de la hauteur manométrique totale:

$$HMT = Hg + \Delta H t$$

### V.3.2.3. Puissance absorbée par la pompe:

$$P = \frac{g * Q * HMT}{\mu}$$

### V.3.2.4. Energie consommée par la pompe:

$$E = P * t * 365 \text{ [KWh]}$$

Dans notre cas  $t = 22$  h

### V.3.2.5. Frais d'exploitation:

$$F_{ex} = E * e \quad [\text{DA}]$$

$$(e=4,67\text{DA})$$

### V.3.2.6. Frais d'amortissement:

$$F_{am} = P_{rc} * A \quad [\text{DA}]$$

$P_{rc}$ : prix de la conduite en (DA)

A: Amortissement annuel.

$$A = \frac{i}{(i+1)^n} + i$$

$$n = 30 \text{ ans}$$

Et donc  $A = 0,0888$

**Refoulement 22h/24**

- $Q_{\text{jour}} = 0,93 \text{ m}^3/\text{s}$
- $L=318,4 \text{ m}$
- $H_g = 328 - 311 = 17 \text{ m}$
- $D_{c \text{ Bress}} = 1,447 \text{ m} = 1447 \text{ mm}$

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans le tableau suivant:

**Tableau V.10 : Variation des HMT en fonction du diamètre.**

Diamètre (mm)	v (m/s)	$\lambda$	L	Pdc l	pdc s	Hmt
<b>1200</b>	<b>0,82271762</b>	<b>0,01176944</b>	<b>318,4</b>	<b>0,10773338</b>	<b>0,11850672</b>	<b>17,1185067</b>
1400	0,6044456	0,01143807	318,4	0,04844101	0,05328511	17,0532851

1600	0,46277866	0,0111622	318,4	0,02424659	0,02667125	17,0266713
------	------------	-----------	-------	------------	------------	------------

**\*Calcul des frais d'investissement:**

Les dépenses d'investissement correspondant aux différents diamètres sont présentées dans le suivant ;

**Tableau V.11 : Variation des frais d'investissement en fonction du diamètre.**

Diamètre en (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	Finves (DA)
<b>1200</b>	<b>11527,06</b>	<b>318,4</b>	<b>3670215,9</b>
1400	12769,28	318,4	4065738,75
1600	15367,72	318,4	4893082,05

**\*Calcul des frais d'exploitation:**

Les frais d'exploitation sont calculés sur la base de l'énergie électrique consommée lors du pompage et ce pour la gamme de diamètres obtenue.

**Tableau V.12 : Calcul des frais d'exploitation.**

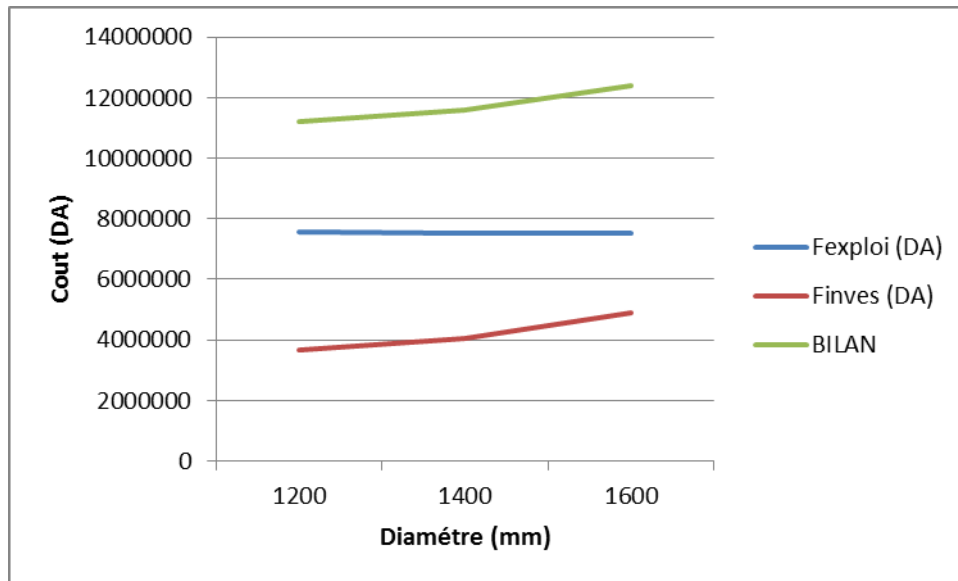
Diamètre en (mm)	P (K Watt)	E (KWh)	F <sub>explo</sub> (DA)
<b>1200</b>	<b>201,519061</b>	<b>1618198,06</b>	<b>7556984,94</b>
1400	200,751272	1612032,72	7528192,79
1600	200,437974	1609516,93	7516444,07

**\*Bilan des coûts (Exploitation - Investissement):**

**Tableau V.13 : Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.**

	1200	<b>1400</b>	1600
<b>F<sub>explo</sub> (DA)</b>	7556984,94	<b>7528192,79</b>	7516444,07
<b>Finves (DA)</b>	3670215,9	<b>4065738,75</b>	4893082,05
<b>BILAN</b>	11227200,8	<b>11593931,5</b>	12409526,1

L'interprétation graphique des résultats du bilan sont présentés dans la figure suivante ;



**Figure V.7 : Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.**

Selon la combinaison des frais d'investissement et d'exploitation, le bénéfice va au profit du diamètre **DN 1200**.

### **Conclusion**

Dans ce chapitre, on a dimensionné deux type d'adduction ; celle d'un écoulement gravitaire (conduite maîtresse et conduites secondaire) et celle en pompage ou conduite en refoulement (entre bassin et réservoir de distribution) dont on a quatre conduites de ce type dans le cadre de la présente étude.

Au cours de cette étape un seul secteur a été choisi pour faire l'objet d'une démonstration complète ; c'est le secteur de Djendel .La même procédure a été suivie avec les autres secteurs. De ce fait nous avons abouti à des conduites gravitaires de différents diamètres qui permettent de véhiculer le débit jusqu'aux bassins des différents secteurs. Et conduite de refoulement de diamètre DN=1200 mm qui transfert l'eau vers un réservoir de stockage avec une hauteur manométrique HMT=17,05 m.





## **Organisation de chantier**

## Calcul des volumes des travaux de l'adduction

Volumes totaux des travaux de l'adduction

N°	Désignation	Unité	Quantité
1	Décapage	m <sup>3</sup>	<b>19330,15</b>
2	Déblais	m <sup>3</sup>	<b>203432,41</b>
3	Lit de sable	m <sup>3</sup>	<b>9665,29</b>
4	La conduite	m <sup>3</sup>	<b>79790,33</b>
5	Remblais	m <sup>3</sup>	<b>113976,8</b>

**Déla**

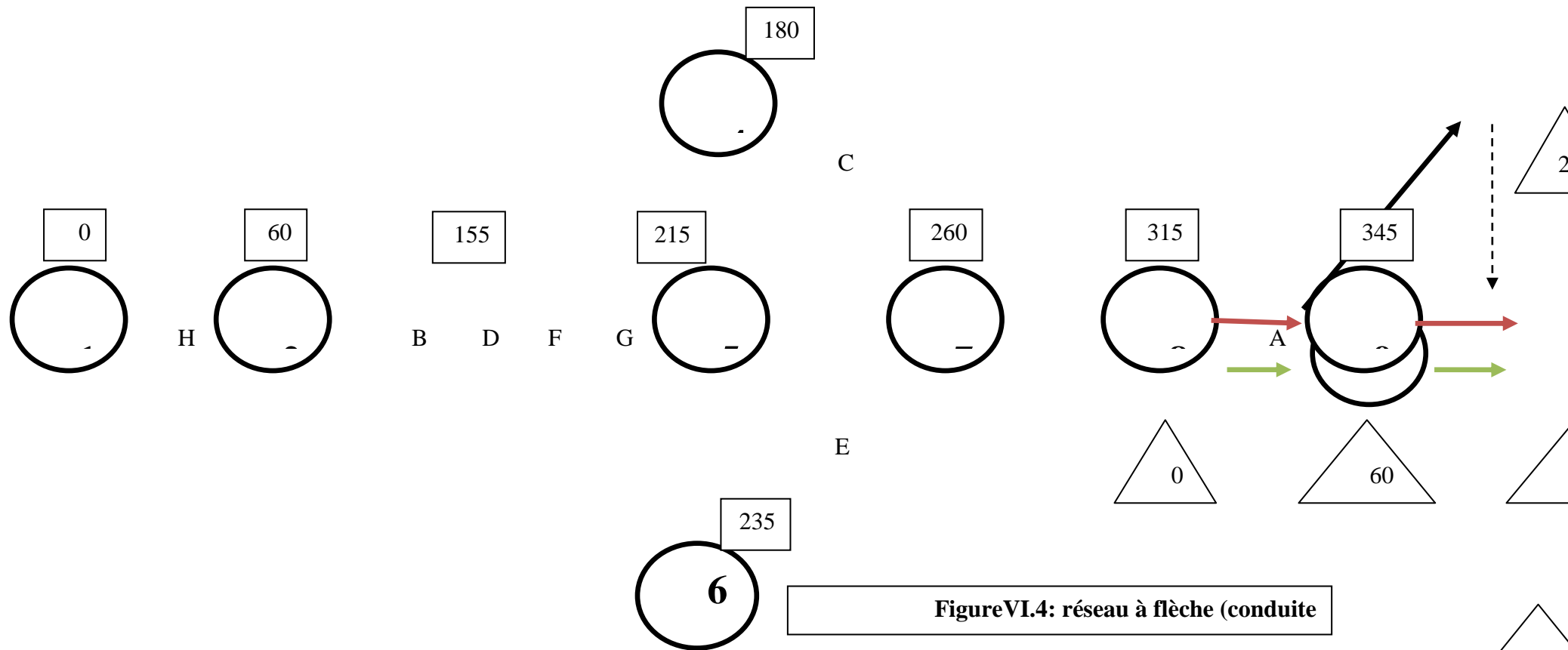
### i de réalisation de la conduite d'adduction :

Le tableau ci-après récapitule tous les calculs pour la détermination du délai de réalisation de notre conduite.

Détermination du délai de la réalisation (conduite d'adduction)

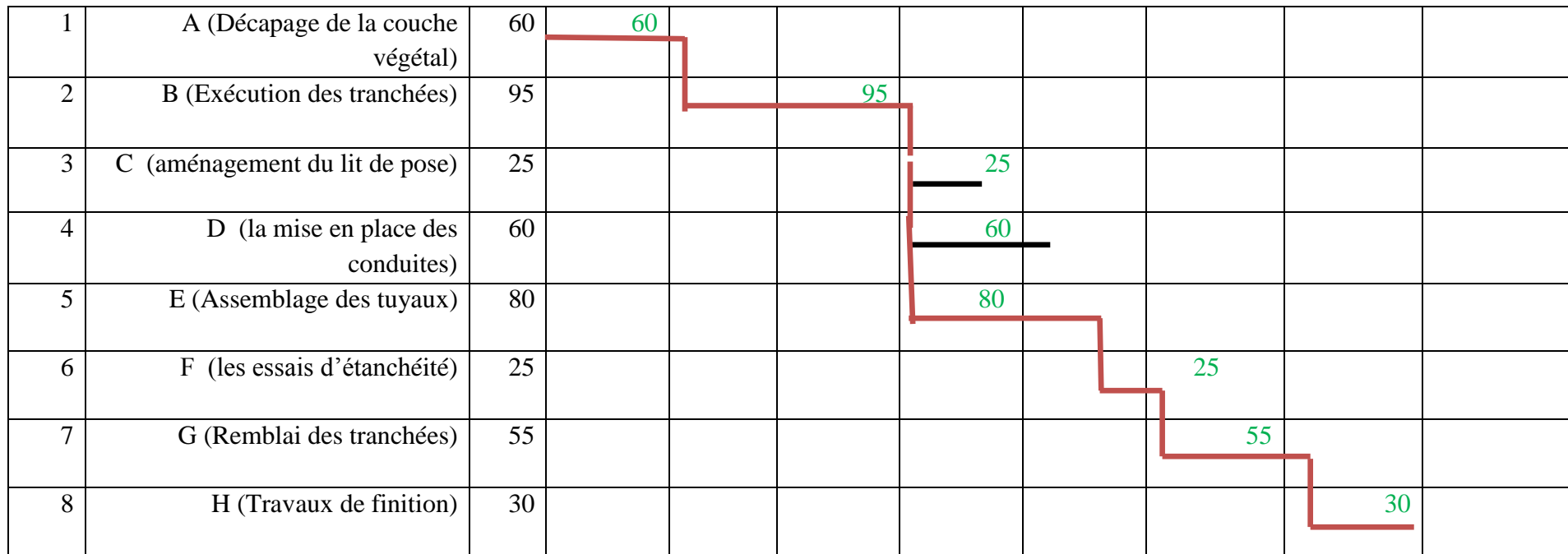
opération	TR (jours)	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
1 - 2	60	0	60	0	60	0
2 - 3	95	60	155	60	155	0
3 - 4	25	155	180	210	235	55
3 - 5	60	155	215	175	235	20
4 - 5	0	180	180	235	235	55
3 - 6	80	155	235	155	235	0
6 - 5	0	235	235	235	235	0
5 - 7	25	235	260	235	260	0
7 - 8	55	260	315	260	315	0
8 - 9	30	315	345	315	345	0

Les chemins critiques : A-B-E-F-H       $\sum TR = 345$  jours.



**Figure VI.4: réseau à flèche (conduite)**

N	Opération	TR	Durée(jours)						Observation
			50	100	150	200	250	300	



 Chemin critique  
**Figure VI.5: planification des travaux (diagramme de GANTT)**  
**(Conduite d'adduction)**

**Conclusion :**

On a conclu à partir de ce travail que l'organisation de chantier est nécessaire avant le commencement de nos travaux car elle nous définit :

- les volumes des travaux nécessaires pour élaborer le chantier.
- La durée du projet qui est de **345 jours**.
- Les engins à utiliser qui sont principalement l'angledozer, pelle, chargeur.

## Conclusion générale

Ce mémoire de fin d'étude a été consacré à la rive droite du périmètre du Haut Cheliff dont l'objectif visé est d'approvisionner les cinq secteurs qui le constituent en eau d'irrigation par l'assistance à l'extension et la rénovation du système du transfert d'eau tout en préservant la ressource par une utilisation rationnelle

Au cours de ce travail, nous avons confectionné les différentes phases de la réalisation d'un projet d'adduction, où nous avons évalué les besoins en eau des cultures existantes dans les différents périmètres de la région d'étude qui est la base de donnée de calculs des diamètres des conduites, à partir desquelles on a procédé à l'étude de dimensionnement de l'adduction maitresse et les adductions secondaires et conduite de refoulement qui transfert l'eau du bassin au réservoir de distribution. Cette démarche nous a permis d'aboutir à des conduites de gros diamètres (jusqu'à 2000 mm) ; vu l'importance des superficies à irriguer

Le réseau de transfert d'eau se compose essentiellement d'une conduite principale et des conduites secondaires qui soutirent des débits évalué pour les besoins de chaque zone couverte à travers cinq (5) piquages dont chacun alimente un bassin de distribution finale. A retenir que chaque piquage est doté obligatoirement équipé d'une vanne pour ne faire passer que le débit voulu.

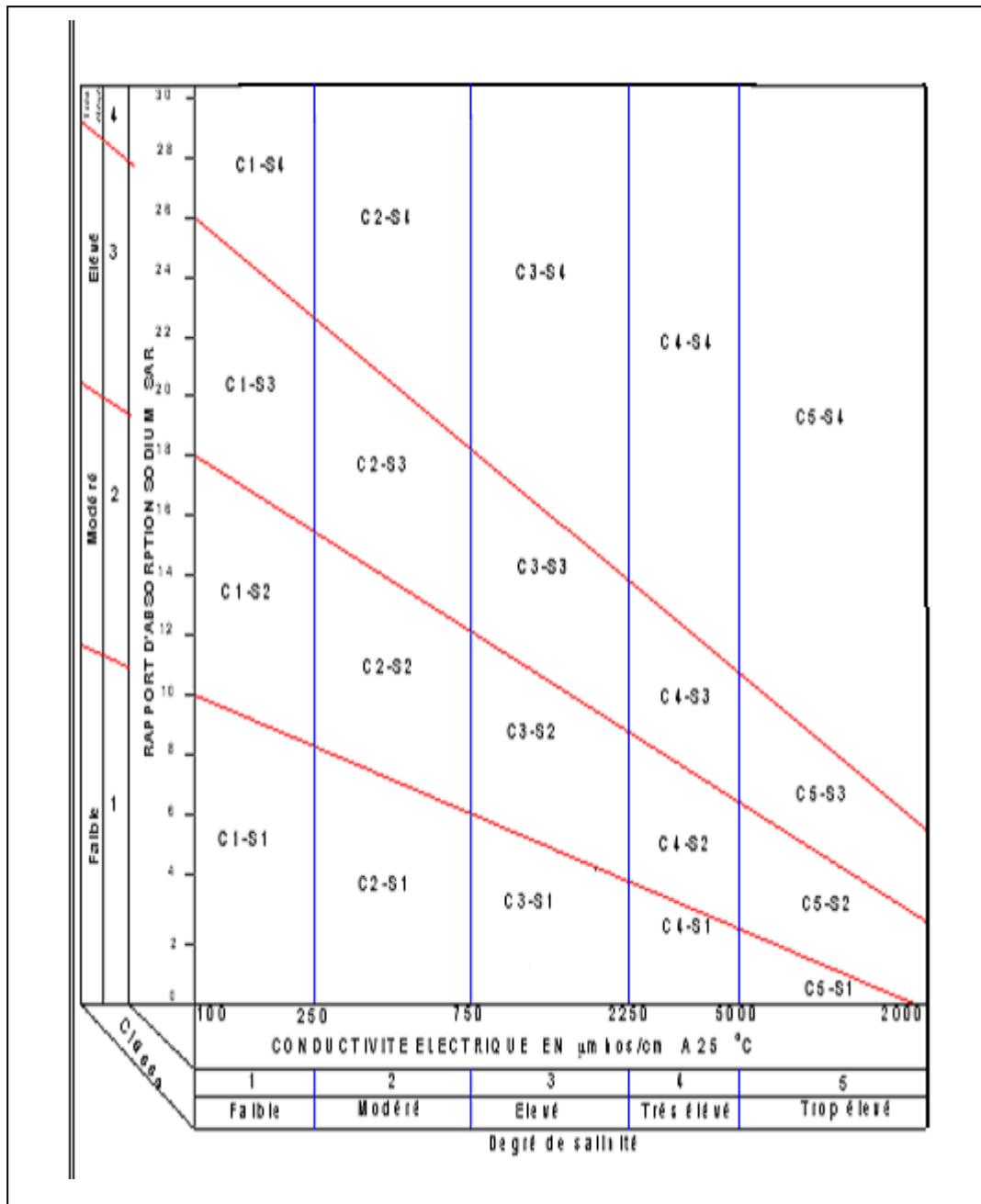
Afin de protéger les conduites de la partie gravitaire contre les dangers des hautes pressions dues aux différences d'altitudes, nous avons projeté un bassin de brise charge qui se situe juste avant le bassin du troisième secteur en l'occurrence celui d'El Khemis, pratiquement à mi-chemin du tronçon, dont le rôle essentiel est de briser les grandes pressions et adoucir l'écoulement.

Par ailleurs, le long du réseau d'adduction, sont prévues des ventouses au niveau de chaque point surélevé en fonction de la configuration du relief. Ce système permet d'évacuer l'air qui s'accumule à l'intérieur de la conduite.

Concernant le tracé ou le choix de l'emplacement de l'adduction, nous avons choisi de le rapprocher le plus possible du cheminement de la route pour pouvoir faciliter l'accès aux intervenant dans les travaux de maintenance (bulles d'air).

En présentant ici un travail murement réfléchi au regard de l'importance du projet, nous souhaitons pouvoir mériter un diplôme d'ingénieur, auquel nous aspirons, en espérant n'avoir manquer aucune phase indispensable à cette étude, et contribuer efficacement à l'avenir à la réhabilitation et la rénovation d'un réseau d'irrigation d'une grande importance pour notre agriculture.

# ANNEXES



**ANNEXE 04 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation**